
SERİ

B

CİLT

51

SAYI

1

2001

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



ÇEŞİTLİ ÜLKELERDE UYGULANAN DEĞİŞİK SEL, EROZYON VE SEDİMENT KONTROLÜ SİSTEMLERİ

Prof. Dr. Ertuğrul GÖRCELİOĞLU¹⁾

Kısa Özet

Dağlık arazi havzalarında erozyonu, sel ve taşkınları, kitle hareketlerini önleme ve yataklardaki sediment taşınımını kontrol altına alma ve/veya bunlardan korunma çalışmalarında çeşitli sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemlerin temel amacı, havzalarda sediment üretiminin en aza indirilmesi ve yüksek akışlar sırasında dere yataklarında sularla taşınan materyalin çevreye zarar vermeden uygun yerlerde tutulup kısa ya da uzun sürelerle depolanmasıdır.

Kullanılan sistem ne olursa olsun, havzaların doğru şekilde düzenlenip yönetilmesi, çeşitli ekonomik sektörlerin farklı gereksinimleri ve çoğu kez birbiriyle çelişen beklenti ve çıkarları ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle düzenlemeler çok dikkatli planlanmalı, getirilecek çözümler hem yöre insanının gereksinimlerine uygun olmalı, hem de bölge ekonomisinin önemli sorunlarının çözümlenmesine katkı sağlamalıdır.

1. GİRİŞ

Jeomorfolojik açıdan karalar, küçüklü büyüklü akarsu havzalarının oluşturduğu birer mozayiktir ve pratik olarak yeryüzünde herhangi bir havzanın içinde yer almayan bir nokta yoktur. Buna bağlı olarak da az ya da çok eğimli yamaç arazileri, karaların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Erozyon sonucu oluşmuş röliyefe sahip bölgeler lokal ölçekte ele alınırsa, alanın büyük bir bölümünü vadi yamaçlarının kapladığı görülür. Taşkın düzlükleri, akarsu taraçaları ve depolanma ürünü diğer lokal arazi formları çok çeşitli olmakla birlikte, nispeten küçük alanlar kaplar.

Vadi yamaçlarının bu alansal baskınlığı, yalnız akarsu yataklarıyla bölünmüş olan röliyefte değil, ovalarda da söz konusudur. Örneğin A.B.D.'nin Orta-Batısındaki Great Plains

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

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih: 11.09.2001

(Büyük Düzlükler) bölgesinde, gerçek anlamda düz ve vadilerle bölünmemiş ovalar, toplam alanın ancak %7'si kadardır. Öte yandan makro ölçekte iyi gelişmiş bir erozyon yüzeyine sahip güney Brezilya'nın bir bölgesinde (Mato Grosso), arazinin %95'ten fazlasını vadi yamaçları oluşturmaktadır (YOUNG 1972).

Dağlık ve eğimli arazinin geniş yer tuttuğu ülke ve bölgeler, genellikle çeşitli kitle hareketleri, erozyon, sedimentasyon gibi dışdinamik olayların ve bunların sel, materyal taşınımı, taşkın vb gibi zararlı sonuçlarının en çok görüldüğü yerlerdir. Bu bakımdan en tipik bölgelerden biri, Avusturya, İsviçre, Fransa vb gibi ülkeleri kapsayan Alplerdir. Örneğin Avusturya'nın toplam yüzölçümünün yaklaşık %67'si Alp kuşağındadır (FIEBIGER 1999).

Dağlık arazide topoğrafik enerjinin yüksekliği, yamaçların dengesizliği (kritik dengesi), fazla miktarda gevşek (pekişmemiş) materyal kitlelerinin varlığı, sert ve değişken hava koşullarıyla ve aşırı şiddette yağışlarla bir araya gelince, periyodik olarak çeşitli doğal olayların meydana gelmesine yol açar. Bu olaylar, meydana geldikleri yerlerin çok uzağında, özellikle dağ akarsularını toplayıp akıtan büyük nehirler çevresindeki tarım, yerleşim ve endüstri alanlarında da zararlı sonuçlar doğururlar. Kısaca söylersek, dağlık arazide meydana gelen böyle olayların şiddeti ve niteliği, dağlık arazinin bizzat kendisinden çok daha büyük alanlar için de bir tehlike ve tehdit oluşturmaktadır.

Dağlık araziden kaynaklanan doğal olaylar, ancak etkilenen bölgede yaşayan insanların can ve mal güvenliği gerçekten tehlikeye girdiği takdirde afet boyutuna ulaşır. İnsanların böyle afetlerden korunmasının en iyi yolu, gerekli önlemleri özenle almadan kendilerini doğanın güçleri karşısında korunmasız bırakmamaktır. Bunun ötesinde, doğa güçlerinin potansiyel olarak tehlikeli haşinliğini hafifletmenin tek yolu "doğal çevrenin özenle ve bilinçle kullanılması"dır ve bu yapılırken doğanın insanın önüne koyduğu kısıtların hafife alınmaması da önemlidir (FIEBIGER 1999).

Dağlık arazilerdeki dere havzalarından kaynaklanan seller ve sel derelerinde taşınan –özellikle iri– sedimentle bağlantılı afetler insanı çok eskiden beri etkilemiş ve uygarlaşma sürecinin çeşitli aşamalarında bu doğal olaylara karşı kimi yetersiz çare ve önlemler düşünülmüştür. Bu gibi olayların sık sık meydana geldiği dağlık yörelerde ve buraların etki alanına giren yakın ya da uzak bölgelerde yüzyıllar boyunca toplumların kazandığı deneyimler ve sağladığı bilgi birikimi sayesinde, dünyanın çeşitli dağlık ülke ve bölgelerinde zamanla belirgin özellikleri olan düzenleme ve savaşım sistemleri oluşup gelişmiştir.

Sellerin ve sediment taşınım ve birikiminin yarattığı sorunların ana nedeni, esas itibarıyla dağlık arazi dere havzalarında ve dik eğimli yataklarda meydana gelen erozyondur. Gerçekten de dağlık arazi dere havzalarında karşılaşılan heyelan gibi çeşitli kitle hareketlerinin, sellerin ve yataklar boyunca fazla miktarda materyal taşınmasının oluşmasında tetik görevini yapan faktör, hemen her durumda erozyon olmaktadır (TAVŞANOĞLU 1974). Bu nedenle de "erozyon sorununu tek başına bir toprak taşınması olayı olarak değil, sel, taşkın, heyelan, sedimentasyon vb gibi olaylardaki etkileriyle birlikte bir zararlı olaylar zinciri şeklinde düşünmek gerekir" (UZUNSOY/GÖRCELİOĞLU 1985). Uygulama da başından beri bu yönde gelişmiş, sel ve sediment zararlarının önlenmesinde erozyonun¹⁾ kontrol altına alınması, çalışmaların en önemli ve öncelikli bölümünü oluşturmuştur.

1) "Genel olarak erozyon ya da toprak erozyonu terimleri, insan etkinlikleri sonucunda toprakların oluşum hızlarından daha büyük bir hızla taşınmasını ifade eder. Buna hızlı erozyon ya da antropojen erozyon da denir. Sel havzalarının ıslahında (erozyon, sel ve sediment kontrolünde) ele alınan erozyon ise yukarıdaki gibi dar anlamda erozyon olmayıp, genellikle doğal (normal; jeolojik) erozyon şekillerini de kapsayan geniş anlamda erozyon dur (UZUNSOY/GÖRCELİOĞLU 1985).

Dağlık arazi havzalarında erozyonu, sel ve taşkınları, kitle hareketlerini ve iri materyal taşınımını önleme ve/veya bunlardan korunma çalışmalarında, daha önce değinildiği üzere çeşitli sistemler uygulanmaktadır. Sel havzaları ve erozyonun meydana geldiği eğimli alanlar daha büyük akarsu havzalarının ve bölgelerin birer parçası olduklarına göre, buraların doğru düzenlenmesi ve yönetilmesi, çeşitli ekonomik sektörlerin birbirinden farklı gereksinimleri ve çoğu kez birbiriyle çelişen beklenti ve çıkarlarıyla doğrudan doğruya ilintilidir. Bu nedenle sel havzalarının düzenlenmesi, bir bölgenin genel ekonomik ve toplumsal gelişiminde izlenecek yol doğrultusunda ele alınmalıdır. Bu alanda getirilecek çözümler bir yandan o yerde ve yörede yaşayan insanların gereksinimlerine uygun olmalı, öte yandan da bölge ekonomisinin önemli sorunlarının çözümlenmesine katkı sağlamalıdır (GAVRİLOVIC 1972)¹.

2. SEL HAVZALARI DÜZENLEME SİSTEMLERİ

Sel havzaları ile erozyon bölgelerinin düzenlenmesinde ve toprak erozyonuna karşı savaşımında uygulanan çeşitli sistemler gözden geçirildiğinde, başlıca sistemlerin şunlar olduğu görülmektedir:

- 1) Klasik Avrupa Sistemi
- 2) Fransız Sistemi
- 3) Alman Sistemi
- 4) Sovyet Sistemi
- 5) İtalyan Sistemi
- 6) Amerikan Sistemi
- 7) Geciktirici Düzenleme (Öteleme, Rötardasyon) Sistemi
- 8) Japon (Sabo) Sistemi
- 9) Yeni Avusturya Sistemi
- 10) Diğer Sistemler.

2.1 Klasik Avrupa Sistemi

Bu sistemin öğeleri çok eskiden beri bilinmektedir. Akdeniz çevresinde ve Ortadoğu ülkelerinde yapılan çeşitli arkeolojik kazılardan edinilen bilgiler, Yunan, Roma ve Pers imparatorlukları dönemlerinde –biraz farklı biçimlerde de olsa– bu sistemin kullanıldığını göstermektedir.

Sistemin özü, oyuntularda, sel yataklarında ve akarsu vadilerinin uygun yerlerinde yatak eksenine dik doğrultuda uzanan ve genellikle taştan inşa edilen uygun yükseklikte setlerin (barajların) yapılmasından ibarettir. Ayrıca, havzanın fazlasıyla erozyona uğrayan ve toprağı tarıma uygun olmayan yerleri, koruyucu bir bitki örtüsüyle kaplanmaktadır.

Sel havzasındaki ve/veya erozyon bölgesindeki eğimli arazinin diğer çıplak bölümlerinde ise toprak geniş teraslar şeklinde işlenerek buralara çeşitli meyve ağaçları dikilmekte, zeytin ve badem ağaçları yetiştirilmektedir.

Bu sistemin geliştirilmesine çok sayıda bilim adamı ve pratisyen katılmıştır. Bu bilimsel çalışmalar sonucunda denge eğimi² (doğal eğim; tesviye eğimi; telafi meyili; kompensasyon eğimi) teorisinin esasları ortaya konulmuştur.

¹) Gavrilović'ten bir bölümü Türkçe'ye çeviren İ.Ü. Basımevi düzeltmeni Suat Engüllü'ye teşekkür ederim.

²) Var olan koşullar altında suyun, tabanda fazla bir değişiklik yapmadan ve bir dereceye kadar tabanı sökmeden akmasını sağlayan eğim değerine denge eğimi (doğal eğim ya da tesviye eğimi) denir. Başka bir söyleyişle denge eğimi, dere tabanının önemli ölçüde değişmediği, su ve taşıntı kütlesinin engelsiz hareket ettiği eğimdir. Kısa mesafeler içinde denge eğimi aşağıdan yukarıya doğru yükselen bir doğru olarak kabul edilebilir. Uzunca mesafelerde bu eğim çizgisi içbükey (konkav) bir eğridir (TAVŞANOĞLU 1974).

Denge eğimi sel suyunun bulanıklık derecesine, taban ve yatak kıyılarının dayanıklılığına bağlı olarak değişmektedir. Gözlemler sel yataklarında denge eğimi çizgisinin ya da denge profilinin, uzunca mesafeler içinde parabolik bir eğri olduğunu göstermiştir. Bu eğrinin eğimi yatağın aşağı kısmından yukarıya -başlangıç noktasına- doğru gidildikçe büyümektedir.

Sel yatağında inşa edilen setlerin (barajların) arka kısımlarında bir süre sonra sediment birikimi olmaktadır. Zamanla bu birikintinin gerilere doğru devam etmesiyle yeni tabanın eğimi de giderek büyümekte, ayrıca taşıdığı sedimentin önemli bir bölümünü baraj arkasında bırakan sel sularının aşındırıcı gücü artmaktadır. Böyle durumlarda ya yeni barajların yapılması, ya dolan baraj gerisindeki birikinti materyal üzerine 2., 3. derece barajların inşası, ya da mevcut barajın kademeli olarak birkaç kez yükseltilmesi gerekmektedir. Teorik olarak yeni barajların yapılmasının sonu yoktur. Bu sakınca, Klasik Avrupa Sisteminin en zayıf yanlarından biridir.

Klasik Avrupa Sistemi sürekli ve büyük mali yatırımların yapılmasını, geniş bakım ve onarım çalışmalarının gerçekleştirilmesini, çoğunlukla sel yataklarının aşağı kısımlarının ve taşıntı konisi bölümünün de düzenlenmesini gerektirmektedir.

Klasik Avrupa Sistemi, sel havzalarında biyolojik ve biyoteknik çalışmaları da kapsamaktadır. Biyolojik ve biyoteknik çalışmalar iyi bir havza analizine dayanılarak hazırlanacak projeye uygun yapıldığı takdirde, kısa sürede sellerin getirdiği taşıntı miktarında önemli azalmalar kaydedilmekte, ayrıca sellerin meydana geliş sıklığı (yınelenme süresi) de uzamaktadır.

Klasik Avrupa Sisteminde, sistem dahilinde inşa edilen objelerin sürekli bakımını yapan özel hizmet birimleri bulunmaktadır. Bu sistemde sel havzasının ağaçlandırılmasına özel önem verilmeli, dikilecek ağaçların tür ve orijin seçimi ağaçlandırılacak alana göre özenle yapılmalı, ağaçlandırılan alanlarla sürekli ilgilenilmeli ve korumaya dikkat edilmelidir.

2.2 Fransız Sistemi

Bu sistem, eski Fransız sel uzmanlarından P. Demontzey'in¹⁾ incelemelerine dayanmaktadır. Demontzey, sel yatağının birkaç kısma ayrılmasını önermektedir. Yatak tabanının ve kıyıların erozyona uğraması, taştan yapılan alçak set ve eşiklerle ya da örme çitlerle ve taş sandıklarla (araları taşla doldurulan çift sıra kazıklı çitlerle) önlenmektedir. Demontzey'in talimatlarına göre, sel yatağındaki çalışmalar birkaç noktada aynı zamanda gerçekleştirilmektedir. Önce sel yatağında belirlenen her kısımda en alttaki barajlar inşa edilmektedir. Sonra da yeni barajların inşa edilmesi için uygun yerlerin bulunması sağlanmakta ve maddi olanaklara bağlı olarak sel yatağının yukarılarına doğru gidilmektedir.

Fransız Sisteminde, barajların ve diğer enine yapıların yüksekliğinin normal olarak 1-2 m, en çok da 3-4 m olması, bu tür bir çalışmanın yapılabilmesini olanaklı kılmaktadır. Fransız sisteminde heyelan alanlarının düzenlenmesine de özellikle dikkat edilmekte, bu alanlarda çevirme kanalları açılmakta ve drenaj uygulanmaktadır.

Fransız Sisteminde havzanın düzenlenmesi yatağın denge eğimine göre değil, sel yatağının her bölümündeki özel duruma göre belirlenen ve bu nedenle her bölüm için farklı olan projelendirme eğimine göre yapılmaktadır.

Bu sistemde de, sel havzasında gerekli görülen biyolojik ve biyoteknik önlemler uygulanmaktadır.

¹⁾ DEMONTZEY, P. 1880: Traité pratique du reboisement et du gazonnement des montagnes. Paris.

Fransız Sisteminin teorik ve pratik esasları P. Demontzey'in yanısıra A. Surell¹⁾ ve E. Thiery²⁾ gibi bir çok bilim adamı ve pratisyen tarafından da işlenmiştir. Zaman içinde daha da geliştirilen bu sistem, daha pratik ve ekonomik açıdan daha elverişli olduğundan, büyük ölçüde Klasik Avrupa Sisteminin yerini almıştır.

2.3 Alman Sistemi

Alman Sistemi, doğrudan doğruya Klasik Avrupa Sistemine göre ortaya konulmuş bir sistemdir. Klasik Avrupa Sisteminden farkı, yapılan taşıntı barajlarının genellikle çok daha yüksek oluşudur. Bu yüksek barajlar sayesinde, yatak içinde büyük miktarlarda taşıntının çökeltilmesi sağlanmaktadır.

Bu sistem dahilinde, havza içindeki çıplak araziler ağaçlandırılmakta, çalılık alanlarda durumun geliştirilmesine çalışılmakta, mevcut ormanlık alanlar ve erozyondan zarar görmüş tarım arazileri düzenlenmekte, otlak ve yaylalar iyileştirilmektedir.

Alman Sisteminde yapılan yüksek barajların ortaya koyduğu bazı olumsuzluklar da bulunmaktadır. Örneğin baraj yüksekliği arttıkça gövde hacmi ve dolayısıyla yapım masrafları hızla büyümekte, yüksek barajların projelendirilmesinde ve yapımında daha hassas davranılması zorunluluğu da maliyeti arttıran bir etken olmaktadır. Ayrıca yüksek bir taşıntı barajı arkasında birikecek taşıntının büyük bir alanı kaplaması nedeniyle, yatak boyunca vadide ve yamaç eteklerinde yer alan işlenebilir toprakların, evlerin, yolların ve benzer yapıların istimlak edilmesi ve/veya yerlerinin değiştirilmesi için büyük harcamaların yapılması gerekmektedir.

Bu sistemde sel yataklarının düzenlenmesinde çeşitli alçak yapı kombinasyonlarından da yararlanılmaktadır. Özellikle taş ve ahşap direklerden, kalaslardan, taş ve çitlerden yapılan alçak enine yapıların (setlerin) kombinasyonu söz konusudur.

Alman Sisteminde yatakların aşağı bölümlerinin, yani havzanın boğaz ve taşıntı konisi bölümlerinin düzenlenmesinde hidroteknik yapılara da büyük önem verilmekte, ayrıca sellerin aşağılara kadar getirdiği fazla miktardaki taşıntının taşıntı konisi başında çökeltilip alıkonması için depolar, labirentler, Venetz tipi ve benzeri çamur tutma tesisleri de yapılmaktadır.

Alman Sistemi, Avusturya, Almanya, İsviçre, Kuzey İtalya ve yer yer Slovenya'da bir çok Alp tipi sel havzalarında başarıyla uygulanmıştır.

Alman Sisteminin teorik ve pratik esasları F.A. Seckendorf,³⁾ F.Wang⁴⁾, A. Hoffmann⁵⁾, G. Strele⁶⁾ gibi bir çok bilim adamı tarafından işlenmiştir. Bu sistemin en büyük eksiği, denge eğimi konseptine sıkı sıkıya bağlı kalınması ve yatağın her bölümünde denge profilinin tam olarak elde edilmesine çalışılmasıdır.

1) SURELL, A. 1872: Etudes sur les torrents des Hautes Alpes. Paris.

2) THIERY, E. 1914: Restauration des montagnes. Paris-Liege.

3) SECKENDORF, F.A. 1884: Verbauung der Wildbäche. Aufforstung und Beratung der Gebirgsründe. Berlin.

4) WANG, F. 1903: Grundriss der Wildbachverbauung. Wien.

5) Dr. Amerigo HOFFMANN, 1903 yılından itibaren Japonya'da Erozyon ve Sel Kontrolü alanında Üniversite profesörü olarak da çalışmıştır.

6) STRELE, G. 1950: Grundriss der Wildbachverbauung. 2.Aufl., Wien.

2.4 Sovyet Sistemi

Bu sistem eski Sovyetler Birliği'ndeki ekonomik ve toplumsal değişime bağlı olarak ortaya çıkmıştır.

Sovyet Sisteminde, erozyona ve sellere karşı mücadelede en önemli sayılan önlemler 1) sel bölgesinin erozyona karşı korunması ve 2) sel sularının kaynaklandığı arazide erozyonun önlenmesidir.

Bu amaçla sel havzası üç bölüme ayrılmaktadır:

1. Hidrografik kuşak (sel yataklarının bulunduğu kuşak)
2. Hidrografik kuşağı çevreleyen periferik kuşak (ana sel yatağının ve kollarının oluşturduğu drenaj ağının hemen üstündeki bölge)
3. Sel yataklarına akan suyun geldiği kuşak (havzanın üst kısmında yer alan tüm arazileri kapsayan toplanma bölgesi).

Sovyet Sisteminin en önemli özelliği, sel havzasında ayırt edilen bu üç kuşak ya da bölüm içinde yer alan topraklar için ayrıntılı kullanım ve yönetim planlarının yapılmasıdır. Temel prensip, sel havzasında yer alan toprakların tümünden ekonomik amaçla yararlanılması olmaktadır.

Birinci kuşakta, sel yatağının düzenlenmesi ve yatakta sellerin taşıdığı materyalin durdurulması amacıyla yönelik teknik yapılar yapılmakta, bu arada biyolojik çalışmalar da önemli bir yer tutmaktadır. İri boyutlu yatak yükünün sel yataklarının uygun yerlerinde hareketten alıkonulması amacıyla projelendirilen özel tiplerde (Sribniy ve Herheulidze tipi) süzücü barajlar, önceden hazırlanmış betonarme bloklarla kısa sürede ve kolayca monte edilebilmeleri, ayrıca iri taş ve kayaların çarpma etkisine rahatça karşı koyabilmeleri nedeniyle eski Sovyetler Birliği'nde ve bir çok demirperde ülkesinde yaygın biçimde kullanım alanı bulmuştur.

İkinci kuşakta genellikle otsu ve uzun ömürlü tarım bitkileri ekilmektedir.

Üçüncü bölgede ise toprağın ıslah edilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Sovyet Sisteminde, sel havzalarının ve erozyon bölgelerinin düzenlenmesine ilişkin fi-zibilite raporlarında muhakkak altyapı ile ilgili ek projeler bulunmakta, yukarıda değinilen çalış-malara paralel olarak yollar, köprüler ve diğer tür yapılar da inşa edilmektedir.

Sel bölgelerinin ve arazinin erozyona karşı düzenlenmesi (antierozyonel organizasyon) ile ilgili ekonomik analizlerde tüm sosyal ve ekonomik veriler ayrıntılı biçimde belirlenip irde-lenmekte, gerektiğinde köylerin yeri değiştirilmekte ya da birkaç köy bir araya getirilmekte, işlendirme olanakları sağlanmaktadır.

Sovyet Sistemine göre bölgede ya da havzada erozyonu önleyecek düzenlemeler yapılmadan, teknik ve biyolojik ıslah önlemleri alınmadan, sel havzalarında ve erozyon bölgelerinde iyi sonuçların alınabilmesi olanağı yoktur.

Eski Sovyetler Birliği'nin ekonomik ve toplumsal sisteminde toprağın genel olarak kamu sektörüne ait olması, sel havzalarının ve erozyon bölgelerinin düzenlenmesinde böyle bir plan-lamanın yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Bu bağlamda, toprağın özel sektörün elinde bulun-duğu başka ülkelerde böyle bir planlamanın gerçekleştirilebilmesi zordur (GAVRILOVIC 1972).

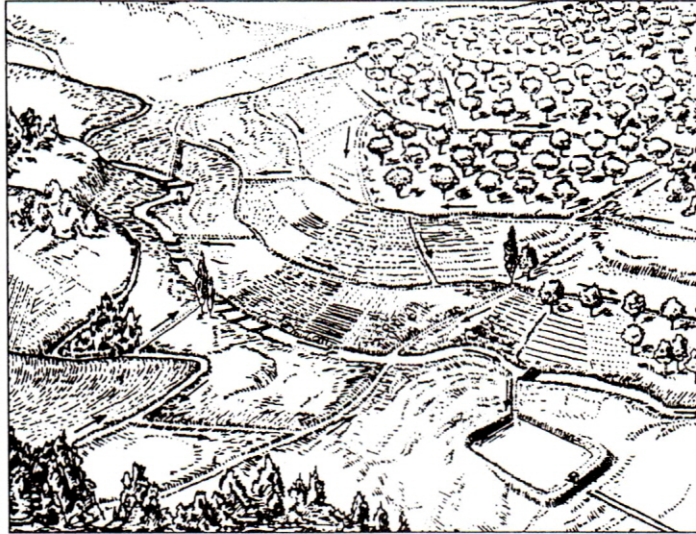
2.5 İtalyan Sistemi

İtalya'da eski çağlardan beri süregelen göçebe tarzi hayvancılık, XIX. yüzyılın sonlarına doğru ormancılığa büyük darbe indirmiştir. Bunun sonucunda erozyon süreçleri hızlanmış, akarsular azgınlaşmış, seller hem dağlık araziye, hem de ovalara büyük zararlar vermiştir. Bu gelişmelere paralel olarak, tarım ve hayvancılıkla geçinen dağ köyleri terk edilmeye başlanmış, erozyona uğramış tarım ve otlak alanları kendi haline bırakılmıştır.

Bunun üzerine ileri görüşlü bazı kişiler terkedilmiş bölgelerde hayvancılık yapmak üzere çiftlikler kurmaya başlamış, otlakların iyileştirilmesi girişimlerinde bulunmuş, ancak sürülerini arazide otlatma yerine biçtikleri otlarla beslemişlerdir. Bu yolla hem hayvanların daha iyi geliştiği görülmüş, hem toprakların verimi artmış, hem de erozyon süreci yavaşlamıştır.

İtalya'da Roma İmparatorluğunun sarsıntı ve çöküş yıllarından başlayarak XX. yüzyıla kadar süregelen orman tahriplerine, başıboş hayvan otlatmacılığına ve arazinin yanlış kullanılmasına bağlı olarak ortaya çıkan aşırı ve yaygın toprak erozyonu ve bunun zararlı sonuçları ile düzenli bir savaşa ancak 1920 yılında başlanabilmektedir. Ülke çapındaki arazi ıslah çalışmalarını yasal bir düzenlemeye kavuşturmak amacıyla 1929 yılında yürürlüğe konan Ulusal Islah Programı (Bonifica Integrale) ile, çalışmalar hız kazanmıştır (BENNETT 1939). Bu ıslah programı, ormancılık, tarım ve hayvancılık alanlarında eşzamanlı çalışmalarla gerçekleştirilen bütünleşik (entegre) bir iyileştirme programıdır.

Birinci Dünya Savaşı izleyen yıllarda tarım alanına duyulan gereksinimin artması karşısında, sık ve derin oyuntularla parçalanmış arazide çok oyulan yamaçlar dinamitlenmiş ve kısmen de elle düzeltilmiştir. Daha derin oyuntularda barajlar yapılmış, bazı bölgelerde ot ve tahıl ekimi yapılarak toprak stabil duruma getirildikten sonra, bu alanlarda üzüm asmaları dikilmiştir. Bu yolla killi toprakların birkaç yıl içinde verimli duruma getirilmesi sağlanmıştır (Resim 1) (BENNETT 1939).



Resim 1: İtalyan Sistemi (Entegre Islah) çalışmalarının şematik görünüşü (Gavrilovic 1972).

Sözü edilen dönemde yeni geliştirilen gradoni sistemi de ağaçlandırma çalışmalarını önemli ölçüde kolaylaştırmıştır.

Bunların yanısıra, yalnız İtalya'ya özgü olan başka bir yöntemden de söz etmek gerekir. Hidrolik İslah adı verilen ve İtalya'da ortaya çıkışı tarih içinde gerilere uzanan bu yöntemde, yayvan sırtlardan gelen yağmur suları özel olarak açılan hendekler içine toplanıp yönlendirilerek, yamaçlar üzerinde oluşmuş sık ve derin oyuntuları birbirinden ayıran keskin sırtları aşındırıp alçaltmak, böylece yamaç yüzeyini daha düz ve dengeli biçimlere dönüştürerek çeşitli kullanımlara elverişli duruma getirmek amacıyla kullanılmaktadır (GÖRCELİOĞLU 1978).

İtalyan Sisteminde, erozyon bölgelerinin ve sel havzalarının düzenlenmesine ilişkin çözüm yollarının ortaya konulması çalışmalarına, aralarında tarım ve ormancılık uzmanlarının, su teknisyenlerinin, ekonomistlerin ve jeolog vb gibi diğer uzmanların muhakkak yer aldıkları ekipler katılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda önerilen çözümlerde, sel havzalarının ve erozyon bölgelerinin ıslah edilip kendine özgü dağlık arazi işletmelerine dönüştürülmesine ağırlık verilmektedir. Bu yolla topraktan, sudan, ormandan ve hayvanlardan yararlanılarak dağlık bölgelerde yaşayan insanların işsizlik sorununun hafifletilmesi amaçlanmaktadır. Özellikle İkinci Dünya Savaşından sonraki yıllarda İtalyan hükümetlerinin bu yöndeki planlı çalışmaları sayesinde, daha önceleri hiçbir işe yaramayan geniş araziler ülke ekonomisine kazandırılmıştır (GAVRİLOVIC 1972).

İtalya'da özellikle 1930'lardan bu yana yapılagelen yoğun arazi ıslahı çalışmalarını yönetmek ve denetlemek üzere özel bir İtalyan Dağ Ekonomisi Servisi kurulmuştur (GÖRCELİOĞLU 1970) ve ulaşılan başarılı sonuçlar, benzer sorunlara sahip başka ülkelere ışık tutacak niteliktedir.

2.6 Amerikan Sistemi

"Yeni Dünya"nın keşfinden sonra Kuzey Amerika'ya gelen yerleşimciler, başta toprak ve ormanlar olmak üzere doğal kaynakları büyük bir hırs ve savurganlıkla kullanmaya başlamış, geldikleri "Eski Dünya"daki nüfus yoğunluğunun ve uzun zamandır kullanılan topraklara uyum sağlayamamanın getirdiği ekonomik ve politik sıkıntılardan kurtulmanın verdiği kayıtsızlıkla doğayı keyiflerince sömürmeye yönelmişlerdir (LOWDERMILK 1975).

Ancak özellikle XX. yüzyılın ilk çeyreğinde erozyonun, sellerin, taşkınların ve kuraklığın yol açtığı büyük felaketler, Amerika Birleşik Devletleri'nde bir yandan sel havzalarının ve erozyon bölgelerinin (tarım ve otlak alanlarının) düzenlenmesi için uzmanlık alanları farklı kişilerden oluşan uzman ekiplerin birlikte çalışacakları bir uygulamanın yürürlüğe konulması gerektiği düşüncesinin oluşmasını sağlarken, aynı zamanda sel havzalarının ve erozyon bölgelerinin eşgüdümlü bir biçimde kullanılıp yönetilmesi gereğini de ortaya koymuştur.

Bu düşünce ve gereklilikler 1935 yılında çıkarılan Ulusal Toprak Koruma Yasasında da yerini bulmuş, çağdaş kural ve anlayışlar sayesinde erozyona, kuraklığa, sel ve taşkınlara karşı başlatılan savaşımın ilgili olarak, çalışmalarını aralıksız sürdüren güçlü birimlerin yanı sıra toprağın ve suyun korunması üzerinde çalışan uzmanlaşmış kuruluşlar da oluşturulmuştur.

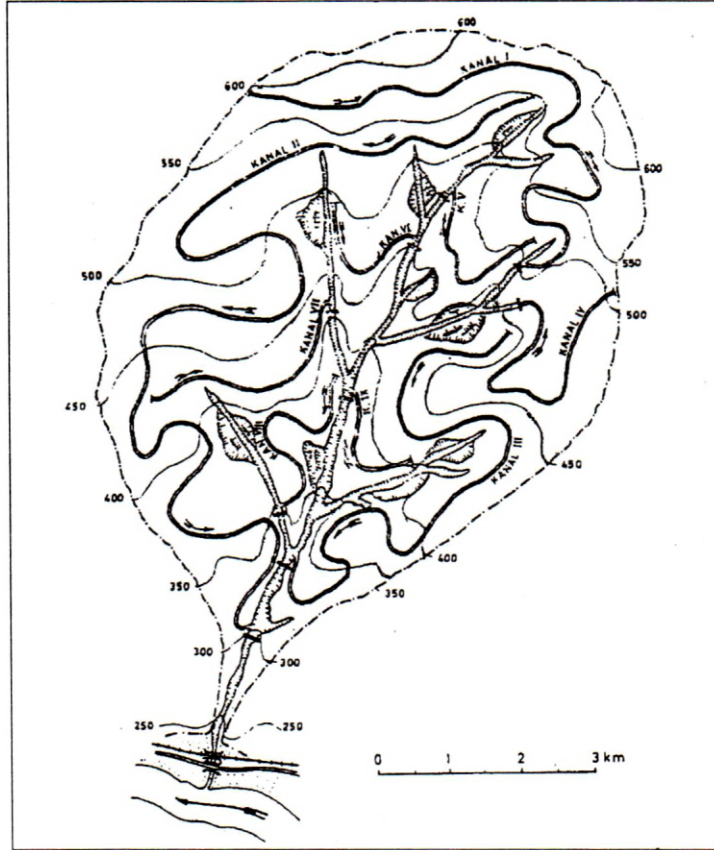
Amerikan Sisteminde erozyona, sel ve taşkınlara, çığlara, kuraklığa ve ekonomik geri kalmışlığa karşı paralel bir savaşım yürütülmekte, su ve rüzgâr erozyonuna karşı bileşik (kombine) önlemler alınmaktadır. Ulaşılmak istenen hedef sadece su baskınlarının ve sedimentasyonun önlenmesi, kara ve demiryollarının sel hasarlarından korunması için teknik çözümler ortaya konması değil, herşeyden önce insanlar için daha iyi yaşama koşullarının yaratılmasıdır.

A.B.D.'deki çalışmalarda, çeşitli konularda uzun süreli araştırma ve uygulama birikimine sahip ülkelerin bilim adamlarından, teknisyenlerinden ve bilimsel yayımlarından da geniş çapta yararlanılmaktadır.

Havza Amenajmanı bazına oturtulan Amerikan Sistemi, iyi örgütlenmiş sürekli bir kuruluşun varlığı ve ödünsüz uygulanan iyi yasa kuralları sayesinde erozyona, sel ve taşkınlara, kuraklığa ve ekonomik geri kalmışlığa karşı yürütülen bileşik bir savaşımın kazandıracağı başarılar açısından tipik bir örnektir.

2.7 Geciktirici Düzenleme Sistemi

Bu sistem, sel yatağı içinde özel setlerin inşa edilmesi ve havza içinde ya da geniş erozyon bölgesinde kanalların yapılması sayesinde, sel sularının (yüksek akışların) yatağa sığmayacak ölçüde yükselmesini ve taşkınlara yol açmasını önlemeyi hedef alan özgün bir girişimin ürünüdür.



Resim 2: Bir sel deresi havzasında geciktirme kanallarından ve geciktirme setlerinden oluşan geciktirici sistem (şematik). (Gavrilovic 1972).

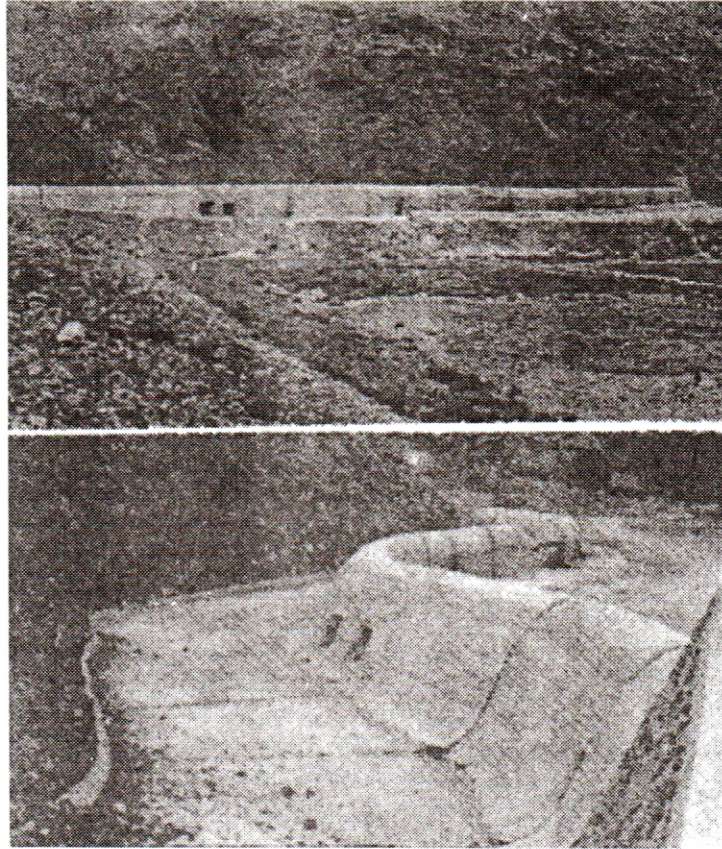
Sistem:

- 1) yatakta inşa edilen geciktirme (rötardasyon) setlerinden,
- 2) sel havzasında ya da erozyon bölgesinde yapılan geciktirme (rötardasyon) kanallarından

oluşmaktadır (Resim 2).

Geciktirme (rötardasyon) setleri, yapı yerinin özelliklerine göre yapılan hesaplamalara uygun olarak inşa edilen, üzerlerinde (gövdelerinde) büyük boşluklar (menfezler) bulunan, harçlıtaş ya da beton enine yapılardır. Setlerin gövdesindeki boşluklar (menfezler), sel sularının bir kısmının büyük bir basınçla akmasını sağlamakta, geriye kalan sel suları, taşıdıkları sedimentle birlikte setlerin üst kısmından ya da bu amaçla oluşturulan dolu savaktan (akım seksiyonundan) akmaktadır.

Geciktirme setlerine sel kapanı da denmekte ve bunlardan ülkemizde de yararlanılmaktadır (Resim 3) (UZUNSOY/GÖRCELİOĞLU 1985).



Resim 3: Ankara-İncesu Deresi üzerinde D.S.İ. tarafından yapılmış bir sel kapanının önden ve arkadan görünüşü. (Foto: E. Görçelioğlu 1970).

Geciktirme (rötardasyon) kanalları, daha önceleri genellikle büyük nehirlerin düzenlenmesinde (taşkınların önlenmesinde) kullanılmıştır. Bu sistemin sel yataklarında kullanılması da iyi sonuçlar vermektedir. Bu amaçla sel havzasında ya da erozyon bölgesinde, geciktirici su yolları adı verilen ve açık kanallardan oluşan bir ağ yapılmaktadır. Bu kanallar sayesinde, havzanın başka yerlerindeki yüzeysel akışın önemli bir bölümünün kısa sürede yatağa ulaşır taşkınlara neden olması önlenmektedir.

2.8 Japon Sistemi ("Sabo" Mühendisliği)

Japonya, irili ufaklı çok sayıda adadan oluşan bir ülkedir. Ülkenin yaklaşık %70'i dağlıktır. Japonya'da günümüzden yaklaşık iki milyon yıl önce Kuaterner Peryodunda oluşmuş 200'den fazla yanardağ vardır ve bunlardan 86'sı halen aktif durumdadır (ANONİM 2000).

Japonya dünyanın en fazla yağış alan ülkelerinden biridir ve şiddetli sağanak yağışlar çok sıktır. Örneğin yıllık yağış Tokyo'da 1400 mm, Nagasaki'de 1914 mm iken, bu miktar Kochi'de 2685 mm'nin üstüne çıkmaktadır (ANONİM 2000).

Ülkenin jeolojik yapısı çok karmaşık, akarsular kısa ve eğimleri çok fazladır (EŞİYOK 1991). Yamaçların dikliği ve esas itibarıyla iri taneli (kaba grenli) granitten, volkanik kül ve lavdan türemiş toprağın doğası nedeniyle, yamaçların çıplaklaştığı yerlerde erozyon çok hızlıdır (BENNETT 1939).

Doğanın belirtilen özellikleri nedeniyle Japonya'da erozyonun ve sediment taşınımının yol açtığı felaketlerle eski çağlardan beri sık sık karşılaşmıştır. Bu felaketleri önlemek için daha VII. yüzyılda (676'da) İmparator fermanıyla ormanlardan ağaç kesilmesi yasaklanmış, daha sonra örneğin 701'de dağların kontrolü için organize bir sistem oluşturulmuş, 710'da üretim yapılan ormanlarda koruma memurları görevlendirilmiş, 806'da nehir kıyıları boyunca ağaç kesimi yasaklanmış, 1542'de nehir kontrol çalışmalarına başlanmış, 1666'da tüm ülkede dağ ve nehirlerle ilişkin yasal düzenlemeler yürürlüğe konmuş, 1684'te erozyon ve sediment kontrolü amacıyla yetkililer görevlendirilerek Yamato ve Yoto nehirlerinin havzalarında erozyon ve sediment kontrolü ("Sabo") çalışmalarına başlanmış, 1687'de nehirlerin yukarı havzalarında kontrol çalışmaları yapacak bir örgüt oluşturularak buraların "sediment müfettişleri" tarafından denetimi sağlanmış, 1782'de "Sabo" ve ağaçlandırma sistemi uygulamaya konmuştur (ANONİM 2000).

Japonya'da 1868'de başlayan ve Meiji Dönemi denilen yenilenme döneminde yeni erozyon ve sediment kontrolü ("Sabo") teknolojileri ve bu amaçla kullanılacak bitki türleri Avrupa'dan ithal edilmiş, sel ve erozyon kontrolü konusunda uzman kişiler ülkeye getirilmiştir. Örneğin Hollanda'dan 1871 yılında Japonya'ya gelen Johann Dorehk¹⁾ adında bir mühendis yönetiminde Honshiu adasının Shiga bölgesinde başlatılan başarılı ıslah çalışmaları, Japonya'da sel ve erozyon kontrolünün modern döneminin başlangıcı sayılabilir (BENNETT 1939). Ayrıca 1901 yılında Almanya'dan ve 1903 yılında Avusturya'dan, erozyon ve sediment kontrolü ("Sabo Mühendisliği") ile ilgili uzmanlar getirilmiştir²⁾.

Avrupalı uzmanlar Japonya'nın topoğrafik yapısını Alp dağlarına benzeterek çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Bu arada Japon mühendisler de eğitim amacıyla Avrupa ülkelerine gönderilmiştir.

¹⁾ Johann Dorehk, Japonya'da 30 yıl kalarak sel ve erozyon kontrolü çalışmalarını yönetmiştir.

²⁾ Avusturyalı uzman Dr. Amerigo Hoffmann'dır. Dr. Hoffmann, ülkeye gelişinden hemen sonra (1904 yılında) Tokyo İmparatorluk Üniversitesindeki Erozyon ve Sediment Kontrolü (Sabo Mühendisliği) Kürsüsünde Başkan (Şef Profesör) olarak görevlendirilmiştir.

Kısaca söylersek, Japon Sistemi ülkenin tipik doğasından, aşırı nüfus baskısının doğurduğu orman tahriplerinden ve tarım alanlarının yetersizliğinden kaynaklanan erozyon, sel ve sediment taşınımının yol açtığı felaketleri önlemek üzere uzun süreli deneyimlere dayanarak geliştirilmiş özgün ve kapsamlı bir sistemdir (ANONİM 1999). Havza yukarılarında erozyon kontrolü, heyelan kontrolü, çığ kontrolü ve büyük ölçüde ağaçlandırma çalışmaları yapılmakta, havza aşağılarına doğru sediment hareketini önleyecek çeşitli mühendislik yapıları gerçekleştirilmekte, kısa ve dik eğimli akarsuların denize ulaştığı yerlerde deniz taşımacılığını ve liman tesislerini tehlikeye sokabilecek değişimler kontrol altına alınmakta, kıyı erozyonunu önlemek için sahilin kumla beslenmesini sağlayacak tesisler yapılmakta, sedimentle bağlantılı felaketlerden halkı korumak için erken uyarı ve boşaltma/kurtarma sistemleri kurulmakta, sel, çığ, heyelan vb olaylar nedeniyle bozulan çevreyi restore edip korumak suretiyle toplumda güven ve huzuru sağlamaya ve çıplaklaşıp harap olmuş dağları yeniden yeşil örtüye kavuşturmaya gayret edilmektedir.

Bu bağlamda daha 1897 yılında çıkarılan orman yasasında toprağın erozyona karşı korunması, hareketli kumlara, sellere ve çığlara karşı önlem alınması ve su temininde sürekliliğin sağlanması konularında hükümler vardır. Bu yasa gereğince bir çok yerde koruma ormanları tesis edilmiştir. Bu koruma ormanları Japonya'nın toplam yüzölçümünün %10'undan fazlasını oluşturmakta, hemen tümüyle erozyon ve sel kontrolü amacına hizmet etmektedir.

Uygulanan sel ve erozyon kontrolü daha kombine olmakla birlikte, genelde benzer sorunlara sahip diğer ülkelere benzemektedir. Ancak Japonya'da erozyon kontrolü için kullanılan bitki türleri, sadece toprağı bağlamakla kalmayıp aynı zamanda iklim, toprak, eğim ve erozyon koşullarına geniş ölçüde uyum sağlama yeteneğine sahip bulunanlar dikkate alınarak en az sayıya indirilmiştir. Bu yolla fidan yetiştirme ve dikim işlemleri standart hale getirilmiş ve bitkilendirme maliyeti büyük ölçüde düşürülmüştür.

Japonya'da öteden beri geliştirilen ve günümüzde tüm dünyada takdirle anılan bu Sediment Kontrol Mühendisliği, genel olarak kısaca "Sabo Mühendisliği" olarak adlandırılmaktadır. Sistemin en önemli özelliklerinden biri "Sabo Barajı" denilen taşıntı barajlarıdır. Bu barajlar akarsu yatağı üzerinde kademeli olarak ve çeşitli tiplerde yapılmaktadır. Son yıllarda çelik konstrüksiyon tarzında barajlar da inşa edilmiştir. Bazı durumlarda beton barajların gövdeleri, ahşap görünümünde imal edilmiş plastik kaplamalarla örtülmekte, böylece ormanlık bölgede yer alan beton bir yapının soğuk görünümüyle manzarayı bozması da önlenmiş olmaktadır (EŞİ-YOK 1991).

2.9 Yeni Avusturya Sistemi

Yeni Avusturya Sistemi, bu ülkede yakın zamanlara kadar uygulanagelen Alman Sisteminin yeni bir anlayışla ele alınması sonucunda geliştirilmiştir. "Sel ve Erozyon Kontrolü Mühendisliğinde Yeni Avusturya Sistemi" olarak da adlandırılan bu sistem, Çevre Analizi ve Sel Havzalarının Yönetimi tabanına dayalı olarak geliştirilmiştir (FIEBIGER 1999).

Erozyon ve seller, afetlerin önlenmesi açısından önemlidir; çünkü bunlar sık sık felaket denebilecek (katastrofik) boyutlarda meydana gelebilmekte ve çoğu kez ağır can ve mal kayıplarına yol açmaktadır.

Erozyon ve sellerin oluşum ve gelişimi, günümüzde eskiye oranla daha dinamik ve daha etkili duruma gelmiştir. Bunların çok faktörlü karmaşık doğasının analizi, 1970'li yılların başlarında düşünce değişikliğine yol açmış ve sellere karşı alınacak önlemlerin, özellikle teknik

tesislerin yapımında ve planlanmasında yeni bir düzenleme yaklaşımını gerekli kılmıştır. Bu düşünce ve yaklaşım değişikliğinin ön koşullarını, beton ve çelik konstrüksiyonlarda geliştirilen modern teknolojiler ve yöntemler sağlamıştır.

Daha önceleri, yani 1970'lerden önceki yıllarda yapılan taşıntı barajlarından beklenen fonksiyon sediment depolamak ve böylece çürük yamaçlara destek oluşturmaktır. Büyük boyutlu taşıntı barajları bile sürekli sediment taşınmasıyla ya da barajın yapılmasını izleyen ilk büyük ve /veya orta şiddetteki sel afetinde çeşitli boyutlardaki materyalle dolar ve böylece bu barajlar, kendilerinden beklenen görevi yerine getirmeye başlar. Yani bol miktardaki taşıntı baraj gerisinde tutulup depolanmış, ayrıca bu sayede geriye doğru belli bir mesafe boyunca yatak kıyılarındaki kayma ve göçme bölgeleri desteklenmiş olur. Ancak, bu tip yapılar sel kontrolü için öncelikli olan fonksiyonu, yani yüksek akışların bu barajlar gerisinde tutulup daha uzun bir süre içinde yatağa azar bırakılması şeklindeki geciktirici fonksiyonu (arkasındaki depolama alanının sedimentle dolması nedeniyle) tam olarak yerine getirememekte ve sellerin (yüksek akışların) yönetimi bunlarla sağlanamamaktadır. Çoğu durumlarda taşıntı barajlarının depolama kapasiteleri sel havzasının bir afete yol açabilme potansiyeline uyumlu ve bunu önlemeye yeterli de olmamaktadır. Bu nedenle klasik taşıntı barajlarıyla sel akışları önlenememekte, sadece hafifletilmektedir.

Sel kontroluyla ve/veya daha büyük akarsuların kontroluyla uğraşan mühendislerin çözmesi gereken problem, düzenli yatak yükü hareketini (sürüntü materyal taşınımını) tamamen engellemeden ve çevreyi rahatsız etmeden alacakları önlemlerle afetleri (sel ve taşkımları) önlemektir. Bu, genellikle " yatağın aşağı kısımlarının ve sel deresinin bağlandığı ana akarsuyun stabilitesini bozmamak için yatak yükü hareketinin sürdürülmesi" anlamına gelir. Bu bağlamda sel deresi sistemi üzerindeki etkisi küçük olan sel kontrolü önlemlerinin, yatak yükü hareketini genelde önemli ölçüde etkilemeyecek, ayrıca yüksek akışlar sırasında suyun fazlasının yatağın aşağı kısımlarına hemen ulaşmasını da engelleyerek sel afetini önleme fonksiyonunu da yerine getirecek şekilde geliştirilmesi zorunludur.

Bu düşünceden hareketle 1970'li yıllardan bu yana Avusturya'da klasik taşıntı barajları yerine, taş-kaya boyutundaki iri materyali alıkoyan, daha küçük boyutlu yatak yükünü ise akışına bırakan çeşitli tiplerde süzücü barajlara ağırlık verilmeğe başlanmıştır.

Sistemde sel kontrolü aktif ve pasif kontrol şeklinde gerçekleştirilir. Pasif kontrolde Peyzaj Amenajmanı, Orman Amenajmanı ve Zarar ve Risk Haritalaması söz konusu olur. Aktif kontrolde ise Yapısal (Teknik) Önlemler, Yüzeysel Akış Kontrolü, Dere Akımının (Debinin) Kontrolü ve son olarak da Sel Oluşumunun Önlenmesi amacına yönelik (Havza Amenajmanı ile ilgili) önlemler söz konusudur.

Yeni Avusturya Sistemine dayalı master plan hazırlama prosedüründe mutlaka sistematik bir yol izlenmelidir. Sel kontrolüne yönelik yapısal (teknik) önlemlerin master planlaması, adım adım gerçekleştirilen kademeli bir işlemdir. Birinci adım, sel havzası ekosisteminin çevresel analizidir. İkinci adım, sel havzasının yönetimi (havza ıslah ve idaresi)dir. Üçüncü adımda sel kontrolüne karar verilir. Dördüncü adım planlamacıyı sistemin temel düşüncesi olan yapısal önlemlerin geliştirilmesine yönlendirir. Sel kontrolü amacıyla inşa edilecek yapıların master planlamasında genel olarak enerji kırıcı tesisler, baraj sistemleri ve lokal kontrol için tek (münferit) ıslah yapıları düzenlenir.

Enerji kırıcı tesisler, iri boyutlu yatak yükü hareketini frenleyen, büyük boyutluları tutup daha küçüklerini geçiren perdeli, yatay ya da düşey aralıklı, ızgaralı tiplerde geçiren (süzücü) barajlar, yatak yükü tuzakları, ahşap yatak yükü süzgeçleri, taşıntı çökeltme ve sedimentasyon havuzları ile, çeşitli fonksiyonları birleştiren kombine yapılardır.

Baraj sistemleri, sel yapıları sistemleri olarak bilinen düzenlemelerdir. Bunlar fonksiyonel barajlar (taşını depolama ve diğer fonksiyonları olan barajlar), çelik ızgaralı barajlar ve stabilize edici sistemlerden oluşur.

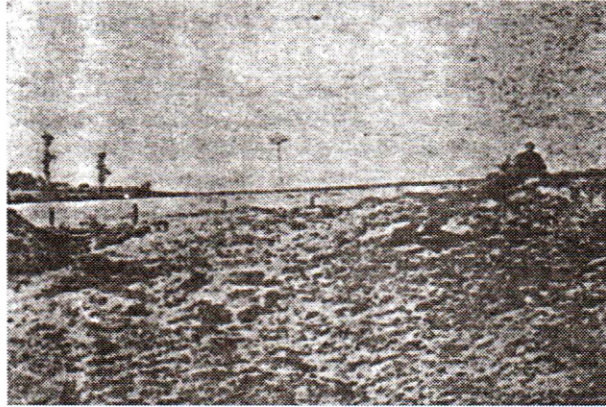
Yatak iyileştirme (düzeltme) sistemleri, mahmuzlar, kanallar ve doğrultma (aliyman) duvarlarından meydana gelir.

Sellere karşı alınabilecek yapısal önlemlerin master planlaması, bunların gerekli olduğuna karar verilmesi halinde tartışılarak yapılır.

2.10 Diğer Sistemler

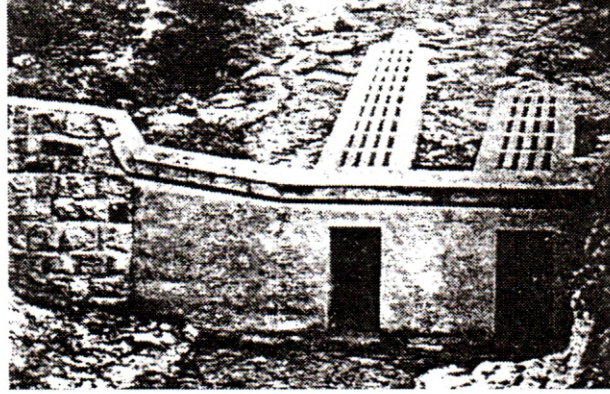
Yukarıda kısa kısa değinilenlere ek olarak, eski Yugoslavya'da uygulanan ve Belgrad Üniversitesi Ormancılık Fakültesi öğretim üyelerinden Prof. Ing. Sreten Rosiç tarafından önerildiği için Rosiç Sistemi olarak anılan bir mücadele biçimine de değinmek gerekir.

Rosiç Sisteminde, sel havzalarında erozyon ve sel oluşumu bakımından riskli durumdaki yamaçlarda bulunan ve suların toplanmasına elverişli olan hafif depresyonların eksenine (maksimum eğim doğrultusuna) dik olarak alçak ve uzun duvarların yapılması ve bunların, prefabrik beton bölümlerin yapı yerinde montajı suretiyle oluşturulması öngörülmektedir (Resim 4). Eşyükselti eğrilerine kabaca paralel olarak uzanan, gövdesinde yeterli sayıda menfez ve üzerinde bir dolu savak bulunan bu duvarlar sularla taşınan toprak vb sedimenti tutmakta, suyun akışını ise engellememektedir. Böylece duvarlar arkasında zamanla biriken toprak, geniş bir alanı kültivasyona elverişli duruma getirmektedir.



Resim 4: Yamaçlar üzerindeki depresyonlara dik doğrultuda yapılan alçak ve uzun duvarlar (Gavrilovic 1972).

Rosiç Sisteminin ikinci bölümü, taşını materyalin sel yatağında sel suyundan ayrılması çalışmaları ile ilgilidir. Bu amaçla özel tiplerde süzücü taşını barajlarından (Resim 5) ve çökeltme tesislerinden yararlanılmaktadır.



Resim 5: Sel yatağında yapılan ve özel filtreleme sistemine sahip bulunan süzücü taşıntı barajı (Gavrilovic 1972).

3. ÖZET VE SONUÇ

Daha önce belirtildiği üzere dağlık arazideki dere (yandere) havzalarından kaynaklanan seller ve sel derelerinde yatak yükü ya da asılı yük şeklinde taşınan sedimentle bağlantılı afetler, böyle yörelerde ve bu havzaların daha aşağılarında yaşayan toplumları insanlık tarihinin en eski çağlarından beri etkilemiş, uygarlaşma sürecinin çeşitli aşamalarında bu doğa olaylarına karşı yer yer ve zaman zaman yetersiz bazı çare ve önlemler düşünülp uygulanmıştır. Bu tür olayların sık sık yinelenildiği dağlık arazi dere havzalarında ve bunların etki alanına giren yakın ya da uzak bölgelerde yüzyıllar boyunca toplumların kazandığı deneyimler ve bilgi birikimi sayesinde, dünyanın çeşitli dağlık ülke ve bölgelerinde zamanla belirgin özellikleri olan bir çok düzenleme ve savaşım sistemleri oluşup gelişmiştir.

Burada şunu bir kez daha vurgulamak gerekir ki sellerin ve sedimentin yarattığı sorunların ana nedeni, esas itibariyle dağlık arazi dere havzalarında ve dik eğimli yataklarda meydana gelen erozyondur. Erozyon, dağlık arazi dere havzalarında karşılaşılan çeşitli tiplerdeki kitle hareketlerinin, sellerin ve yataklar boyunca fazla miktarda materyal taşınmasının oluşmasında hemen her durumda tetikleyici faktör olmaktadır. Bu nedenle sel ve sediment zararlarının önlenmesi çalışmalarının en önemli ve öncelikli bölümünü havzada ve yataklarda meydana gelen çeşitli tiplerdeki (yüzeysel, derinliğine ve yanal) erozyonun kontrol altına alınması oluşturmaktadır.

Sel havzalarının ve erozyon bölgelerinin düzenlenmesinde ve toprak erozyonuna karşı savaşımında uygulanan tipik sistemler 1) Klasik Avrupa Sistemi, 2) Fransız Sistemi, 3) Alman Sistemi, 4) Sovyet Sistemi, 5) İtalyan Sistemi, 6) Amerikan Sistemi, 7) Geciktirici Düzenleme Sistemi, 8) Japon (Sabo) Sistemi, 9) Yeni Avusturya Sistemi, 10) Diğer Sistemler şeklinde sıralanabilir.

Klasik Avrupa Sisteminin özü, oyuntularda, sel yataklarında ve akarsu vadilerinin elverişli yerlerinde uygun yüksekliklerde enine yapıların (taşını barajlarının) yapılması ve havzada tarıma elverişli olmayan yerlerin koruyucu bir bitki örtüsüyle kaplanmasıdır. Bu yapılarla yatak boyunca önceden belirlenen bir denge eğimi gerçekleştirilmeye çalışılır; sürekli gelen taşıntı nedeniyle bu denge eğimi aşılsa, yeni barajların yapımı gerekir.

Fransız Sisteminde taşıntı barajlarının ve diğer enine yapıların yüksekliği daha az (1-4 m) olmakta, bunlar örme çit ya da taş sandık tarzında da yapılabilmektedir. Burada bütün yatak için denge eğimi oluşturulmamakta, sel yatağının her bölümündeki özel duruma göre belirlenen farklı projelendirme eğimleri söz konusu olmaktadır. Bu sistemde de havzada gerekli görülen biyolojik ve biyoteknik önlemler uygulanmaktadır.

Alman Sisteminde taşıntı barajları genellikle Klasik Avrupa Sistemindeki 5-6 m'lik barajlardan çok daha yüksek (10-12 m) yapılmakta, havzadaki çıplak alanlar ağaçlandırılmakta, orman ve tarım alanları, otlak ve yaylalar ıslah edilmektedir. Bu sistemde denge eğiminin tam olarak gerçekleştirilmesine çalışılmakta, havzanın orta ve aşağı bölümlerinde hidroteknik yapılara önem verilmekte ve aşağılara kadar ulaşan yatak yükünün taşıntı konisi başlarında tutulup depolanması için çeşitli tesisler yapılmaktadır.

Sovyet Sisteminde havza üç kuşağa ayrılmakta, sel yataklarında sediment hareketinin durdurulması için çeşitli tiplerde taşıntı barajları ve biyolojik çalışmalar yapılmakta, sel yatakları çevresindeki periferik kuşakta genellikle uzun ömürlü otsu bitkiler ve tarım bitkileri ekilmekte, daha yukarıdaki yamaç ve düzlüklerde toprak ıslah çalışmaları gerçekleştirilmekte, gerekirse havzadaki köylerin yeri değiştirilmekte ve havza, altyapı tesisleri de dahil olmak üzere ıslah edilerek üretime kazandırılmaktadır.

İtalyan Sisteminde erozyon sonucu kullanılamaz duruma gelmiş havzalarda yamaçlar çeşitli yöntemlerle tesviye edilmekte, materyal yatakta depolanarak geniş alanlar oluşturulmakta, yamaçlar teraslanıp zeytinlik haline getirilmekte, yataklarda depolanan materyal sayesinde oluşan vadi düzlükleri tarım alanına dönüştürülmekte, havzada otlatma önlenmekte, üretilen yemlik ot ahır hayvancılığında yem olarak değerlendirilmektedir.

Amerikan Sisteminde havzalarda erozyona, sel ve taşkınlara, kuraklığa ve ekonomik geri kalmışlığa karşı paralel bir savaşım yürütülmekte, su ve rüzgâr erozyonuna karşı kombine önlemler alınmakta, iyi örgütlenmiş bir kuruluş (Toprak Koruma Servisi) ve tavizsiz uygulanan yasal düzenlemeler sayesinde eşgüdümlü bir havza ıslah ve yönetimi gerçekleştirilmektedir.

Geciktirici Düzenleme Sistemi, yüzeysel akış sularını yamaçlar üzerinde açık kanallara toplayıp havzada uzun mesafeler boyunca dolaştırdıktan sonra dere yatağına vermek suretiyle hem erozyonu, hem de yatakta suların kısa sürede yükselmesini önleyen bir uygulamadır.

Japon (Sabo) Sistemi, ülkeye özgü kapsamlı bir sistemdir. Havza yukarılarında erozyon, heyelan ve çığ kontrolü önlemleri alınarak ağaçlandırma yapılmakta, havza aşağılarına doğru sediment hareketini önleyecek çeşitli mühendislik yapıları gerçekleştirilmekte, erken uyarı ve boşaltma/kurtarma sistemleri kurulmakta, sel, çığ, heyelan, vb olaylar nedeniyle bozulan çevre restore edilmektedir.

Yeni Avusturya Sistemi, 1970'lerden bu yana geliştirilen ve ayrıntılı analizlere dayanan bir karar verme mekanizmasıyla gerçekleştirilen bir sistemdir. Bu sistemde klasik taşıntı barajları yerine, taş-kaya boyutundaki iri taşıntıyı tutan, daha küçük boyutlu taşıntıyı ise geçiren çeşitli tiplerde süzücü barajlara ağırlık verilmektedir. Yamaçlarda da çok çeşitli bitkilendirme yöntemleri uygulanmaktadır.

Diğer sistemler arasında Rosiç Sistemi tipiktir. Bu sistemde yamaçlarda eğim doğrultusuna dik ve uzun duvarlar inşa edilmekte, bunların arkasında biriken toprakta ekim-dikim yapılmakta, sel yataklarında ise önce iri boyutlu taşıntı materyal süzücü barajlarla sel sularından ayrılıp tutulmakta, geriye kalan daha küçük boyutlu sediment de değişik tiplerdeki çökeltme tesislerinde depolanmaktadır.

Kısa kısa değindiğimiz bütün bu örnekler, dağlık arazinin önemli bir yer tuttuğu ülke ve bölgelerde erozyon, sel ve sediment kontrolünün ülke ekonomisi ve toplum huzuru açısından önemini vurgulamaktadır. Bu bağlamda ülkemiz de arazi ve peyzaj çeşitliliği açısından dünyanın en ilginç ülkelerinden biridir. Türkiye'nin %56.6'sı dağlık arazi niteliğindedir (BPD 1969). Bu nedenle 1937 yılında çıkarılan 3116 sayılı Orman Kanunu ile "Devlet ormanlarının sınırları içinde erozyon, sel ve yer kaymalarına karşı her türlü önlemi almak" Orman İdaresine görev olarak verilmiş, 1940 yılından itibaren de Orman Fakültesinde Sel Yataklarının Tahkimi (Sel Kontrolü) dersi okutulmaya başlanmıştır. Daha sonraları buna Toprak Koruması ve Havza Amenajmanı¹⁾ dersleri de eklenmiş ve dağlık arazi ıslahı konusunda çağdaş bilgilerle donanmış olarak Fakülteden mezun olan Orman Mühendisleri, çalıştıkları çeşitli örgütlerde erozyon, sel ve sediment kontrolü alanında tüm yurttta çok başarılı uygulamalar yapmışlardır.

Havza bazında yapılan ülkemizdeki bu çalışmalarda, yukarıda sözü edilen klasik Avrupa sisteminden, Alman sisteminden, Fransız sisteminden ve Amerikan sisteminden esintiler vardır. Ancak her çalışma yeni ve özgün bir deneyim olmuş, ayrıca tüm dünyada örnek olarak gösterilen ("kanallı gradoni" ve "çalı takviyeli teras" gibi) yöntemler de geliştirilmiştir. Türkiye'deki bu başarılı uygulamalardan sonra bir çok Türk Orman Mühendisine FAO uzmanı olarak çeşitli ülkelerde görev verildiğini de unutmamak gerekir.

Bu vesile ile Prof.Dr. Faik Tavşanoğlu, Prof.Dr. Orhan Uzunsoy ve Prof. Dr. Orhan Yamanlar hocalarımızı, ayrıca yurdumuzun çeşitli yörelerinde bu konudaki özverili ve başarılı çalışmalarlarıyla ölümsüzleşen ormancı meslektaşlarımızı saygı ile anıyoruz.

KAYNAKLAR

ANONİM, 1999: Erosion Control in Shizuoka. Japan Sabo Association Shizuoka Branch, Shizuoka.

ANONİM, 2000: Sabo in Japan. Japan Sabo Association, Tokyo.

BALCI, A.N., 1978: Toprak Koruması (Havza Amenajmanı). İ.Ü. Orman Fakültesi (Ders Notları), İstanbul.

BENNETT, H.H., 1939: Soil Conservation. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York-London

¹⁾ Prof. Dr. Orhan Yamanlar, 1966 yılında şunları yazıyor:

"Toprak Erozyonu terimini ilim hayatımıza sokan ilk zat, elimizde mevcut vesikalara göre Sayın Prof. Dr. Faik Tavşanoğlu'dur. Orman Fakültesi İnşaat Dersleri grubu içerisinde ilk defa 1940 yılında -önceleri Sel Tahkimatı ismi altında- okutulmaya başlanan derste toprak erozyonu terimini görmekteyiz. Bu ders 1950/51 ders yılından itibaren Sel Yataklarının Tahkimi ismi altında müstakil bir ders olmuştur....

İ.Ü. Orman Fakültesinde 1953/54 ders yılından itibaren okutulmaya başlanan Kurak Mıntıklar Ormancılık Problemleri dersi içerisinde daha ziyade rüzgâr erozyonu üzerinde durulmuş, 1957 yılında ise yeni ihdas olunan Toprak Koruması dersi ile su erozyonu üzerinde detaylı bir şekilde durmak imkânı hasıl olmuştur....

Ormancılıkta Toprak Koruması terimi, bugün yerini yeni bir terime, Havza Amenajmanı terimine terk etmiştir.... Havza Amenajmanı, bugün ormancılığın en mühim ana konularından birisi haline gelmiştir....

Toprak Koruması dersinin isminin yakında Havza Amenajmanı olarak değişeceğini ümit ediyorum." (YAMANLAR 1966).

Sel Yataklarının Tahkimi dersinin adı 1983 yılında "Sel Kontrolü"na dönüştürülmüş bulunmaktadır.

Kurak Mıntıklar Ormancılık Problemleri dersi kaldırılmış, Toprak Koruması dersi bir süre Toprak Koruması adı altında havza amenajmanı içeriğiyle okutulmuş (BALCI 1978), daha sonra ise Toprak Koruması dersi programda korunurken, Havza Amenajmanı ayrı bir ders olarak programa eklenmiştir.

- BPD, 1969: Türkiye'de Tabii ve Beşeri Kaynakların İllere Göre Dağılımı. İmar-İskân Bkl. Bölge Planlama Dairesi Yayını, Ankara.
- EŞİYOK, G., 1991: Japonya'da Erozyon ve Sediment Kontrolü (Sabo) Çalışmaları. EİE Bülteni, Aralık 1991, Sayı 157.
- FIEBIGER, G., 1999: Torrent and Landslide Control Management in Austria. (Notes Prepared for "Information Event and Training in Austrian Methodologies in Torrent and Erosion Control in Austria" by İ.Ü. Orman Fakültesi, 16-19 November 1999 in Istanbul.)
- GAVRILOVIC, S., 1972: Inzenjering o Bujicnim Tokovima i Eroziiji. Beograd.
- GÖRCELİOĞLU, E., 1970: İtalya'da Ormanlar ve Havzalar. Orman Mühendisliği Dergisi, 1970-12. (Çeviri).
- GÖRCELİOĞLU, E., 1978: Havza Islahında Suyun Aşındırıcı Gücünden Yararlanma -Hidrolik Islah-. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 28, Sayı 2.
- LOWDERMILK, W.C., 1975: Conquest of the Land Through Seven Thousand Years. U.S.D.A. Soil Conservation Service Agriculture Information Bulletin No.99, Washington, D.C. (Revised Reprint).
- TAVŞANOĞLU, F., 1974: Sel Yataklarının Tahkimi.İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü.Yayın No. 1972, O.F Yayın No.203, İstanbul.
- UZUNSOY, O.; GÖRCELİOĞLU, E., 1985: Havza Islahında Temel İlke ve Uygulamalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No. 1972, O.F. Yayın No.203, İstanbul.
- YAMANLAR, O., 1966: Türkiye'de Toprak Erozyonu Öğretimi, Araştırma ve Yayınları. Türkiye Orman Mühendisliği I. Teknik Kongresi Tebliğleri , TMMOB Orman Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
- YOUNG, A., 1972: Slopes. Geomorphology Text 3, Oliver and Boyd, Edinburgh.