

## OYUNTU EROZYONU VE ÖNLEME TEDBİRLERİ

Hayati ÇELEBİ <sup>1/</sup> Mustafa KILIÇ <sup>2/</sup>

### Ö Z E T

*Ülkemiz için çok önemli sorunlardan biri de toprak erozyonudur. Bu yolla her yıl önemli ölçüde topraklar denizlere taşınarak kaybolmaktadır. Artan nüfusu besleyebilmek için topraklarımızı bilgili bir şekilde kullanmak gerekir.*

*Ülkemizin yağışlı bölgelerinde görülen ve çok zararlı olan su erozyonunun bir tipi de "oyuntu erozyonu" dur. Önemli olması dolayısıyla, bu yazıda, bu tip erozyonu hazırlayan nedenler ve alınması gerekli tedbirler hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.*

### 1. OYUNTU EROZYONUNUN NİTELİĞİ

Geniş alanları kaplayan ve erozyonun karakteristik bir belirtisi olarak nitelendirilen oyuntu erozyonu çeşitli ülkelerde değişik adlarla ifade edilir. Örneğin, İngiltere veya Amerika Birleşik Devletlerinde Gully, Mısır'da Vadi, Güney Afrika'da Donga, Fransızca konuşulan ülkelerde Ravine, Hindistan'da Nulla, Güney Amerika'da Careava veya Arroyo, ve ülkemizde olduğu gibi Sel Yarıntısı. Ancak terim ne olursa olsun oyuntunun tarifi, aralıklı olarak bir denbire gelen sel sularının oluşturduğu

dik kenarlı ve aşındırılmış su yolu şeklinde yapılır. Seyrek bitki örtüsü altındaki verimsiz toprakların yer aldığı yarı kurak iklim bölgelerinde oldukça yaygın olmakla beraber, tropikal ormanlardaki kesif bitki örtüsü altındaki derin topraklarda da oyuntuların çok güzel örneklerine rastlamak mümkündür (4).

Teknik olmayan raporlarda erozyon terimi genellikle derin, birbirine bağlı oyuntularla kesilen geniş alanlar için kullanılır. Ancak erozyonun bu tür görünümü, tarima elverişli olmayan yarı kurak bölgelerde veya üretimi oldukça düşük topraklar üzerinde bu

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Toprak İlimi Bölümü Profesörü.

<sup>2</sup> Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Toprak İlimi Bölümü Asistanı.

Dergi Komisyonuna Geliş Tarihi:

lunur. Oyuntu kontrolünün zor ve pahalı olması nedeniyle ıslah maliyeti genellikle arazi değerinden fazladır. Bu yüzden oyuntuyu önlemek, oyuntuyu ıslah etmekten daha iyidir ve para, malzeme gibi sınırlı insan gücü kaynaklarının mevcut oyuntuları ıslahta kullanma yerine, gelecekte oluşabilecek oyuntuları önlemede kullanılması gerekir (4)

Oyuntulardan taşınan sediment taban yerlerde birikerek arazinin tarımsal değerini düşürür, rezervuarlar ve kanalları doldurarak büyük ekonomik kayıplara sebep olur. Yine, bu yolla gelen sediment karayolları, demiryolları, drenaj sistemleri ve diğer kamu tesislerinin bakım masraflarını da yükseltir (3). Oyuntuların araziye küçük parçalara bölmesi sonucu çiftlik makinelerinin bir taraftan diğer tarafa geçmesi güçleşir ve sürüm maliyeti artar. Oyuntu, bitişiğinde bulunan toprağın rutubetini alıp götüreceğinden, arazi hızlı bir şekilde kuraklaşıp ürün azaldığı gibi, oyuntunun kontrol altına alınmaması halinde zamanla daha da büyümesi sonucu arazi terk edilir. Bütün bu sayılanlar göz önüne alındığında, oyuntuların kontrol altına alınmasının öncelikle toprak ve su muhafazası yönünden oldukça büyük bir önem taşıdığı açıktır.

## 2. OYUNTU EROZYONUNUN NEDENLERİ

Oyuntu oluşumunun başlıca nedeni sürüm veya otlatma sonucu mevcut koruyucu bitki örtüsünün azalmasıdır. Eğim aşağı ve yukarı sürüm, yanlış mühendislik yapıları (teraslar, hendekler, saptırıcılar), çiftlik hayvanlarının izleri, maden arama çalışmaları ve bitki ör-

tüsünün çeşitli nedenlerle tahribi gibi doğal koşullardaki pek çok değişiklikler de oyuntuların yayılmasına katkıda bulunur (1).

Oyuntu erozyonunun bütün tiplerini hazırlayan ortak neden aynıdır ve bir kere bu neden bilinince oyuntu oluşumunun ve büyümesinin bütün olaylar sırası açıklığa kavuşur. Mühendislikte neden, bir akarsu veya su yolundaki kararlı denge (metastable equalibrium) halinin bozulmasıdır. Fizikte, herhangi bir cisim biraz yön değiştirildiğinde tekrar aynı pozisyona dönecek olursa, o cisim denge halindedir denir. Örneğin, bir sarkaç bir yöne itildiğinde tekrar yerçekimi kuvveti altında denge pozisyonuna döner. Kararlı denge durumu ise, bir cismin çok fazla yer değiştirilmemesi halinde denge pozisyonuna dönmesidir. Bir ucu üzerinde duran bir kibrit kutusu çok az eğildiğinde tekrar orijinal pozisyonuna dönebilir. Fakat aynı kibrit kutusu çok fazla eğdirilirse düşer ve denge durumu kaybolur. Orijinal pozisyona tekrar getirmek için, onu yerinde düşüren kuvvetten daha büyük bir kuvvetin tatbik edilmesinin gerekli oluşu, kararlı dengenin ikinci bir özelliğidir (4).

Doğal bir su yolu, kararlı denge durumundan uzaklaştırıldığında oyuntu erozyonu oluşur. Herhangi bir su yolu genellikle, taşınması gereken su akışı için tamamen uygun bir hacme, şekle ve eğime sahiptir ve bunun sonucu olarak denge halindedir. Eğer denge herhangi bir dış kuvvet ile çok az değiştirilirse su yolu kendi denge pozisyonuna dönme eğiliminde olacaktır. Böylece, maksimum akış artarsa, yeni bir denge bulununcaya kadar kanal kendini

genişletebilir veya eğim artabilir. Bir ucu üzerinde duran kibrit kutusunda olduğu gibi, kanaldaki dzenin bozulması çok az olursa kendi orijinal pozisyonuna dner. Kibrit kutusunun fazla itildiğinde dđmesi gibi, su yolunda büyük bir değişiklik olursa oyuntu başlar ve başlangıç pozisyonu kaybedilirse tekrar aynı pozisyona getirebilmek için çok daha fazla bir çaba gerekir.

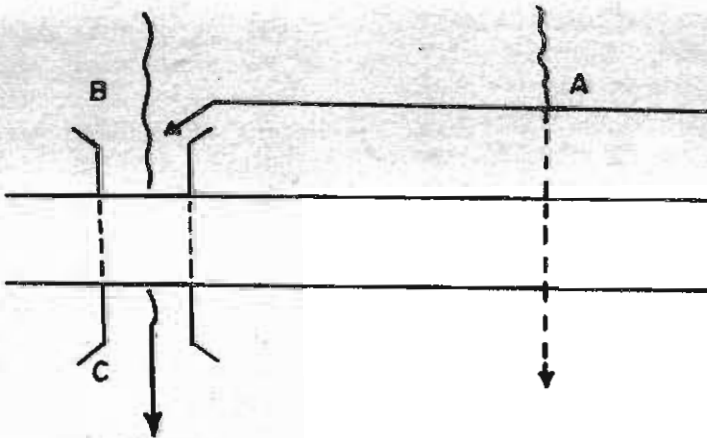
Su yolundaki dengeyi bozan iki neden vardır. Bunlardan birincisi kanalın taşınması gereken taşkın miktarında bir artışın olması, ikincisi de taşkın suyunun aynı kalmasına karşılık kanalın bu taşkın taşıma kabiliyetinin azalmasıdır.

### 2.1. Taşkın Suyundaki Artış

Arazilerin gelişigüzel kullanılması sonucu taşkınlar meydana gelmektedir. Kereste temini gayesiyle ağaçların fazla miktarda kesilmesi maksimum yüzey akışın artmasına sebep olur. Öte yandan kesim alanındaki sürüm yapılabilen arazinin artırılması, bitki örtüsünün ya-

kılması veya kapasitenin üzerinde otlama yapılması aynı etkiyi oluşturur. Bütün bunlar artan yüzey akış sonucu fazla sayıda oyuntu teşkiline neden olur ve su yolu düzelemeyeceğinden kararlı dengesini kaybeder.

Suları besleyen havzanın (catchment area) artırılmasıyla maksimum taşkın suyunun da artmasına ilişkin iki örnek şematize edilebilir. Ana yollar inşa edilmesi doğal drenaj şekillerini ve doğal havzaları değiştirir. Şekil (1) oyuntu oluşum ortamını göstermektedir. Çoğu küçük havzaların herbiri kendi taşkın suyunu taşıyan bir su yoluna sahiptir. Fakat yol inşa edilirken her bir küçük akarsuyun bunun altından bir köprü veya kemer (culvert) yardımıyla geçirilmesi pahalı olacaktır. Genellikle uygulanan yöntem, yolu enlemesine kesen su yolunu (Şekil 1 A) durdurup, yüzey akışı yol hendeği boyunca saptırarak bir kemer içerisinden akışı geçiren ikinci su yoluna (Şekil 1B) ilâve etmektir. Kemerin boşaldığı yerde su yolu B havzasından gelen akışa yetecek kapasitede olmasına rağmen,



Şekil 1. Yol drenajındaki değiştirmelerle oyuntu erozyonunun başlatılması. (Norman Hudson, Soil Conservation, 1973, S: 213).

A havzasından da gelen akışın ilâvesi sonucu bütün suyu taşıyamaz ve sonuçta C noktasında oyuntu erozyonu başlar (4).

Bir bent inşası sonucunda, yüze-yakışın bir havzadan hemen bitişiğindeki havzaya geçmesi, sun'i olarak bir havzanın büyümesine diğer bir örnektir. Şekil (2)'de bir rezervuar haline sokulan A havzasında, bent dolu iken fazlaca gelen taşkın suyunun, sol taraftaki sırt üzerinden bitişik havzaya dökülmesi uygun görülmektedir. Taşkın sularının döküldüğü akarsuyun, B noktasından itibaren orijinal kavşak noktası olan C'ye doğru büyümesiyle, öncekine oranla daha fazlaca bir suyu taşınması istenir. Eğer havzada oluşan su miktarındaki artış çok fazla olursa, dengenin oyuntu oluşturacak yönde bozulması kuvvetle muhtemeldir.

## 2.2. Kanal Kapasitesindeki Azalma

Bir kanalın kapasitesi, yani taşıma gücü; en kesit alanı, şekli, eğimi ve pürüzlülüğü gibi fiziksel karakterlerine bağlıdır. Bu kanal faktörlerindeki değişimler dengeyi kolayca bozabilir. Örneğin, kanaldaki bitki örtüsünün tabiatı akış hızı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. İnsanlar tarafından veya doğal nedenlerle bitki örtüsü kesafetindeki artış, daha yüksek bir pürüzlülük katsayısını (n) ortaya çıkarır. Taşkın suları yeterince süratli bir şekilde kanalda akamazsa banket üzerinden taşabilir ve yeni erozyon çeşitlerini başlatabilir.

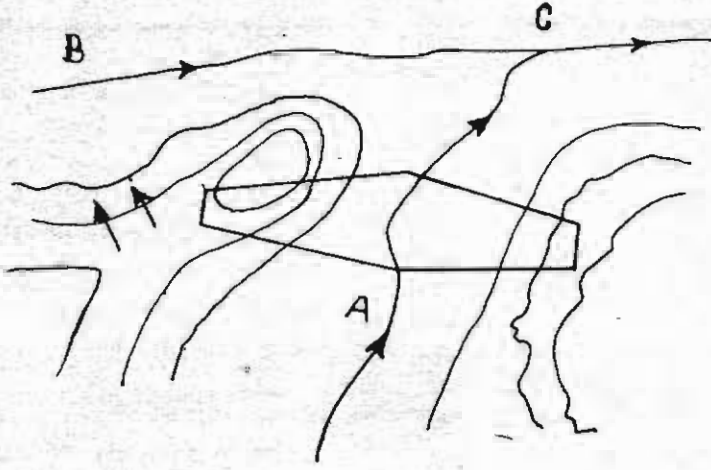
Diğer taraftan, bitki örtüsü kesafetindeki aşırı azalma da, oyuntu oluşumunu başlatan bir etken olabilir. Kapasitenin üzerinde otlatma veya yakma muhtemel nedenler olup, bunlar

kanalda sürtünmenin azalmasına, hızın artmasına ve dolayısıyla kanal tabanında aşınmaya sebep olur. İlâveten kanal kapasitesi hidrolik yarıçapla tarif edilen kanal şekli ile etkilenir. Ya doğal olarak veya insanlar tarafından ya da her iki etkenin müşterek etkisiyle kanal şeklinde yapılacak değişiklikler kapasiteyi etkiler. Kum yığınlarının birikmesi veya kanal kenarlarındaki çökmeler hidrolik yarıçapı ve hızı, dolayısıyla kanal kapasitesini azaltır. Yatağın aşınması kapasiteyi artırmakla birlikte su hızı da artacağından, aşınma işlemi devam edebilir.

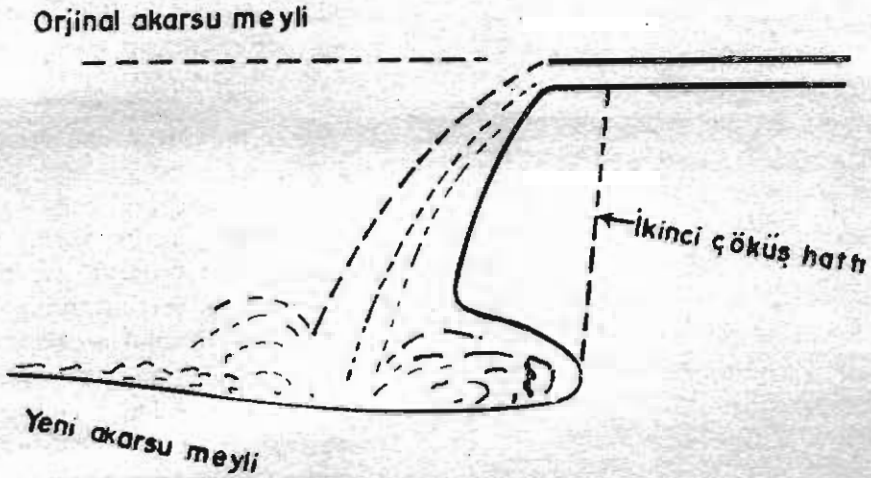
Dengenin bozulması halinde oyuntuların ilerleme faaliyeti, oyuntu oluşturmuş akarsu tabanının boyuna profilinde de görülebilir. Denge halindeki bir akarsu için (genellikle rejim halinde denir) akarsu eğimi ve pürüzlülük birbirine bağlı iki faktör olmaktadır. Manning formülü; hız ve bu iki faktör arasında bir bağıntı kurar. Söz konusu formül;

$V = R^{1/3} \cdot S^{1/2} / n$ , m/sn olarak hızı verir.

Oyuntu oluşumu başladığında, öncelikle aşınan kanal orijinal yatağa oranla daha köşeli ve derin bir şekle sahiptir, yani hidrolik yarıçap (R) artar. Oyuntu oluşturan kanal bitki örtüsünden yoksun olduğundan pürüzlülük katsayısı (n) muhtemelen azalır. Hızın sabit kalması için eğim bu nedenle azalır ve daima değişmeyen şekilde ortaya çıktığı gibi, oyuntu tabanının eğimi, orijinal tabana oranla daha düz bir hal alır. Neticede Şekil (3) de görüldüğü gibi, oyuntu başı akarsuyun yukarısına doğru faaliyet yaparken düşüş yüksekliği de artar.



Şekil 2. Suları besleyen havzadaki değişime örnek (Norman Hudson, Soil Conservation, 1973 S: 214).



Şekil 3. Oyuntu başının geriye doğru ilerlemesi (Norman Hudson, Soil Conservation, 1973).

Genellikle bu düşüş oyuntunun aşınmayı oluşturan en aktif kısmıdır. Su düşüş hareketi hem toprağı aşındırır, hem de düşüşe karşı yönde sıçrar ve bir girdap meydana getirir. Üst kısmında bir çıkıntı teşkil edilir ve dip kısım

aşındırılarak uzaklaştırılır. Çıkıntı, dik bir yüz teşkil edecek şekilde kopar; arkasından aynı işlemler tekrar oluşmak üzere yeniden başlar. Manning formülüne tekrar dönülürse oyuntu başladığında, hidrolik yarıçapın (R) artışı,

pürüzlülük katsayısının (n) azalışı ve muhtemelen eğimin (s) azalışı başlıca değişiklikler olarak göze çarpar. Denge halinde artış olup, bu, oyuntu erozyonunun niçin daima kendi kendisini ıslah edici olmayıp, sürekli kalıcı olduğunun diğer bir nedenidir (4).

### 3. OYUNTU EROZYONUNUN ÇEŞİTLERİ

Oyuntu erozyonu; başlıca kanal erozyonu, şelâle erozyonu, kütle hareketi (1) ve birbirini takibeden donma ve çözünme (5) olayları ile veya bunların bir kombinasyonu sonucu oluşur.

#### 3.1. Kanal Erozyonu sonucu Oyuntuların Oluşması

Oyuntuların pek çoğu sun'î kanallarda, sürüm izi, kereste izi veya bitki örtüsüyle kaplı kanal teşkil etmemiş doğal bir su yolundan biri olarak başlayan bir başlangıca sahiptir (Resim 1). Böylece çizgisel çuküntüler kontrol altına alınmamışsa, yüzeyakış toplanarak alt toprağa, eğime, yağışa, havzanın genişliği ve şartlarına bağlı olan çeşitli şekil ve derinliklerdeki oyulmalara sebep olur. Oyuntu teşkil eden kanalın derinliği ve şekli öncelikle toprak karakterine bağlıdır. Altta uzanan toprak materyali yumuşak ve kolayca derinlemesine oyulan cinsten olduğu takdirde derin, düz duvarlı, U şeklindeki oyuntular oluşur. Eğer alt toprak plastik ve dayanıklı kilden ibaretse nisbeten sığ, V şekilli oyuntular oluşur. Satha yakın sert kayanın ortaya çıktığı yerde oyuntu sığ ve genellikle geniş olacaktır. Kanal oyuntularının diğer şekilleri ylekaraşılasmakla birlikte, U ve V şekilli oyuntular, oyuntu teşkil eden materyalin etkisini yansıtmaması bakı-

mından ana formlar olmaktadır (1). U tipi oyuntular, az kohezyon materyaline sahip topraklarda ve özellikle oyuntu başlarında yumuşak alt katmanların taşınması ile oluşurlar. Buna karşılık V tipi oyuntular muhtemelen çok daha genel olup, içinde fazla kohezyon materyaline sahip topraklarda oluşur (2).

#### 3. 2. Şelâle Erozyonu Sonucu Oyuntuların Oluşması

Şelâle erozyonu, en derin ve en geniş oyuntuların oluşmasına yol açar (Resim 2). Aynı şekilde, oyuntunun her iki kenarı boyunca mevcut hassas noktalardan kesilerek başlayan fazla sayıda oyuntu kollarının oluşmasına da sebep olur. Söz konusu hassas noktalar, örneğin, çiftlik hayvanlarının inip çıktıkları ve bir yarıntı teşkil ettikleri yerler olabilir (1).

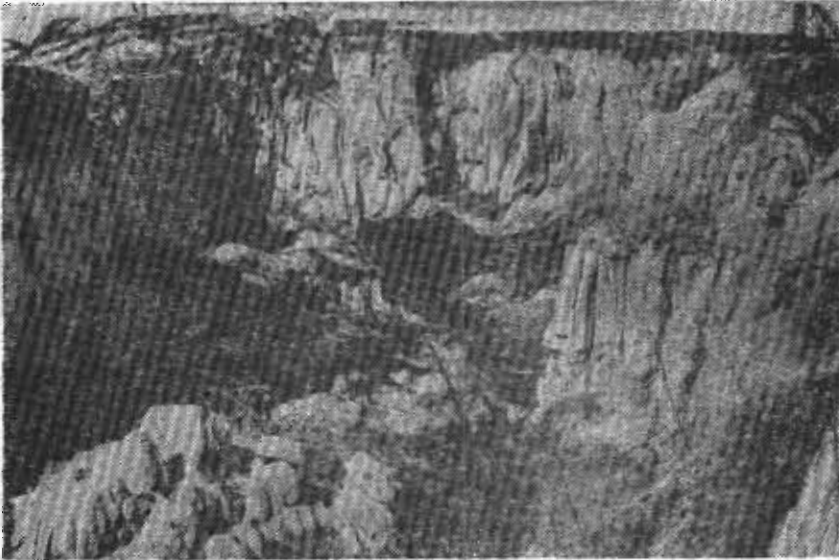
Aşınan bir çöküntünün alt uçunda başlayan dikine bir su düşüşü, üst kısım çökünceye kadaratta uzanan materyali aşındırıp uzaklaştırır. Aynı işlemi sürdürerek su düşüşü tederici olarak oyuntuyu eğim yukarısına doğru büyütür. Su düşüş noktası eğim yukarısına doğru ilerlerken, tabanda nisbeten düz bir eğim oluşturabilmek için suyun gittikçe derinlemesine oyması nedeniyle, ortaya çıkan dikey oluşğun yüksekliği genellikle artar.

Şelâle erozyonu ile oluşan oyuntular, yaklaşık düz bir arazi içerisinde bile gayet hızlı bir şekilde büyürler ve büyüme derecesi arazinin eğiminden çok, alt toprak karakteristiklerine, su düşüşünün derinliğine ve etkili drenaj alanının büyüklüğüne bağlıdır (1).





**Resim 1.** Üstte, Missouri'de, kapasitesinin üzerinde otlatılmış bir mer'ada teşekkül etmiş bir oyuntu. Altta, aynı oyuntu ıslah edilmiş ve çiftlik göletine bağlanmıştır (Soil Conservation Service, H.H. Bennett, Soil Conservation, S: 508).



**Resim 2.** Oklahoma'da, şelâle erozyonu sonucunda oluşmuş bir oyuntu. Belli bir yükseklikten düşen su miktarı, az da olsa, şelâlenin tabanında hızlı bir erozyona sebep olacak kadar yeterli enerjiyi meydana getirir. Çıkıntuların düşmesi sonucu alt kısımlar oyulur. Bu tip oyuntuların en kesiti U şeklindedir (Soil Conservation Service, H.H. Bennett, Soil Conservation, S: 509).

### 3. 3. Kütle Hareketleri Sonucu Oyuntuların Oluşması

Toprak akışları, kaymalar (heyelân) ve kopmaların sık sık ortaya çıkmış olduğu alanlarda fazla sayıda oyuntu başlar. Bu durum toprağın yer değiştirmesinin, yüksek derecede aşınabilir yüzeyaltı materyalini açığa çıkarması veya bu tip kütle hareketleriyle yarıkların ya da dikey ve geniş oyuntuların oluşması halinde geçerlidir.

Bazı hallerde şeklen oyuntuları andıran derin oluşuklar, şiddetli toprak hareketlerinin doğrudan doğruya bir sonucu olmakla beraber, genellikle topraktaki kütle hareketleri, sadece oyuntu teşkiline yardım eden şartları oluşturur. Bilhassa birbirini takibeden donma ve çözünme periyodlarından sonra ve yağışlar anında dik eğimler üzerinde ortaya çıkan kaymalar ve toprak akışları, oyuntuların teşkilini hızlandıran geniş veya dar arazi yaralanmalarını oluşturur (1).

### 3. 4. Birbirini Takibeden Donma ve Çözülme Sonucu Oyuntuların Oluşması

Birbirini takibeden donma ve çözünme sonucu oluşan erozyon olayı, kış mevsiminde donma ve çözünmeyi sağlayan sıcaklık derecelerine ve yağmur şeklindeki yağışa sahip olan bölgelerde yaygındır. Birbirini takibeden donma ve çözünme toprağı gevşetir. Gevşeyen toprak dökülerek kesif yağışlarda uzaklaşır (1, 5). Bu olay bir oyuntu kenarının tümü üzerinde, özellikle güneye bakan kenarı üzerinde ortaya çıkar. Bu tip oyuntu erozyonu genellikle şelâle ve kanal erozyonunu tamamlar ve yıllarca sürebilir.

Çeşitli yerlerde, özellikle birbirini takibeden donma ve çözülme periyodlarının ardından meydana gelen uzun süreli yağışlar anında veya bu yağışları hemen takiben dik eğimler üzerinde kaymalar, toprak akışları ve kopmalar şeklindeki toprak kütle hareketleri olur (5). Yukarıda değinildiği gibi, bu tip kütle hareketleri de oyuntu teşkilini hızlandırıcı etkiye sahiptir.

### 4. OYUNTULARIN ÖNLENMESİ VE KONTROLÜ

Oyuntu erozyonunun kontrolü oldukça zor ve pahalıdır. Nitekim, daha önce değinildiği gibi, kararlı denge hali bozulursa, orijinal duruma yeniden getirmek için bir hayli zaman, çaba ve para gerekir. Bu nedenle, mevcut oyuntuların tamirinden ziyade, yeni oyuntuların başlamadan önlenmesi arzulanır. Ancak, kontrolün uygun olup olmadığına karar vermeden önce, fayda/masraf oranının belirlenmesi ve bu oranın 1,5 olması halinde projenin uygulanması gerekir (4).

#### 4. 1. Oyuntu Kontrol Prensipleri

Oyuntu kontrolünün ilk prensibi, oyuntu nedenini tayin etmek ve karşı tedbirleri almaktır. Taşkın suyundaki artış nedeniyle, kararlılığın bozulması sonucu oyuntu başlar ve kabaca alınacak önemsiz tedbirler problemi çözümümez. İkinci prensip ise, ya orijinal hidrolik dengenin yeniden tertibi ya da yeni şartların oluşturulmasıdır. Ya taşkın orijinal hacmine eriştirilecek şekilde azaltılır veya artan taşkın suyunu taşıyacak kapasitede yeni bir kanal tesisi gerekir. Çoğu hallerde, kontrol tedbirlerinin uygulandığı alanın korunması arzulanır. Yapıtlar veya bitki



örtüsü tesisi şeklindeki kontrol tedbirlerinin dış etkilerden uzak tutulması gerekir (4).

Oyuntuların önlenmesi ve kontrolünde başvuru yolu, bitki örtüsünün veya geçici ya da sürekli yapıtların tesisi olmakla birlikte, yağışın ve yüzey akışın ilk planda ele alınması ve kontrolü gerekir. Bu öncelikle, oyuntu teşkil etmiş bir tarlada oyuntunun bitki örtüsü ile stabilize edilmesi için lüzumludur. Kontrol tedbirleri uygulanan bir oyuntuda oluşan fazla miktardaki yüzeyakış, bitkisel tedbirlere zarar verir veya onları uzaklaştırır.

Ekonomik ve pratik olması yönünden, oyuntu kontrolü için yağış ve yüzeyakış ile ilgili hususlar önemi-ne göre şöyle sıralanabilir (1):

1. Havzaya düşen yağışın tutulması,
2. Yüzeyakışın oyuntudan saptırılması,
3. Yüzeyakışın oyuntu içerisinde emniyetli olarak taşınması.

Genellikle yaygın olarak uygulanan toprak ve su muhafaza tedbirleri, esas olarak, yağışın tutulması ve yağış sonucu oluşan yüzey akışı kontrol amacını güder. Bununla birlikte, yüzeyakışı uygun olarak kontrolde birbirine yakın olarak tertiplenmiş tesviye eğrili kanıklar, sonları kapalı düz teraslar, yarılan su için tava tipi seddeler (Syrup-pan dikes) ve alttan işleme gibi özel tedbirler kullanılmalıdır. Toprakların emici karakterde, eğimlerin yumuşak ve yağışın düşük olduğu yerlerde bu tip tedbirler küçük ve orta büyüklükteki oyuntularda ilâve mekanik korunma tedbirlerine olan ihtiyacı ortadan kaldıracaktır.

Oyuntuların kontrolünde, oyuntu kanalı içerisinde kontrol tedbirlerinin alınmasından önce, oyuntu başından yüzeyakışın saptırılması gerekir. Bu ilke, genellikle, yüzeyakışın ciddi bir sorun olmadığı küçük havzalar dışında her büyüklükteki oyuntular için geçerlidir.

Oyuntu başının yukarıdaki boşaltım alanının teraslanmasıyla, yüzey akışın çoğu diğer bir noktaya saptırılabilir. Bu nedenle, toprak şartlarının bitki örtüsü tesisinin güçleştirdiği, fazla sayıda oyuntunun yer aldığı arazilerde teraslama veya saptırma hendekleri uygulanabilen başlıca kontrol yöntemi olabilir.

Saptırma kanallarının, maksimum yağış periyodları anında, boşaltım alanında oluşan yüzeyakışın tümünü taşıyacak genişlikte yapılması gerekir. Yine, kanal eğimi ve boyutlarının, hendek içinde akan yüzeyakışın erozyon oluşturmayacak hızlarda akmasına uygun olması da gereklidir. Sürekli bir bitki örtüsünden yoksun toprak kanallar için maksimum eğim %1'i geçmemekle beraber, sürekli ve dayanıklı bir çim örtüsüne sahip kanallarda daha dik eğimler kullanılabilir.

Teras tipi saptırıcı hendek, havza alanının 20-24 dekardan fazla olmadığı yerlerde geniş ölçüde kullanılır (Şekil 4, en kesit A ve B). Nisbeten yumuşak eğimlerde, bu tip saptırıcı hendek hem üst hem de alt kısımda, buna karşılık daha dik eğimlerde (% 4'den fazla) sadece üst kısımda inşa edilir. Ancak toprak, eğim ve yağış intensitesindeki lokal değişimler nedeniyle, değinilen en kesitlerde değişimler olabilir.

Hendeğin, tahmin edilen maksimum su hacmini karşılamaya yetecek büyük-

lükte inşa edilmesi oldukça önemlidir. Tesis edilen su kanalının derinliği nadiren 46 cm'den daha az olmalıdır. Alanı 4-20 veya 24 dekar kadar olan havzalar için minimum su en kesit alanı 6970 cm<sup>2</sup> (0.70 m<sup>2</sup>) olarak belirtilir. Havza alanı 24-40 dekar ise kanal derinliğinin en azından 61 cm ve minimum en kesitin 11148 cm<sup>2</sup> (1.11 m<sup>2</sup>) olması gerekir. Daha geniş havzalar için, özellikle daha dik eğimlerde, C ile gösterilen en kesit belirtilir (Şekil 4).

Saptırma hendeği, oyuntu başından geriye doğru en azından oyuntudaki su düşüş yüksekliğinin üç misli bir mesafede yerleştirilmelidir. Hendek kullanılmadan önce, sırttaki alçak noktalar ve kanaldaki yüksek noktalar düzeltilmelidir. Yüzey akışın emniyeti için iyi korunmuş doğal yerler bulunabilirse, herhangi bir özel bitki örtüsünden veya herhangi bir yapıttan oluşan çıkışa (outlet) gerek kalmayacaktır. Hattâ, doğal çıkışların elverişsiz olduğu yerlerde bile, akışı saptırma hendeklerinden, bir teras sistemi için tesis edilmiş mevcut bir çıkışa veya su yoluna boşaltmak bazan mümkündür. Böyle bir yola başvurulduğunda çıkışın veya su yolunun, taşınacak ilâve su için hazırlanması önemlidir.

Bitki yetiştirmeye başlanması anında yüzeyakışın kanal içerisinden akması gerekirse, oyuntuda koruyucu bitki örtüsü tesisi çok zordur. Bu takdirde, oyuntunun yüzeyakışdan zarar görmesi muhtemel kısımlarının çim örtüsü ve özel malç tatbiki ile veya mekanik yapıtlarla korunması gerekir. Bu tip koruyucu tedbirler sadece geçici nitelikte olup, tesis edilen bitki örtüsü gerekli korumayı sağlayacaktır.

Uygun kontrol için mekanik tedbirlerin gerektiği yerlerde, tuğla kontrol bentleri, savaklar veya bitki örtüsüyle desteklenmiş toprak bentler gibi sürekli yapıtlar, yüzeyakışı oyuntunun kritik kısımları üzerinden taşımak için temin edilmelidir (1).

#### 4. 2. Bitkisel Tedbirler

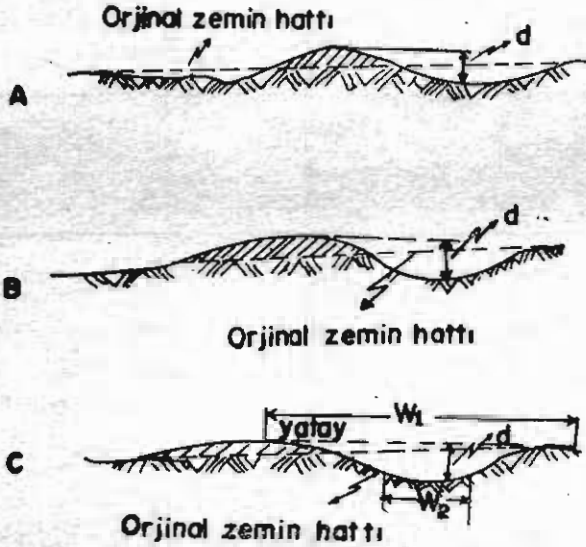
Oyuntu kontrolünde, çeşitli yapıtların tesisine oranla bitki örtüsüyle kontrol daha çok arzulanır. Beton, tuğla, odun veya herhangi bir inşa materyalinden oluşan yapıtlar bozulabilir ve alttan oyulabilir veya yarlardan su akışı mümkündür. Bunun yanında yapıtların zamanla daha az etkili olmasına karşılık bitki örtüsü daha çok çoğalır, kuvvetlenip büyür ve oyuntuyu ıslah eder. Yapıtların planlanması ve inşası için çeşitli bilgilere ihtiyaç vardır ve genellikle pahalıdır (4).

Bitki örtüsü kullanmada iki amaç güdülür:

1. Sürüklenmeye karşı toprağa fiziksel mukavemet temin etmek,

2. Kanalın hidrolik direncini (sürtünmeyi) artırarak akış hızını, dolayısıyla taşkının sürüklenme ve aşındırma kabiliyetini azaltmak. Eğer taşkın hızı yeterli ölçüde azalrsa bir miktar sediment yükü birikebilir. Böylece biriken toprakta kuvvetli şekilde büyüyen bitki örtüsünün daha da sıklaşmasını ve bütün oyuntu doluncaya kadar fazla miktarda silt tutulmasını sağlayan, arzulanan bir ortam oluşur. Ancak bu durum, sedimentin kaynağının, suları besleyen havzanın üst kısmında erozyon sahası olması halinde ortaya çıkar.

Bununla birlikte, oyuntularda bitki örtüsü tesisini önleyen bazı engeller



Şekil 4. Saptırıcı hendek en kesitleri: A. Hafif eğimler için teras tipi saptırıcı hendek. Her iki tarafta inşa edilebilir. Minimum hendek derinliği,  $d=46$  cm. B. Daha dik eğimler için teras tipi saptırıcı hendek. Genellikle sadece üst tarafta inşa edilir. Minimum derinlik,  $d=46$  cm. C. Özellikle daha dik eğimlerde, 40-48 dekardan daha büyük havzalar için önerilen saptırıcı hendek. Minimum  $d$  değeri 56 cm. olmalı. Kenar eğimleri, arazi eğiminin uygun olması halinde, 1:3 olmalıdır (H.H. Bennett, Soil Conservation, S: 514).

olabilir. Çevre, tesis edilecek bitkinin yetişmesi için uygun olmayabilir. Oyuntu tabanı muhtemelen uygun bir strüktürden, organik maddeden, elverişli bitki besin maddelerinden yoksun, düşük rutubet tutma kapasitesine sahip verimsiz kumdan ibaret olabilir. Yine biraz rutubet olsa bile, muhtemelen yeni tesis edilmiş bitkilerin kök gelişim bölgesinden daha aşağıda ve derinde olabilir. Ancak bu son durum çayırlar, kamışlar ve sazlar için uygundur. Bunun yanı sıra akarsu kanalları ve oyuntu yanları bitki tesisine elverişli olmayabildiği gibi, oyuntu teşkili söz konusu olduğu topraklarda taşkın ve kuru anlarda su rejimi düzensizdir ve tuzluluk ya da alkalilik gibi kimyasal dengesizlik problemleri yaygındır (4).

Oyuntuları bitki örtüsü ile kontrolde dikkat edilecek nokta, uygun bitkilerin seçimi ve özel bitki yetiştirme tekniklerinin kullanılmasıdır. Diğer ülkelerde başarıyla uygulanmış bitkilerin kullanılması başarılı olmasa bile tecrübeye değer. Örneğin, Amerika Birleşik Devletlerinde bazı bölgelere başarılı olarak kullanılan kudzu bitkisi (*Pueraria thunbergiana*) gibi ... Uygun şartlar temin edildiğinde, Kudzu bitkisi kuvvetli vejetatif aksam teşkil ederek sık bir örtü meydana getirir ve oyuntu tabanını, kenarlarını ve banket kısmını tamamen kaplar. Buna karşılık, aynı bitki Afrika'nın çeşitli ülkelerinde de uygulanmış fakat başarılı olmamıştır. Bunun nedeni henüz açıklanmamıştır. Hangi bitkilerin daha uygun olacağını tahmin

etmek nadiren mümkündür. Bu nedenle, pek çok bitkileri alıp bunları küçük çapta deneyerek hangilerinin başarıyla uygulanabileceğinin ortaya konması yararlı

olur. Dünyanın çeşitli bölgelerinde oyuntu kontrolünde yararlı görülen bazı bitkiler İngilizce, Latince ve Türkçe karşılıklarıyla (Çizelge 1)'de verilmiştir(4).

Çizelge 1. Oyuntu Kontrolünde Kullanılan Bazı Bitkiler 1/

İngilizce	Latince	Türkçe
Kudzu	<i>Pueraria thunbergiana</i>	Kudzu, kaba tüylü
Tropical kudzu	<i>Pueraria phaseolides</i>	puerarya Japon
Taiwan kudzu	<i>Pueraria tonkinensis</i>	sarmaşığı
Centrosema	<i>Centrosema pubescens</i>	Sentrozema
Reed Canary grass	<i>Phalaris arundinacea</i>	Yem kaynağı
Common reed	<i>Phragmites spp.</i>	Kamış
Lespedeza	<i>Lespedeza sericea</i>	Lespedeza
"	<i>Lespedeza juncea</i>	"
Gramma grasses	<i>Bouteloua spp.</i>	Manda otu
Bluestem grasses	<i>Andropogon spp.</i>	Sakal otu
Saltbush	<i>Atriplex spp.</i>	Karapazi
Sand-bar willow	<i>Salix exigua</i>	Söğüt

1 N. Hudson, Soil Conservation, 1973. Appendix 2, S: 305.

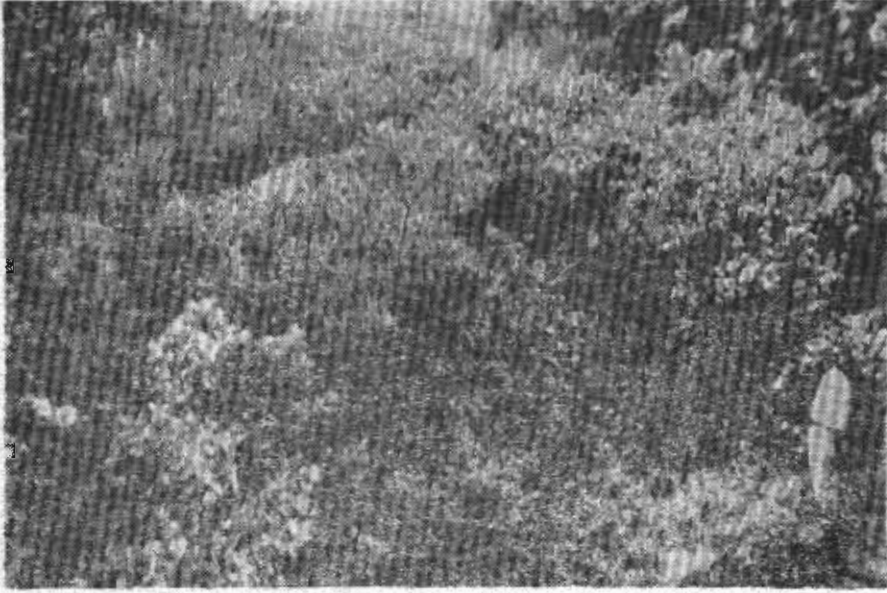
#### 4. 2. 1. Doğal Yolla Bitki Örtüsünün Yenilenmesi

Oyuntulu saha, çiftlik hayvanlarından korunursa çoğu kez doğal bitki örtüsü kısa sürede sahayı kaplayacaktır. Çiftlik hayvanlarının oyuntudan uzak tutulmasıyla, herhangi bir harcama yapılmadan bitki büyümesi temin edilecektir. Böyle düşük fiyatla koruyucu bir örtü sağlama olanağı çoğu kez önemsenmez; oysa çevre şartları uygun olduğu takdirde, daha masraflı olan yapıtlar veya sun'î olarak bitki örtüsü tesisinden önce bu yola başvurulması idealdir. Birleşik Amerika'nın çoğu bölgelerinde, fazla sayıda oyuntu ken-diliğinden yetişen bitki örtüsüyle tamamen kontrol edilmiştir (Resim 3).

#### 4. 2. 2. Sun'î olarak bitki örtüsünü Yenileme

Oyuntuları önlemede başarılı olarak kullanılan bitkiler şunlardır: Akasya (Resim 4), söğüt, çam, kavak, eucalyptus, ılgın, yabani erik gibi ağaçlar ve çalılar; üçgül, yonca, lespedeza, japon sarmaşığı (Resim 5), böğürtlen, çilek gibi baklagiller ve sarmaşıklar; köpek dişi, çayır salkımotu (Resim 6), kılçaksız brom gibi çayırlar. Bunlardan başka Kaliforniya'da, buz otu (ice plant) gibi diğer bazı bitkiler de etkili şekilde kullanılmaktadır.

Oyuntularda bitki örtüsü tesisinden önce, bazan oyuntu kenarlarına eğim verilir. Bu işlem buldozer gibi ağır bir makina ile yapılabildiği gibi, iş-

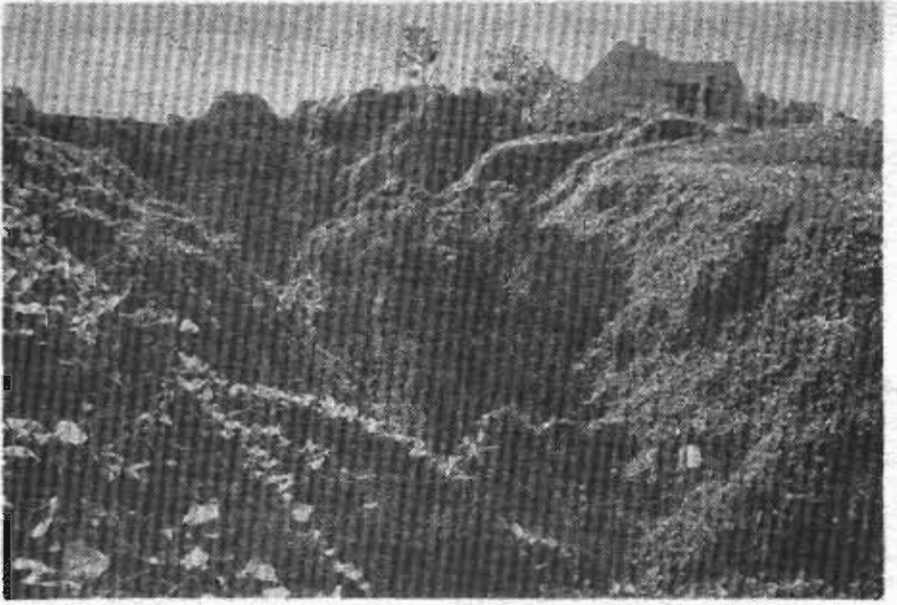


Resim 3. Georgia'da, 7, 5 m. derinliğinde doğal bitki örtüsü ile kontrol edilen bir oyuntu (Soil Conservation Service, H.H. Bennett, Soil Conservation. S: 516).



Resim 4. Iowa'da akasya ile kontrol edilen bir oyuntu (soil Conservation Service, H.H. Bennett, Soil Conservation. S: 517).





Resim 5. Georgia'da, 10 m. derinliğinde kudzu (japon sarmaşığı) ile tamamen örtülmüş bir oyuntu (Soil Conservation Service, H.H. Bennett, Soil Conservation. S: 517).



Resim 6. Batı Virginia'da ceviz ve salkımotu kombinasyonu ile kontrol edilen bir oyuntu (Soil Conservation Service, H.H. Bennett, Soil Conservation. S: 518).



çilerle de yapılabilir. Ancak oyuntu kenarları uygun bir bitki örtüsü ile kaplandığında, kendiliğinden bir eğime sahip olacağından , bu gibi işlemlerin azaltılması tavsiye edilir (1).

Bazan uygun çim örtüsünün elverişli olduğu yerde, bazı oyuntuları kısmen veya tamamen kontrol etmek için çim örtüsü teşkilinden yararlanır. Bununla birlikte, yaygın kullanma için çim örtüsü teşkili oldukça pahalıdır. Bu nedenle, çim örtüsü daha çok oyuntu başlarındaki kritik kesitlerde, veya şelâle erozyonuna karşı korumanın gerekli olduğu yerde oyuntu kenarı boyunca teşkil edilir.

Çim teşkili, aynı zamanda yapıtlara bir avantaj sağlamak için ilâve olarak kullanılır. Yüzeyakış miktarının çok fazla olmadığı yerlerde uygun bir çim örtüsü , daha pahalı olan tuğla ve beton materyel yerine kullanılabilir. Çim savaklar ve çim kontrol bentleri, uygun bir şekilde yerleştirdikleri ve inşa edildiklerinde başarılı bir şekilde fonksiyon görmüşlerdir.

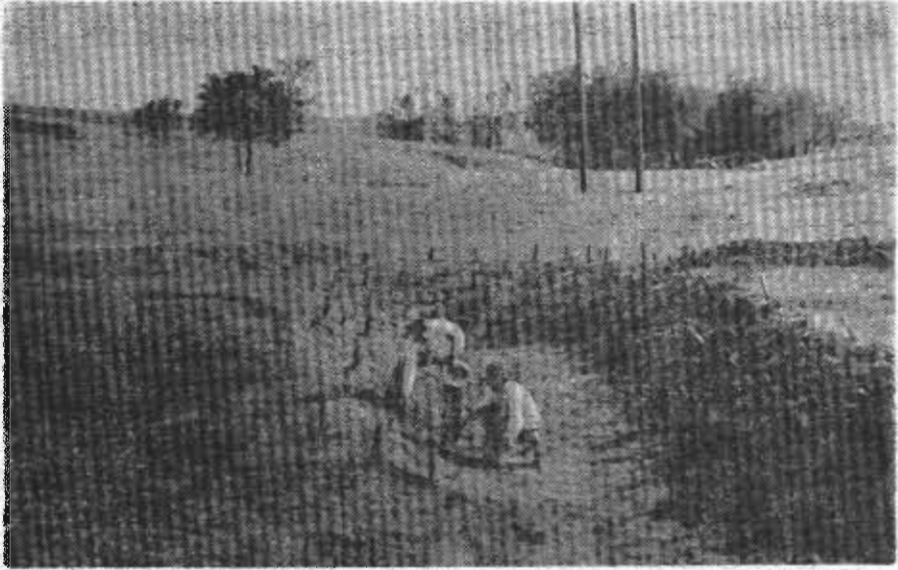
Çim savaklar su düşüş yüksekliğinin 3 m. den ve suları besleyen boşaltım alanının da 100 dekardan daha az olması halinde oyuntulardaki su düşüşünü kontrol etmek için kullanılabilir. Ancak su düşüşü yüksek olmadığı takdirde, daha geniş havzalarda da çim savaklar kullanılabilir. Köpekdişi ve çayır salkımotu, adapte olabildikleri yerlerde oldukça etkili bir çim örtüsünü oluşturmuşlardır.

Su düşüşünün olduğu noktanın çimle kaplanması gerektiği yerlerde, oyuntu kenarına sürekli bir örtü temini için yeterli derecede bir eğim verilmelidir. Genellikle en yaygın olarak 1:4

sevi kullanılmakla birlikte, şev eğiminin seçimi; toprak tipine, havzanın büyüklüğüne , su düşüş yüksekliğine, kullanılan çimin kalitesine ve çeşidine bağlıdır. Tahrip edici su hızlarından kaçınmak ve beklenen maksimum yüzeyakışı erozyon oluşturmayacak bir hızla taşımak için, savak, derinliğine oranla geniş olmalıdır. Oluşmuş fazla miktarda yüzeyakışın söz konusu olduğu yerlerde, kesif bir çim örtüsü teşkili, çim savaklar için gereklidir (Resim 7).

Muhtemelen savağın hemen altında meydana gelebilecek bir su düşüşü alttan oymaya sebep olacağından, çim örtüsünün arzulan fonksiyonu yapabilmesi için savağın aşağısında kalan oyuntu sabit bir eğime sahip olmalıdır. Küçük havzalarda, erosiv olmayan topraklar üzerindeki korunmasız bir oyuntu kanalı, yaklaşık % 1,5'un üzerindeki eğimler için emniyette sayılır. Otlandırılmış kanallarda eğim genellikle daha yüksek olabilir. Buna karşılık daha geniş havzalar ve erozyona daha elverişli toprakların söz konusu olduğu yerlerde, korunmasız kanallarda % 1'den daha fazla olan eğimler nadiren kullanılmalıdır. Bitkisel tedbirlerle gerekli kanal korunması temini mümkün olmadığı takdirde, sabit olmayan eğimler mekanik olarak azaltılabilir.

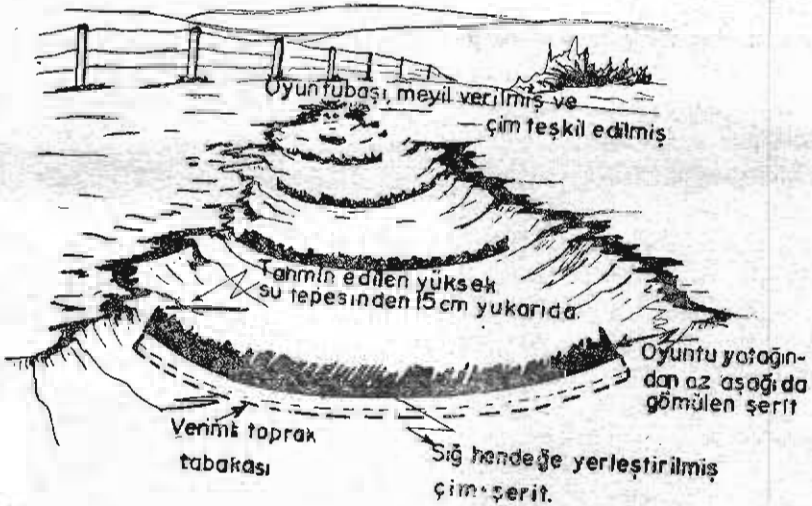
Oyuntuların otlandırılmasına yardım etmek için Çim Şeridi ve Çimlerdirilmiş Toprak Dolgu kullanılır. Çim Şeridi, küçük- orta büyüklüğe sahip havzalardaki hafif eğimli oyuntular için uygundur (Şekil 5). Şeritler kanal içerisine, her birisi ya oyuntu yatağı ile aynı düzeyde veya biraz aşağıda olacak şekilde enle-



Resim 7. Tamamen çim teşkiliyle kontrol edilen bir oyuntu başı (otlandırılmış, savak) (Soil Conservation Service, H.H. Bennett, Soil Conservation: S: 520).

mesine yerleştirilmelidir. Yine, şeritler minimum 30 cm. genişlikte olmalı ve tahmin edilen yüksek su düzeyinden en az 15 cm. yukarıda olacak şekilde oyuntu kenarlarına doğru uzatılmalıdır.

Şerit aralığı; boşaltım alanına, oyuntu eğimine ve kullanılan çimin yayılma karakterlerine bağlı olup, genellikle 1,5-2,0 m. ara ile şeritler yerleştirilir (1).



Şekil 5. Küçük bir oyuntuda çim şeritler. Bu çeşit kontroller dik eğimli oyuntular için uygulanamaz (H.H. Bennett, Soil Conservation, S: 521).

#### 4. 3. Yapıtlarla Oyuntu Kontrolü

Oyuntu kontrolü çalışmalarında kullanılan yapıtlar, "geçici" ve "sürekli" yapıtlar olmak üzere iki kısımda incelenir. Bunlardan "geçici" olarak adlandırılan bitki örtüsü tesisini kolaylaştırmak amacıyla kullanılır. Buna karşılık "sürekli yapıtlar", bitkisel tedbirlerin veya geçici yapıtların başarıyla uygulanmadığı alanlarda oldukça fazla miktarda oluşan sellerin etkisini sürekli olarak azaltmak ve tamamen önlemek için kullanılır.

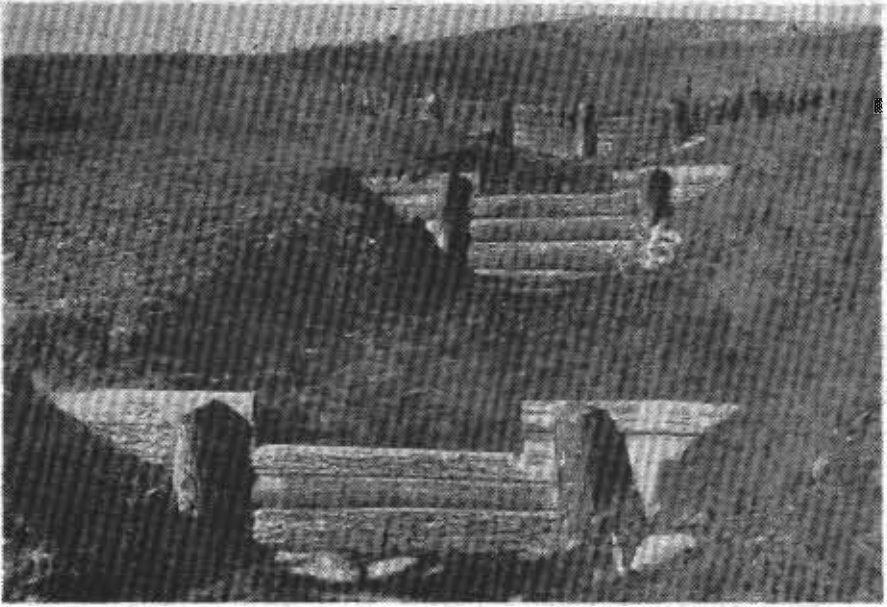
##### 4. 3. 1. Geçici Yapıtlar

Kontrol bentleri (1) ve porlu kontrollere (4) olarak adlandırılan yapıtlar geçici yapıtlardır. Bunları kullanmada amaç, su hızını yavaşlatarak silt birikmesini sağlamaktır. Bu yapıtların iki fonksiyonu vardır. Bunlar: 1. Koruyucu bitki örtüsünü temin için yeterli toprak ve su toplamak, 2. Yapıtın yerleştirildiği kritik noktada yeterli ölçüde dayanıklı bitki örtüsü tesis edilinceye kadar kanaldaki erozyonu kontrol etmektir.

Oyuntu kontrol çalışmalarında geçici yapıtların kullanılması, halinde, büyük bentlere oranla alçak kontrol bentleri, çökmeye daha az konu olmaları ve bozulduktan ve siltle dolduktan sonra bitki örtüsüyle su düşüşlerinden korunmaları nedeniyle daha çok arzu edilir. Geçici bir bent genellikle 38 cm'den daha az bir su düşüş yüksekliğine sahip olmalıdır. Küçük havzalarda oluşan oyuntuların ıslahında yaygın biçimde uygulanan geçici kontrol bentlerinin başlıcaları; örgülü tel bentler (woven wire dams), çalı bentler (brush dams), gevşek kaya bentler (loose rock dams), ahşap bentler (slab dams) (Resim 8), kütük bentler (log

dams), budanmış dallardan oluşan bentler (brushwood dams) ve briket savaclar (brick weirs)'dir. Yine, eğimin hafif ve ortamın uygun olduğu küçük havzalarda, yeşil söğütlerden kesilen kazıklardan oyuntuya dik olarak yaklaşık 30 cm. aralıklarla sıra teşkil edilerek bir bent yapılabilir. Söz konusu kazıklar zamanla kök teşkil ederler ve oyuntuya karşı canlı bir engel olurlar (1). Ağaçlık alanlarda silt tutulmasını sağlamak amacıyla, 2 veya 3 cm. çapındaki küçük dallar akış yönüne karşı mümkün olduğu kadar sıkı bir şekilde yerleştirilir. Bunlar ya dikey kazıklarla veya tellerle üst kısma sıkıca tutturulur.

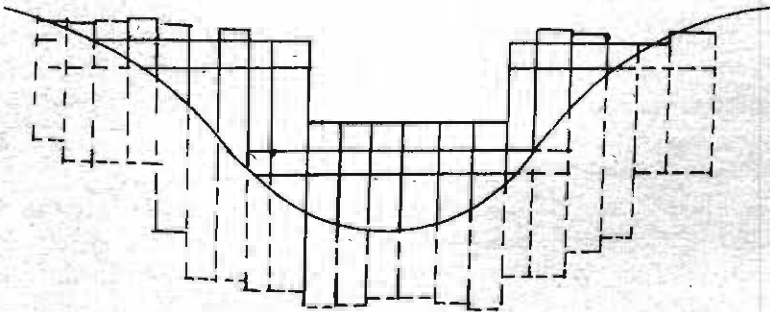
Budanmış dallardan yapılan bentlere oranla daha dayanıklı bir yapıt olarak kerestelerden de kütük bentler yapılabilir. Düşey direkler iki sıra halinde, kenarları taşkın seviyesinin üzerinde olacak şekilde uzatılarak oyuntu tabanına yerleştirilir. Düşey direkler en azından 10 cm. çapında ve 2 m. uzunluğunda olmalı ve her sırada birer metre ve iki sıra arasında ise yarım metre aralıkla yerleştirilmelidir. Geniş ve sığ bir akarsuda bütün düşey direklerin, bendin tepesi akarsu yatak kesitini takip edecek şekilde, zeminden itibaren yaklaşık yarım metrelik eşit bir yükseltide yerleştirilmesi uygundur. Eğer oyuntu dik kenarlara sahipse, bendin ortasında taşkın tamamını geçirecek büyüklükte bir dikdörtgen eşik yapılmalıdır (Şekil 6). Bu tip bent inşasında çoğu kez yapılan hatâ, taşkın daha yukarıdan akacak şekilde eşğin çok küçük yapılmasıdır. Bu, çok muhtemelen bendin uçlarında aşınmayı başlatır. Eşğin her iki tarafındaki düşey direkler taşkın suyunun vuruşuna



Resim 8. Küçük bir oyuntuda ahşap bentler (Soil Conservation Service, H.H. Bennett, Soil Conservation, S: 527).

ve taşkınla sürüklenip gelen kütükler veya kaya parçalarına dayanacak şekilde kalın, sağlam direklerden oluşmalı ve bunlar diğerlerine oranla daha derine yerleştirilmelidir.

Kütükler direk sıraları arasında yerleştirildiğinde, alt tabaka, altta oluşabilecek sızıntı ve aşınmaları önlemek için zemin yüzeyinden aşağıya gömülmelidir. Üstteki kütükler yerleştiril-



Şekil 6. Oyuntu kontrolü için kütük bent yapımında kullanılan keresteler (N. Hudson, Soil Conservation, S: 211).



dikten sonra, kütükler düşey direkler arasındaki kuvvetli tel bağlarla tam yerinde tutulur.

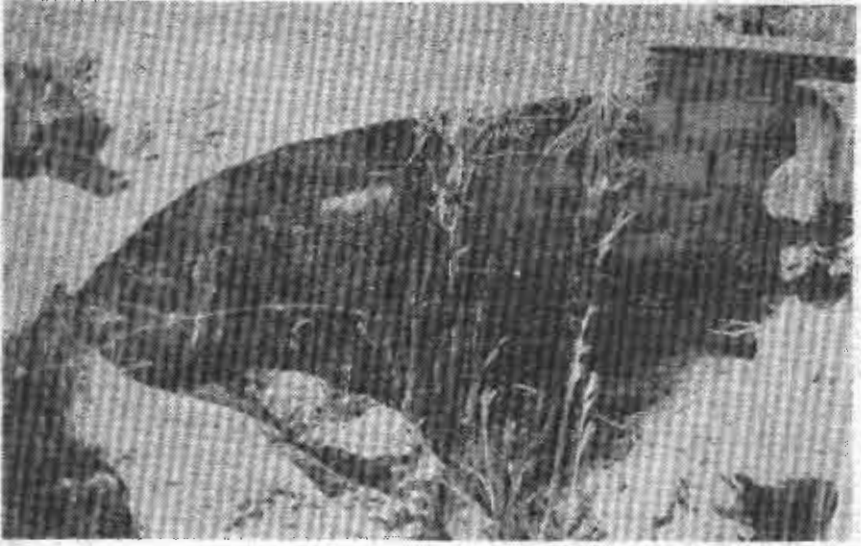
Bir kütük bent tesis etmek için yanyana çakılan tek sıra düşey direklerden oluşan daha basit bir yapıt yapılabilir. Direkler oyuntu kesit profilini takip ederek ortada bir eşiğe sahip olabilir. Bu yapıt direklerin yatakta sıkı bir şekilde tutulmasına bağlıdır ve uzun direkler sıkı yapılı toprak içerisinde derine çakıldığı takdirde daha iyi olacaktır. Düşey direklere enlemesine birkaç direk daha bağlayarak yapıt biraz daha sağlamlaştırılabilir (4).

Bazı durumlarda bitki örtüsünü tesis etmek için yeterli süreyi temin etmek amacıyla suyu ve sedimenti tutmak için briket savaklar (Brick Weirs) yapılır (Resim 9, 10). Amaç, ucuzluk

ve basitlik olduğundan materyellerin ve planlamanın çevre şartlarına uygun olarak seçilmesi gerekir. Eğer oyuntu yatağında uygun kum varsa, bu çok ucuz bir şekilde kum-çimento karışımından oluşan briket yapımında kullanılabilir. Yapımda kolaylığı ve çabukluğu sağlama için metal kalıpların kullanılması arzulanır. Blokların içi boş olduğunda briketin ağırlığı ve hacmi azalacaktır. Kum-çimento oranı; az su kullanma, karışımı kalıplara sıkıca bastırma ve briketlerin yavaş yavaş kurutulması gibi diğer hususlar da gözönüne alınarak 15 kısım kum, 1 kısım çimento arasında değişebilir. Eğer briketler sıcak güneş altında çabucak kurutulursa, çatlaklar hasıl olur ve sertlikleri de az olur. Bu nedenle üzerleri eski bezler, kâğıt veya çayır ile örtülmeli ve su serpilerek rutubetli tutulmalıdır.



Resim 9. Kademeli olarak inşa edilmiş basit bir briket savak. Silt üstte birikmiştir ve eşik oldukça küçüktür (N. Hudson, Soil Conservation, S: 223).



Resim 10. Kum-çimento karışımından oluşan briketlerden inşa edilen basit bir kavisli savak. Savak temelsiz olup, muhtemel basınçlar her iki mevcut kayalarla karşılanır (N. Hudson, Soil Conservation, S: 223).

#### 4. 3. 2. Sürekli Yapıtlar

Sürekli yapıtlar daha çok tuğla ya da beton malzemeden inşa edilir. Bunlara örnek olarak geniş bir eşiğe sahip harçlı tuğla bentler (rubble masonry dams), toprak bentler, tuğla veya beton şütler verilebilir. Bunların yanı sıra, çok sayıda silt tutucu bentler kullanılır. Bu bentler akarsu aşağısındaki su kaynaklarını tehdit eden aşırı derecede fazla olan sediment yükünü tutarlar. Siltin bitkisel tedbirlerle tutulması yavaş olabileceği gibi güvenilir değildir. Buna karşılık, sürekli silt tutucu bentler inşasıyla çabuk ve olumlu olarak sediment hareketini azaltma sağlanabilir. Nitekim, Güney Afrika Cumhuriyeti'nde, Toprak Muhafaza Sahası'nda, Arthur Gölü'nü tehdit eden oyuntu erozyonu için bu nitelikte çalışmalar yapılmaktadır. Çeşitli şekil ve büyüklükteki sürekli silt tutucu bentler, uygun ortamlarda inşa edil-

miştir. Resim (11), büyük akarsulardan birisi üzerinde inşa edilmiş böyle çok sayılı kavisli silt tutucu bendi göstermektedir.

Regülatörler (Regulating Dams), âni taşkınları ayarlamak için kullanılan sürekli bentlerdir. Bir vâdi üzerinde şiddetli bir yağış anında oluşması muhtemel yüzey akışı depolayacak kapasitede sürekli bir bent inşa edilir. Yaklaşık 15-20 cm. çapındaki açık borudan oluşan mahreç (çıkış = outlet), ikinci bir yağış için rezervuarı boş bırakacak şekilde, taşkın suyunu bir veya iki günde boşaltır. Oyuntuya doğru akış, çıkış borusu yardımıyla azaltılacağından; akışı etkisiz kılmak için dayanıklı şartları oluşturma bir hayli kolaylaşır. Bu arada, boru girişinin siltle dolmaması için tabandan yukarıda yapılması ve çıkış borusundan suyun direkt olarak oyuntu tabanına değil de bir enerji kırıcı içersine (ör-



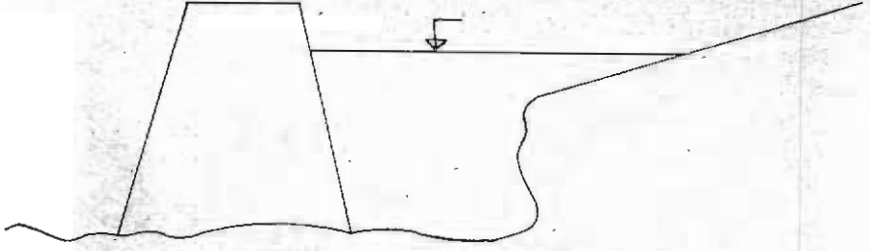


Resim 11. Güney Afrika Cumhuriyeti'nde inşa edilmiş çok sayılı kavşılı silt tutucu bir bent (N, Hudson, Soil Conservation, S:225).

neğin, bir şüt olabilir) boşaltılması gerekir.

Oyuntu Başı Bentleri (Gully-Head Dams), oyuntunun yukarıya doğru faaliyette bulunarak bir yol, köprü veya benzeri tesisi tehdit etmesini önlemek için yapılan sürekli yapıtlardır. Oyuntu başı

yukarısındaki yüzeyakışın erosiv kuvvetini kontrolde etkili bir yol, oyuntu başını (Şek 7)'de görüldüğü gibi sürekli olarak su toplayan bir bendin oluşturduğu gölcük altında bırakmaktır. Böylece aşağıya doğru hücum eden suyun enerjisi, gölcüğe girmesi anında kırılmış olur (4).



Şekil 7. Oyuntu başının bir bentle su altında bırakılması  
(N. Hudson, Soil Conservation, S: 226).

Oyuntu başının kontrolünde yüzeyakışı zararsız hale getirmek için çeşitli tipteki düşüş yapıtlarından (Drop structures) ve savaklardan yararlanılır, Tipik bir beton düşüş yapıtı (Şekil 8)'de görülmektedir. Dikdörtgen şeklindeki bir savak üzerinden akan su miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilir:

$$Q = C.L.H^2/3$$

$$Q = \text{Akış miktarı, m}^3/\text{Sn}$$

$$L = \text{Savak uzunluğu, m}$$

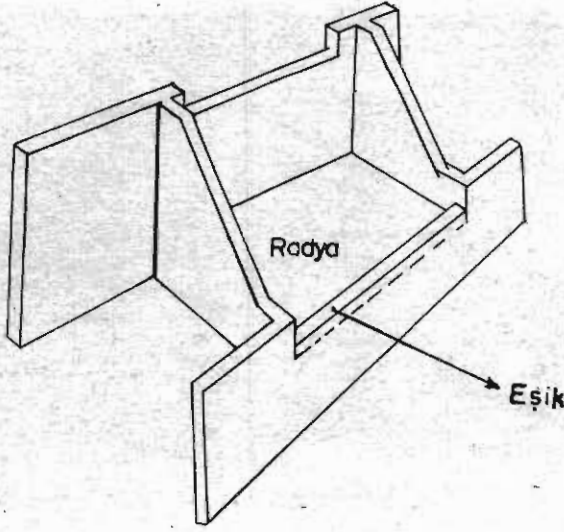
$$H = \text{Savak üzerinden akan su yüksekliği, m}$$

$$C = \text{Akış şartlarına bağlı bir sabite.}$$

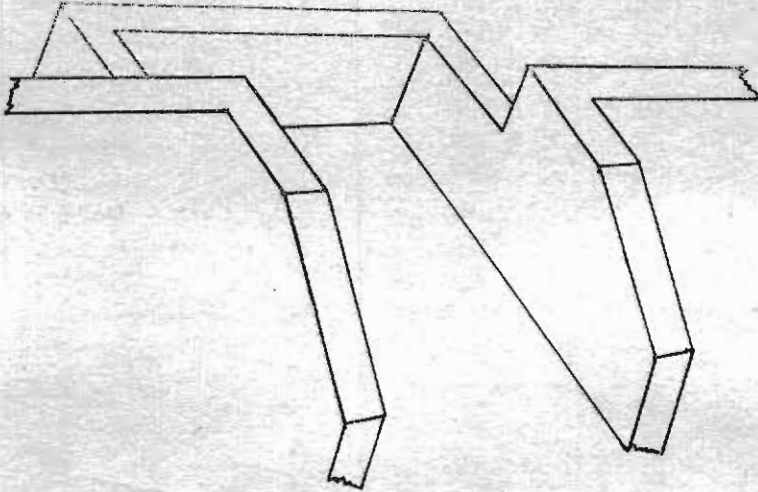
Savak uzunluğu, (Şekil 9)'da görülen kutu methalin (Box inlet) ilâvesiyle artırılarak, savak kapasitesi çoğaltılmış olur (4).

Sürekli yapıtlarda, yapıtı çevreleyen veya destekleyen toprakta oluşan deşişimlere adapte olamayı güçlüğüyle karşılaşılır. Toprağın şişme ve büzülmesi

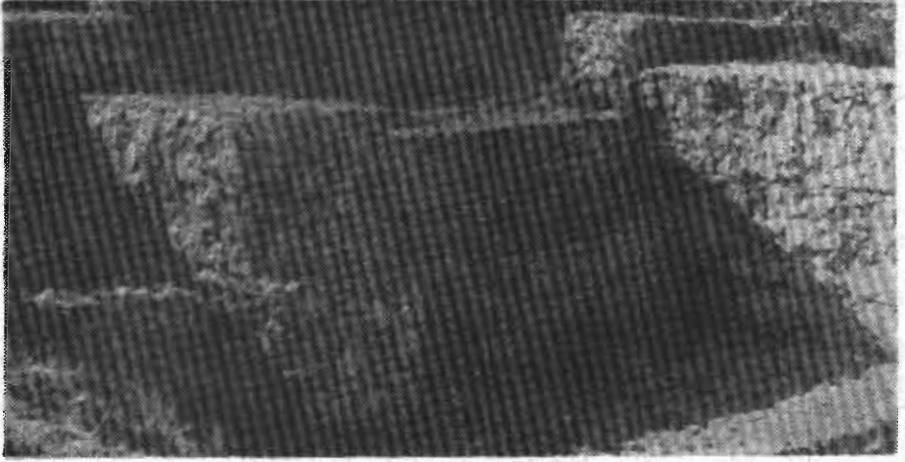
ya da yapıtın biraz oturması gibi önemsiz işlemler bile yapıtın mukavemetini azaltan basınçları oluşturur. Beton tuğla ve briket basınca karşı oldukça dayanıklı olmakla birlikte, oturmadan ortaya çıkan gerilim kuvvetler altında kolayca yıpranırlar. Bu sorunu ortadan kaldırmak için İtalya'da bir yöntem geliştirilmiş olup, Gabion olarak adlandırılan ve ağır tel ağlardan yapılan, önceden hazırlanmış sepetler kullanılmaktadır (Resim 12). Söz konusu sepet uygun şekilde yerleştirilerek taşla doldurulur. Ve kapak kısmı telle bağlanır. 4 x (1 x 1) boyutlarına sahip dikdörtgen prizma şeklindeki gabionlar biribiri üzerine konarak küçük veya daha büyük yapıtlar teşkil edilir. Galvanizli tel kullanılması halinde, paslanmaya karşı daha uzun süre dayanıklılık elde edilmiş olur. Bu yapıtların esas üstünlüğü, herhangi bir uzunluk kaybı olmaksızın, temellerdeki sürüklenmelerden oluşan oturmaya karşı yapıt için yeterli bir eğilme kabiliyeti varoluşudur.



Şekil 8. Oyuntu kontrolü için tipik bir beton düşüş yapıtı (N. Hudson, Soil Conservation, S: 227)



Şekil 9. Herhangi bir yapıtın kapasitesini artırmada kullanılan kutu şeklindeki bir metal (Box inlet) (N. Hudson, Soil Conservation, S: 228).



Resim 12. İtalya'da Gabionlardan inşa edilmiş bir oyuntu kontrol yapısı (N. Hudson, Soil Conservation, S: 229).

#### KAYNAKLAR

- (1) BENNETT, H.H. (1939). Gully Prevention and Control. Soil Conservation. Mc Graw Hill Book Company, Inc., New York, S: 507-533.
- (2) ÇELEBİ, H. (1971). Toprak Erozyonu. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No 90. Ziraat Fakültesi yayınları, No. 37. Yardımcı Ders Kitabı, No. 3., A.Ü. Basımevi, Erzurum.
- (3) ERKENCİ, N. (1962). Bir Sel Yarıntısı Nasıl Islah Edilir. Çeviri. Toprak Su Genel Müdürlüğü Neşriyatı Sayı: 122, Rüzgârlı Matbaa, Ankara.
- (4) HUDSON, N (1973). Gully Erosion. Soil Conservation. BT Batsford Unt., London, S: 211-230.
- (5) JEPSON, H.G. (1947). Prevention and Control of Gullies. Farmers Bulletin No. 1813. U.S. Dept. of Agr., U.S. Gavn. Print. Office, Washington.