TC.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



EROZYON KONTROL ÇALIŞMALARINA İLİŞKİN TAMİM VE UYGULAMA TEKNİKLERİ

TAMİM NO: 7356

TOPRAK MUHAFAZA VE HAVZA ISLAHI DAİRESİ BAŞKANLIĞI

HAZIRLAYANLAR

TOPRAK MUHAFAZA VE HAVZA ISLAHI DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Akif GÜNKUT	-	Daire Başkanı
Yusuf Ziya ERGENE	-	Daire Başkan Yardımcısı
Mahmut KILIÇ	-	Şube Müdürü
Hamza BAYAROĞULLARI	-	Orman Mühendisi
Turan ŞAHİN	-	Orman Mühendisi
Ergülü BAĞIRÖZ	-	İnşaat Mühendisi
Kübra DALAGAN	-	Ziraat Mühendisi

T.C.
ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Toprak Muhafaza ve Havza Islahı Dairesi Başkanlığı

Sayı : E-66040928-010.99-20549446 04.08.2026

Konu : 7356 Sayılı Erozyon Kontrol Çalışmalarına İlişkin Tamim ve Uygulama Teknikleri

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 26.06.2026 tarihli ve E-62093479-410.02-20139372 sayılı oluru.

6831 sayılı Orman Kanununun 58 inci maddesi ile Ek 12 nci maddesi ve 15/07/2018 tarihli ve 30479 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 334 üncü maddesinin birinci fıkrasının (d) bendi uyarınca, Genel Müdürlüğümüze erozyonun önlenmesi, toprak ve su kaynaklarının korunması ile toprak muhafaza çalışmalarının planlanması, uygulanması ve izlenmesine ilişkin görevler verilmiştir.

Erozyon kontrolü çalışmalarına ilişkin usul ve esaslar, mülga Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğünce 01/06/1998 tarihli ve 14 sayılı "Erozyon Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlar" konulu Tamim ile düzenlenmiştir.

Ancak, 2018 yılında Cumhurbaşkanlığı Hükûmet Sistemine geçilmesiyle birlikte yürürlüğe giren 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi kapsamında, erozyon kontrolü faaliyetlerine ilişkin saha seçimi, proje hazırlanması ve uygulama süreçlerinde esas alınacak ilke ve yöntemlerin güncellenmesi ve geliştirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Bu kapsamda hazırlanan "7356 Sayılı Erozyon Kontrol Çalışmalarına İlişkin Tamim ve Uygulama Teknikleri", ilgide kayıtlı Genel Müdürlük Oluru ile yürürlüğe konulmuştur.

Bundan böyle erozyon kontrolü çalışmalarının planlanması, projelendirilmesi, uygulanması ve izlenmesine ilişkin tüm iş ve işlemlerin, "7356 Sayılı Erozyon Kontrol Çalışmalarına İlişkin Tamim ve Uygulama Teknikleri" hükümleri doğrultusunda yürütülmesi hususunda;

Gereğini rica ederim.

Bekir KARACABEY
Genel Müdür

Ek: 7356 Sayılı Erozyon Kontrol Çalışmalarına İlişkin Tamim ve Uygulama Teknikleri

Dağıtım:
Genel Müdürlük Tüm Teşkilatına

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: 544037D2-6CF9-4ABD-9ACA-D839FCD985E7 Doğrulama Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/ogm-ebys

Toprak Koruma ve Mera Islahı Şube Müdürlüğü
Beştepe Mahallesi Söğütözü Caddesi No:8/1 06560 Yenimahalle/ANKARA
Telefon No: (+90 312) 296 40 00 Belgegeçer: (+90 312) 296 34 89
KEP Adresi : ogm@ogm.hs01.kep.tr
Bilgi için:Mehmet Emin
SAĞLIK
Sözleşmeli Personel

19765679888 - 19765679888 - 19765679888

T.C.
ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Toprak Muhafaza ve Havza Islahı Dairesi Başkanlığı

Sayı : E-62093479-410.02-20139372 26.06.2026
Konu : 7356 Sayılı Tamim "Erozyon Kontrolü Uygulama Teknikleri"

GENEL MÜDÜRLÜK MAKAMINA

6831 sayılı Orman Kanunu'nun 58 inci maddesi ve Ek 12 nci maddesi ile 15/07/2018 tarihli ve 30479 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 334 üncü maddesinin birinci fıkrasının (d) bendi kapsamında erozyonun önlenmesi, toprak ve su kaynaklarının korunması, toprak muhafaza çalışmalarının planlanması, uygulanması ve izlenmesi görevleri Genel Müdürlüğümüze verilmiştir.

Erozyon kontrolü çalışmaları esaslarına ilişkin olarak mülga Ağaçlandırma ve Erozyon Konrolü Genel Müdürlüğünce 01/06/1998 tarihli ve 14 nolu "Erozyon Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlar" başlıklı tamim yürürlükteyken, 2018 yılında 4 Nolu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile erozyon kontrolü faaliyetlerine ilişkin saha seçimi, proje hazırlama ve uygulama aşamalarında esas alınacak prensiplerin güncellenmesi ve geliştirilmesi ihtiyacı hasıl olmuştur. Bu kapsamda **7356 Sayılı "Erozyon Kontrol Uygulama Teknikleri"** adlı **Tamim** hazırlanmıştır.

Bu minvalde, 01/06/1998 tarihli ve 14 nolu "Erozyon Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlar" konulu tamimin yürürlükten kaldırılarak **"7356 Sayılı "Erozyon Kontrol Uygulama Teknikleri"** adlı **Tamim**'in yürürlüğe konulması hususlarını tensip ve onaylarınıza arz ederim.

Akif GÜNKUT
Daire Başkanı

Uygun görüşle arz ederim.
İbrahim YÜZER
Genel Müdür Yardımcısı

OLUR
Bekir KARACABEY
Genel Müdür

Ek: 7356 Sayılı Tamim ve Erozyon Kontrol Uygulama Teknikleri

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: DBBFFDC7-D7C4-40A2-A9E7-B8E9C6FD934E Doğrulama Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/ogm-ebys
Beştepe Mahallesi Söğütözü Caddesi No:8/1 06560 Yenimahalle/ANKARA
Telefon No:0 312 296 40 00 Belge Geçer No:0 312 296 34 70
e-posta: internet adresi:www.ogm.gov.tr
KEP Adresi : ogm@ogm.hs01.kep.tr
Bilgi için:Mehmet Emin SAĞLIK
Sözleşmeli Personel

TAMİM NO: 7356

BİRİNCİ BOLÜM

AMAÇ, KAPSAM, DAYANAK, TANIMLAR

Amaç

MADDE 1- (1) Bu Tamimin amacı; erozyona maruz kalan sahalarda toprak aşınması ve taşınmasının azaltılması, su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi, orman ekosistemlerinin kurulması ve iyileştirilmesi amacıyla yapılacak erozyon kontrolü çalışmalarının planlanması, projelendirilmesi, uygulanması ve izlenmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.
(2) Ayrıca bu Tamim ile; katılımcı bir anlayış çerçevesinde bozulan toprak, su ve bitki örtüsü dengesinin yeniden kurulması, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetiminin sağlanması, havza bütünlüğü içerisinde teknik, kültürel ve idari tedbirlerin alınması amaçlanmaktadır.

Kapsam

MADDE 2- (1) Bu Tamim; Orman Genel Müdürlüğü tarafından yürütülecek erozyon kontrolü tesis ve bakım çalışmalarına ilişkin; saha seçimi, saha önceliklendirme, projelendirme esasları, uygulama prensipleri, halkın bilgilendirilmesi, kurumlar arası iş birliği ve izleme-değerlendirme süreçlerine ait hükümleri kapsar.

Dayanak

MADDE 3- (1) Bu Tamim; 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 58 inci maddesi, Ek 12 nci maddesi ile 15/7/2018 tarihli ve 30479 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Bakanlıklara Bağlı, İlgili, İlişkili Kurum ve Kuruluşlar ile Diğer Kurum ve Kuruluşların Teşkilatı Hakkında 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 334 üncü maddesinin birinci fıkrasının (d) bendine dayanılarak hazırlanmıştır.

Tanımlar

MADDE 4- (1) Bu Tamimde geçen;

a) **ATM Şefi:** Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Şefini,
b) **Bakanlık:** Orman Genel Müdürlüğü'nün bağlı olduğu Bakanlığı,
c) **Bölge Müdürlüğü:** Orman Bölge Müdürlüğünü,
d) **Daire Başkanlığı:** Toprak Muhafaza ve Havza Islahı Dairesi Başkanlığını,
e) **Erozyon:** Toprağın en verimli üst tabakasının su, rüzgâr gibi doğal etkenler veya insan faaliyetleri (orman tahribatı) sonucu taşınmasını,
f) **Genel Müdürlük:** Orman Genel Müdürlüğünü,
g) **İdare:** Orman Genel Müdürlüğünün merkez ve taşra birimlerini,
h) **İşletme Müdürlüğü:** Orman İşletme Müdürlüğünü,
i) **İşletme Şefi:** Orman İşletme Şefini,
j) **Orman Bilgi Sistemi (ORBİS):** Orman Genel Müdürlüğü'nün iş ve işlemlerinin elektronik ortamda yapılmasını sağlayan bilgi sistemini,
k) **Ormancılık büro ve şirketi:** Orman mühendisi veya orman yüksek mühendisi unvanına sahip, ruhsatlı serbest meslek mensubu veya mensuplarının 8/4/2009 tarihli ve 27194 sayılı

Resmi Gazete ’de yayımlanan Ormancılık ve Orman Ürünleri Bürolarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Yönetmeliği hükümlerine göre kurdukları serbest ormancılık veya serbest yeminli ormancılık büro ve şirketlerini,

l) **Yukarı havza:** Bir akarsu havzasının üst bölümü ve su toplama alanını,

m) **Sediment:** Su ve rüzgâr gibi dış kuvvetlerin aşındırarak kopardığı ve akarsu, göl yada deniz yataklarında biriktirdiği kil, kum ve çakıl gibi katı maddeleri,

n) **İçme suyu havzası:** Bir içme suyu kaynağını besleyen ve bu kaynağa akan yağış sularının toplandığı, topoğrafik sınırlarla çevrili coğrafi alanını,

o) **Mansap:** Akarsuyun aktığı yönü, yani nehrin suyunun gittiği aşağı tarafı veya deniz, göl gibi başka bir su kütlesine döküldüğü yeri ifade eden coğrafi ve mühendislik terimini,

ifade eder.

İKİNCİ BÖLÜM

PROJE SAHASI SEÇİMİ, SAHA ÖNCELİĞİ VE UYGULAMA ESASLARI

Proje sahası seçimi

MADDE 5- (1) Erozyon kontrolü çalışmalarında saha seçimi; mevcut ödeneklerin etkin kullanılması, teknik ve ekonomik açıdan en uygun müdahale alanlarının belirlenmesi amacıyla bu tamim esaslarına uygun olarak yapılır.

(2) Saha seçimi yapılmadan saha önceliği değerlendirmesine geçilmemelidir.

(3) Saha seçiminde aşağıdaki hususlara uyulması zorunludur;

a) Çalışma yapılacak sahaların mülkiyeti, sosyal problemi ve yasal statüsü proje hazırlanmadan önce tespit edilir.

b) Özel Çevre Koruma Kurulu, Milli Park, doğal veya arkeolojik sit alanlarında ilgili kurumdan izin alınmadan projelendirme ve uygulama yapılmayacaktır.

c) Tescilli veya tescil harici hazine taşınmazlarında, çalışmalara başlamadan önce tahsisi alınacaktır. Bu hususta devlet ormanı olmayıp, mülkiyeti hazineye ait tescilli veya tescil harici yerlerde yapılacak Toprak Muhafaza ve Erozyon Kontrol Çalışmalarında, 2020/1 sayılı Kadastro Mülkiyet Daire Başkanlığının "Hazinenin Özel Mülkiyetinde veya Devletin Hüküm ve Tasarrufu Altında Bulunan Taşınmazların Tahsisi ile Orman Rejimine Alınma Usul ve Esasları" hakkındaki tamim esaslarına uyulacaktır.

d) Çalışmalara başlanmadan önce, güncel kadastro verileri esas alınarak saha sınırlarının belirlenmesi ve gerekli aplikasyon işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Ayrıca, mülkiyet ve

kullanım durumuna ilişkin herhangi bir ihtilaf bulunması halinde, söz konusu ihtilaflar giderilmeden uygulamaya geçilmemelidir.

e) Erozyon kontrolü çalışmaları mevzuat gereği orman sınırları içinde ve dışında yapılabilmekle birlikte, öncelik orman rejimi içindeki sahalar ile Genel Müdürlük tasarrufuna veya tahsisine verilen sahalara verilmelidir.
f) Program teklifleri yapılacağı zaman stratejik plan, eylem planları, yöre halkının talebi ve yatırım programı dikkate alınacaktır.
g) Orman rejimi dışındaki sahalarda çalışma yapılabilmesi için mülkiyet, tahsis, izin ve kullanım haklarına ilişkin iş ve işlemler tamamlanmadan uygulamaya başlanmamalıdır.
h) Özel mülkiyete konu sahalarda uygulamaya başlanabilmesi için maliklerden noter onaylı muvafakatname alınması zorunludur.
i) Saha seçiminde havza bütünlüğü esas alınır; münferit küçük alanlar yerine alt havzalar öncelikli olarak değerlendirilmelidir.
j) Kırsal fakirliğe bağlı arazi tahribatının yoğun olduğu ve doğal kaynaklar üzerinde baskı bulunan alanlar önceliklendirilmelidir.
k) Saha seçiminde erozyon oluşumu ve sediment üretimi, eğim durumu, arazi kullanım şekli, mera durumu, sosyal ve ekonomik durum, altyapı tesislerine etkisi ve içme suyu havzasında bulunma durumu gibi teknik ve çevresel analizler yapılmalıdır.
l) Erozyon kontrolü çalışması yapılan alanlar eğer dikenli tel çit ihata ile korumaya alınmaşsa tel ihata kaldırılıncaya kadar "Otlatma Planında" otlatmaya kapalı sahalar olarak işlenmelidir.
m) Heyelanlı sahalar kesinlikle erozyon kontrolü çalışmalarına konu edilmemelidir.
n) Proje sahalarında yapılacak uygulamalarda çevresel etkiler,

havza bütünlüğü ve ormancılık faaliyetleri ile uyum gözetilmelidir.

o) Erozyon kontrolü çalışmalarının etkinliğinin belirlenmesi amacıyla sahalarda izleme ve değerlendirme çalışmaları yapılmalıdır.

Saha önceliği

MADDE 6- (1) Saha önceliklendirilmesi, teknik ve sosyo-ekonomik analizler sonucunda hazırlanan raporlar çerçevesinde **Ek 1**'de yer alan **Erozyon Kontrolü Saha Önceliklendirme Formu** esas alınarak değerlendirme yapılacak, puanlama neticesinde birinci önceliğe sahip sahalar erozyon kontrolü sahaları olarak belirlenecektir.

(2) Saha önceliğinin belirlenmesi aşamasında aşağıdaki hususlar dikkate alınır;

a) Şiddetli erozyon ve yüksek sediment üretimi bulunan havzalar ile yerleşim alanlarını tehdit eden alanlar,
b) Baraj ve kıyı yapılarında sediment birikimine neden olan havzalar, içme suyu havzaları,
c) Kırsal baskı nedeniyle doğal kaynak tahribatı görülen alanlar,
d) Kentsel çevrede yeşil kuşak oluşturulması açısından önemli alanlar, ulaşım ve altyapı tesislerini tehdit eden alanlar,
e) Çölleşme ve arazi bozulum riski yüksek alanlar,
f) Kumul hareketlerinin tehdit ettiği ve rüzgâr erozyonunun olduğu alanlar.

Sahaların korunması

MADDE 7- (1) Erozyon kontrolü faaliyetlerinde başarılı sonuç alınabilmesi için tesis çalışmalarının tamamlanmasından sonra sahaya yapılacak olumsuz müdahalelerin önlenmesi şarttır. Bu olumsuz müdahalelerin önlenmesi için sahanın hayvan otlatılması başta olmak üzere bitki örtüsünü tahrip edici etkenlere karşı korunması ihmal edilmemelidir.

(2) Esas olan erozyon kontrolü tedbiri alınmış sahaların yöre halkı tarafından korunmasıdır. Bu nedenle yapılacak her türlü çalışmaya yöre insanının da katılımı sağlanmalıdır.

Erozyon kontrolü çalışmalarında dikkate alınacak diğer hususlar

MADDE 8-(1) Erozyon kontrolü çalışmalarının planlanması, uygulanması süreçlerinde; çevresel sürdürülebilirlik, sosyal katılım, doğal kaynakların korunması ve yöre halkının refahının artırılması esastır. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar aşağıdaki ilke ve esaslara uygun olarak yürütülür:

a) Proje hazırlık ve uygulama aşamasında havza alanında yaşayan nüfusun sosyal ve ekonomik yapısı, geçim kaynakları, arazi kullanımı, mera kullanımı ve tarımsal faaliyetleri analiz edilerek, planlama ve uygulama çalışmalarında dikkate alınır.

b) Halkla olumlu diyalog kurulabilmesi için, çalışmaların ve amaçların yöre halkına izah edilerek onların aydınlatılması ve özellikle çalışmaların sağlayacağı faydalar anlatılmalıdır.

c) Erozyon sahalarında çalışmalara başlamadan önce planlama aşamasından itibaren, havzaların sosyal ve ekonomik yapılarını da inceleyerek yöre insanlarının yapılacak olan bu çalışmalarda desteğinin alınması gereklidir.

d) Görülebilecek noktalara uyarı levhaları asılacak, mahalle/köy muhtarlarınca bu sahalara girişin yasak olduğuna dair gerekli ilanlar yapılacak olup, bu hususta herhangi bir ihmale meydan verilmeyecektir. Ayrıca çalışmaları tanıtmak amacıyla, erozyon kontrolü çalışması yapılan sahanın bulunduğu alanın bir noktasına tanıtıcı levha yerleştirilmelidir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SU VE RÜZGAR EROZYONU İLE MÜCADELE ÖNLEMLERİ VE BAŞARI KRİTERLERİ

Su erozyonu ile mücadele

MADDE 10- (1) Yetişme muhiti şartları sağlıklı biçimde etüt edilerek en ekonomik, başarı şansı en yüksek olan tedbirler üzerinde durulmalıdır. Sahaya uygun olmayan ya da ihtiyaç olmadığı halde ekonomik açıdan daha yüksek maliyetli erozyon kontroü tesisleri yapılmamalıdır.

(2) Eğim ve toprağın akışkanlığı dikkate alınarak, gradoni teras şeklinde toprak işlemesinin yeterli olduğu durumlarda çalı takviyeli teras ve çit teras (örme, kafes tel vb.) önerilmemeli ve uygulanmamalıdır.

(3) Fidan dikimleri, 6831 sayılı Orman Kanunu kapsamında Genel Müdürlük tarafından ağaç türleri için belirlenen teknik esaslar doğrultusunda, tür bazında öngörülen uygun aralıklar dikkate alınarak gerçekleştirilecektir.

(4) Yalnızca erozyonu önleme amaçlı çalışma yapılan havzalarda sahaya dikilecek bitki türleri tespit edilirken doğal türlere öncelik verilecektir.

(5) Koruma yoluyla otlandırılması mümkün olmayan eğimli ve toprak kaybına maruz yamaçlarda önlem alınması can ve mal emniyeti bakımından çok önemli ise örme çit ve çalı takviyeli teras yapımı gibi önlemler alınmalıdır. Koruma yoluyla otlandırılması mümkün olan sahalarda bu tür çalışmalara gerek yoktur. Saha olduğu gibi korumaya alınarak, yamacın üst ve alt kısmında akan malzemeyi durdurmak için (yerinde malzeme varsa) taş kordon yapılarak, yamaç tarafına yetişme muhitine uygun (akasya, iğde, aylantus -kokar ağaç gibi) yapraklı türler dikilmelidir.

(6) Yer yer meşe ve diğer bitki türleri ile kaplı arazilerde imar-ihyaya uygun bitkiler ile imar edilmeli ve korumaya alınarak gelişmeleri sağlanmalıdır. Orman kurmaya elverişli toprak derinliğine sahip bozuk meşeliklerde, mevcut meşe kümeleri rehabilite edilerek korumaya alınırken genel saha içerisine dağılmış ve arazinin büyük bir bölümüne hâkim büyük boşluklar teraslanarak uygun türlerle ekim veya dikim çalışmaları yapılmalıdır.
(7) Çıplak kayalıkların etekleri veya bir tarım arazisi altında kalan yamaç arazilerin en üst kısımlarında teraslanmayan kısımdan gelen suyun derelere akıtılması için "çevirme hendekleri" yapılmalıdır.
(8) Yamaç arazide yapılan çalışmalar neticesinde, rüsubat taşınması yoksa veya otlanma oluşmaya başlamışsa oyuntuda yapılacak enine yapılardan (kuru duvar eşik /kafes tel eşik gibi) kaçınılmalıdır.
(9) Taban oyulmasının devam ettiği dereciklerde oyuntuların meydana geldiği noktadan itibaren sahada bulunan malzemeye uygun olarak kuru duvar eşik, canlı/cansız eşikler, galvanizli kafes tel eşik vb. tesisler yapılmalıdır. Eşik yapımında belirlenen denge meyline uygun olarak aplikasyon yapılmalıdır.
(10) Oyuntu ıslahı yapılacak derelerde oyuntu derinliği 3 metreden fazla ise 7351 Sayılı Tamim esaslarına göre uygulama yapılmalıdır.

Rüzgâr erozyonu ile mücadele

MADDE 11- (1) Rüzgâr erozyonu yeterince bitki örtüsü bulunmayan oldukça düz ve düze yakın geniş araziler, gevşek yapıdaki kuru, kum ve silt oranı fazla olan topraklar, doğal tuzlu alanlar, kurutulmuş sulak alanlar (eski göl tabanları, akarsu ve deniz kıyısı ovaları) ve yöresel olarak bazı nemli bölgelerde (özellikle yağışların yıl içindeki dağılımı düzensiz ve yağışsız dönemde çok kuru geçerse) meydana gelmektedir. Rüzgâr erozyonu daha çok tarım arazilerine ve yerleşim yerlerine zarar veren, hayatı zorlaştıran bir erozyon şeklidir. Ancak, ormancılık faaliyetlerinin bulunduğu arazilerin rüzgâr erozyonuna

maruz kalması da söz konusu olabilir. Bu tür alanlarda önlem alınması Genel Müdürlüğümüzün görevleri arasındadır.
(2) Rüzgâr erozyonu olan ormanlık alanlarda rüzgâr erozyonu ile mücadele yöntemleri uygulanması gerekmektedir.
(3) Rüzgâr erozyonu ile mücadeledeki amacımız; toprak yüzeyinde rüzgâr hızını azaltarak rüzgârın erozyon oluşturma gücünü kırmaktır.
(4) Rüzgâr erozyonuyla mücadele edilecek öncelikli alanlar; yerleşim yerleri, göl, kara ve demir yolları olmalıdır.

Kumul erozyonu tespit ve mücadele

MADDE 12- (1) Orman rejimine giren veya Bakanlığımıza tahsis edilen kara ve kıyı kumul sahaları stabil hale getirmek amacıyla;

a) Kumul erozyonu nedeniyle zarar gören yerleşim birimlerinde, yol kenarlarında,
b) Kıyı kumullarının içeri doğru eğilim gösterdiği kısımlarda,
c) Uzun vadede kumla dolarak tamamen yok olma riski bulunan lagün göllerinde kumul tespit çalışmaları yapılarak gölde bulunan su canlılarının zarar görmesi engellenmeli, göl etrafındaki vejetasyon ve yaban hayatını koruma alanlarında, kumul erozyonu tespit ve mücadele yapılmalıdır.

Erozyon kontrolü sahalarının başarı kriteri

MADDE 13- (1) Erozyon kontrol sahalarında tel ihata ile korunması başlı başına bir yöntem olup fidan dikimi ve gelişimini engelleyici faktörler varsa fidan dikimi yapılmamalıdır. Erozyonla mücadele çalışmalarında asıl amaç toprağın su ve rüzgarla taşınmasını önlemek ve toprağı yerinde tutmaktır. Erozyon kontrol sahalarında erozyon tedbirlerinin alınması (yamaç ıslahı ve oyuntu ıslahı tesislerinin yapılması) yeterlidir. Alınan bu tedbirler sonuncu sahalarda erozyon durdurulabilmişse amaç gerçekleşmiştir. Erozyon kontrolü projeleri düzenlenirken hektara dikilecek fidan adedi ve teras miktarının,

sahanın yetişme muhiti şartlarının da göz önünde bulundurularak uygulama projesini yapan kişi ile birlikte uygulayıcı tarafından müştereken belirlenmelidir. Erozyon kontrolü amacıyla tesis edilen sahalarda fidan dikimi yapılması durumunda, projede belirtilen başarı oranı esas alınır. Ancak bu başarı oranı **Ek 2**'de tabloya göre %50'nin altına düşmemelidir.

(2) Oyuntu ıslahı yapılan yerlerde başarı kriteri, yapılan enine yapılarının bozulmadan en az 10 yıl kalmasıdır. Yapılan enine yapıların tuttuğu sediment yeterli seviyeye ulaştığında enine yapıların arka tarafına dere akışını engellemeyecek şekilde fidan dikilmelidir.

(3) Erozyon kontrolü çalışmalarında oyuntu ıslahı yapılan yerler, beşinci yılında değerlendirilerek enine yapıların işlevlerini görüp görmediği tespit edilir. Eğer yapılarda herhangi bir hasar varsa bakımları yapılır. Yapılar işlevlerini yerine getirdiyse fidan dikimi yapılır. Bu tespitler neticesinde **Ek 3**'deki form esaslarına göre 70 puan başarı şartı aranacaktır.

Servis ve ulaşım yolları

MADDE 14- (1) İç taksimat şebekesi, servis yollarının tesisi ve bakımı için Genel Müdürlükçe her yıl yayımlanan "Ağaçlandırma, Rehabilitasyon, Toprak Muhafaza, Erozyon ve Sel Kontrolü, Mera Islahı, Fidanlık, Silvikültür ve Etüt Proje işlerinde kullanılacak "Birim Fiyat Cetveli"nde işe ait tanımı yapılan pozlar kullanılacaktır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ÇEŞİTLİ VE SON HÜKÜMLER

Yıllık program ve tekliflerin hazırlanmasında uyulacak ana prensipler

MADDE 15- (1) Yıllık program ve yatırım tekliflerinin hazırlanmasında, ödeneklerin etkin kullanılması, devam eden projelerin tamamlanması, havza bütünlüğünün sağlanması ve yapılan çalışmaların teknik olarak başarılı olması amacıyla aşağıda belirtilen maddelere dikkat edilir;

a) Uygulama projesi ve ön etüt raporu olmayan sahalar programa teklif edilmemelidir.
b) Uygulaması devam eden projelere öncelik verilir. Fiziki gerçekleşmesi belirli bir seviyeye gelmiş projelerin yarım kalmaması sağlanır.
c) Proje bütünlüğü; münferit küçük sahalar yerine, havza bütünlüğü sağlayan ve büyük proje uygulamalarına imkan veren sahalar programa teklif edilir.
d) Yerel talep ve destek; yöre halkının çalışılmasını talep ettiği, muhtarlık ve yerel idarelerin destek verdiği, sosyal yönden sorun yaşanmayacak sahalar programa teklif edilir.
e) Başarı şansı yüksek sahalar; iklim, toprak, bakı, yükselti ve arazi yapısı itibariyle;
    1. Yamaç ve oyuntu ıslahı tedbirlerinin uygulanacağı,
    2. Bitkilendirme ile başarı sağlanabilecek,
    3. Mekanik tedbirlerle erozyonun önlenebileceği,

    sahalar tercih edilir.
f) Kurumlar arası koordinasyon; diğer ormancılık faaliyetleri (ağaçlandırma, mera ıslahı, orköy, silvikültür, vb.) ve diğer kurum ve kuruluşların çalışmaları ile entegre yürütülebilecek sahalar programa alınır.

g) Mevcut orman alanları ile ekolojik ve coğrafi bütünlük sağlayan, orman bütünlüğünü tamamlayıcı sahalar öncelikli olarak programa teklif edilir.
h) Risk önceliği; erozyon ve sediment zararının yüksek olduğu ve yerleşim yerleri ile altyapı tesislerini tehdit eden sahalar yıllık programa öncelikli olarak alınır.
i) İçme suyu havzaları; içme suyu temin edilen baraj ve gölet havzalarında kalan sahalara öncelik verilir.
j) Uygulanabilirlik; mülkiyet, izin, tahsis, aplikasyon ve proje işlemleri tamamlanabilecek ve aynı yıl içerisinde uygulamaya başlanabilecek sahalar programa teklif edilir.
k) Ödenek verimliliği; birim maliyet açısından daha fazla alanın ıslah edileceği ve yapılan yatırımın ekonomik ve çevresel faydasının yüksek olduğu sahalar tercih edilir.
l) Halkın katılımı; halkın katılımının sağlandığı, otlatma kontrolünün yapılabileceği ve yapılan tesislerin korunabileceği sahalar programa teklif edilir.

ORBİS'e verilerin girilmesi

Yersel dağılım

MADDE 16- (1) Toprak muhafaza ve erozyon kontrolü faaliyetleri kapsamında yatırım programında kümülatif olarak belirlenmiş tesis ve bakım çalışmalarına ait yersel dağılımlar, ilgili birimlerce Mart ayı sonuna kadar ORBİS'e veri girişi sağlanarak Genel Müdürlük onayına sunulmalıdır.

Kesin sonuç

MADDE 17- (1) Toprak muhafaza ve erozyon kontrolü faaliyeti kapsamında gerçekleştirilen tesis ve bakım çalışmalarına ilişkin kesin uygulama sonuçları "mali yılı" takip eden Ocak ayı sonuna kadar ilgili

birimlerce ORBİS'e veri girişi sağlanarak Genel Müdürlük onayına sunulmalıdır.

Suç zabıtlarının düzenlenmesi

MADDE 18- (1) Orman muhafaza memurları ağaçlandırma ve erozyon kontrolü sahalarının korunmasından sorumlu olup orman suçlarına ilişkin delilleri tespit ederek, 6831 sayılı Orman Kanun hükümlerine göre orman suçlarının takibi yapılır.

Erozyon kontrolü sahaların devri

MADDE 19- (1) İlgili işletme şefi veya ATM şefinin görev değişikliklerinde sahaların devir teslimi yapılacaktır. Devir teslim işlemi **Ek 4**'deki form doldurularak yapılacaktır.

Erozyon kontrolü çalışmaları ile ilgili tutulacak defterler

MADDE 20- (1) Erozyon kontrolü sahalarında uygulanan metot ve tekniğin bilinmesi, önceki yıllarda yapılan çalışmalar ve alınan sonuçların tespiti, yapılan gözlem sonucu daha başarılı olabilmek için ne yapılması gerektiğinin belirlenmesi gibi hususlarda uygulayıcıya devamlı ışık tutacak "Teknik Gözlem Defteri" detaylı bilgileri kapsayacak bir şekilde özenle tutulacaktır. Görev değişikliklerinde erozyon kontrolü sahalarının devir tesliminde sahaya ait "Teknik Gözlem Defteri" de teslim tesellüm edilecektir.

Yürürlük

MADDE 21- (1) Bu tamim yürürlüğe girmesiyle 1/6/1998 tarihinde yayınlanan 14 No'lu Erozyon Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlar ilişkin Tamim yürürlükten kaldırılmıştır.

Yürütme

MADDE 22- (1) Bu Tamim hükümlerini Orman Genel Müdürü yürütür.





İçindekiler Tablosu

1. TEMEL KAVRAMLAR 3

1.1. DAĞLIK ARAZİ 3
1.2. HAVZA 3
1.3. YAĞIŞ 9
1.3.1. Konveksiyonel Yağışlar 9
1.3.2. Orografik Yağışlar 9
1.3.3. Depresyonik (Siklonik) Yağışlar Veya Cephesel Yağışlar 9
1.4. EROZYON 11

2. EROZYONUN TANIMI ÇEŞİTLERİ 14

2.1. SU EROZYONU 15
2.1.1. Yüzey Erozyonu ve Sınıflandırılması 19
2.1.2. Oyuntu Erozyonu ve Sınıflandırılması: 22
2.1.3. Mecra Erozyonu (Kıyı ve Taban Oyulmaları): 27
2.2. RÜZGÂR EROZYONU 30
2.2.1. Rüzgârla Toprak Parçacıklarının Taşınması 32
2.2.2. Rüzgâr Erozyonunun Aşamaları 34
2.2.3. Rüzgâr Erozyonunu Etkileyen Faktörler 34

3. SU EROZYONU KONTROL TESİSLERİ 37

3.1. İDARİ ÖNLEMLER 39
3.2.KÜLTÜREL ÖNLEMLER 41
3.3.MEKANİK ÖNLEMLER 41
3.4. SU EROZYONU İLE MÜCADELE TEKNİKLERİ 42
3.4.1. Yamaç Islahı Tesisleri 44
3.4.2. Teras Yapımı 80
3.4.3. Makine ile Toprak İşleme 94
3.4.4. Oyuntu ve Mecra Islahı Tesisleri 118

4. RÜZGÂR EROZYONU İLE MÜCADELE 169

4.1. KORUYUCU ORMAN KUŞAKLARI 169
4.2. RÜZGÂR ŞERİTLERİ (PERDELERİ) 169
4.2.1. Şeritlerin Rüzgâr Geçirgenliklerine Göre Çeşitleri 174
4.2.2. Rüzgâr Perdelerinin (Şerit) Tesisi 175
4.3. KUMUL TESPİT ÇALIŞMALARI 182

4.3.1. Ön Eksibenin (Ön Kumulun) Teşkili 185
4.3.2. Yüzeysel Kum Hareketlerinin Önlenmesi 188

5. DİKİM 196

5.1. DİKİMİN GENEL ESASLARI 196
5.2. DİKİM METOTLARI VE DİKİM TEKNİĞİ 198
5.2.1. Plantuvar Dikimi 198
5.2.2. Çapa ile Çukurda Kenar Dikimi 199
5.2.3. Adi Çukur Dikimi 201

6. BAKIM 204

6.1. İŞÇİ GÜCÜ İLE BAKIM 204
6.1.1. Ot Alma ve Çapa 205
6.1.2. Sürgün Kontrolü 207
6.1.3. Teras onarımı 208
6.1.4. Tamamlama Dikimleri 208
6.2. BOŞLUKLU BALTALIK ORMANLIK ALANLARIN İYİLEŞTİRİLMESİ 209
6.2.1. Canlandırma Kesimleri 210
6.2.3. Rehabilitasyon 215

7. DİKENLİ TEL ÇİT İHATA 218

7.1. SAHALARIN TEL ÖRGÜ İLE ÇEVRİLMESİ 218
7.2. ÇUKUR BOYUTLARI VE ÇUKURLARIN AÇILMASI 219
7.3. EMPRENYE METODLARI 222
7.4. EMPRENYE MADDELERİ 223
7.5. KATRANLAMA 223
KAYNAKLAR 228

BÖLÜM I

1. TEMEL KAVRAMLAR

Erozyon genellikle yukarı havzalarda görülmektedir. Erozyonla mücadeleye konu olan araziler büyük çoğunlukla dağlık mıntıkalarda bulunmaktadır. Bu "Erozyon Kontrol Uygulama Teknikleri" tamiminde yukarı havzalarda meydana gelen, erozyona karşı alınacak önlemler belirlenmiştir. Bu nedenle sık sık karşımıza çıkacak olan bazı temel kavramlar aşağıda açıklanmıştır.

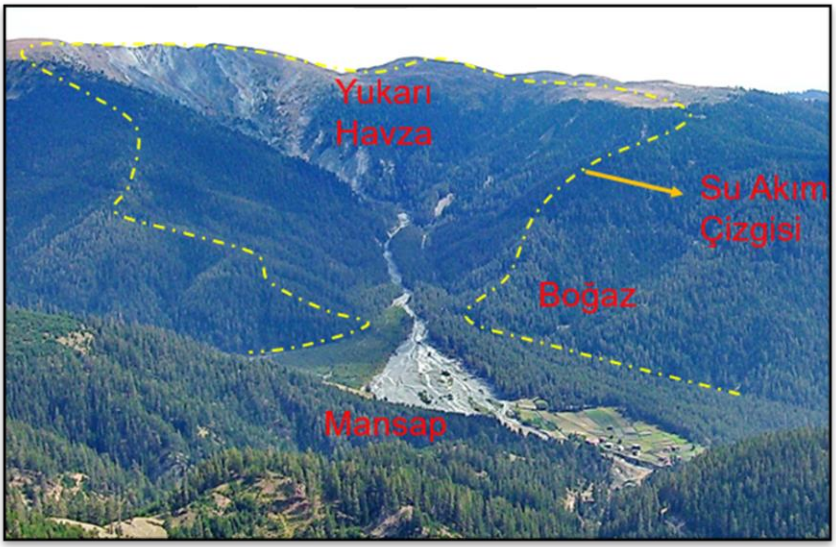
1.1. Dağlık arazi

Dağlık arazi kavramı için kesin bir tanımlama yapmak zordur. Çevresine göre rakımı birden bire yükselen yeryüzü yükseltilerine dağ denildiği gibi, belli bir yükseltinin üzerindeki sarp arazilerin çok olduğu yerler dağlık arazi olarak tanımlanabilir. Dağlık arazide yerine göre, ovalar, geniş vadi tabanları, yaylalar ve çukurluklar bulunabilir. (Tavşanoğlu ,1974)

Bununla birlikte çeşitli kaynaklarda, arazinin yükselti kuşakları esas alınarak bazı somut kriterlerin belirlendiği ve genel tanımlamaların yapıldığı görülmektedir. Örneğin; denizden yüksekliği 200 - 1000 metre (m) arasında olan engebeli araziye "dalgalı arazi", 1000 - 1500 m arasında olan dağlık araziye "orta yüksek dağlık arazi", 1500 m nin üzerinde olan dağlık araziye ise "yüksek dağlık arazi" denilmektedir.

1.2. Havza

Su havzası, yağış ve kaynak suları bir mecrada toplanarak denize, göle ya da baraj gölüne akan ve bir su ayırım hattı ile çevrili olan su toplama alanıdır. Su toplanma alanları basen olarak da adlandırılır.

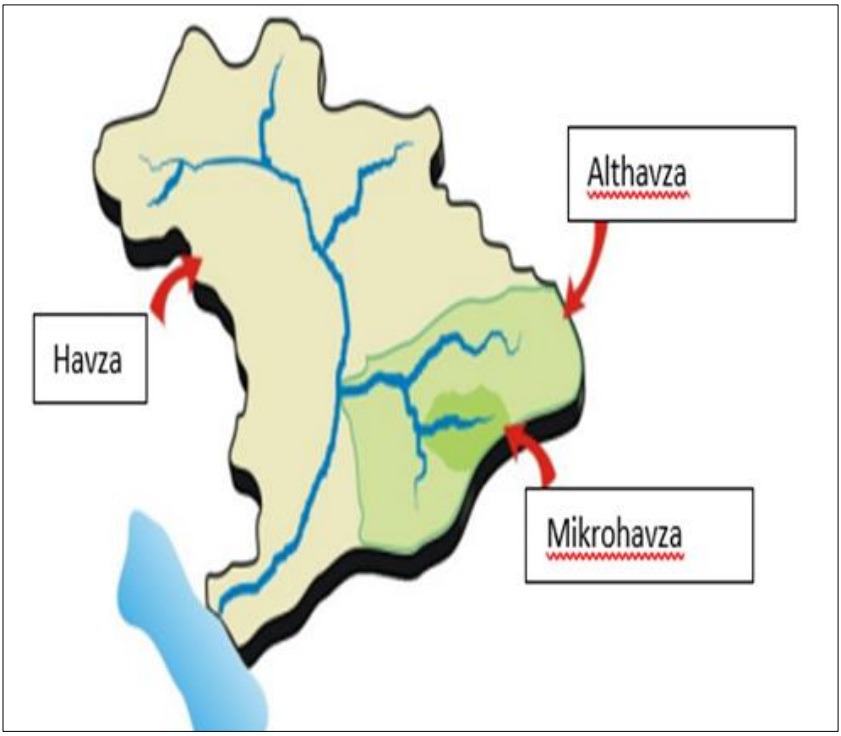


Fotoğraf 1.1. Bir Akarsu Havzasının Bölümleri

Türkiye 25 ana havzaya, 441 alt havzaya ve 10.343 mikro havzaya ayrılmıştır. Havzalar birbirinden su ayrım çizgisiyle ayrılır. Su ayrım çizgisinin topoğrafik ayrım çizgisiyle çakıştığı, yani çıkış noktasından başlayarak arazideki en yüksek noktalardan geçtiği kabul edilir. Bu tanım yüzeysel akış açısından doğrudur. Fakat komşu bir havzaya ayrılan su yer altından sızmalar ile tekrar tanımlanan havzaya girebilir. Bu genellikle karstik bölgelerde basınçlı akiferlerde görülür. Bu durumda ve bu tanımda gerçek havza sınırı belirsizdir.

Yukarı havza: Bir akarsu havzasının üst bölümü ve su toplama alanıdır.

Mikrohavza: Yüzey veya yüzey-altı akışlarla belirli bir drenaj sistemini (ırmak, nehir, veya göl) besleyen en küçük hidrolojik birimdir.



Şekil 1.2. Havza, Alt Havza, Mikro Havza

Alt havza: Havzanın sularını denize boşaltan ana akarsuya bağlı, daha küçük akarsular veya göller için su toplama alanıdır.

Sayı	Havza Kodu	Ulusal Havza Adı	Alt Havza Sayısı	Mikro havza Sayısı	Toplam Alanı (Ha)
1	TR21	Fırat – Dicle	77	1969	17.625.808,15
2	TR15	Kızılırmak	54	1266	8.220.542,89
3	TR12	Sakarya	28	736	6.331.747,89
4	TR16	Konya Kapalı	16	311	5.002.810,93
5	TR14	Yeşilırmak	19	541	3.958.360,26
6	TR13	Batı Karadeniz	13	382	2.883.349,26

7	TR24	Aras	9	225	2.794.033,31
8	TR07	Büyük Menderes	18	579	2.601.548,70
9	TR03	Susurluk	17	384	2.430.712,18
10	TR02	Marmara	24	462	2.352.024,44
11	TR22	Doğu Karadeniz	11	278	2.286.268,66
12	TR17	Doğu Akdeniz	7	275	2.193.209,48
13	TR20	Ceyhan	17	343	2.184.090,80
14	TR18	Seyhan	13	302	2.130.038,92
15	TR08	Batı Akdeniz	18	307	2.099.071,85
16	TR23	Çoruh	12	263	2.025.735,44
17	TR09	Antalya	13	253	2.023.542,19
18	TR25	Van Gölü	11	175	1.789.273,59
19	TR05	Gediz	17	367	1.714.228,30
20	TR01	Meriç-Ergene	9	201	1.449.838,73
21	TR04	Kuzey Ege	12	219	987.809,42
22	TR11	Akarçay	5	97	799.523,64
23	TR19	Asi	7	132	789.608,38
24	TR06	Küçük Menderes	7	174	696.049,53
25	TR10	Burdur	7	102	629.542,65
Genel Toplam			**441**	**10343**	**77.998.769,60**

Tablo 1.1. SYGM'ye (Su Yönetimi Gn. Md.) Göre Türkiye' nin Ulusal, Alt ve Mikro Havzaları

Havza ıslahı: Havzada, bozulan toprak, su, bitki örtüsü koşullarının iyileştirilmesine ve doğal dengeyi sağlamaya yönelik teknik, kültürel ve idari tedbirlerin alınması ile havzada yaşayan halkın sosyo-kültürel ve ekonomik kalkınmalarının sağlanması için yapılan çalışmalardır.

Her havzada suyun toplandığı üst kısımlara yukarı havza, ana havzaya bağlı daha küçük havzalara alt havza denir. Yukarı havzadan gelen suyun kullanıldığı alt kısma aşağı havza ya da vadi denir. Yukarı havza ve aşağı havza terimlerinin kapsamları, her duruma uyacak kesin bir belirleme ile ayrılamaz.

Su Toplama Havzası Alanı; eğer yüzeysel akış, sadece su toplama havzasından oluşan toplam hacim olarak tanımlanmıyorsa, birim alana göre ifade edilmek isteniyorsa, bütün etmenler sabit kalmasına rağmen en yüksek yüzeysel akış, alan büyüdükçe küçülür. Bu, suyun toplanma zamanına (konsantrasyon zamanı) bağlıdır. Konsantrasyon süresi, akışın en uzak noktadan çıkış noktasına erişmesi için geçen süredir.

Erozyon ve sel kontrol çalışmalarında özellikle oyuntuların ve mecraların tahkimi için alınacak önlemlerin belirlenmesinde su havzası büyüklükleri önemlidir. Bu bakımdan, su havzaları büyüklükleri dikkate alınarak da sınıflandırılmıştır.

1. Küçük havzalar	$S \leq 100$ ha
2. Orta büyüklükte havzalar	$100 \text{ ha} < S \leq 1.000$ ha
3. Büyük havzalar	$1000 \text{ ha} < S \leq 10.000$ ha
4. Çok büyük havzalar	$S > 10.000$ ha

Tablo 1.2. Havzaların Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması (Havzanın Büyüklüğü= S) (Alpay ve Okutan, 1966)

Düzenleme ve geliştirme birimleri olarak ele alınacak havzaların coğrafi, ekonomik ve sosyolojik bakımlardan homojenliği sağlayacak büyüklükte olmaları gerekir. Özellikle ormancılığı ilgilendiren havza ıslah çalışmalarından başarılı sonuçlar alınabilmesi için, büyük bir havzanın tamamının bir defada değil, daha küçük mikro havzalar şeklinde ayrı ayrı ele alınması uygundur.

Havza eğimi

Havza eğimi, bir akarsu havzasının veya alt havzanın ortalama topoğrafik dikliğini (yükseliş/yatay mesafe) ifade eder ve genellikle Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) kullanılarak CBS ortamında hesaplanan tüm eğim değerlerinin aritmetik ortalamasıdır.

Havza yüzeyinin fazla eğimli olması yüzey akışın çok daha hızlı akmasına ve akış zamanının çok kısa olmasına ve akış pikinin yüksek olmasına neden olur. Eğim arttıkça infiltrasyon kapasitesi düşer.

Havzanın drenaj yoğunluğu

Havzadaki akarsuların toplam uzunluğunun havza alanına oranı olup, 0.5-2.5 km/km² arasında değişir.

Akarsu

Genel olarak yağışlarla yeryüzüne düşen ve kaynaklardan çıkıp bir yatak içinde bir araya gelerek bir deniz veya göle dökülen sular olarak ifade edilebilir. En küçüğüne dere, biraz büyüğüne ve devamlı akış halinde olana çay, daha büyüklerine ise ırmak veya nehir denir.

Akarsu deseni

Akarsu kollarının hiyerarşik bir düzen içinde sıralanmasıdır. Akarsu deseni, yüzey akış hızına büyük ölçüde etki eder.

Akarsu yükü

Akarsuyun taşıdığı çözünür ve katı haldeki yüktür. Bu yük miktarı ton/yıl olarak ifade edilir.

Akarsu gücü

Akarsuyun sarf ettiği enerji oranı, akarsuyun aşındırma ve taşıma gücü olarak ifade edilir. Akarsu gücü, yataktan geçen su miktarına, suyun yoğunluğuna, hızına ve yatağın eğimine göre değişir.

Akarsu rejimi

Bir akarsuyun herhangi bir yerinden geçen suyun yıl içinde gösterdiği değişimdir. Akarsu rejimi düzenli ve düzensiz olmak üzere ikiye ayrılır. Akarsu rejimi, iklim koşullarına, akarsu eğimine ve jeolojik yapıya bağlı olarak değişir.

1.3. Yağış

Yağış, hava kitlesinin herhangi bir şekilde yükselmesi ve soğuması sonucu içindeki nemin yoğunlaşıp yağmur, kar ve dolu gibi, sıvı veya katı olarak yeryüzüne düşmesidir. Yağışlar 3 grupta toplanabilir.

1.3.1. Konveksiyonel yağışlar

Sıcak havalarda yeryüzü ısınmakta ve onunla temas halindeki hava kitlesinin de sıcaklığı artmaktadır. Bu durum havanın yükselmesine, genişlemesine, soğumasına, yoğunlaşmasına ve dolayısıyla yağışların oluşmasına neden olmaktadır ki bu tür yağışlara konveksiyonel yağışlar denir. Konveksiyonel yağışlar, genellikle yurdumuzda yaz aylarında meydana gelmektedir.

1.3.2. Orografik yağışlar

Şayet nemli hava kitlesi, önündeki bir topoğrafik engelden dolayı yükselmek zorunda kalırsa, yine bir genişleme, soğuma olur ve sonuçta da "Orografik yağışlar" oluşur. Yurdumuzun sahil bölgelerindeki yüksek yağışlar çoğunlukla bu şekilde meydana gelmektedir.

1.3.3. Depresyonik (Siklonik) yağışlar veya cephesel yağışlar

Kuzey yarım kürede hava alçak basınç merkezine, saat yelkovanının aksi yönde dönerek helezon şeklinde hareket ederek girer. Alçak basınç merkezinde hava kitlesi bir baca gibi yükselir, genişler ve dinamik olarak soğur ve bünyesindeki nem yoğunlaşarak yağışlar meydana gelir. Bu yağışlara "depresyonik (siklonik) ya da cephesel yağışlar" ismi verilmektedir.

Genellikle Türkiye üzerinde meydana gelen şiddetli yağışların depresyonik olduğu görülmüştür. Sahil bölgelerinde ve engebelerin bulunduğu diğer bölgelerde orografik sağanaklar, İç ve Doğu Anadolu'nun etrafı dağlarla çevrili kısımlarında konveksiyonel

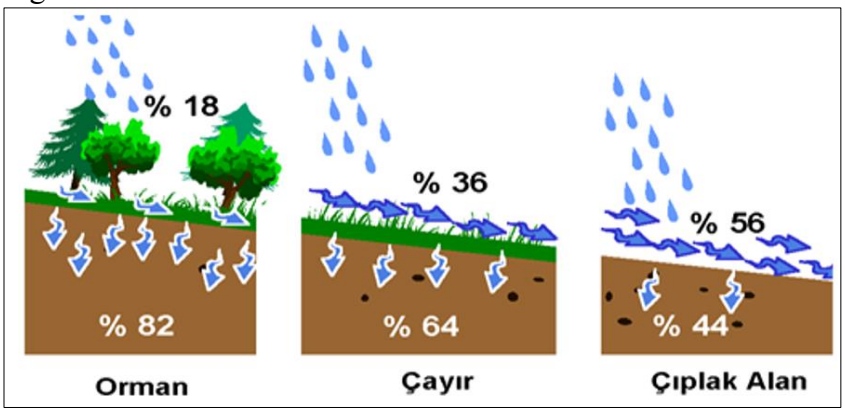
sağanaklar daha çok oluşur.

İntersepsiyon: Bitkilerin toprak üstü kısımları tarafından tutulan yağış sularının bir kısmının buharlaşarak tekrar atmosfere dönmesidir. İntersepsiyon üzerinde etkili olan faktörler; bitki örtüsü tipi, bitki türü, bitkilerin sıkı veya gevşek bir örtü meydana getirmeleri, yağış şekilleri, şiddeti ve miktarıdır.

Evaporasyon: Yeryüzüne düşen yağışın sıcaklık etkisiyle buharlaşmasıdır.

Transpirasyon: Bitkilerin kökleri ile aldıkları suyu yapraklarından buhar halinde atmosfere vermeleridir. Bitki ile çevresindeki hava arasındaki nem açığının yarattığı gerilim sonucunda bitki çevresine su verir. Evaporasyon ve transpirasyonun birbirinden ayrılarak ölçülmesi zor olduğu için birleştirilerek evapotranspirasyon denilmektedir.

İnfiltrasyon: Yağış sularının toprak yüzeyinden aşağıya doğru sızması olayıdır. Toprak yüzeyine ulaşan yağış suları ya yüzeysel akış haline geçer ya da infiltrasyonla toprağa sızar. Yağış sularının infiltrasyonla toprağa sızan miktarının, yağış miktarına oranı, yağış şiddetinin infiltrasyon kapasitesini aşıp aşmamasına bağlıdır.



Şekil 1.2. Arazi Kullanımın Durumunun Yüzeysel Akışa Etkisi

Toprağın infiltrasyon kapasitesinin en yüksek olduğu yağışın başlangıcında, şiddeti yüksek bir yağmur fazla bir yüzeysel akışa neden olmazken, toprağın infiltrasyon kapasitesinin en düşük olduğu yağışın sonuna doğru şiddeti yüksek bir yağmur aşırı yüzeysel akışlara neden olur. Şayet, yağışın şiddeti infiltrasyon kapasitesinden düşükse, bu durumda yağışın tamamı toprağa sızar. İnfiltrasyonla toprağa sızan suların bir kısmı toprak nemine eklenir, bir kısmı da yer altı ve taban suyu haline gelir. İnfiltrasyon kapasitesi; toprak nemine, toprağın çeşitli nedenlerle sıkışmasına, toprağın bünyesine ve yapısına, bitki örtüsü çeşidine ve toprağın sıcaklığına bağlı olarak değişir.

1.4 Erozyon

Toprak kümelerinin (agregatlarının) parçalanması, su, rüzgâr ve yerçekimi gibi etmenlerle taşınması ve sonuç olarak ait oldukları yerlerden farklı ortamlarda birikmesi olayıdır. Toprak erozyonu süreci, parçalanma, taşınma ve birikme aşamalarından oluşur.

Havza ölçeğinde oluşan başlıca erozyon çeşitleri, su erozyonu, rüzgâr erozyonu, kitle ve çığ erozyonu olarak ana başlıklar altında ele alınmaktadır. Su erozyonun süreçleri ise, yağmur damlası sıçrama (parçalanma) erozyonu, yüzey erozyonu, oluk-oyuntu erozyonu ve mecra erozyonudur.

Yağmur damlası sıçrama erozyonu

Düşen yağmur damlaları toprak yüzeyine çarptığında, toprak taneciklerini koparark havaya sıçratırlar. Parçalanma süreci, bu toprak sıçramalarının oluşması olayıdır. Bu yüzden, sıçrama erozyonu, yağmur damlasının vuruş etkisiyle toprak kümelerinin parçalanması süreci ile başlar ve parçalanan taneciklerin eğim aşağı yer çekimi kuvvetleri taşınması ile gerçekleşir.

Yüzey erozyonu

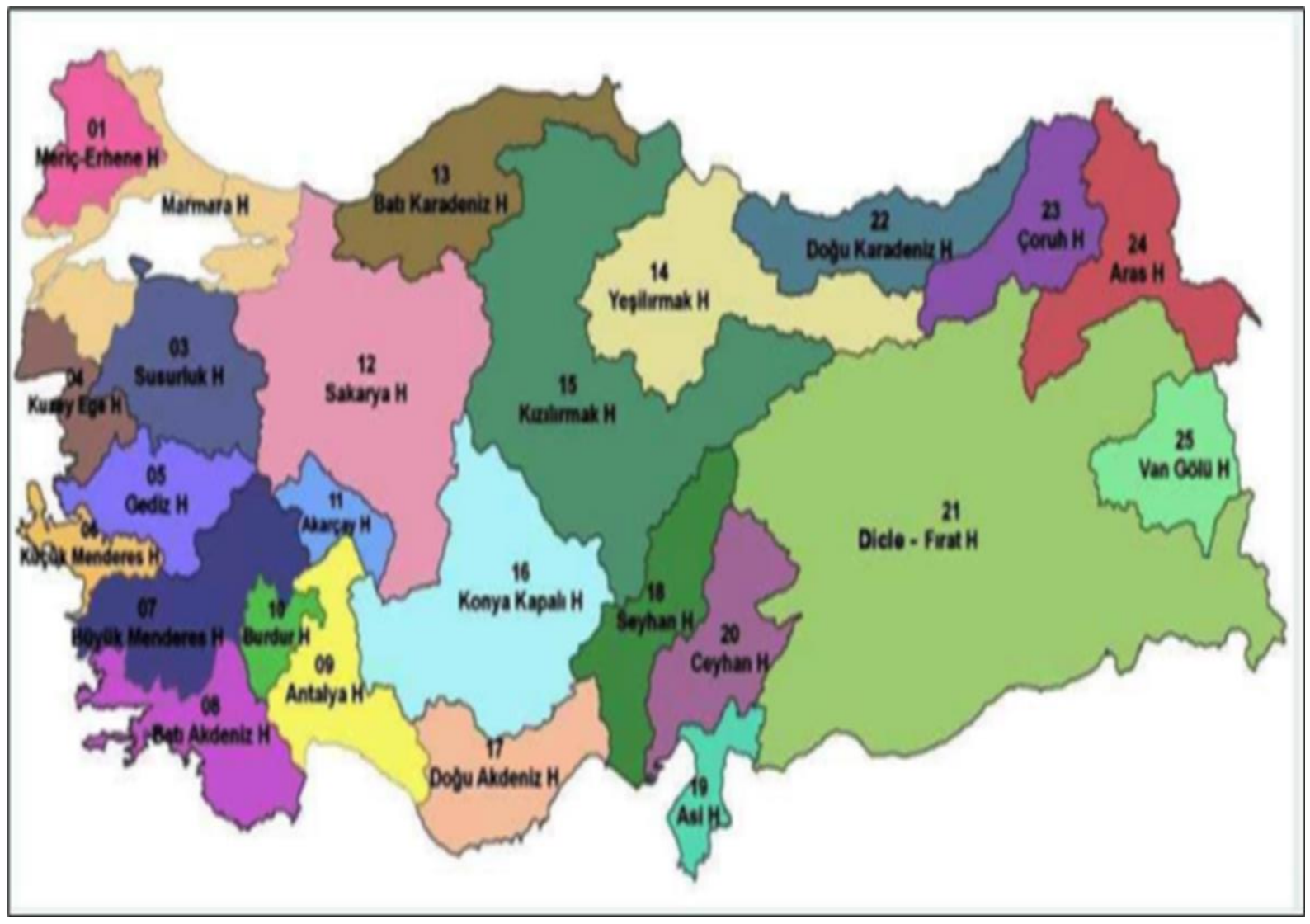
Yağmur damlasının parçalama ve yüzeysel akış taşıma süreçleri ile toprağın ince bir tabaka halinde uzaklaştırılması olayıdır.

Oluk (Parmak) erozyonu

Oluk erozyonu, birkaç cm derinlikteki küçük kanallarda yüzey akışlarının toplanarak toprak taneciklerini taşıması sürecidir. Genellikle, yeni sürülmüş topraklarda ve kazı – dolgu alanlarında görülür. Parmak erozyonu yaygın bir süreçtir. Bu erozyonla, yüzey akışların kanallardaki yoğunlaşmasına bağlı olarak toprak taneciklerini parçalama ve taşıma güçleri artar.

Oyuntu erozyonu

Topraktaki küçük oluklar, önlem alınmadığı takdirde, büyüdüklerinde oyuntu olarak adlandırılırlar. Oyuntularda yoğunlaşan hızlı yüzey akışları yüksek miktarlarda toprak taşınmasını da beraberinde getirir. Bu hızlı ve yüksek taşınım, drenaj hatları boyunca ve suların yoğunlaştığı alçak noktalarda derin oyuntuların oluşmasına neden olur. Özelikle de toprağın derin ve gevşek olduğu yerlerde daha sık görülmektedir.


01
Meriç-Ergene H
Marmara H
13
Batı Karadeniz H
22
Doğu Karadeniz H
23
Çoruh H
24
Aras H
14
Yeşilırmak H
03
Susurluk H
04
Kuzey Ege H
12
Sakarya H
15
Kızılırmak H
25
Van Gölü H
05
Gediz H
11
Akarçay H
21
Dicle - Fırat H
06
Küçük Menderes H
16
Konya Kapalı H
18
Seyhan H
07
Büyük Menderes H
10
Burdur H
20
Ceyhan H
09
Antalya H
08
Batı Akdeniz H
17
Doğu Akdeniz H
19
Asi H

BÖLÜM II

2.EROZYONUN TANIMI ÇEŞİTLERİ

Erozyon: yeryüzünde ana kaya üzerindeki toprağın çeşitli etkenlerle aşınıp, taşınmasıdır. Erozyon, tabiatın normal süreci içinde meydana geliyorsa buna normal erozyon denir ve jeolojik oluşumlar içinde cereyan eder. Şayet, insanın tabiattaki toprak-su-bitki arasındaki dengeyi bozucu nitelikteki müdahaleleri sonucu meydana geliyorsa hızlandırılmış erozyon adı verilir.

Erozyon, sebeplerine ve önem sırasına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.

- Su erozyonu,
- Rüzgâr erozyonu,
- Çığ erozyonu,
- Kitle hareketleri,
- Buzul erozyonu.

Erozyon çeşitlerinden en önemlisi, bilhassa ülkemizde tahribatı büyük boyutlara varan su erozyonudur. İkinci önemli erozyon çeşidi olan rüzgâr erozyonu da ülkemizde özellikle tarım alanlarında ve kıyı kumullarında etkili olmaktadır.

Su erozyonundan sonra diğer erozyon türlerini önem sırasına göre rüzgâr erozyonu, çığ erozyonu, heyelanlar (kitle harekertleri) ve buzul erozyonu şeklinde sıralayabiliriz. Bu tamim ve "Erozyon Kontrol Uygulama Teknikleri" kitabında erozyon şekilleri ve bunlarla mücadele önlemleri açısından ilk ikisi detaylı olarak açıklanmıştır. Buzul erozyonu, ülkemizde önlem alınmasını gerektirecek boyutta olmadığından yalnızca tanımının yapılması yeterli görülmüştür.

Rüzgâr erozyonu ile mücadele, bahsedilen alanlarda başarılı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ancak etkilediği alan genişliği ve insan yaşamında sebep olduğu olumsuzluklar nedeniyle su

erozyonu ile mücadele çalışmaları daha büyük alanlarda ve boyutlarda gerçekleştirilmektedir. Son zamanlarda yerleşim alanlarının artması sonucu su erozyonunun bütüncül etkisi ile oluşan sel afetleri doğal yaşamımızı daha fazla etkilemeye başlamıştır.

2.1 Su erozyonu

Su erozyonu, diğer erozyon çeşitleri içerisinde en yaygın ve en etkilisi olduğundan dolayı özellikle yurdumuzda erozyon denince ilk akla gelen erozyon çeşidi su erozyonu olmaktadır. Eğimli arazilerde, vejetasyonun zayıflaması veya tamamının yok olmasıyla yere düşen yağmur damlaları, darbe etkisi ile toprak parçalarını yerinden koparır, parçalar ve yüzeysel akışa geçen yağmur suları bu toprak parçalarını sürükleyerek aşağılara taşırlar.

Yüzeysel akış halindeki sular aşağılara indikçe, diğer yüzeysel akış suları ile birleşerek güçlenir ve giderek taşıma gücü artar. Böylece, beraberinde taşıdığı toprak ve iri materyal miktarı çoğalarak, daha hızlı bir şekilde akan ve büyük zararlara sebep olabilen sel ve taşkınlar meydana gelir.

Su erozyonunun oluşumu dört evredir;

1. Toprak parçacıklarının yağmur damlası tesiriyle kopması,
2. Kopan parçacıkların süspanse olması,
3. Süspanse olan toprak parçacıklarının su ile taşınması,
4. Süspanse olarak taşınan toprak parçacıkların çökelmesi.

Söz konusu bu olaylar, doğada ayrı ayrı görülebildiği gibi, genellikle bu hareketler birbiri içine girer, bazen biri, ikisi veya üçü bir arada görülür.

Su erozyonunu oluşturan ana faktörler, hareket halinde bulunan suyun hidrolik, mekanik ve çözücü (eritici) etkileridir. Hidrolik etki, hareket halindeki suyun, kendi kitlesinden ve çıkış hızından

kaynaklanan kinetik enerji sayesinde zeminden parçalar koparması ve taşımasıdır.

Kinetik Enerji = E_k = ½ mv^2'dir.

Burada,

E_k = Kinetik Enerji joule(j)

m = Kütle (kg)

V = Hız (m/sn)'dir.

Mekanik etki, su tarafından sürüklenen materyalin zemine, yatak tabanına ve yanlarına çarpılması şeklindeki etkidir. Bu etki ile meydana gelen aşınmaya korazyon (çarpma suretiyle aşındırma) denir. Çözücü etki ise, suların geçtikleri alanlarda, bazı maddeleri çözüp eritmeleri şeklinde görülür. Bu etki sonunda meydana gelen aşınmaya da korozyon adı verilmektedir.

Erozyona etki eden faktörler

Bover (1956), toprak erozyonunu etkileyen faktörleri bir fonksiyonla ifade etmiştir.

E = f (C, T, V, S, H)

Burada;

f = Fonksiyon

E = Erozyon

C = İklim,

T = Topoğrafya,

V = Vejetasyon,

S = Toprak,

H = İnsan'dır.

İklim

İklimin erozyon üzerine etkisi, yağış, sıcaklık ve rüzgâr ile olmaktadır. Bunların içerisinde en önemlisi yağış olup, yağışın; şekli, şiddeti, süresi ve zamanı erozyona farklı etki etmektedir. Yağışın süresi uzun, şiddeti fazla ise erozyon da yüksek olmaktadır.

Topoğrafya

Yamacın eğimi ve uzunluğu erozyonda önemli topoğrafik etkenlerdir. Erozyonun şiddeti bakımından eğim çok daha önemlidir. Yapılan araştırmalarda, eğimin %5'den %10'a çıkması halinde, erozyon miktarında 3 kat, %15'e çıkması halinde ise 5 kat artış olduğu tespit edilmiştir.

Vejetasyon ve ölü örtü

Çıplak arazilere kıyasla bir bitki örtüsü ile kaplı arazilerde erozyon daha az oluşmaktadır. Bitki örtüsü, intersepsiyonla toprağa ulaşan yağışın miktarını, şiddetini ve mekanik etkisini azaltmaktadır. Ayrıca, bitki örtüsü, toprak yüzeyinde oluşturduğu ölü örtü ile toprağı yağmura karşı korur. Özellikle orman ölü örtüsü, kendi ağırlığının 3-5 katı kadar su tutma özelliği yanında en şiddetli yağışların tamamını kolaylıkla geçirebilecek bir infiltrasyon kapasitesine sahiptir.

Ayrıca, bitki örtüsünün sıklığı, kapalılığı ve boyu yüzeysel akışın önünde mekanik bir engel oluşturur ve suyun erosif gücünü azaltır. Vejetasyon kökleri ile de toprakta permeabiliteyi (geçirgenlik) ve infiltrasyonu artırarak yüzeysel akışı en aza indirir.

Anakaya – Toprak

Toprak erozyonunu etkileyen toprak ve ana materyalle ilgili özellikler, toprakların erodibilitesi (erozyon eğilimi değeri) ve toprakların ıslanabilme yetenekleridir.

Toprakların erodibilitesi (toprak aşınabilirliği), toprakların öz niteliklerine bağlı bir kavramdır. Ana materyal, aynı dış erosif etkenler altında, farklı şekilde erozyona uğruyorsa, erodibilite karakteristiklerinin (toprak özelliklerinin) farklı olmasındandır.

Örneğin, bazı sediment, gnays ve şistler erozyona karşı hassastır. Bazalt, gabro ve andezit gibi ana materyaller erozyona karşı son derece dayanıklıdır.

Ayrıca toprağın fiziksel özellikleri yüzeysel akış miktarını etkilemektedir. Dolayısıyla toprağın tekstürü, strüktürü, nem ve organik madde miktarı su erozyonuna etki eden faktörler arasında yer almaktadır. Kaba tekstürlü toprakların infiltrasyon kabiliyeti yüksek olduğundan yüzeysel akış ince tekstürlü topraklara göre daha az olur.

Toprağın nem miktarı da yüzeysel akışı etkilemektedir. Toprağın çok kuru veya çok yaş olması halinde yüzeysel akış fazla olur.

Toprak doygunluk derecesinde ıslak olduğu zaman infiltrasyon kabiliyeti azalır veya tamamen ortadan kalkar, çok kuru olması halinde ise topraktaki boşluklar hava ile doludur, yağış sularının toprağa girmesi için havanın çıkması gerekir. Bu ise toprak özelliklerine bağlı olarak çok yavaş olur. Özellikle düşük sıcaklıklarda, toprak sıcaklığının yüzeysel akış miktarına etkisi daha fazladır. Toprak donmuş halde iken eriyen karlardan veya yağış sularından toprak yüzeyine gelen kısım, toprak içine girmeden yüzeysel akışa geçer. Özellikle ilkbahar mevsimindeki yağmurlar ve kar suları için bu durum söz konusudur. Toprak yüzünde ölü ve diri örtü bulunuşu yüzeysel akışı azaltır.

İnsan faktörü

Tabiattan en çok yararlanan, tabiatı en cok tahrip eden ve en cok imar eden insandır. Zaten insan etkisi olmadan meydana gelen erozyona normal erozyon denilmektedir. İnsanlar, tarımsal, sosyal ve ekonomik ihtiyaçları için doğal bitki örtüsünü değişik

şekillerde tahrip ederek toprağı diğer kullanım şekillerine dönüştürmektedir. Bu dönüşüm sürecinde tedbir alınmadığında erozyonun hızı artar.



Fotoğraf 2.1.Yüksek Eğimde Yanlış Sürüm

Su erozyonu üç guruba ayrılmaktadır.

2.1.1. Yüzey erozyonu ve sınıflandırılması

Yüzey erozyonu, eğimli bir arazi üzerinde toprak parçacıklarının yağmur suları etkisi ile yerlerinden oynatılıp, eğim yönünde aşağı doğru taşınması olayıdır. Arazi eğiminin düzgün ve yüzeyin düz olduğu yerlerde, yüzeysel akışın çizgi halinde veya derecikler şeklindeki belli kanallarda yoğunlaşmadığı durumlarda yağmur damlacıklarının etkisi ile yerlerinden kopan toprak parçacıklarını yüzeysel akışa geçen suların taşıması ile meydana gelen erozyondur. Yüzey erozyonunda arazi yüzeyi ne kadar düz olursa olsun, yüzeysel akışa geçen sular bazı sığ oluklar meydana getirebilir. Bunlar dikkat çekecek derecede değilse yüzey erozyonu içinde kabul edilebilir, çizgiler halinde belirginlik kazanmışsa,

oyuntu erozyonunun ilk aşamasından söz edilmesi daha doğrudur. Bu çeşit erozyon, arazi yüzeyinin tamamına yayılmış olduğundan ve çoğu zaman suda süspanse olarak veya eriyik halinde taşınan toprak açık bir şekilde gözle görülmediğinden ve arazi yüzeyindeki değişim de kısa sürede olmadığından, erozyon tahribatı hemen fark edilememektedir. O nedenle, yüzey erozyonunun verdiği zarar çoğu zaman önemsenmez.



Fotoğraf 2.2.Yüzey Erozyonun İlerlemiş Hali

Oysa yüzey erozyonu ülkemiz için telafisi zor, bazen telafisi mümkün olmayan büyük zararlara neden olan erozyon çeşididir. Arazideki organik maddece zengin verimli üst toprak tabakası yüzey erozyonu ile taşınarak, toprak tamamen verimsiz ve kıraç hale gelebilir. Erozyonun ileri aşamalarında, ana kayanın meydana çıkmasından sonra, ıslah çalışmaları ile arazinin tekrar kazanılma şansı da ortadan kalkmaktadır.



Fotoğraf 2.3.Yüzey ve Oyuntu Erozyonun İlerlemiş Hali

Yüzey erozyonunun aktif olduğu su toplama havzalarında oluşan seller, can ve mal kaybına neden olmakta, ayrıca yerleşim ve tarım alanlarına ulaşım yollarına ve yolların sanat yapılarına büyük zararlar vermektedir. Sellerin taşıdığı rusubatla barajların, göl ve göletlerin dolması hızlanmaktadır. Bu nedenle ekonomik olarak ülkemiz büyük zarara uğramaktadır.

Yüzey erozyonu, bitki örtüsünden yoksun ve korumasız kullanılan arazide şiddetini artırır. Genellikle, su geçirmez bir alt toprak üzerinde bulunan ve sığ bir üst toprak içeren alanlar ile ince tekstürlü ve organik madde içermeyen topraklarda bu tip erozyon daha şiddetlidir.

EROZYON SINIFI	İSİMLENDİRME	TANIMLAMA
0	Erozyon yok	Erozyon yok, ya da ihmal edilebilir derecede az
1	Hafif erozyon	Üst toprağın %0 – 25'i taşınmış
2	Orta şiddette erozyon	Üst toprağın %25 – 75'i taşınmış
3	Şiddetli erozyon	Üst toprağın %75 – 100'ü taşınmış
4	Çok şiddetli erozyon	Üst toprağın tamamı, alt toprağın %25 – 75' i taşınmış
5	Son derece şiddetli erozyon	Üst toprağın tamamı, alt toprağın %75'den fazlası taşınmış

Tablo 2.1.Yüzey Erozyonunun Sınıflandırılması (Uzunsoy ve Görcelioğlu, 1985)

2.1.2. Oyuntu erozyonu ve sınıflandırılması

Oyuntular, herhangi bir toprak işleme aleti ile ıslah edilemeyecek genişlikte ve derinlikte, uzunluğuna eğimli çukurlardır. Yüzeysel akışın eğimli bir yamaç üzerinde belli bir yoğunluk ve hız kazanması halinde oluşan kinetik enerji ile toprak derinlemesine oyulur ve gittikçe daha büyük kanallar meydana gelir. Oluşan bu kanallara oyuntu ve bu şekilde toprak taşınmasına da oyuntu erozyonu denir. Yağışlarla birlikte bu oyuntular birer su kanalı veya derecik gibi su taşırlar.

Oyuntu erozyonunun başlıca nedeni, arazi kullanma şeklinde meydana gelen değişiklikler yani yanlış arazi kullanımıdır. Sürdürülebilir bir havza yönetiminde, arazideki mevcut oyuntular kararlı denge durumundadır. Bu durumda oyuntulardan taşınan su miktarı oyuntunun şekline, hacmine ve eğimi ile doğru orantılıdır. Yanlış arazi kullanımında, oyuntunun denge eğimi bozularak, derinliği ve genişliği de değişecektir.

Ormanların tahribi, meralarda aşırı otlatma ve yanlış tarım uygulamaları gibi arazilerin gelişi güzel kullanılması durumunda yüzeysel akış artacaktır. Böylece maksimum yüzeysel akış artarsa yeni bir denge oluşuncaya kadar oyuntu genişleyecek ve eğimi de artacaktır. Yanlış arazi kullanımı devam ettikçe, oyuntu yatağında yüzeysel akışın yoğunlaşması ile oyuntunun derinleşmesi, genişlemesi ve oyuntu başının yukarıya doğru ilerlemesi kaçınılmazdır. Bu süreç, oyuntunun stabil hale gelmesi için gerekli yeni denge koşullarının oluşmasına kadar devam eder.

Bir başka ifade ile oyuntu erozyonu, oluk erozyonunun ilerlemiş safhasıdır. Daha büyük toprak kitlelerinin taşınmasına sebep olan bu çeşit erozyon, sel ve taşkın olayının da başlıca nedenidir.

Oyuntu erozyonu, yamaç arazi üzerinde çizgiler oluşmaya başlaması ile kendini gösterir. Çizgi erozyonu ise, oyuntu erozyonunun ilk aşamasıdır. Bir yamaç üzerinde, yüzeysel akışın belli bir yoğunluk ve hız kazanması halinde oluşan kinetik enerji ile toprak derinlemesine oyulur ve yarılır. Yağışlarla birlikte oyuntular da birer su kanalı ve derecik gibi su taşırlar. Bu safhada çizgilerin derinliği 0.30 m' den fazla değildir. Daha fazla ilerlemiş ve derinleşmiş, küçük dere şeklini almış oyuntulara sel yarıntısı, daha büyüklerine ise sel dereciği denir. Sel dereciklerinin daha büyükleri sel deresi ismini alır.



Fotoğraf 2.4.Oyuntu (Çizgi 0-30 cm) Erozyonu

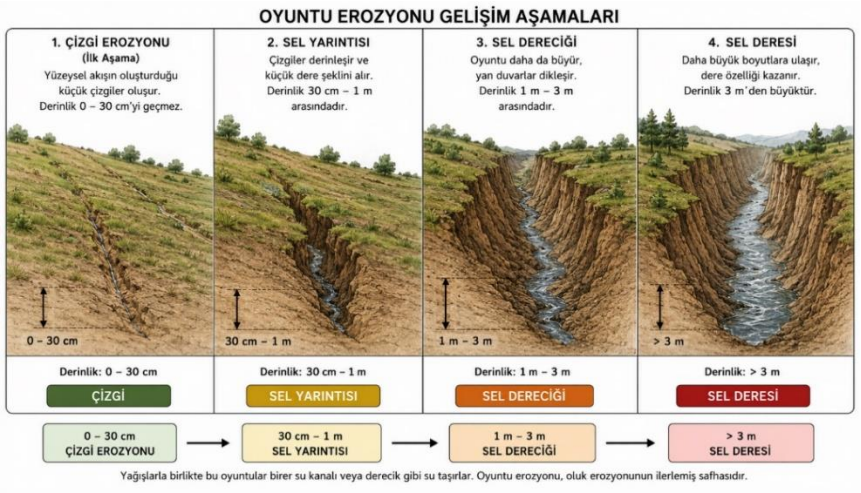
Gevşek yapıdaki, kaba tekstürlü, sığ toprak tabakalarına sahip eğimli arazilerde, şiddetli yağışlardan sonra meydana gelen aşırı ve hızlı yüzeysel akışlarla yoğun erozyon hareketi meydana gelir. Özellikle, yüksek eğimli dik yamaçlarda, kısa zaman süreçlerinde büyük toprak taşınmaları meydana gelebilir.



Fotoğraf 2.5.Oyuntu (Sel Yarıntısı 30-100 cm) Erozyonu

TANIM	DERİNLİĞİ (cm)
Çizgi	0 - 30
Sel yarıntısı	31 - 100
Sel Dereciği	101 - 300
Sel Deresi	301>

Tablo 2.2. Oyuntunun Derinliğine Göre Sınıflandırılması (Aşk,1977)



Şekil 2.1.Oyuntu Erozyonu Gelişim Aşamaları

SIKLIĞI	TANIMLAMA
Seyrek oyuntular	Oyuntular arası mesafe 30 m den fazla
Sık oyuntular	Oyuntular arası mesafe 30 m den az ve
Çok sık ve geniş oyuntular	Geniş ve derin oyuntular alanın %75'inden fazlasını kaplıyor.

Tablo 2.3. Oyuntunun Sıklığına Göre Sınıflandırılması (Norton, 1939; USDA, 1949)



Fotoğraf 2.6. Oyuntu Erozyonun İlerlemiş Hali (Sık Oyuntular)

OYUNTUNUN		
Niteliği	**Derinliği (m)**	**Yağış Alanı (ha)**
Küçük	1 veya daha az	2 veya daha az
Orta	1 - 5	2 - 20
Büyük	5 veya daha çok	20 veya daha çok

Tablo 2.4. Oyuntunun Büyüklüğüne Göre Sınıflandırılması (Scwab ve ark., 1966)



Fotoğraf 2.7. Yol Yapımından Sonra Oluşan Sel Dereciği Oluşumu

Ana sel deresi, havzanın su toplama bölgesinden başlayıp, boğaz bölgesinden geçerek birikme konisi bölümünde devam eder. Mecra yatağının eğimi, denge eğimi düzeyine düşüp, denge profili meydana gelene kadar dere yatağında oyulmalar devam eder.

2.1.3. Mecra erozyonu (Kıyı ve taban oyulmaları)

Akarsuların kendi yataklarını ve kenarlarını aşındırmasına mecra erozyonu denir. Akarsuların tabanını aşındırması veya oyması ile akarsu yatak erozyonu, akarsuların kenarlarına yaptığı aşındırma ile de akarsu kıyı erozyonu oluşur. Bir başka ifade ile akarsu veya dere yataklarında kıyı ve taban oyulmalarının ve şev göçmelerinin meydana geldiği yatak veya kıyı erozyonu mecra erozyonu olarak değerlendirilir.

Kıyı erozyonu, daha ziyade vadilerde, ana sel derelerinde kıyılardaki toprakların, akarsuların meydana getirdiği taban ve kıyı oyulmaların sonucu şevlerin ve yamaçların göçmesi ve taşınması olayıdır. Bu erozyonla, sel dereleri stabil olmayan dere tabanını ve kıyı şevlerini sel suları ile oyar ve aşındırır.

Korozyon, toprakların kitle halinde göçmesi ve taşınması şeklinde kendini gösterir ve daha çok sel olayları sırasında oluşur. Büyük sellerde verimli allüvial toprakların tamamen kaybolduğu, araziyi taş ve çakıl yığınlarının kapladığı sık rastlanan olaylardır. Sonuçta dere eğiminin az olduğu yerlerde dere tabanı rüsubatla dolarak taşkına neden olur.

2.1.3.1 Akarsularda kıyı erozyonu

Akarsularda meydana gelen kıyı erozyonunda akarsu eğimi önem arz etmektedir. Eğimin fazla olduğu sahalarda erozyon taban oyulması şeklinde gerçekleşirken, eğimin az olduğu özellikle denge eğimine yakın sahalarda kıyı oyulmaları meydana gelir. Kıyı oyulmaları özellikle akarsu bitişiğinde bulunan tarım alanlarının daralmasına, akarsu yatağına yakın yerleşim yerlerinde zararlara neden olmaktadır.

Bu erozyonla, sel dereleri oturmuş olmayan dere tabanını ve kıyı şevlerini sel suları ile oyar ve aşındırır. Korozyon, toprakların kitle halinde göçmesi ve taşınması şeklinde kendini gösterir ve daha çok sel olayları sırasında olur. Büyük sellerde verimli allüvial toprakların tamamen kaybolduğu, araziyi taş ve çakıl yığınlarının kapladığı sık rastlanan olaylardandır. Sonuçta dere eğiminin düşük olduğu yerlerde dere tabanı rüsubatla dolarak taşkına neden olur.

Mecradaki kıyı ve taban oyulmalarında ıslah çalışmaları kapsamında yeterli önlem alınmadığı takdirde, mecra erozyonu aktif olarak devam etmektedir. Sel sorunlarının büyük çoğunluğu ise mecra ve oyuntu erozyonundan kaynaklanmaktadır.



Fotoğraf 2.8. Kıyı ve Taban Oyulması

2.1.3.1.1. Denizlerde kıyı erozyonu

Denizlerde görülen kıyı erozyonu ise kara parçasının denizler ile temas ettiği yerlerde görülmektedir. Kıyı bölgelerini, etkileyen rüzgâr, dalga, akıntı gibi çeşitli dış etmenler ve kıyıları besleyen akarsular gibi kaynakların kıyılardan malzeme kaybına yol açan çeşitli faktörlerin etkisi altında binlerce yıllarla ifade edilebilen süreçte, kum, çakıl, silt ve kil gibi katı madde (sediment) taşınımı açısından dinamik bir dengeye ulaşır. Böylece, kıyı dengesini bozacak bir faktör etkin olmadığı sürece kıyılarda önemli ölçüde erozyon (kıyı gerilemesi) veya yığılma (kıyı ilerlemesi) durumlarıyla karşılaşılmaz.

Kıyının dinamik dengesini bozan en önemli faktörler, mevsimlerdeki anormal değişimler sonucu büyük fırtınaların oluşması şeklindeki doğal faktörler ve çeşitli insan faaliyetleri sonucu meydana gelen yapay (insan yapısı) faktörlerdir. Doğal faktörlerin etkisi onlarca yıllarla ifade edilebilen uzun sürelerde kendini gösterirken, yapay faktörlerin sonuçları birkaç yıl hatta

birkaç aylık kısa sürelerde görülebilmektedir. (Yüksek, 1995).

2.2. Rüzgâr erozyonu

Rüzgâr, yüksek basınçtan alçak basınca doğru çoğunlukla yatay, bazen de dikey yönde olan hava hareketidir. Rüzgâr, dünyada hava sıcaklığının değişimi ve transferinde, yağış ve okyanus akımlarının oluşumunda, ayrıca bitkilerin döllenmesinde son derece etkili ve önemlidir.



Fotoğraf 2.9.Rüzgâr Erozyonu

Şiddetli rüzgârlar bitkilerde sarsılmalara sebep olurlar. Bu esnadaki zararlar mekaniktir. Bitkilerin dokuları, bu sarsıntılardan zarar görür. Böylece kuvvetli rüzgârlar bitkinin büyüme gücünün azalmasına topraktaki suyun buharlaşmasına ve sonunda bitkinin ölmesine sebep olurlar. Toprakta buharlaşmanın azaltılması, kar ve yağmur suyunun toprakta depolanması, rüzgâr koruma tesisleri ile mümkündür.

Karbondioksit miktarı mevcut organik bitkilerin çürümesinden ve humusun toprakta yanmasından dolayı toprağa yakın yerlerde daha

yüksektir. Rüzgâr, karbondioksiti topraktan uzaklaştırırsa, bitkinin fotosentez için karbondioksit alımı azalır. Böylece asimilasyon yavaşlar ve bitki büyümesi engellenmiş olur.

Ayrıca ormandan yoksun meyilli ve engebeli dağlık arazilerde bulunan tarlalar ağaç yokluğundan korumasızdır. Tarlalar, direkt güneş ışığının zararlarına maruzdur. Orman tahribatları neticesinde elde edilen arazinin üst toprağı taşınarak çoraklaşmış ve tarla değerini yavaş yavaş kaybetmiştir. Bu nedenle bu tarlaların sürdürülebilirliği epeyce zordur. Arazi kuraklığa doğru giderken tarlalarda da zararlı haşereler hızla çoğalmaktadır. Böyle yerlerde arazi ıslah tedbirleri içerisinde, rüzgâr koruma tesisleri en büyük faydayı sağlayacaktır.

Özellikle, dağlık mıntıkalardaki ormanın azaltıldığı veya tahrip edildiği yerlerdeki tarım alanlarında gruplar halinde ağaçlandırma çalışmaları yapılmalı ve mevcut bitki örtüsünün de iyileştirilmesine çalışılmalıdır. Geniş tarımsal arazilerin etrafı rüzgâr koruma şeritleri ile çevrilmelidir. Rüzgâr koruma şeritlerinin uygun bir tarzda araziye tesis edilmesi ile bölgenin rehabilitasyonu yavaş yavaş gerçekleşecek ve memleket ekonomisine bu sahalar daha fazla katkı sağlayacaktır.

Yeterli bitki örtüsü bulunmayan, oldukça düz ve geniş arazilerde, gevşek yapıdaki kuru ve ince bünyeli toprağın, şiddetli rüzgâr ların etkisi ile parçacıklar halinde yerinden oynatılarak sıçrama, sürüklenme ve uçma hareketleri ile yer değiştirmesi olayına rüzgâr erozyonu denir.

Bir başka ifade ile rüzgâr erozyonu, bitki örtüsünden yoksun, düz ve geniş arazilerde, gevşek, kuru ve ince bünyeli toprakların rüzgârın etkisi ile yerinden oynatılarak toz bulutları halinde yer değiştirmesine denilmektedir.

Rüzgâr ince toprak parçacıklarını, bitki besin elementlerini taşıyarak toprağın verim gücünü düşürür. Toprağa ve tarımsal

ürünlere verdiği zararın yanında çeşitli yapılara ve tesislere de zarar verir. Toz fırtınaları havayı kirletir. Tarlalardan almış olduğu tozları, ince toprak tanelerini ve çeşitli mikropları taşımak suretiyle insanlarda sağlık problemlerine neden olur.

Rüzgârlar belli bir hızın üzerine çıktıkları zaman ilk önce toprak parçalarını yerlerinden oynatırlar. Daha sonra küçük toprak parçalarını toprak yüzeyi üzerinden kaldırırlar. Kalkan bu parçalar rüzgâra en hassas olan ince elemanlar ve kumlardır.

Rüzgâr hızı, toprak üzerindeki ilk birkaç metre yüksekliğe kadar parabolik bir formül dahilinde yükselir, daha sonra bu hız süratle artar. Erozyonun şiddeti de rüzgâr hızı ile orantılı olarak artar. 15 - 20 km/saatlik bir hız, rüzgâr erozyonunun başlaması için yeterlidir. Daha sonra erozyon, rüzgâr hızının küpü ile orantılı bir şekilde artar.

Toprağın buharlaşmasında yatay hava hareketi, dikey hava hareketinden çok daha fazla tesirlidir. Rüzgâr, normal şartlarda toprak üzerindeki su buharı ile zengin havayı, bütün vejetasyon mevsimi boyunca gece ve gündüz, her sıcaklık derecesinde ve her estiğinde götürür. Buharlaşma rüzgârın şiddeti ile artar. Buharlaşan su miktarı rüzgâr hızının karekökü ile orantılıdır. Örneğin, rüzgâr hızı 4 m/sn ise, buharlaşan su miktarı 2 kg /m^2/gündür, rüzgâr hızı 16 m/sn ise, buharlaşan su miktarı 4 kg/m^2/gündür.

2.2.1. Rüzgârla toprak parçacıklarının taşınması

2.2.1.1.Yüzeyden sürüklenme ve yuvarlanma

Sıçrama hareketi yapan daha küçük taneciklerin alçalarak toprağı dövmeleri sonucu daha büyük toprak taneciklerinin yüzeyde yuvarlanarak yer değiştirmeleri olayıdır. Bu şekilde taşınan toprak taneciklerinin çapları 0.5 mm ile 2.0 mm arasında değişir.

2.2.1.2.Saltasyon (Sıçrama) hareketi

Rüzgâr erozyonunun en önemli şekli sıçrama hareketidir. Rüzgâr erozyonu ile taşınan materyalin yaklaşık %55 ile %72'si sıçrama hareketi ile taşınır. Ayrıca sıçrama hareketi olmadan süspansiyon ve sürükleme olayı gerçekleşmez.

Orta büyüklükteki tanelerden süspansiyon hale geçemeyecek kadar irice, fakat sıçrayıp bir müddet havada kalacak kadar küçük olan çapları 0.1-0.5 mm arasındaki parçacıklar sıçrama ile taşınırlar.

2.2.1.3.Süspansiyon hareketi

İnce toz tanecikleri havada askıda (süspansiyon) iken toz fırtınaları halinde taşınırlar. Süspansiyon, 0.1 mm'den daha küçük taneciklerin havada asılı bir şekilde hareketine denir. Bu şekilde topraklar, yerden 1 metre yukarıdan uzak mesafelere kadar taşınabilmektedir.



Fotoğraf 2.10. Rüzgâr Erozyonu, (Toz fırtınası)

2.2.2. Rüzgâr erozyonunun aşamaları

- Hareketin başlaması,
- Taşınma,
- Yığılma,

Rüzgâr erozyonu genellikle kurak ve yarı kurak iklim şartlarının hüküm sürdüğü yörelerde oluşur. Rüzgâr sayesinde verimli topraklar, yerlerinden koparılarak başka yerlere taşınır ve devamlı yığılma sonucu lös toprakları (*Rüzgârın savurduğu ince yapılı toz ve silt gibi maddeler, dünyanın bazı bölgelerinde geniş bir araziye yayılır. Mineral açısından verimli ve zengin olan bu malzeme tabakasına lös denir*.) oluşur. Rüzgârın etkisi ile yalnızca verimli toprakların kaybı söz konusu olmaz, aynı zamanda buharlaşmanın hızlanması ile toprak nemliliği de azalır. Ayrıca, şiddetli rüzgârlar bitki büyümesinin yavaşlamasına ve verimin düşmesine sebep olur.

2.2.3. Rüzgâr erozyonunu etkileyen faktörler

Rüzgâr erozyonunu etkileyen faktörler; iklim, toprak, vejetasyon, yüzeysel pürüzlülük ve erozyon alanının uzunluğudur.

2.2.3.1 İklim

Rüzgâr erozyonunu etkileyen iklim faktörleri, rüzgârın yönü, şiddeti ve süresi, yıllık yağış miktarı, mevsimlere dağılımı, sıcaklık, buharlaşma ve nispi nemdir. Toprak taneciklerinin fiziksel özellikleri yer değişmelerde etkili ise de esas olarak kuru taneler uçmakta, toprağın ıslak durumunda toprak hareketi olmamaktadır. Bu açıdan rüzgâr erozyonunda iklimin etkisi büyüktür. Kurak ve yarı kurak bölgelerde düşük nispi nem, düşük yağış miktarı ile sıcak ve sert rüzgârlar toprağın hareketini kolaylaştırmaktadır. Toprak üzerinde rüzgârın esmesi, evaporosyonu yükseltir ve toprak rutubetini azaltır. Toprağı savurarak verimin düşmesine neden olur.

Rüzgâr erozyonu akarsu, göl ve deniz kıyısındaki kumlu topraklarda da etkilidir. Yağışın yıl içerisindeki dağılımının düzensiz olduğu yağışlı bölgelerde kurak geçen periyotlar içerisinde toprağın rüzgâr erozyonuna karşı duyarlılığı artmaktadır. Rüzgâr erozyonu her yerde ve her dönemde görülebilen ancak, yıllık yağışların düzensiz, toprak yüzeyinin kuru ve bitki örtüsünden yoksun kurak ve yarı kurak bölgelerde daha etkili olan bir erozyon çeşididir.

2.2.3.2.Toprak

Rüzgâr erozyonunda toprağın tekstürü, strüktürü, tane yoğunluğu, organik maddesi, nem içeriği önemlidir. Toprağın gevşek, kuru ve kolay ufalanabilir olması rüzgâr erozyonunu artırıcı etkenlerdir.

2.2.3.3.Yüzeysel pürüzlülük

Arazi yüzeyindeki girinti çıkıntılar arasındaki yükseklik farkları arttıkça, rüzgâr erozyonu şiddeti de artmaktadır. Çünkü, çıkıntılar daha çok rüzgâr etkisine maruz kaldığından, rüzgâr aşındırma ve taşınması fazla olur.

2.2.3.4.Bitki örtüsü

Bitki örtüsünün boyu, sıklığı, tipi, rüzgâr erozyonunda etkilidir. Çünkü, vejetasyon rüzgâr hızını azaltarak, erozyonu önlemektedir. Erozyona uğrayan alanın genişliği ve uzunluğu fazla ise rüzgâr erozyonu da artmaktadır.

2.2.3.5.Arazi kullanımı

Ormanların tahrip edilmesi, meraların ve tarım alanlarının yanlış kullanımı rüzgâr erozyonuna sebep olmaktadır.



BÖLÜM III

3. SU EROZYONU KONTROL TESİSLERİ

Eğimli bir arazi üzerinde toprak parçacıklarının özellikle bitki örtüsünden mahrum yerlerde yağmur sularının etkisiyle kaldırılıp, eğim yönünde aşağı doğru taşınması ile yüzey erozyonu meydana gelir. Yüzey erozyonu, bir su toplama havzasındaki erozyonun başlangıcıdır. Yüzey erezyonun ilerlemiş safhasında oyuntu erozyonu ortaya cıkar. Oyuntu erezyonu yamaçta çizgiler halinde belirginleşir, oyuntu erozyonu bulunan ana sel deresi havzasında, çızgi erozyonu dahil olmak üzere, oyuntu erozyonun dört safhası görülebilmektedir. Yamaçlarda yüzeysel akışa geçen sular önce çizgiler halınde oyulmalar oluşturur. Daha sonra, çizgi halindeki birçok oyuntudan gelen suların birleşmesi ile sürükleme ve oyma etkisi artan aşağıda daha derin oyulmalar meydana getirir. Böylece, oyuntu erozyonu olan bir sel havzasında yukardan aşağıya doğru önce çizgi erozyonu ve bunu sel yarıntıları, sel dereciği ve nihayet ana sel deresi takip eder. Yüzey ve oyuntu erozyonun oluşum döngüsü bu şekilde devam etmektedir.

Havzalardaki suyun döngüsü bir bütün olup döngünün de bir bütün olarak ele alınması, izlenmesi ve değerlenmesi gerekmektedir. Havzaya bütüncül olarak bakılması, havza kaynaklarının daha akılcı kullanımını da sağlamaktadır. Bu nedenle erozyon ve selin önlenmesine dönük yaklaşımlar, katılımcı entegre havza yönetimi çerçevesinde ele alınmalıdır.

Erozyon kontrolü çalışmaları, etkilerini kısa sürede ortaya koyan uygulamalar olmayıp; toprak, su ve bitki örtüsü üzerindeki olumlu sonuçlarını uzun yıllar içerisinde gösteren, süreklilik gerektiren yatırımlardır. Bu nedenle, erozyonla mücadele faaliyetlerinin yalnızca tek bir alan veya münferit sahalarda uygulanması yerine,

su toplama alanının tamamını kapsayan havza ölçeğinde planlanması ve yürütülmesi büyük önem taşımaktadır.

Havza bazında gerçekleştirilen çalışmalar; havzanın üst bölümünden, havzanın altına kadar toprak, su ve bitki ilişkilerini birlikte değerlendirme imkânı sağlayarak alınan tedbirlerin birbirini tamamlamasına imkan tanır. Ağaçlandırma, erozyon kontrolü, mera ıslahı, sel kontrolü, tarımsal tedbirler ve kırsal kalkınma uygulamalarının entegre şekilde ele alınması; yapılan yatırımların kalıcılığını artırmakta, doğal kaynakların korunmasını güçlendirmekte ve uygulamaların ekonomik etkinliğini yükseltmektedir.

Bu yaklaşım sayesinde, sahada yapılan çalışmalar yalnızca erozyonun azaltılmasına değil; aynı zamanda su kaynaklarının korunmasına, taşkın riskinin düşürülmesine, tarımsal verimliliğin artırılmasına ve kırsal yaşam koşullarının iyileştirilmesine de katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla erozyon kontrolü çalışmalarının havza bazında ve diğer koruyucu/iyileştirici tedbirlerle birlikte planlanması; uygulamaların devamlılığını, başarısını ve kamu kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlayan temel bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir.

Havza bazında gerçekleştirilen çalışmalar; üst havzadan alt havzaya kadar toprak, su ve bitki ilişkilerini birlikte değerlendirme imkânı sağlayarak alınan tedbirlerin birbirini tamamlamasına olanak tanır. Ağaçlandırma, teraslama, mera ıslahı, sel kontrolü, tarımsal tedbirler ve kırsal kalkınma uygulamalarının entegre şekilde ele alınması; yapılan yatırımların kalıcılığını artırmakta, doğal kaynakların korunmasını güçlendirmekte ve uygulamaların ekonomik etkinliğini yükseltmektedir.

Ana sel deresi havzanın su toplama bölgesinden başlayarak, boğaz bölgesinden geçer ve birikme konisinde devam eder. Bu bakımdan bir sel deresi havzası üç bölümde ele alaınabilir. Bunlar:

- Su toplama bölgesi,
- Boğaz bölgesi,
- Birikme konisi

Sel deresi havzasında alınacak erozyon kontrolü önlemleri idari, kültürel ve mekanik olmk üzere üç bölümde toplayabiliriz.

3.1. İdari önlemler

Erozyon ve sel, doğal dengenin bozulması ile ortaya çıktığından, dengenin bozulmasına neden olan insan müdahalelerinin durdurulmasına dönük tedbirler, idari önlemler olarak ifade edilebilir. Erozyona maruz bulunan bir sahadaki aşırı otlatmaya engel olunması veya otlatmanın bitki örtüsünü bozmayacak şekilde düzenlenmesi, arazi sınıflamasına göre arazi kullanımının temini, sorunun çözümü için halkın katılımını sağlayacak yöntemlerin tespiti ve uygulamaya konulması ve sahanın otlatma veya diğer faydalanma şekillerine karşıkoruma altına alınması gibi önlemler idari önlemler arasında sayılabilir.

Erozyonla mücadelede idari önlemlerin en kapsamlısı, halkın refah düzeyinin yükseltilmesini de içeren projelerin uygulamaya konulmasıdır. Çünkü erozyonun asıl sebebinin, toprak-su ve bitki arasındaki doğal dengenin bozulmasına yol açan yanlış insan müdahalesi olduğundan erozyonla mücadelede başarılı olabilmek için önce yöredeki halkın erozyon sahasına olumsuz müdahalesinin önlenmesi ve uygulamaya konacak projenin halk tarafından benimsenmesi ve desteklenmesi gerekir. Bunu sağlamanın yolu da uygulamaya konacak projelerin, teknik önlemlerle sınırlı kalmaması, halkın sosyo ekonomik sorunlarını

çözecek uygulamalar da yaparak yöre halkının projeye dahil edilmesi gerekmektedir.



Fotoğraf 3.1. OGM Tarafından Köy Halkını Bilgilendirme Toplantısı

Bu tür entegre projelerde, havzaya yeniden yeterli bitki örtüsü geliştirmeye dönük çalışmalar yanında, halkın refah düzeyini yükseltecek tarımın, hayvancılığın ve el sanatlarının geliştirilmesi gibi faaliyetler de yer almaktadır. Sosyal ormancılık olarak da ifade edilebilen bu yöntemde projenin hazırlanmasından, uygulamaların sonuçlandırılmasına kadar her aşamada kararlar halkla birlikte alınmakta uygulamalarda ise halka aktif görevler verilmektedir. Böylece halkın, projeyi kendi projesi olarak benimsemesi yapılan işlere sahip çıkması sağlanmaktadır.



Fotoğraf 3.2. OGM Tarafından Köy Halkı Bilgilendirme Toplantısı

3.2. Kültürel önlemler

Kültürel önlemler, bitki örtüsü tesis etmek veya mevcut bitki örtüsünü geliştirmek suretiyle erozyonu durdurmayı amaçlayan uygulamalardır. Havzada yapılan ağaçlandırma, örtü geliştirme, otlandırma, mera ıslahı çalışmaları, taban oyulmasının olmadığı, fazla sediment taşımayan dere yataklarının yöreye uygun bitki türleri ile ağaçlandırılması, otlu suyolu tesisi gibi çalışmalar bitkisel ve kültürel tedbirler kapsamındadır. Dere yataklarının bitki örtüsü ile tahkim edilmesine dönük tedbirler, yukarı havzada teknik önlem alınamayan veya alınan önlemlerin yetersiz kaldığı durumlarda derelerin ıslahı için kullanılabilir.

3.3. Mekanik önlemler

Teraslama, çevirme hendeği gibi arazi hazırlığı niteliğindeki önlemler ile kuruduvar eşik, kafes tel eşik, miks eşik, ahşap eşik, gabion eşik, türündeki sınai tesisler, dogrudan yüzeysel akışı ve

rüsubat taşınmasını kontrol altına almaya yönelik mekanik önlemler arasında yer almaktadır. Sahanın korunma altına alınması ile bitki örtüsünün gelişmesinin mümkün olmadığı, bu nedenle bitki örtüsünün tesis edilebilmesi için teras açılmasına ihtiyaç bulunduğu veya bu tip çalışmalarında yetersiz kaldığı ise tesis edilen taş kordonlar gibi çalışmalar mekanik önlemler arasındadır.

Mekanik önlemler, sel oluşmadan önce alınması gerekli tedbirler olarak ele alınmalıdır. Öncelikle yamaç arazilerde yüzeysel akışı azaltıcı teknik ve kültürel tedbirler, oyuntularda su akışını düzenleyen, akarsu kıyılarını tahkim eden tesisler planlanmalıdır. Bu konuda tarım, orman, mera ve diğer araziler kullanımlarına göre ayrı olarak planlanmalı ve uygulanmalıdır.

3.4. Su erozyonu ile mücadele teknikleri

Bilindiği gibi bitki türleri, bulundukları mıntıkalarda uzun zamandan beri kendilerine uygun gelen bir toprak ve iklime adapte olmuşlardır.

Meyili yüksek dağlık alanlarda vejetasyonun, herhangi bir tahrip sonucunda kaybolması halinde, sahaya tekrar gelmesi uzun zaman alabilir. Bu nedenle sahaya kısa zamanda, yeniden vejetasyon getirebilmek ve yüzeysel akışı durdurabilmek için teraslar yapılır. Bu terasların en önemli görevi, yamacın teraslar vasıtasıyla kesilerek aşağı doğru akan suyun taşıma gücünün azaltılarak erozyonun durdurulması ve dikilecek fidana gerekli toprak şartlarının hazırlanmasıdır.

Yüzey erozyonu ile mücadele edeceğimiz arazilerde üst toprak tabakasının yeterli olması halinde, erozyonun, vejetasyonla ıslahı yeterli olabilir. Bu topraklarda orman toprağının oluşması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Genellikle böyle yerlerde ekolojik istekleri az olan türler üzerinde durulmalıdır. Bu arazilerde üst toprak tabakası hareket halinde olduğu için seçeceğimiz bitki ve ot türleri derin kök yapmalı ve

toprağı tamamen kapatmalıdır.

Erozyon ile mücadele edeceğimiz arazide genellikle yüzeyden aşınma ve taşınma başlamıştır. Bazen üst toprak tabakası tamamen kaybolmuş, fakirleşmiş ve derinliği azalmış toprak şartları ile karşı karşıya kalınır. Özellikle ana materyal, kumlu tortul depo, fliş veya volkanik kum ve tüf ise üst toprak taşındıktan sonra ana materyal ortaya çıkmıştır. Bu tür sahalarda erozyon tedbirlerinin ana materyal üzerinde alınması söz konusudur.

Çalışılacak sahada, ana materyal; sert kireç taşı, mermer, kristalen şist ve volkanik kayalar ise, toprak taşınmasından sonra erozyon durmaktadır. Bu tip arazilerde ağaçlandırma yönünden yapılacak pek bir şey bulunmamaktadır. Ancak; bu arazilerden taşınan materyal alttaki ziraat arazilerine meskûn sahalara ve tesislere zarar veriyorsa taşınan malzemeyi durdurmak için mekanik önlemler alınabilir.

Erozyonla savaş çalışmalarının etkili ve ekonomik olabilmesi için tekniğinin iyi bilinmesi önemlidir. Önemli olan diğer bir husus da yapılacak tesislerin yerinde ve amacına uygun bir şekilde olmasıdır. Diğer bir deyimle her tesis öncelikle gerekli olduğu yerde ve tekniğine uygun ve ekonomik bir şekilde yapılmalıdır. Örneğin, teraslama ve ağaçlandırma ile bir havzada gerek yamaçlarda ve gerekse dere içlerinde toprak hareketleri durdurulabilecekse, buraya, erozyona dönük dere içi sınai tesisleri ilave etmek, gereksiz bir masraftır.

Su toplama havzasında çalışmaların etkili ve ekonomik olması, bütün bu faktörlerin iyi etüt edilerek, nerede ne yapılabileceğine önceden isabetli karar verilmesine bağlı bulunmaktadır. Uygulamalarda hata yapmamak için yapılacak işler projede yeterince açıklanmalı ve tesislerin yerleri, nerelerde ve ne tür arazi hazırlığı yapılacağı, yapılacak işler haritasında gösterilmelidir.

3.4.1. Yamaç ıslahı tesisleri

Yamaç ıslahı tesisleri değişik kullanımlar altındaki yamaç arazilerde, erozyon ve selin durdurulmasında genellikle iki ilkede hareket edilmektedir.

- Yağmur damlasının toprak yüzeyi üzerindeki yıkıcı etkisini ortadan kaldırmak veya azaltmak,

- Yüzeysel akışın tehlikesiz bir şekilde akmasını ve toprak içine infiltrasyonunu sağlamak.

Her iki amacı gerçekleştirebilmek için toprak, su ve bitki arasında doğal dengenin sağlanması gerekir. Bütün erozyon kontrol önlemlerinin amacı bu doğal dengeyi tesis etmeye dönüktür. Çünkü, erozyon toprağın çeşitli faktörlerle yerinden koparılarak sürüklenmesidir. Sel ise suyun sürükleyici gücü ile oluşmaktadır. Suyun sürükleyici etkisini ortadan kaldırmak için bitki örtüsünün güçlendirilmesi zorunluluğu vardır. O halde, erozyonu önlemeye yönelik insan müdahaleleri genellikle bitki örtüsünü geliştirmek için yapılmaktadır. Buna kısaca, bitkilendirme de denilmektedir. Bitkilendirme çalışmaları içinde, başta ağaçlandırma olmak üzere enerji ormanı tesisi, çalılandırma ve otlandırma faaliyetlerini sayabiliriz.

Erozyon kontrol sahalarında yapılacak ağaçlandırmalar aynı zamanda prodüktif orman tesisi amacıyla yapılıyorsa, verimliliği artırmak için ekonomik prensipler içinde her türlü teknik uygulamalar yapılabilir.

Şayet, yapılan çalışmalar yalnızca erozyonu durdurmaya dönükse, en etkili ve en ekonomik olan önlemler tercih edilmelidir. Bu nedenle, bitkilendirme veya örtü geliştirme söz konusu olduğu zaman, önce korumaya alınarak sahaya yeterli vejetasyon

örtüsünün gelip gelmeyeceği üzerinde durulmalıdır. Çünkü sahanın korumaya alınması, en ekonomik müdahale şeklidir. Ayrıca, başka önlemler uygulansa dahi, koruma yapılması yine de şarttır. Özellikle, erozyon ve sel sorununun ileri boyutlarda olduğu İç, Doğu, Güneydoğu Anadolu Bölgeleri gibi kurak ve yarı kurak mıntıkalarda, suni müdahalelerle bitki örtüsünün yeniden tesisi hem pahalı, uzun zamanlı, hem de güç çalışmalardır. Ayrıca, kurak ve yarı kurak bölgelerimizde hüküm sürmekte olan erozyon ve selin asıl sebebinin aşırı faydalanma sonucu bitki örtüsünün tahribi olduğu dikkate alınırsa, seli durdurmanın ön şartının, tahrip edici faydalanmanın önlenmesi olduğu ortaya çıkmaktadır.

Doğrusu, erozyona maruz bulunan havzalarımızın büyük bir bölümünde, koruma yapıldığı takdirde toprakta, yeniden, yeterli bitki örtüsünün gelmesini sağlayacak kadar ot ve çeşitli bitki kök kalıntıları mevcuttur. Bunun için bir ölçü vermek gerekirse, bir sahanın korumaya alınması ile kendiliğinden, yeniden otla kaplanabilmesi için 1 m^2 'de bir ot kökünün bulunması yeterlidir.

Mevcut ot örtüsü yoğunluğu daha az ise suni yolla otlandırılması düşünülebilir. Aksi halde, özel koşullar dışında, suni yolla otlandırma çalışmalarının koruma yoluyla örtü geliştirmeye göre daha pahalı bir yöntem oluşu iklim ve toprak şartlarından kaynaklanan ve başarı riskini artıran bir takım teknik güçlüklerin bulunması halinde suni yolla otlandırma yoluna gidilmemelidir. Hangi şartlarda, suni yöntemlerle otlandırma veya bitkilendirme yapılabileceği ileriki bölümlerde yeri geldikçe anlatılmıştır.

Bu yaklaşım içinde, teraslama, drenaj tesisleri, ve çevirme hendekleri gibi çeşitli önlemler uygulanarak erozyonla mücadele amaca ulaşabilir.

3.4.1.1. Teraslama

Yamaç arazilerde su erozyonu ile mücadele çalışmalarının ağırlığını yüzey erozyonu ile mücadele teşkil etmektedir. Bu

erozyon şekli ile mücadele, olayın oluştuğu yere, arazinin kullanma şekline, bitki türüne, erozyonun şiddetine, toprak niteliklerine ve eğime göre değişik olabilir. Genel olarak yüzey erozyonu ile mücadele, belli bir eğime kadar teraslama yapmak ve teraslara fidan dikerek sahanın orman haline gelmesini sağlamaktır. Yüzey erozyonunun önlenmesi amacı ile özellikle ağaçlandırılması planlanan yerlerde teraslamalar önemli bir yer tutar.

Bir başka ifade ile teraslar, arazi üzerinde, eğim ve bölge hidroliği gereklerine göre aralıkları belli edilen, suyu yamaç üzerinde tutmak için tesviye eğrilerine parallel (su tutucu) veya suyu yamaçtan erozyona sebep olmayacak şekilde dışarı boşaltan akıtıcı kanallardır. Teras ebatları ve aralıklarının tayininde ana prensip; yağış yoğunluğu, toprağın erezyona karşı duyarlılığı ve eğim derecesine göre düşen yağmur sularının yüzeysel akışa donüşüp, toprağı taşıma gücü kazanmadan teraslarla önünün kesilmesi ve böylece toprak altına sızmasını temin etmekten ibarettir.

Erozyona uğramış alanların ıslah edilmesi amacı ile gerekli görülen önlemlerin uygulamasında özellikle ağaçlandırılması planlanan yerlerde teraslamalar önemli yer tutar.

Yüzeyin uzun olması halinde bu nispet %2'ye kadar düşebilir. %5 hatta bazen %12 meyile kadar arazi teraslanmadan, tesviye eğrilerine paralel sürümlerle yapılacak tarım ve ağaçlandırma çalışmalarında saha, erozyona karşı korunabilir. Tesviye eğrilerine paralel şeritvari münavebeli tarım yapılması halinde bu sınır %15'e kadar çıkabilir. Bu takdirde şeritlerden birinin Leguminosae (Baklagiller) veya Gramineae (Buğdaygiller)' den devamlı bir bitki örtüsü ile kaplı bulundurulması gereklidir. Şeritvari ekimin söz konusu olmadığı yada yapılmadığı hallerde %12 meyil üzerindeki tarım arazilerinde teraslama tavsiye edilir (Korumalı tarım).

Ormancılık açısından %60 eğimin üzerinde teraslama yapmak doğru değildir. Ancak, can ve mal emniyeti yönünden çok önemli

olan özel şartlarda, %80 eğime kadar teraslama yapılabilir. Aksi halde, %60'ın üzerinde veya en son %80 eğimin üzerine sahip arazilerin tamamı doğal korumaya terk edilmelidir. Teknik açıdan teraslanması uygun görülmeyen %60 - 80 üzerinde eğime sahip alanlardan veya çalışılacak sahanın üst kısmındaki kayalık, sığ topraklı sahalardan, mera ve ziraat yapılan arazilerden yüzeysel akışla gelecek suların aşağıda tesis edilecek teraslara zarar vermemesi için teraslama sahasının üst kısmında bir çevirme hendeği (saptırma kanalı) yapılarak bu suların çalışma alanı dışına tahliyesi sağlanmalıdır.

Özellikle bol ve düzenli yağış alan bölgelerde, erozyona neden olacak toprak işleme çalışmalarından kaçınmak şartı ile tarım ve ağaçlandırma için yukarıda belirtilen üst meyil sınırı biraz daha yükseltilebilir.

Teraslar, toprak koruyucu önlemlerin erozyonu kontrol edemediği eğimli arazilerde yapılan tesislerdir. Teras sisteminin iki temel amacı vardır. Teraslar, eğimli arazilerde toprağın nemini ve verimliliğini artırarak daha fazla bitki örtüsü elde etmek veya orman kurmak için inşa edilirler. Yamaç arazide, toprağı ve suyu yerinde tutarak, erozyonu ve seli de önlerler.

Teraslar, havzadaki erozyonun ve selin azaltılması için tek başına yeterli değildir. Teraslar, erozyon kontrol ve toprak muhafaza tedbirleri ile tarımsal verimi artırıcı uygulamalar tekniği içerisinde planlanırsa, hem erozyonu ve seli azaltır, hem de tarım ürünlerinin sürdürülebilir bir şekilde yetiştirilmesine imkan sağlar.

Toprak koruma sistemleri içinde yer alan teras şekilleri ve tipleri, çok karmaşık ve çeşitli olup, ülkeden ülkeye de farklılıklar göstermektedir. Ayrıca terasların sistematiği, toprağı koruma şekli ve uygulama modelleri ile ilgili dünyada ve Türkiye'de, standartları oluşmuş bir teras sınıflaması yoktur. Ortak bir teras modelleri de bulunmamaktadır.

Teras sisteminin ve uygulama şeklinin birçok özellikleri göz önünde tutulduğu takdirde, bizim ülkemize de uyan üç sınıf teras tipi ve uygulama şekli bulunmaktadır.

- Kurak ve yarı kurak sahalarda, dik yamaçlarda**,** yüzeysel akışı azaltan emdirici gradoni tipi teraslar,
- Yağışlı sahalarda, dik yamaçlarda sel ve taşkını önleyen, akıtıcı şeklinde tesis edilen teraslar.
- Kurak ve yarı kurak ve yağışlı bölgelerde, daha az eğimli arazilerde, kombine edilmiş emdirici veya akıtıcı şekilde tesis edilen, tarımsal amaçlı geniş tabanlı teraslar.

Teraslar, yamaçlar üzerine düşen yağmur sularının taşıma gücü kazanmadan önünün kesilerek, toprakta suyun tutulmasını sağlar. Bir kısım suyun da yamaca zarar vermeden tahkim edilmiş oyuntulara akıtan bir sistemdir. Bu açıdan teraslar, yüzey erozyonunun önlenmesinde kullanılan en önemli tesislerdir.

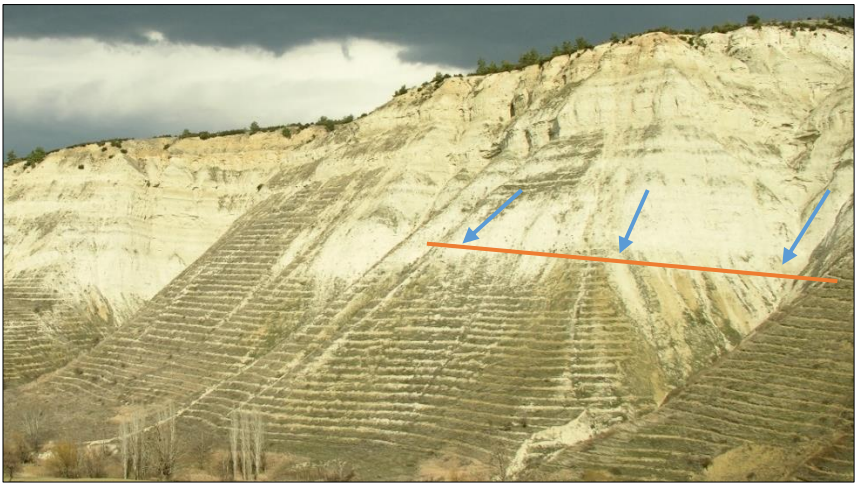
3.4.1.1.1. Kanallı eğimli teraslar (Akıtıcı teraslar)

Eğimli teraslar, daha önce de ifade edildiği gibi esas itibariyle eğimli yamaçlar üzerinde, ani sel tahribatının ve toprak erozyonunun önlenmesi amacı ile tesis edilen teraslardır.

Eğimli terasların yapımındaki esas amaç, yağış sularını kısa mesafelerde tutarak, yamaç dışına akıtmak ve bu suretle yamaçtaki toprak taşınmasına engel olmaktadır. Akıtıcı teraslar, yağışlı yörelerde toprağın geçirimsiz olduğu dik eğimlerde uygulanır. Bu teraslar suyu tehlikesizce akıtan stabil bir kanal durumundadır.

Eğimli teraslar yağış suyunun, yamaç üzerinde toprağa zarar vermeden tahkim edilmiş dereciklere veya boşaltma kanallarına akıtılması için, belirli bir eğimle (%1 - %0.5) tesis edilen ve uzunluğu genellikle 400 metreyi geçmeyen teraslardır.

Bu tip teraslar, ağaçlandırma yapılmayacak erozyon kontrol sahalarında kullanıldığı gibi, arazi hazırlığı yapılacak sahanın yukarısında bulunan ziraat arazileri, meralar, mevcut yollar ve kayalık alan gibi ağaçlandırılmayan sahalardan gelen suyun tahribine karşı, eğimsiz orman ağacı teraslarını korumak için de tesis edilirler. Ani sağanakların veya yağışların fazla olduğu yerlerde eğimsiz teraslar ile kombine edilerek uygulanacaksa akıtıcı terasların tesisinden sonra eğimsiz teraslar inşa edilmelidir.



Fotograf 3.3. Akıtıcı Teras

Akıtıcı teraslar daha çok, ekosistemi bozulmuş sel havzalarında, ağaçlandırma yapılmayacak, ekstrem maksimum yağışın fazla, eğimi geçirimsiz mera karakterli sahalarda daha çok tesis edilirler. Bu sahalarda, akıtıcı terasların emdirici teraslarla kombine edilmesi halinde, emdirici terasların korunmasında son derece etkilidirler.

Bu nedenle fazla yağışlı, ekstrem maksimum yağışların fazla görüldüğü sel havzalarındaki meralarda, sellerden daha iyi ve uzun

yıllar önlenebilmesi için, teras yapılacak sahaların en üst kotundan başlamak üzere tüm teraslar akıtıcı yapılmalı ve emdirici teraslarla kombine edilmelidir.

Akıtıcı teraslar, yukarda da ifade edildiği gibi yamaç ıslahı tekniklerine uygun olarak, ıslah edilmiş oyuntularla (kuru duvar eşik, miks eşik, tel kafes, oyuntu ağaçlandırması vs.) entegre olacak şekilde inşa edilmelidir. Akıtıcı teraslar için kanal kapasitesi, ekstrem yağışlardan meydana gelecek suyu emniyetli bir şekilde akıtabilmelidir. Akıtıcı teraslarda arazi eğimi azaldıkça teraslar arası yatay mesafe artar, teras ebatları büyür. Arazi eğimi yükseldikçe teraslar arası mesafe azalır, teras ebatları da küçülür.

Akıtıcı teraslarda, terasın boyuna eğiminin yeterli drenaj hızının sağlanmasına ve terasta erozyona neden olmayacak bir eğimin verilmesine dikkat edilmelidir. Teras boyuna eğiminin derecesi; toprak tipine, teras aralığına ve terasın uzunluğuna bağlıdır. Terasa verilecek en uygun boyuna eğim, genellikle % 0.3 - 0.5' dir. Bu eğim az geçirimli arazilerde %1'e çıkabilir.

Akıtıcı terasların faydaları ve sakıncaları:

Faydaları;

- Yüzeysel akışa geçen suları sürükleme gücü kazanmadan toplayarak yüzey erozyonunu önlemek suretiyle çizgi halindeki oyuntu erozyonunu başlangıçta durdurarak, oyulmaların büyümelerine engel olur.
- Yüzeysel akışa geçen yağış sularının, kontrol altına alınmış olarak ve akış hızı düşürülmüş halde hendek içinde zarar vermeden akması sağlanır. Böylece, yüzeysel akışa geçen suların toprağı oyma ve sürükleme etkisi ortadan kaldırılırken, infiltrasyon süresi uzatıldığından daha fazla suyun toprağa girmesi temin edilmiş olur. Böylece, bitkiler yağış sularından daha fazla yararlanma imkânı bulurlar.

- Toprağın su ekonomisi üzerine olumlu etkisi sebebiyle, daha gür bir bitki örtüsü oluşur. Daha hızlı ve iyi gelişen bitki örtüsünün toprak ve su koruması yönünden kısa sürede etkisini göstermesi ile havza hidrolojisinin düzenlenmesinde, akıtıcı teraslar önemli rol oynamış olurlar. Mekanik açıdan ise; akıtıcı teraslar daha uzun ömürlüdür.
- Akıtıcı teraslar, teras üzerine gelen suyu, belirli bir eğime akıtarak sel ve taşkınlara karşı daha güvenli bir tesistir.

Sakıncaları;

- Yüksek eğimli ve gevşek yapıya sahip arazilerde tekniğine uygun tesis edilmezse erozyon ve sel tehlikesini artırır.
- Arazi eğimi yükseldikçe, birim alandaki kazı miktarı artacağından maliyet de yükselir.
- Yüksek eğimli arazilerde, terasta dikim yapıldığı takdirde, şeve yakın sıradaki fidanların toprak altında kalması mümkündür. Ayrıca, bu sıradaki fidanlar ana kaya ile daha yakın ilişkide olduğundan tutma yüzdeleri ve gelişme performansları düşüktür.
- Su tutma kapasitesi yüksek olan topraklarda, arazi eğimi yüksek ise, kütlesel göçme ve kaymalara zemin hazırlanmış olur.

a) Akıtıcı teraslar arasındaki mesafenin tayini (Teras aralığı)

Kurak sahalarda, kuvvetli bir sağanakta bir defada düşmesi muhtemel azami yağıştan yüzeysel akışa geçebilecek en yüksek su miktarının, terasları yarıp tahrip etmeden tutulabilmesi için teraslar arasındaki mesafenin ve terasın su toplama alanına göre teras boyutlarının iyi hesaplanması gerekmektedir.

Teras boyutları ve aralıklarının tayininde ana prensip; yağış yoğunluğu, toprağın erozyona karşı hassasiyeti ve eğim derecesine göre yüzeysel akışa dönüşüp, toprağı taşıma gücü kazanmadan, düşen yağmurun teraslarla önünün kesilmesi ve böylece toprak altına sızmasını temin etmekten ibarettir.

Teraslar arasındaki mesafeler öyle hesaplanmalıdır ki, iki teras arasında kalan alanda erozyon meydana gelmemelidir. Bu mesafe, toprağın örtü durumuna, toprağın erozyona karşı hassasiyetine, arazinin eğimine ve yağışın şiddetine bağlıdır.

(1950) M. Saccardy'nin çalışmaları sonucunda elde edilen ve normal koşullar içinde yamaçlar üzerinde, toprağın korunması ve yamaçların yeniden yararlanılabilir duruma getirilmesi amacıyla yapılmak istenilen terasların aralıklarının hesaplanmasında kullanılan Saccardy formülü tamamiyle tatmin edici sonuçlar vermiştir. Ancak, bu formülün ıslak, killi ya da uçucu kumlu topraklara uygulanma kabiliyeti yoktur.

Ancak, iki teras arasında kalan sahada, yüzeysel akışa geçen suların erozyona sebebiyet vermemesi dikkate alınarak hesaplanan ve saha genişliğine göre tespit edilen akıtıcı terasaralık mesafeleri, orman kurulmasına uygun sahalarda, ağaçlandırma tekniği açısından fazladır. Çünkü bu takdirde ağaçlandırma sahasında, kapalılık sağlanması güçleşmektedir.Bu nedenle, dikim yapılacak eğimli teraslar fidanların kısa sürede kapalılık oluşturması için, orman kurulmasına müsait aralık mesafelerde tesis edilen emdirici teraslarla kombine olarak tesis edilmelidir.

Eğimi %10 - 25 arasındaki yamaçlar için Saccardy formülü (7)

$\frac{H^3}{P} = 260 \pm 10'$dir. Buradan formül $H^3 = (260 \pm 10) \times P$ olur

ve H'nin küpkök $(H^{3)'}$den kurtarılması ile $H = \sqrt[3]{(260 \pm 10) \times P}$ şeklini alır.

Formülde:

H= Terasların yükseklik farkları (Düşey aralık) (m)

P= Yamaç eğimi (%)

Aradaki işaretlerde, arazi erozyona karşı az dayanıklı ise (+) daha fazla dayanıklı ise (-)olarak kullanılır.

Eğimi %25'den fazla olan yamaçlar için bu formül;

H^2 = 64 x P şeklinde uygulanmalıdır**.**

Bu formüllerden uygun olanı kullanılmak suretiyle düşey aralık bulunduktan sonra teraslar arasındaki yatay aralık, eğim ve düşey aralık verilerinden yararlanılarak hesap edilir.

$\frac{H}{L} = \frac{P}{100}$ buradan, $L = \frac{H}{P}.100$

L = Teraslar arasındaki yatay aralık (m)

H = Teraslar arasındaki düşey aralık (m)

P = Eğim (%)

Örnek 1: Eğimi %20 olan bir yamaçta teraslama yapılacaksa;

(a) Düşey aralık

$$\mathrm{H} = \sqrt[3]{(260 + 10) \times \mathrm{P}} = \mathrm{H} = \sqrt[3]{(260 + 10) \times 0.20} = \sqrt[3]{54} = 3.78\ \mathrm{m}$$

(b)Yatay aralık

$$L = \frac{H}{P} \times 100 \quad L = \frac{3.78}{20} \times 100 = \frac{378}{20} = 18.9\ \text{m'dir.}$$

Örnek 2: Eğimi %50 olan bir yamaçta teraslama yapılacaksa;

(a) Düşey aralık

$$H = \sqrt{64 \times P} = \sqrt{64 \times 0.50} = \sqrt{32} = 5.66\ \text{m'dir.}$$

(b) Yatay aralık

$$L = \frac{H}{P} \times 100 = \frac{5.66}{50} \times 100 = \frac{566}{50} = 11.32\ \text{m'dir.}$$

Saccardy formülüne göre hesaplanan ve çeşitli eğimlerdeki yamaçların teraslamasında uygulanacak maksimum düşey ve yatay aralıkları gösteren değerler toplu halde verilmiştir.

Yamaç Eğimi	Düşey Aralık (H)			Yatay Aralık (L)		
	$H_1=\sqrt[3]{(260+10).P}$	$H_2=\sqrt[3]{(260-10).P}$	$H=\sqrt{64.P}$	$L_1=100.H1/P$	$L_2=100.H2/P$	$L=100.H/P$
%	m	m	m	m	m	m
5	2.38	2.32	-	47.60	46.40	-
10	3.00	2.92	-	30.00	29.20	-
15	3.43	3.35	-	22.87	22.33	-
20	3.78	3.68	-	18.90	18.40	-
25	4.07	3.97	-	16.28	15.88	-
30	-	-	4.38	-	-	14.60
35	-	-	4.73	-	-	13.51
40	-	-	5.06	-	-	12.65
45	-	-	5.37	-	-	11.93
50	-	-	5.66	-	-	11.32
55	-	-	5.93	-	-	10.78
60	-	-	6.20	-	-	10.33
65	-	-	6.45	-	-	9.92
70	-	-	6.69	-	-	9.56
75	-	-	6.93	-	-	9.24
80	-	-	7.16	-	-	8.95
85	-	-	7.38	-	-	8.68
90	-	-	7.59	-	-	8.43
95	-	-	7.80	-	-	8.21
100	-	-	8.00	-	-	8.00

Tablo 3.1. Saccardy Formüllerine Göre Teraslarda Uygulanabilecek Maksimum Düşey ve Yatay Aralıklar (Uzunsoy ve Görcelioğlu, 1985)

b) Teras debisinin hesabı

Teras yağış alanı hesabı:

Yağış alanı ise;

S = $L_1 x L_2$ formülü ile hesaplanabilir.

Formülde;

S = Teras yağış alanı (m^2)

L_1 = Teraslar arasındaki yatay mesafe (m)

L_2 = Teras uzunluğu (m)

Örneğin, teraslar arasındaki (L_1) yatay mesafe = 11.32 metre, teras uzunluğu(L_2) = 400 m

Metre ise, terasın drenaj sahası; S = 11.32 m x 400 m = 4528.0 m^2'dir.

Eğimli teraslar için gerekli en kesit boyutlarının hesaplanmasında esas olan, o bölgede, teras su toplama alanına bir dakikada düşebilecek maksimum yağışın teras ucundan aynı sürede boşaltılmasının sağlanmasıdır.

Eğimli (akıtıcı) terasların boyutlandırılmasında, debi hesabına esas olmak üzere o yöreye düşebilecek 10 yıl frekanslı ve 1 dakika süreli maksimum yağışı almak, güvenlik bakımından da yağışın tamamının yüzeysel akışa geçtiğini kabul etmek gerekir (Bakır, 1976). Hesaplama, bu yağışın teras ucundan aynı sürede boşaltılmasının sağlanması esasına dayanmaktadır. Ülkemizde, sağanak yağışlarda maksimum yağış entansitesinin 3 mm/dak (0.003 metre/dak.) olduğu kabul edilerek (Tavşanoğlu, 1974), bu yağış şiddeti miktarı, bütün bölgelerimiz için teras ebatlarının hesabında esas alınacaktır. Emniyet bakımından yağışın tamamının sathi akışa geçtiği kabul edilmelidir.

$Q_{max} = \frac{S \times I}{60}$ formülü ile hesaplanır.

Q_{max} = İki teras arasındaki alanda oluşan ve terasta toplanan su miktarı (m^3/sn)

S = İki teras arasındaki alan (m^2)

I = Yağış şiddeti (m/dak)

Örnek:

S = 4528 m^2 (İki teras arasındaki alan)

I = 3 mm/dak = 0.003 m/dak'dır.

$$Qmax = \frac{4528m^2 \times 0.003\ m/dak}{60} = \frac{13.584}{60} = 0.226m^3/sn$$

c)Teras kesitinin hesabı

Terasın, birim zamanda gelen suyu, aynı sürede akıtabilecek kapasitede olması gerekir. Terasa 1 saniyede gelen su miktarı, terasın aynı sürede akıtacağı su miktarına eşitlenerek gerekli kesit yüzeyi elde edilir.

Terasın kesit yüzeyi S(m^2), terastan akan suyun hızı V(m/sn) ile gösterilirse, terasın 1 saniyede akıtabileceği su miktarı

Q = S.V(m^3/sn)'dir.

Bu debinin terasa gelen suyun debisine eşit olması gerekir.

Böylece Q_{max} = Q = S x V'dir.

Bu formül aşağıdaki gibi yazılarak terasın enine kesit alanı hesaplanabilir.

Terasın enine kesit alanı **(S)** $= \frac{\mathbf{Q(m^3/sn)}}{\mathbf{V(m/sn)}} = \frac{\mathbf{Q}}{\mathbf{V}}$ **m^2'dir.**

S = Terasın kesit alanı (m^2)

Q = Debi (m^3/sn)

V = Akım hızı (m/sn) olup, çeşitli toprak tiplerine göre aşağıdaki tablodan alınır. Bu tablo suyun kanal içindeki m/sn olarak akım hızını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi kolloid olmayan ince kum topraklar ile şist ve sert topraklar arasında toprak türlerine göre akım hızı 0.457 - 1.83 m/sn arasında değişmektedir.

Tavşanoğlu (1954)'na göre ise teraslarda emniyet sınırları içinde akım hızları toprakcinslerine göre ortalama

V=0.65, V=0.70, V=0.80 m/sn arasında oynamaktadır. Buortalama değerlerin, akım hızı tablosundaki kolloid olmayan balçık topraklar ile ince çakıllı topraklar arasındaki toprak türlerine denk geldiği görülmektedir.

Toprak Cinsi	**V = Kabul Edilen Akım Hızı (m/sn)**
Kolloid olmayan ince kum	0.457
Kolloidal olmayan kumlu balçık	0.533
Kolloidal olmayan balçık	0.610
Kolloidal olmayan alüviyal topraklar	0.610
Adi sıkı balçık	0.762
Volkanik küller	0.762
İnce çakıllı toprak	0.862

Kolloidal sert kil	1.143
Şist ve sert toprak	1.830

Tablo 3.2.Akım Hızı (Bakır,1976)

Toprak cinslerine göre alınacak akım hızı veya yukarıda belirtilen ortalama akım hızlarından(V= 0.65, V = 0.70, V=0.80 m/sn) den birisi,

$$\mathbf{S} = \frac{\boldsymbol{Q}}{\boldsymbol{V}} \boldsymbol{m^2}$$

formülünde yerlerine konularak teras enine kesit alanı hesaplanabilir**.** Teraslarda emniyet sınırları içinde hidrolik yarıçap birçok şıklarda 0.20 - 0.25 m arasında değişmekte ve akımın hızı ise 0.65 - 0.80 m/sn arasında oynamaktadır. Bu nedenle toprak cinslerine göre belirlenen akım hızları ortalama V= 0.65, V= 0.70, V=0.80 m/sn olarak belirlenmiştir. Toprak cinsine uygun akım hızı değeri ve Q_{max} değeri, yukarıda belirtilen formülde yerlerine konularak teras enine kesit alanı hesaplanabilir.

Teras kesit alanı (m²) hesabına örnek:

Q_{max} = 0.226 m³/sn, (Teras Debisinin Hesabı bölümündeki örnekte hesaplanan debi miktarı)

Akım hızı (V) = 0.70 m/sn (ortalama olarak) alınırsa,

Terasın kesit alanı $S = \frac{0.226\ \mathrm{m^3 sn}}{0.70\ \mathrm{m/sn}} = 0.32\ \mathrm{m^2}$'dir**.**

Terasın kesit alanının hesabında kullanılan formülde,

$$S = \frac{Q}{V} m^2$$

görüldüğü gibi, terasın kesit alanını belirleyen iki faktörden birincisi terasda akacak suyunmaksimum debisi (Q_{max}), ikincisi bu suyun akım hızı (V)'dir.

Akım hızı (V) değeri için, toprak cinsine göre 3 değerden birisinin (V=0.65, V=0.70, V=0.80 m/sn) kullanılabileceği daha önce belirtilmişti. Q_{max} değerini ise terasın yağış alanı (iki teras arasındaki saha) genişliği ile maksimum yağış şiddeti (I) belirlemektedir. Bu nedenle, Q_{max} değerini belirleyen etkenlerin farklı değerlerine göre ve üç ayrı akım hızı alternatifine göre, çeşitli eğim grupları için formülü ile,

$$S = \frac{\text{Qmax}}{v} m^2$$

hesaplanan teras kesit alanları tabloda gösterilmiştir.

TERAS KESİTİ (m^2)							
Arazi Eğimi P (%)	Yatay Aralık L_1 (m)	Teras Uzunluğu L_2 (m)	Teras Yağış Alanı S (m^2)	3 mm/ dakYağış için Q_{max}= (m^3/sn.)	V=0.80 (m/sn)	V=0.70 (m/sn)	V=0.65 (m/sn)
10	30.00	400	2000	0.600	0.75	0.86	0.92
15	22.87	400	9148	0.457	0.57	0.65	0.70
20	18.90	400	7560	0.378	0.47	0.54	0.58
25	16.28	400	6512	0.326	0.41	0.47	0.50
30	14.60	400	5840	0.292	0.37	0.42	0.45
35	13.51	400	5404	0.270	0.34	0.39	0.42
40	12.65	400	5060	0.253	0.32	0.36	0.39
50	11.32	400	4528	0.226	0.28	0.32	0.35
60	10.33	400	4132	0.207	0.26	0.30	0.32
70	9.56	400	3824	0.191	0.24	0.27	0.29
80	8.95	400	3580	0.179	0.22	0.26	0.28

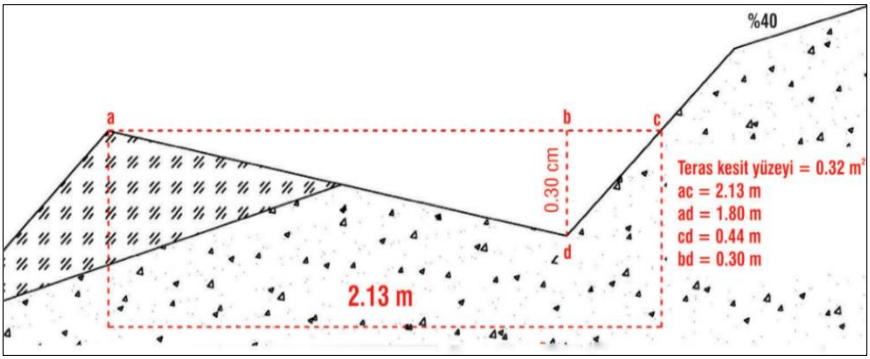
Tablo 3.3. Erozyona Karşı Az Dayanıklı Bir Arazide Değişik Eğimler İçin Teras Kapasiteleri

Tablodan da görüleceği gibi, arazi eğimi azaldıkça teraslar arası yatay mesafe artmakta, arazi eğimi yükseldikçe teraslar arası mesafe azalmaktadır. Teraslar arasındaki mesafenin tayini bölümünde açıklandığı gibi, teraslar arası mesafe toprağın örtü durumuna, toprağın erozyona karşı hassasiyetine, arazinin eğimine ve yağış şiddetine bağlıdır. Normal koşullarda bu mesafe M. Saccardy formülüne göre hesaplanarak düzenlenmiştir. Teras uzunluğu sabit olmak koşulu ile (Tabloda 400 m olarak kabul edilmiştir.) yatay aralık arttıkça, teras yağış alanı artmakta, dolayısıyla (Q_{max}) değeri yükselmektedir. Q_{max}'ın yükselmesi ile teras kesit yüzeyi de artmaktadır.

Sonuç olarak, arazi eğimi azaldıkça teras ebatları büyümekte, arazi eğimi yükseldikçe teras ebatları küçülmektedir. Ayrıca, yüksek eğimli arazilerde teras inşasındaki teknik zorluklar ve kazı miktarının artması, dolayısıyla maliyetin yükselmesi, yüksek eğimli teras ebatlarının küçültülmesi gereğini ortaya koymaktadır. Teras kesit alanı hesaplandıktan veya arazi şartlarına göre, teras belli bir ölçekte çizilir. Ancak, burada dikkat edilmesi gereken konu, hem teras en kesit alanı hesaplanmış alana uyacak, hem de kazı ve dolduru miktarları yaklaşık olarak birbirini karşılayacaktır.

Kesit yüzeyi bilinen bir terasın tersimi için önce arazi eğimi ve terasın kesit yüzeyinin genişliği dikkate alınarak terasın derinliği |bd| veya teras enine kesit üçgeninin tabanı |ac| tespit edilir. Şekilde görüldüğü gibi arazi meyli yükseldikçe teras derinliği ile genişliği arasındaki oran büyümekle birlikte teras genişliği ve derinliği azalmaktadır.

Arazi eğimine göre teras ebatlarındaki bu değişimler değerlendirilerek, teras için 0.30 m ile 0.60 m arasında bir derinlik tespit edilir. Belirlenen derinlik ve kesit yüzeyinden gradoni üçgeninin tabanı |ac| hesaplanır. Teras kesit üçgeni ortaya çıktıktan sonra, kazı alanı ile dolduru alanı birbirine eşit olacak şekilde tersimat yapılır.



Şekil 3.1. Gradoni Tipi Akıtıcı Terasların Tersimi

d) Teras eğiminin hesabı

Teras eğimi Chézy formülü ile hesaplanabilir.

Chézy Formülü;

$\boldsymbol{V = C \times \sqrt{R \times P}}$**'den** $\boldsymbol{P = \frac{V^2}{C.R^2}}$ şeklini alır.

Burada,

V = Su hızı (m/sn),

C = Hız katsayısı,

R = Hidrolik yarıçap (m),

P = Eğim (%)

Chézy formülünün kullanılabilmesi için;

Su hızı (V),

Hız katsayısı (C),

Hidrolik yarıçapı (R), bilinmesi gerekmektedir.

$$\boldsymbol{R = \frac{S}{U}}$$

R = Hidrolik yarıçap (m)

S = Terasda ıslanan alanın yüzölçümü (m^2)

U = Terasın ıslak çevre uzunluğu (m)

Örnek;

Terasta ıslanan alanın yüzölçümü S = 0.32 m^2 ise, terasın ıslak çevre uzunluğunu bulmak için

S = 0.32 m^2 yüzeyini verecek şekilde teras tersim edilip, bu şeklin kenar uzunlukları ölçülür ve kenar uzunluklarının toplamı terasın ıslak çevre uzunluğu olarak tespit edilir. 0.32 m^2 yüzeyi verecek boyutlardaki terasın ıslak çevre uzunluğu |U|, |ad| ve |dc| kenarlarının toplamıdır.

U= |ac| + |cb| = 1.80 + 0.44 = 2.24 metredir.

$R = \frac{S}{U} = \frac{0.32m^2}{2.24m}$ =0.14 m'dir.

Hız katsayısı (C), teras kanalının pürüzlülük durumuna ve derinliğine göre değişen birdeğerdir. Bu katsayının bulunmasında, Bazin formülünden faydalanılır.

Bazin formülü;

$$\boldsymbol{C = 87/\left[1 + \left(Y/\sqrt{R}\right)\right]}$$

Formülde:

C = Hız katsayısı,

R = Hidrolik yarıçap (m) (Daha önce R = 0.14 m olarak hesaplanmıştı),

Y = Pürüzlülük değeri kanal özelliklerine göre bu değeri veren tablodan alınır.

Ancak, toprak kanallar (teraslar) için bu değer, Y = 1.75 alınabilir.

Mecra Kenarlarının ve Tabanının Durumu	**Bazin Pürüzlülük Değeri (Y)**
Çok Düzgün	0.06
Düzgün (Yontma Taş Veya Ahşap Kaplı)	0.16
Harçlıtaş ya da Beton Duvar	0.46
Kırmataş Duvar ya da Kaldırım	0.85
Şevler Duvarla Tahkim Edilmiş, Taban Ham	1.30
Kenarlar Pürüzlü, Taban Ham	1.75
Taşlı Ve Pürüzlü Kenarlar, Tabanda Su Bitkileri	3.00
Kaya Içinde Açılmış, Düzeltilmemiş Oluk	4.00
Taşıntı Sevk Eden Pürüzlü Oluk	5.00
Fazla Miktarda Taşıntı Sevk Eden Oluk	6.00

Tablo 3.4. Bazin Pürüzlülük Değeri (Tavşanoğlu, 1974)

Bilinen değerler formülde yerine konulduğu takdirde;

$$C = \frac{87}{1 + \frac{Y}{\sqrt{R}}} = \frac{87}{1 + \frac{1.50}{\sqrt{0.14}}} = \frac{87}{5.0} = 17.4$$

Böylece, teras kanalındaki suyun hızı (V), hız katsayısı (C) ve hidrolik yarıçap (R) bilindiğine göre, teras kanalına verilmesi gereken eğim (P), Chézy Formülü ile hesaplanabilir.

C = 17.4 (Bazin formülünden yararlanılarak bulunan katsayı)

R = 0.14 m (Daha önce hesapla bulunmuştu)

Bu değerler Chezy formülünde yerine koyulursa;

$$P = \frac{V^2}{C^2 \times R} = \frac{(0.65)^2}{17.4^2 \times 0.14} = \frac{0.42}{303 \times 0.14} = \frac{0.42}{42.42} 0.0099 = \%1$$

Görüldüğü gibi, Chézy Formülü kullanıldığı takdirde kanal eğimi %1 olarak bulunmuştur. Teras eğiminin hesaplanmasında Chézy formülü açıklanmıştır. Ancak, pratikte genellikle teras eğimi %0.5 olarak alınabilir. Bununla birlikte, orta şiddetli sağanakların meydana geldiği ve yüzeyden akan suların büyük bir kısmını geçirecek şekilde infiltrasyon kabiliyetinin yüksek olduğu yerlerde teras eğimi daha düşük alınabilir. Az geçirimli arazilerde ise teras eğimi %1'e çıkarılabilir.

Özetle, toprağın geçirgenliği arttıkça terasın uzunluğuna eğimi azalır, geçirgenlik azaldıkça eğim yükselir. Pratikte akıtıcı teraslara verilecek uzunluğuna eğim %0.5 - %1 arasında değişir.

e) Akıtıcı terasların araziye aplikasyonu

Teraslanmış bir yamaçta teraslar bir boşaltma kanalına birleşirler. Boşaltma kanalı (Toplayıcı dren) genellikle tahkim edilmiş bir hendektir. Bu kanallar, yamaç üzerinde ya küçük oyuntular ya da savak olarak kullanılabilecek birinci derecede toplanma hatları olabilir.

Genellikle toplayıcı drenlerin kenarları serbest su akımını sağlayacak şekilde, derine giden kökleriyle mecra tabanlarını tespite yarayan fidanlar ile ağaçlandırılır. Gevşek topraklarda bu ağaçlandırmalar, toplayıcı dren boyunca tabanın, dren enine kesitine uygun biçimde kuru ya da harçlı taş duvar olarak yapılacak taban eşiği ya da küçük barajlarla emniyet altına alınır.

Yamaçta terasların sularını toplayan birinci derecedeki drenler, ikinci derecedeki oyuntulara, ya da söz konusu yamacın sularının toplandığı ikinci derecedeki bir mecraya birleşirler. Akıtıcı teraslara, daima başlama noktası arazinin en yüksek yerinde yani sırtlarda, sularını boşalttığı yer en alçak noktada olacak şekilde, yani yüzeysel sular boşaltma kanallarında (drene) olacak şekilde eğim verilir. Terasın uzunluğu da 400 metreyi geçmemelidir. Boşaltma kanalı olarak kullanılacak dere veya derecik 400 m mesafeden uzakta olabilir. Bu durumda terasın daha uzun olmasına meydan vermemek için suni boşaltma kanalları da yapılabilir.

Suni boşaltma kanalları için doğal su yolları seçilir. Dağlık, dalgalı, dik eğimli ve sık sık eğim değişikliği olan arazilerde, teraslar arası mesafede, düşey mesafenin esas alınması daha uygundur. Düşey mesafe esasına göre çalışmak, kazıklama yaparken de daha kolay ve pratiktir.

Teras düşey aralıklarının kazıklanması

Kazıkların çakılmasına, önce düşey aralık kazıklarının çakılmasıyla başlanır. Bu kazıklar, yukarıdan aşağı doğru, yamacın üst ve alt kısımlarının görülebileceği bir hat üzerine çakılmalıdır.

Bu amaçla, yapılacak çalışmalarda, klizimetre, mira veya düşey mesafe uzunluğunda bir sopa gereklidir. İlk temas hattı, yamacın doruk çizgisinden bir aralık kadar aşağıda olduğundan önce klizimetrenin sıfır hattı ile doruk çizgisine bakılır ve geriye doğru dönülerek yamacın aşağısına konan miraya veya sopanın düşey

aralık kadar olan yüksekliğine bakılır. Klizimetrenin sıfır hattı, miradaki o yüksekliğe gelinceye kadar, mirayı tutan kişi aşağı veya yukarı hareket ettirilir. Doruk çizgisi sıfır hattı ile miradaki yükseklik aynı sıfır hattı hizasına geldiği zaman arzu edilen düşey aralık verilmiş olur ve oraya ilk kazık çakılır. Altı metrelik bir düşey aralık verilmesini istediğimizi kabul ederek bu işlerin nasıl yapılacağı anlatılmıştır. Bundan sonra, teknisyen birinci kazığın altına geçerek klizimetre ile kazığın toprakla birleştiği yere klizimetrenin sıfır hattı ile bakar ve geriye dönerek 6 metrelik miraya bakmak suretiyle ikinci kazığı çakar ve yamacın altına kadar düşey aralık kazıklamasını aynı işlemi tekrarlamak suretiyle tamamlar.

Düşey aralık kazıklarının çakım işi tamamlandıktan sonra yine yamacın en üst kısmındaki 1 Nolu düşey aralık kazığından başlamak suretiyle esas teras çizgilerinin kazıklanması işlemine geçilir. Düşey kazıklardan itibaren nivo kullanılarak belirlenen eğimle teras güzergâhı kazıklanır.

Teras hatlarının kazıklarla aplikasyonunun yapılması

Akıtıcı terasların kazıklanmasında küçük nivolar kullanılabileceği gibi bir şahıslı mira ile nivokolimatör kullanılması daha kolay ve pratiktir. Terasların araziye aplikasyonunda nivokolimatörler, nivoya göre daha avantajlıdır. Nivokolimatör (*veya kolimatörlü nivo, özellikle arazide eğim ölçümü, teraslama çalışmaları, dik açı aplikasyonu ve Erozyon Kontrol projelerinde kullanılan; klizimetrenin geliştirilmiş, daha pratik ve hafif bir versiyonu olan topoğrafik bir ölçüm aletidir),* 3 ayak üzerine tespit edilebilen ve içine klizimetre yerleştirilmiş yuvarlak, küçük ve hafif bir alettir. Yuvarlak gövde üzerinde olan dört yarık aracılığı ile dik açı çıkma olanağı olduğu gibi, bu aletle arazinin genel eğimide ölçülebilir.

Araç 3 ayak üzerine tespit olunduktan sonra yuvarlak gövde içindeki klizimetre, çalışmaya başlarken (a) kapağı aracılığı ile

gevşetilir, (b) düğmesi üzerine basmak suretiyle klizimetrenin sallanması önlenir.

Kazıklama işlemine en üste bulunan düşey aralık kazığına bir şahıslı miralı işçi göndermek ve nivo kolimatörü teras hattına hakim ve görüş mesafesi oldukça uzun bir noktaya yerleştirmek suretiyle başlanır. Her 4 m'de bir kazık çakılacağını ve terasa %0.5 - %1 eğim verileceğini kabul ederek mira üzerindeki şahsın her 4 metrede 2 cm yukarı veya aşağı inmesi gerekecektir. Eğim düşerek kazıklama yapılacaksa miracıya her dört metrede bir kişinin 2 cm yukarıya çıkarılması, eğim çıkarak gidecekse her dört metrede bir kişinin 2 cm aşağı indirilmesi için uyarılır. Teras hatlarının araziye tam uyması, ters eğimler oluşmaması için ve inşa sırasında hatalara sebebiyet verilmemesi yönünden kazıklamanın sık yapılmasında fayda vardır. 4 veya 5 metrede bir kazık çakılması uygun düşmektedir. Kazıklar teraslama esnasında ve sonrasında arazide kalacağından bu kazıklar dikim çukurlarının aralıklarının belli olması yönünden de faydalı olur.

Örneğin; 4 metrede bir kazık çakıldı ise ve fidan dikimleri 2 metrede bir olacaksa her kazığın bulunduğu yere ve arasına bir çukur açtırmakla ayrıca bunların işaretlenmesi veya ölçülmesi gereği ortadan kalkar.

f) Terasların inşası

Teras hatlarının kazıklama işleri tamamlandıktan sonra terasların inşasına geçilir. Genel olarak terasların yapımına yamaç yukarısından başlanır ve aşağı doğru devam edilir. Eğimli teraslarda yapım sırası yukarıdan aşağı olmakla birlikte, her bir terasın yapımı çıkış ağzı tarafındaki aşağı ucundan başlatılır ve yukarıya doğru sürdürülür.

Teraslama işlerine genellikle yamacın en üst kısmından başlanır, ilk teras çizgisinin doruk çizgisi altından başlatılması mümkün değilse ki bu durumla sık sık karşılaşılması mümkündür. Bu

takdirde ilk terasın bir çevirme hendeği şeklinde inşa edilmesi gerekir. Bu teras yamacın yukarı tarafından toplanıp gelen suları teras şebekesine zarar vermeden boşaltma kanalına sevk eder. Bu amaçla çevirme terasları normal teraslara göre daha büyük yapılır ve %1 ile %1.5 eğim verilerek inşa edilir.

Terasların inşası arazinin durumuna ve eğime göre çeşitli şekillerde olabilir. Taşlık ve kayalık yerlerde kazma veya ekskavatörle çalışma zorunluluğu vardır. Genellikle, akıtıcı terasların boyutları büyük olduğu için kazı hacmi de fazladır. Bu nedenle, işçi gücü ile tesis edilmesi zor ve pahalıdır. Makinalı çalışmalarda maliyet işçi gücüne göre daha düşüktür.

Tekne tipi veya benzeri şekildeki akıtıcı terasların işçi gücü ile tesis edilebilmesinde ve özellikle yüksek eğimli arazilerde teknik açıdan inşa zorlukları ile karşılaşıldığından, akıtıcı teraslar genellikle gradoni tipi teras şeklinde tesis edilmektedir. Ayrıca, akıtıcı amaçlı gradoni tipi terasların genişlikleri ve teras şekilleri makinalı çalışmaya uygundur. Bu nedenle, pratikte tekne tipi teras yapımına pek sık rastlanmamaktadır. Çoğunlukla makinalı çalışılmakta ve 2.0 m ve daha geniş gradoni tipi teras tesis edilmektedir.

Makinalı çalışmadan sonra teraslar el ile tesviye edilmelidir. Teras kazıklarının inşaat sırasında muhafaza edilmesinde yarar vardır, bu suretle inşaattan sonra kontrol mümkün olur. Bununda en iyi şekli kazık üzerinden alınan toprakların kazığın hemen alt tarafına biriktirilmesi ve tümseğin kazığın altında yapılmasıdır.

Teras inşası sırasında çıkan taşlar tümsek ayağına düzenli bir şekilde konur. Bunlar terasın tutunmasında yararlı olurlar. Tümseklerin verilen değerlerden en az %10 büyük ve yüksek yapılması ileride oluşabilecek oturmalara karşı gereklidir. Teraslarda, toprağın geçirgenliğini artırmak amacıyla tabanlarının kazma veya çapa ile işlenmesi gereklidir. Teras sistemi usulüne göre, hatasız inşa edildiği devamlı bakımı yapıldığı ve amacına

uygun bir şekilde kullanıldığı takdirde çok iyi bir erozyonla savaş tesisidir. Aksi halde yani hatalı bir şekilde uygulanırsa faydadan çok zararlı olabilir ve erozyonu hızlandırır.

3.4.1.1.2 Eğimsiz (Emdirici) teraslar

Eğimsiz teraslar, eğimleri olmayan, eş yükselti eğrilerine paralel sıfır eğimli teraslardır. Yüzeysel akışa geçen suların tamamen tutulması ve arazinin ön görülen kültürel önlemlere hazır hale getirilmesi için tesis edilirler. Bu teraslar, yağış sularının tutulması, ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmaları veya tarımsal ürün yetiştirilmesi için hazırlanan tesislerdir.

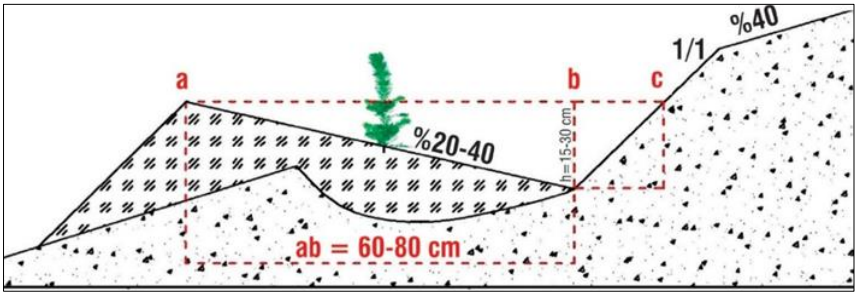
Emdirici teraslar, özellikle yağışın kar şekline olduğu, ekstrem maksimum yaz yağışlarının yaşandığı, eğimli, toprağın geçirimli olduğu, infiltrasyon kabiliyeti yüksek, erozyona hassas toprak şartları için daha uygundur. Özellikle yüksek dağlık alanlarda yağan karların teraslar üzerinde uzun süre kalması ve suyun toprağa girmesi daha fazla olacak ve ani sıcaklık değişimlerinde de kar suyunu teraslarda tutarak, olası bir seli önleyecektir.

Yarı kurak ve yarı nemli sel havzalarında, erozyonun ve selin önlenmesinde emdirici terasların aralıkları ve boyutları yukarıda da ifade edildiği gibi ekstrem maksimum yağışın teraslarda tutulması hesabına dayalı olarak yapılmaktadır.

Ancak ani ve maksimum yağışın çok fazla olduğu yağışlı bölgelerde sel önleyici emdirici terasların ebatları ekonomik sınırı zorlayacak şekilde büyük olacak ve teras aralıkları da azalacaktır. Bu nedenle böyle sahalarda emdirici ve akıtıcı terasların birlikte ve entegre olacak şekilde yapılmasında fayda görülmektedir.

Sel havzalarındaki meralarda ot gelişimini artırıcı amaçla tesis edilen emdirici teraslar, hayvanların geçişine imkan verecek şekilde, şaşırtmalı kesik teraslar halinde inşa edilmelidir. Emdirici terasın yamaca olan eğimi, terasın aynası ve şevi hayvanların geçişi

için mümkün olduğu kadar düşük eğimde tesis edilmeli ve ayrıca arazi eğiminin fazla olduğu kısımlarda dik olan ayna ve şevlerin eğimi azaltacak şekilde gerekirse düzeltme yapılmalıdır.



Şekil 3.2. Gradoni Tipi Teras

Eğimsiz teraslar genellikle üçe ayrılmaktadır:

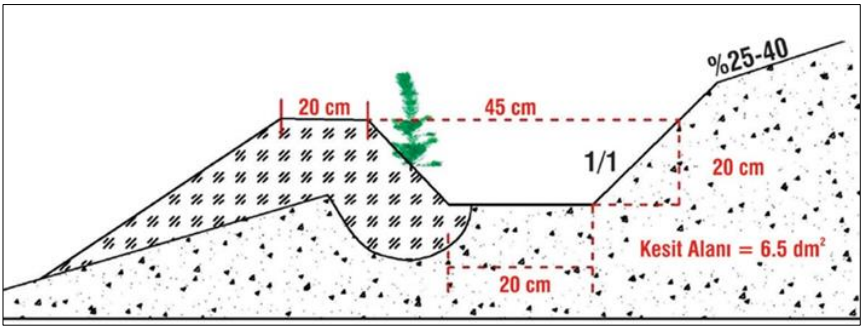
Bunlar;

- Gradoni Tipi Teras
- Tekne Tipi (Hendek Tipi - Trapez) Teras
- Kanallı Gradoni Tipi Teras

Uygulamalarda genellikle gradoni (açık V) tipi teras inşa edilmektedir. Üçgen kesitli olan bu tip teraslar eğimi %80'e kadar olan yamaçlarda uygulanabilir Gradoni tipi eğimsiz terasların genişliği 60 - 80 cm arasında değişir. Teras yüzeyine içe (yamaç tarafına) doğru %20 - 40 arasında eğim verilmelidir. Bu derinlik teras şevinin en üst noktasından, yamaç tarafındaki kazı şevine doğru uzatılan yatay hat ile teras yüzeyinin kazı şevinin kesiştiği en alçak nokta arasındaki mesafe olan (h) derinliğidir. Bu derinlik 15 - 30 cm arasında değişmektedir.

Tekne tipi teraslar arazi eğimi %40'ı geçmeyen sahalarda ve yağışı fazla olan yerlerde uygulanır. Teras kesiti yamuk şeklindedir. Kazıdan çıkan ve alt kenara yığılan toprakla, teras tabanının daha

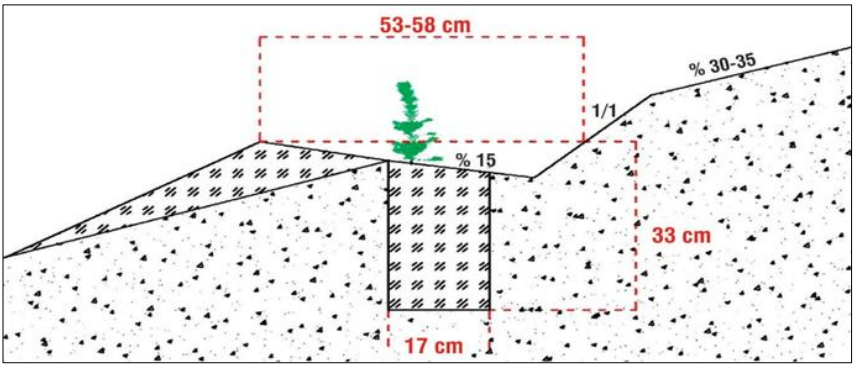
iyi kaynaşması için teras tabanının ön yüzüne yakın kısımlar işlenir. Tekne tipi teraslarda ortalama taban genişliği 30 cm, derinlik ise 20 cm olur.



Şekil 3.3. Tekne Tipi Teras

Kanallı gradoni teraslar eğimi %30 - 40 olan arazilerde uygulanabilir. Teraslar 15 - 20 cm genişliğinde ve 30 - 35 cm derinliğinde kanal açılarak yapılır. Dikimlerde fidan kanalın ön yüzüne yerleştirilir ve yamaçtan kazılarak çıkan toprakla doldurularak içe doğru %15 eğim verilir.

Gradoni teraslar, yapım tekniğinin daha basit, kolay inşa edilmesi, dayanıklı olması, daha çok su tutma özelliği ve toprağın su ekonomisini düzenlemede etkili olması nedeniyle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerdeki erozyon kontrol amaçlı ağaçlandırmalar için en uygun teras tipidir.



Şekil 3.4. Kanallı Gradoni Tipi Teras

Teraslarla yapılan toprak işlemelerinin asıl amacının fidan dikimi olduğu unutulmamalıdır. Bu bakımdan erozyon sahalarında teras aralıklarının hesap edilmesinde her ağaç türüiçin fidan aralık-mesafeler esas alınmalıdır. Çünkü erozyon kontrol sahalarında yetişme yöre şartları elverişli olan kısımlarda endüstriyel orman tesisi de düşünülmelidir. Bu tip ağaçlandırmalarda gradoni ve tekne tipi teraslarda fidan, teras yüzeyi ile yığma toprağın birleştiği hattın üzerine dikilir. Teraslara dikilen fidanlar, rutubet yönünden rekabet edecek yabani otların temizlenmiş olması şartıyla yağıştan en yüksek şekilde faydalanacaklardır.

Ancak şehirlerimizi veya köylerimizi tehdit eden, can ve mal kaybı söz konusu olan sel ve taşkınları durdurmak amacıyla çok yağışlı havzalarda tekne tipi (Trapez) teraslar daha elverişlidir.

b) Teras kesitlerinin hesabı

Eğimsiz terasların kesit hesapları akıtıcı teraslardan farklıdır. Daha önce ifade edildiği gibiakıtıcı terasların boyutları (kesit yüzeyi) terasda akacak suyun maksimum debisine (Q_{max}) göre hesaplanır. Eğimsiz terasların enine kesit yüzeyi ise bir saat süreli en şiddetli

yağışta (I_{max}) terasta toplanacak su miktarına göre hesaplanır. Eğimsiz gradoni terasların boyutları erozyon sahasına en yakın yerleşme yerine ait 10 yılda bir gelmesi muhtemel en şiddetli yağışa (mm/saat) göre hesaplanmalıdır.

İki teras arasına düşecek 1 saatlik yağışın tamamının veya %80' inin alttaki terasın içinde birikeceği kabul edilmelidir. 2 metre aralıkla eğimsiz bir teras şebekesinin kurulacağı bir yerde 1 metre uzunluğundaki terasta 2 m²' ye düşen yağışın tamamının birikeceği kabul edilir.

Eğimsiz (emdirici) terasta birikecek su miktarının (Q_{max})'ın hesabı:

Q_{max} = S x I_{max}

Q_{max} = Hendekte toplanacak su miktarı (m^3)

S = 1 metre uzunluğundaki hendek parçasının yağış alanı (m^2)

I_{max} = 10 yıl tekerrürlü 1 saatlik yağış yüksekliği (m)

Eğimsiz teraslarda, 1 metre uzunluğundaki terasda birikecek su miktarı hesaplanarak, teras ebatları belirlenir. 2 metre aralıkla tesis edilmiş bir teras şebekesinde 1 metre uzunluğundaki terasın su toplama alanı (S) = 2 m² dir.

Terasın enine kesit alanının hesabına örnek:

1 saatlik maksimum yağış şiddeti I = 38 mm/saat (38 mm/saat = 0.038 m/saat), teras aralığı 2 metre olsun (I_{max}=38 mm/saat değeri Aydın İli için tablodan alınmıştır). Yağışla yüzeye inen suyun tamamının yüzeysel akışa geçerek teras içinde birikeceği kabul edilirse, 1 metre uzunluğundaki terasın su toplama hacmi;

Q_{max} = S x I

S = 1 x 2 = 2 m² (Terasın su toplama alanı)

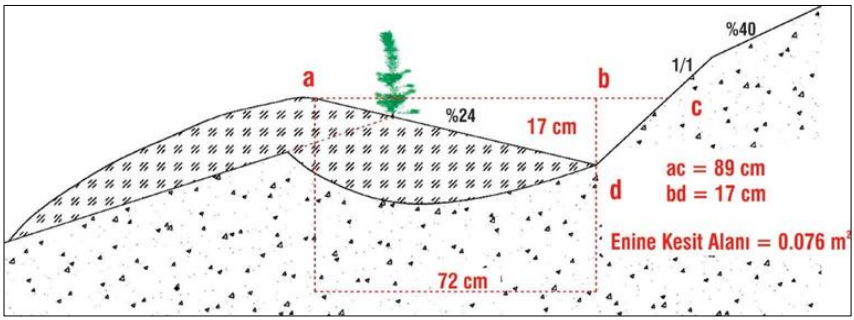
I = 38 mm/saat = 0.038 m/saat

Q_{max} = 2 x 0.038 = 0.076 m^3/saat

1 metre uzunluğundaki terasın hesaplanan su toplama hacmi;

Q_{max} = 0.076 m^3/ saat' tir. Çünkü terasta toplanacak maksimum su miktarı (Q_{max})'ın terasta işgal edeceği hacmin şeklinin bir üçgen prizma olduğunu düşünürsek (gradoni tipi terasta enine kesit yüzeyi üçgen şeklinde olduğu için) prizmanın tabanı terasın enine kesiti, yüksekliği de teras uzunluğudur. Prizmanın hacmi tabanı ile yüksekliğin çarpımına eşittir. Yükseklik yani teras uzunluğu 1 m kabul edildiği için taban yüzeyi veya enine kesit yüzeyi hacime eşittir. Dolayısıyla, örnekte hesapla bulunan su toplama hacmi aynı zamanda terasın enine kesitinin alanı ve terasın ıslanma yüzeyi (0.076 m^2)' dir.

Terasın hesaplanan enine kesit alanına veya ıslanma yüzeyi alanına eşit, kabul edilen tipe uygun teras kesiti tersim edilir. Daha sonra, ortalama arazi eğimini gösteren hat üzerindeterasa ait kazı ve dolgu alanlarını birbirine eşit kılacak şekilde, belirli bir ölçekte, teras şekli arazi hattı ile birlikte çizilir.



Şekil 3.5. Teras Enine Kesiti

Tersim edilecek gradoni tipi terasın kesit alanının 0.076 m^2 olduğu hesapla bulunmuştu. Gradoni tipi terasın en kesit üçgeninin şekille açıklanabilmesi için üçgenin taban kenarının uzunluğu ile yüksekliğinin bilinmesi gerekir. Üçgenin yüksekliği terasın

derinliğidir. Teras derinliğinin 0.15 - 0.30 m arasında olacağı belirtilmişti. Bu örnekte, üçgen yüksekliğini (teras derinliğini) 0.17 m olarak kabul edebiliriz. Üçgenin taban kenarının uzunluğu ise aşağıdaki formülle bulunabilir.

$S = \frac{L \times h}{2}$ buradan, $L = \frac{2S}{h}$ bulunur.

Burada;

L= Teras enine kesit üçgeninin taban kenarı uzunluğu (m),

S= Üçgenin (Teras kesiti) alanı (m^2),

h= Üçgenin yüksekliği (Teras derinliği),

S= 0.076 m^2 (hesapla bulunmuştu), h = 0.17 m (kabul edildi)

$$L = \frac{2 \times 0.076}{0.17} = \frac{0.152}{0.17} = 0.89\, m'dir.$$

Teras boyutlarını hesaplarken, teras genişliği |ab| ile teras enine kesit üçgeninin taban uzunluğu ([ac] kenarını) birbirine karıştırılmamalıdır. Teras genişliği, üçgenin taban kenarından |bc| uzunluğunu çıkarmakla bulunabilir. Örneğimizde; taban kenarı uzunluğu |ac| = 0.89 m bulunmuştu. |bc| uzunluğu ise (bcd) üçgeni eşkenar üçgen olduğu için |bc|=|bd|' dir. |bd| Üçgenin yüksekliği daha önce 0.17 m olarak tespit edildiğinden, |bc|=0.17 m ve teras genişliği |ab|=|ac| - |bc|=0.89 - 0.17=0.72 m' dir.

Terasın, enine kesit yüzeyi baz alınarak, derinlik, üçgen taban kenarı uzunluğu ve teras genişliği hesaplandıktan sonra, akıtıcı terasların tersimi bölümünde belirtilen yöntemlerle tersimi yapılır.

Sabit kaya, taş ve ağaç kütüğü gibi doğal engellerle karşılaşıldığında eğimsiz terasları kesik yapmalıdır. Bunun dışında eğimsiz teraslar devamlı olmalıdır. Ancak, eğim hataları sebebiyle suların bazı kısımlarda birikerek, taşması sonucu terasın yırtılmasına meydan vermemek için uygun mesafede doğal oluşumları da kullanarak yeteri kadar sayıda kompartımanlar kullanılmalıdır. Kompartımanların yüksekliği terasın tümsek kısmından biraz daha alçak olmalıdır.

b) Eğimsiz (emdirici) terasların araziye aplikasyonu ve yapımı

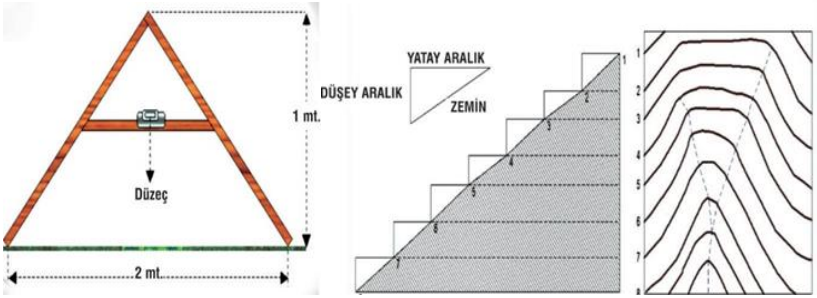
Erozyon kontrol sahasında, yangın emniyet yol ve şeritleri servis yolları ile akıcı teras hatlarının yerleri belirtildikten sonra eğimsiz terasların aplikasyonu yapılır.

Eğimsiz terasların araziye aplikesine başlamadan evvel yamacın en üst noktasından altına kadar kolayca görülebilecek şekilde düşey aralık kazıklarının çakılması yapılmalıdır. Düşey aralık kazıklarının çakılma işi tamamlandıktan sonra, yamacın en üst noktasından itibaren esas teras çizgilerinin kazıklanması yapılmalıdır.

Eğimsiz terasların yapılmasında tesviye pergeli kullanılmaktadır. Tesviye pergeli, ayak açıklığı 2 metre, yüksekliği 1 metre olan bir alettir. Üstteki kısmın tam ortasında bir tesviye düzeci bulunmaktadır. Kullanılması rahat ve kolay olduğu için her işçi tarafından emniyetlekullanılabilir.

Önce, aletin ilk ayağı terasın başlama noktasına konan tesviye ruhlusuna bakan işçi, ikinci ayağı tesviye düzeci sıfır eğimi gösterinceye kadar aşağı yukarı oynatır. Eğim sıfırı gösterince ikinci ayağın yeri, ikinci bir işçinin elindeki kazma ile toprakta işaret yeri açılır. Bu işlem devam edilerek tesviye eğrilerine paralel olarak, teras güzergâhı sıfır eğimde işaretlenmiş olur.

İşaretleme işi, sırttan dereye ve yukarıdan aşağıya doğru yapılmalıdır. İşaretlenen ilk teras derede bittikten sonra ikinci teras başlama noktası bulunmalıdır.



Şekil 3.6. Tesviye Pergeli ve Terasların Araziye Aplikasyonu

İç taksimat şebekesinin araziye aplikasyonu

- Çalışma alanı sınırları,
- Ulaşım yolları,
- Yangın emniyet yolları,
- Mevcut yer altındaki iletim hatları,
- Enerji nakil hatları**,** arazide belirlenecektir.



Fotoğraf 3.4. İç Taksimat Şebekesinin Planlanması, Yangın Emniyet ve Ulaşım Yolları

d) Terasların inşası

Eğimsiz teras hatlarının yerleri arazide belirlendikten sonra terasların inşaatı yapılmalıdır. Teraslama inşası yamacın en üst kısmından başlar, aşağıya doğru devam eder.

Eğimsiz teras yapımında; alanda kayalık ve orman olması durumunda ilk terasa yamacın en üst kısmından başlamak mümkün olmazsa yapılacak ilk teras akıtıcı olmalıdır. Çünkü, yamacın yukarısından gelen yağış sularının yapılan eğimsiz teraslara zarar vermeden boşaltma kanallarına akıtılması gerekmektedir. Bu amaçla yapılacak akıtıcı terasların ebatları, normal teraslardan daha büyük olacaktır. Bu nedenle, tesis edilecek terasın kesiti (Teras kesitlerinin hesabı bölümünde belirtildiği gibi) hesap edildikten sonra %0.5 – 1.5 arasında bir eğimle (Terasların araziye aplikasyonu bölümünde açıklandığı şekilde) araziye aplike edilerek inşa edilmelidir.

Teras yapımı sırasında çıkan taşlar terasın tümsek kısmına düzgün bir şekilde konulmalıdır. Bunlar, terasları uzun süre korurlar.

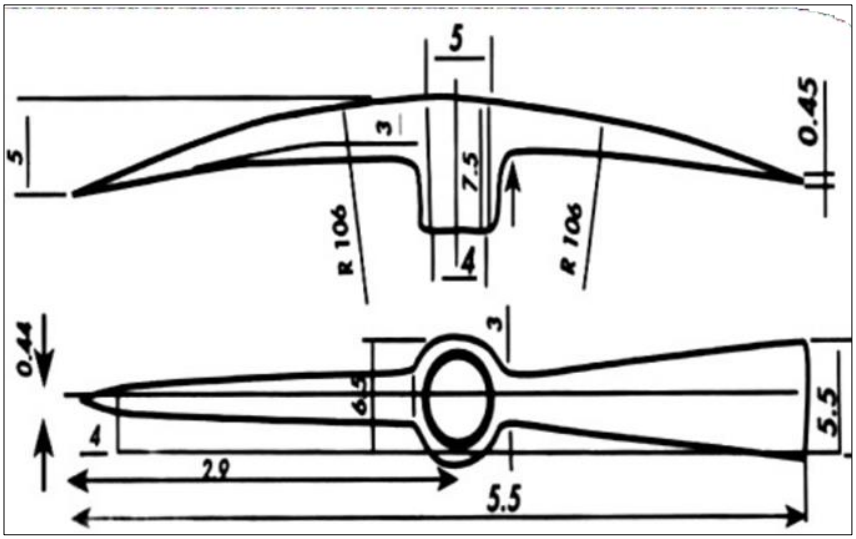
Akan yamaçların ıslahında önce mekanik tedbirlerle toprak akışının durdurulması daha sonra ise, o kısımda uygun bir bitki örtüsünün geliştirilmesi ile ıslah çalışmalarına devamlılık kazandırılması gerekir.

3.4.2 Teras yapımı

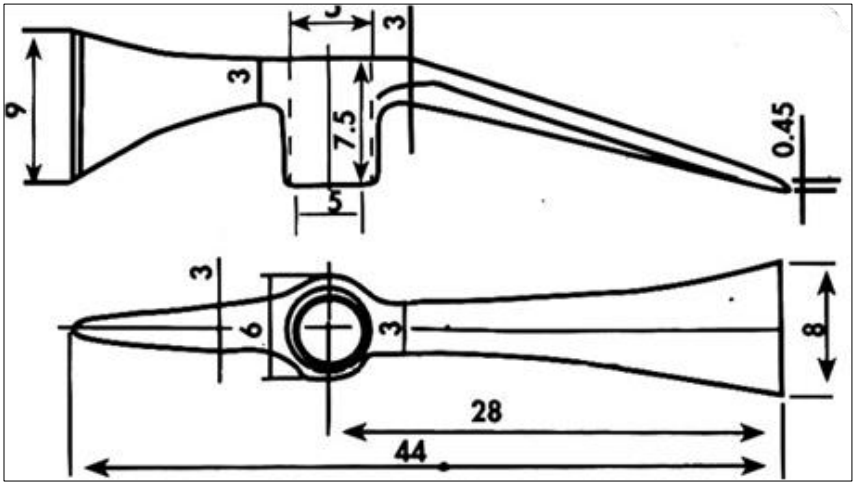
3.4.2.1. İşçi gücüyle teras yapımı

Makinalı çalışmaya uygun olmayan sahalarda insan gücü ile teraslar halinde toprak işlemesi yapılmaktadır. İşçi, önce yamaç kenarlarından başlayarak ve tesviye eğrisine paralel olarak 40–60 cm genişlikte, 20–25 cm derinlikte bir şeritte toprağa kırıntılı bünye kazandıracak şekilde yerinde toprak işlemesi (yan kazı) yapacaktır. Daha sonra işlenmiş şeridin başlangıç veya bitiş noktasından başlayarak, şeridin alt kısmında durarak yüzünü yamaca doğru dönüp yan kazısı yapılmış şeridin üst sınırından yukarı kısmındaki toprağa kırıntılı bünye vererek yan kazısı yapılmış şerit üzerine üzerine çekecek ve 35-40 cm derinlik 60-80 cm genişlik sağlayacak şekilde ve içe doğru %10-30 meyilde teras formu oluşturulur.

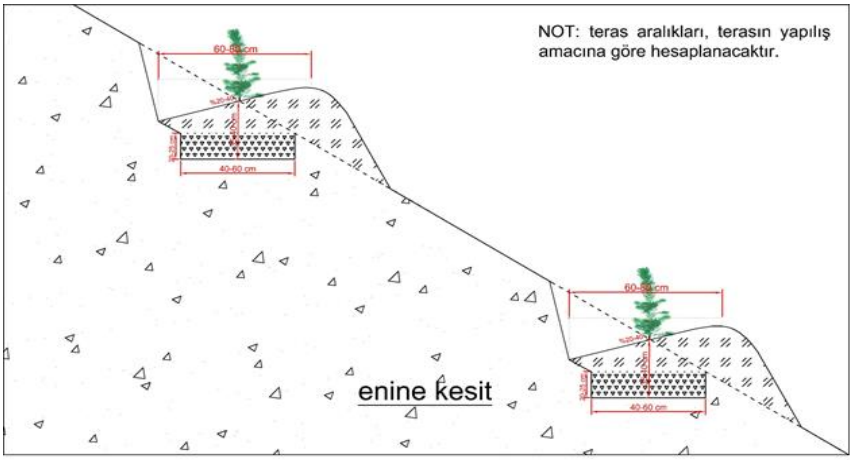
Teraslar su açığı olan yerlerde yüzeysel akışı asgariye indirerek suyun toprağa sızdırılması, yağışlı yerlerde de fazla suyu zararsız bir şekilde akıtmak ve her iki durumda da yüzeysel akışın neden olduğu toprak taşınmasını önlemek için tesis edilir ve saha daha sonra ağaçlandırılır. Toprak işlemede baltalı kazma ve sivrili kazma kullanılır.



Şekil 3.7. Baltalı Kazma Şekli



Şekil 3.8. Sivri Kazma Şekli



Şekil 3.9. İşçi Gücü İle Teras Yapımı



Fotoğraf 3.5. İşçi Gücü ile Teras Yapımı

3.4.2.1.1 Çürük yamaçların ıslahı amaçlı teraslar

Sağlam olmayan yamaçlarda, kolayca sökülüp aşağı doğru sürüklenen toprak ve taş parçaları, miktarı azda olsa materyal taşınımının önemli bir kaynağı olabilir. Islah edilen bir havzada çeşitli tedbirler alınırken bu gibi çürük yamaçların da ıslah edilmesi gerekir. Bu yapılmadığı takdirde diğer bütün ıslah tedbirleri yapılmış olsa da erozyon dolayısıyla da sel devam eder.

Akan yamaçların ıslahında önce mekanik önlemlerle toprağın durdurulması daha sonra ise o kısımda uygun bir bitki örtüsünün geliştirilmesi ile ıslah çalışmalarına devamlılık kazandırılması gerekir.

3.4.2.1.2. Drenaj tesisleri

Çürük yamaçlarda, hareketi etkileyen en önemli faktör, toprağın nemliliğidir. Toprakta, su miktarı arttıkça, toprağın iç sürtünme direnci azalmakta ve böylece yamaç stabilitesi azalmaktadır. Islak çürük yamaçlarda meydana gelen kütle hareketlerini durdurmak için ilk yapılacak iş yamaç topuğunun kuru veya harçlı duvarlarla sağlamlaştırdıktan sonra, ıslah edilecek yamacın yukarı kısmından gelen yüzey akışlarını saptırma kanalı ile çevirerek sağlam bir alana akıtılmasıdır.

Drenaj hendekleri ot ekimleri yapılarak stabil hale getirilmeli veya taş kaplamalı, geosentetik kaplama (geomembran), inşa edilmelidir.

3.4.2.1.3. Çizgi ot ekimi

Eğimin çok dik ve yüzeysel taşınmanın fazla olmadığı iyi topraklı çürük yamaçların ıslahında, ot ekimleri faydalı sonuçlar vermektedir. Tesviye eğrilerine paralel olarak 25- 30 cm aralıkla, kazma ucu ile 4 - 5 cm derinlikte açılan çizgilere gramine (Buğdaygil) veya legüminözler (Baklagiller) bu amaçla ekilebilir. Ekim yapıldıktan sonra çizgilerin üzeri kapatılmalı fakat yamaç

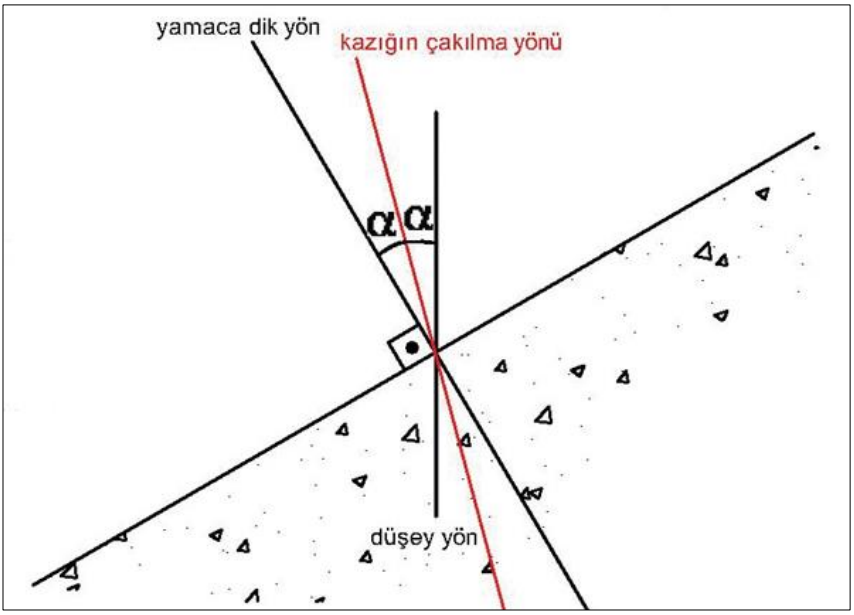
üzerinde ekim çıkıntısı bırakılmamaya gayret edilmelidir. Aksi halde meydana gelen küçük teraslarda biriken yağmur suları erozyona sebep olabilir.

3.4.2.1.4. Örme çit teras

Toprağı gevşek çürük yamaçlarda, toprağın taşınmasını önlemek için çoğu yerlerde örme çitler yapılır. Bu çitler, yağmur sularının akışını yavaşlatarak toprağın aşınmasını ve taşınmasını önlerler. Bu ise erozyon ve sel oluşumunu azaltır.

Örme çitlerin inşaatında ince çapları 4 - 6 cm(5*5 cm lik ahşap malzeme de olabilir) olan 90 - 100 cm boyunda kazıklar kullanılır. Çakılan kazıkların birbirine olan mesafesi 30 - 40 cm olmalıdır. Sıralar arasındaki mesafe en az 3 metredir. Kazık çakmada kılavuz kazık kullanılması ve toprağın tavda olması kazık çakılmasını kolaylaştırır. Ayrıca, sürgün verme özelliği olan kazıklar tercih edilmelidir. Kazıkların üçte ikisi toprağa girmelidir. Toprağın gevşek ve yamaç eğiminin fazlalığı oranında kazıklar derin çakılmalıdır. Kazıklar yamaca ne tam düşey, ne de araziye dik olmalı ikisinin arası yönde ve daha ziyade yukarı doğru çakılmalıdır. Çünkü, kazıklar düşey olarak çakıldıkları takdirde, yağmur suları ile kazık dipleri kolaylıkla oyulmakta ve kazıklar devrilmektedir. Kazıkların yamaca dik olarak çakılması halinde ise gevşek topraklarda, hareket halindeki toprağın basıncı ile dışarıya itilmektedir.

Kazıklar suya (toprağın nemine) dayanıklı ağaç türlerinden olmalı, ancak, öncelikle o bölgede bulunan mevcut ağaçlardan olamasına özen gösterilmelidir. Mevcut türlerden dayanıklılığı sebebiyle (varsa) meşe tercih edilebilir. Kazık aralarının örülmesi için de söğüt, kavak gibi esnekliği fazla olan dallar kullanılır. Aynı şekilde, örme çitlerin tesisinde kullanılacak örme malzemesinin cinsi o bölgede bol olan ağaç türlerinden olmalıdır.



Şekil 3.10. Örme Çit Teras Yapımında Kazıkların Çakılması

Örme çitlerin tesis zamanı genellikle ilkbahardır. Çünkü, ağaç budama bu mevsimde yapılır. Ayrıca, yağışların bol olması nedeniyle toprak yumuşak olduğu için kazıkların çakılması bu mevsimde daha kolaydır.

Kazık çakma ve örme işlemleri tamamlandıktan sonra çitlerin arkası toprakla doldurulur ve üst kısımlarına da ağaç türlerinden uygun olanları dikilir. Yamaç üzerine inşa edilecek örme çitlerin sıralama tarzları değişiktir. Toprağın gevşek oluşu ve yamacın eğimi oranında örme çitler yatay ve devamlı sıralar halinde ve ya aralıklı ve şaşırtmalı bir biçimde inşa edilir. Şaşırtmalı örme çitlerde 2 m çit, 2 m boşluk bırakılacak şekilde sıralama tarzı olabilir. Böylece malzemeden ve işçilikten %50 tasarruf sağlanmış olur.

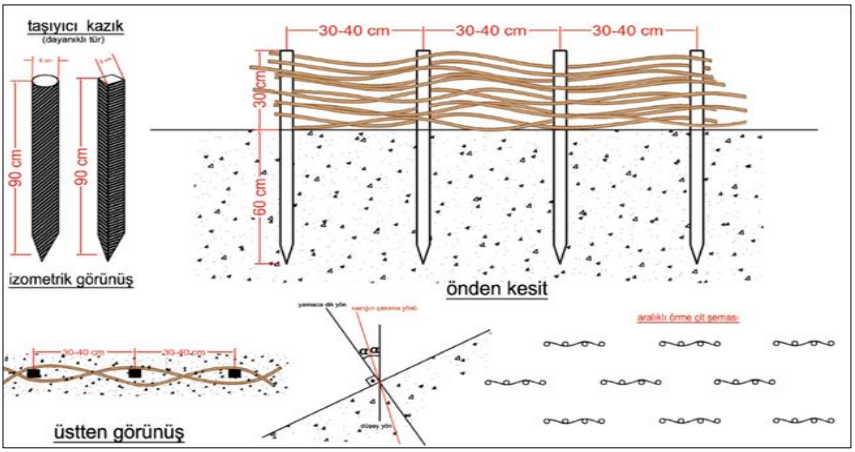
Çitler, aralıklı ve şaşırtmalı sıralar halinde sıralandıkları takdirde yukarıdan aşağıya doğru sıra başlarının birbirlerini karşılamaları gerekir. Çünkü, sıra başlarında akan suyun ve taşınan materyalin oyma etkileri görülür.

Aralıklı ve şaşırtmalı çitlere sarf edilecek malzeme ve işçilik daha az olduğu için daha ekonomiktir. Fakat, gevşek toprak üzerinde yapılan aralıklı ve şaşırtmalı örme çitin, şiddetli yağmurların etkisi ile, sıra başlarının çabuk oyulması gibi sakıncaları da vardır. Bu yapı şekli yamaç eğiminin az ve toprağın çok gevşek olmadığı yerlerde yapılmalıdır. Toprağın çok gevşek ve eğimin fazla olduğu arazilerde kesintisiz devam eden yatay örme çit inşa edilmelidir.

Toprağın ve nemin uygun olduğu yamaçlarda, çitlerin tesisinde filizlenme kabiliyeti fazla olan ağaç dalları kullanılmalıdır. Bu takdirde, dalları örme malzemesi olarak da kullanılan kazıkların kalın başları toprağa gelecek şekilde çakılır. Bu süratle, yamacın yeşillenmesi daha kısa sürede gerçekleşir.



Fotoğraf 3.6. Örme Çit Teras Tesisi



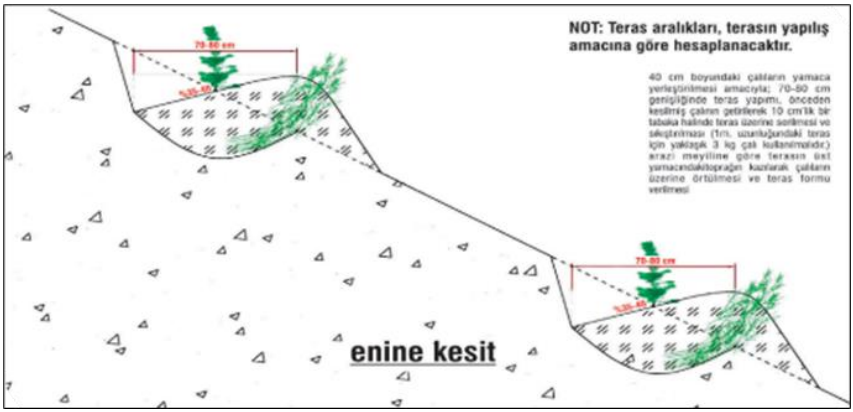
Şekil 3.11. Örme Çit

3.4.2.1.5. Çalı demetli çit teras

Çürük yamaçların stabil hale getirilmesinde kullanılan diğer bir tesistir. Sıralar arasındaki mesafe, örme çitte olduğu gibi 1 - 2 metredir. Yalnız, örme söz konusu olmadığından, iki kazık arasındaki mesafe biraz daha fazla olabilir. Bu nedenle, çalı demetleri tesisinde kazıklar arası mesafe 0.50 m olarak kabul edilebilir. Bölgeden sağlanan çeşitli boydaki çalı ve çırpılar toplanarak demetler haline getirilir. Çakılan kazıkların üst kısmına bir hendek açılarak demetler yerleştirilir. İklim şartları uygun ise kazıklar sürgün veren cinsten olmalıdır. Kazık çakma ve demetlerin yerleştirilmeleri tamamlandıktan sonra çalı demetleri sıralarının alt ve üst kısmına yöreye uygun ve hemen kök yapabilen buğdaygil ve baklagil yem bitkileri ekilmelidir. Ayrıca, sıra aralarına da dikimi uygun fidanlarla ağaçlandırma yapılmalıdır.

3.4.2.1.6. Çalı demetli teras

Çalı demetli teraslar eğimi, rüzgâr erozyonuna hassas, ince kumlu yapıda, ince meteryal taşınan yamaçların stabil hale getirilmesinde kullanılır. Yamaçlarda kazı tabanının içe doğru eğimi %10 olacak şekilde bir 10x20 cm ebatlarında kanal açılır. Önceden kesilmiş çalılar getirilerek, kalın uçlarının bu kanala yerleştirilir. 10 cm'lik bir tabaka halinde teras üzerine serilip sıkıştırılır. (1 m uzunluğundaki teras için yaklaşık 3 kg çalı kullanılmalıdır), arazi meyiline göre terasın üst yamacındaki toprağın kazılarak çalıların üzerine örtülür. Teras üzerinden toprak sıkıştırılarak %35 - 40 eğim verilir. Daha sonra açılan çukurlara projesinde belirtilen fidanlar dikilir. Bu tesiste kazık kullanılmamaktadır. Çalı demetli terasın üzerine fidan dikilecekse, çalı demetleri terasa yerleştirilirken, fidan dikilecek yerin çalı demetleri ile kapatılmamasına dikkat edilmelidir.



Şekil 3.12. Çalı Demetli Teras

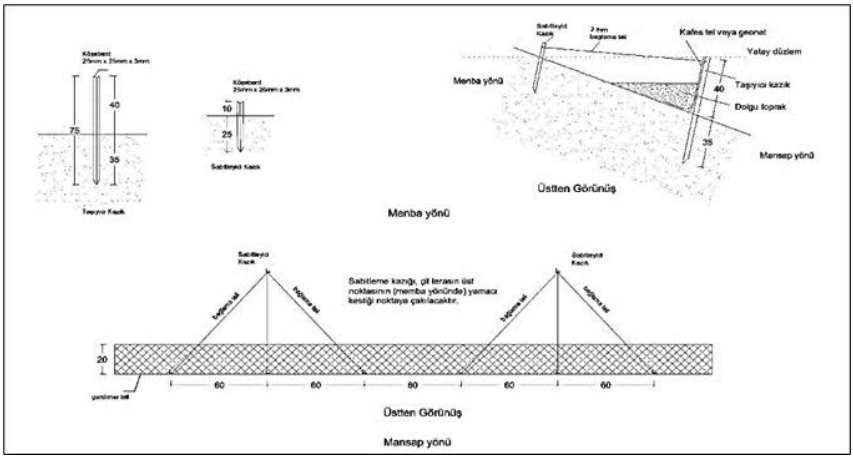


Fotoğraf 3.7.Çalı Demetli Terasla Yapılmış Yamaç Islahı

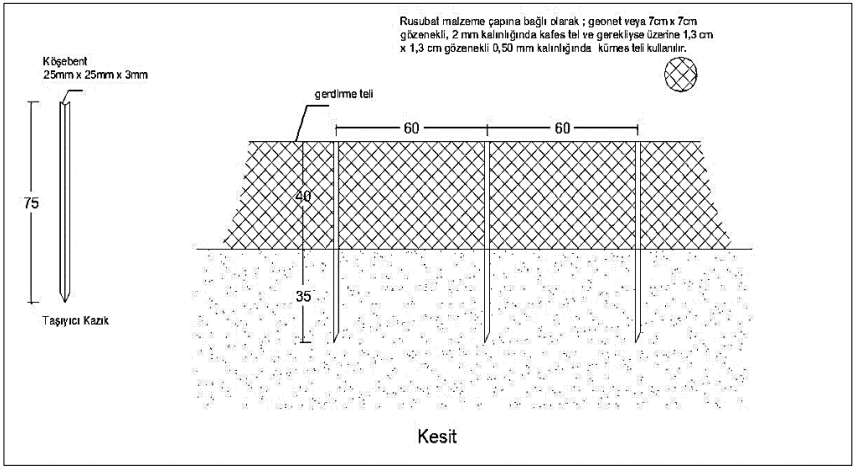
3.4.2.1.7 Kafes tel çit teras

Her meyildeki akan yamaçlarda, 75 cm uzunluğunda 25 mm x 25 mm x 3 mm ebatlarındaki köşebent kazıkların 60 cm aralıklarla tesviye eğrilerine paralel sıralar halinde 35 cm zemine çakılır, her üç kazık yukarıya çakılan sabitleme kazığına bağlanır, kazık aralarına, (40 cm kazığa, 20 cm tabana serilecek tarzda) kafes tel çekilir, kazıklar arasının gergi teli ile sabitlenir. Bu çitin arkasında bükülen malzeme toprak ile kapatılır. Köşebent kazıklar yerine Ø12 lik nervürlü demir kullanılabilir. 7cm x 7cm gözenekli 2 mm kalınlığında kafes tel kullanarak çit teras yapılır (İnce malzemeyi tutmak gayesi ile bu kafes tel ile beraber 1.50 cm x 1.50 cm den fazla gözenekli olmayacak kümes teli kullanılmalıdır.). Eğer teraslarda dikim yapılacaksa köşebent kazıkların boyu 90 cm

olmalıdır. Sabitleme kazığı kullanılmadan bu çitin arkası toprak ile doldurulur ve teras formu verilir.



Şekil 3.13. Kafes Tel Çit (Önden Kesit)



Şekil 3.14. Kafes Tel Çit (Üstten Kesit)

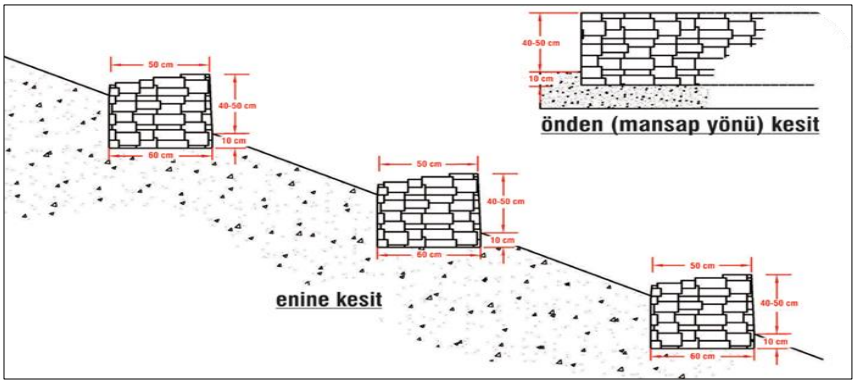


Fotoğraf 3.8. Kafes Tel Çit Teras

3.4.2.1.8 Diğer tesisler

a) Taş kordon

Taş kordon arazide taş yoğunluğun olduğu yerlerde iki şekilde tesis edilmektedir. 10 cm derinlik ve 60 cm genişlikte temel kazısı yapılarak, sahadan toplanmış taşlarla tesviye eğrilerine paralel 40-50 cm yüksekliğinde taş kordon yapımı, ikincisi temel kazısı yapılmadan, taşların tesviye eğrilerine paralel toplanarak yığılması şeklinde yapılan taş kordondur. Daha sonra taş kordonların arka taraflarına akan malzeme yeterli olduğunda tohum ekimi veya bitkilendirme yapılmalıdır.



Şekil 3.15. Taş Kordon


Fotoğraf 3.10. Taş Kordon



Fotoğraf 3.11. Taş Kordon

b) Malçlama

Dik ve çıplak yamaçların yeşillendirilmesinde bu metodun uygulanması gerekebilir. Bunun için, yamaç üzerine 5- 10 cm kalınlıkta civardan temin edilebilecek dal, yaprak, saman ve her türlü bitki artıkları serilir. Yamaç toprakları sıkı ve toprağa düşecek tohumların çimlenmesine elverişli değilse malç materyali serilmeden önce toprağın bir çapa ile hafifçe işlenmesinde yarar vardır.

Yamaç üzerine serilecek olan bitki örtüsünün yağmur, rüzgâr vs. tesiri ile aşağılara akma tehlikesi varsa malç tatbikatı yapılacak olan saha üzerine kazıklar çakmakta yarar vardır. Kazıklar 5 cm kalınlıkta 45 - 60 cm uzunlukta olup 30 - 45 cm'si toprağa çakılır. Kazıkların aralık ve mesafeleri ihtiyaca göre 0.50 - 1.50 m olabilir. Malç tatbikatından önce veya sonra sahaya tohum atılabilir. Fakat doğal tohumlama esas kabul edilmelidir. Malç malzemesi

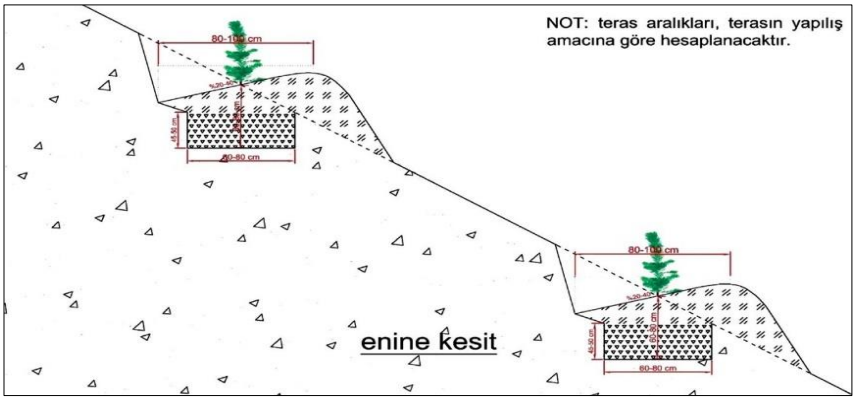
toprağı erozyona karşı koruduğu gibi, toprağı gölgeleyerek tohumların çimlenmesine yardım eder, toprağın hızlı kurumasını önler, toprağın strüktürünü ıslah eder ve organik madde ilave etmek suretiyle mikro-organik aktiviteyi artırır.

Bu yöntem yağmurun kinetik enerjisi ile toprağı dövmesi ve agregatları çözmesine ve erozyon meydana getirmesine engel olur. Yaprak, sap, saman gibi örtü materyali yüzeysel akışı engeller ve tabaka erozyonunu önler. Cansız örtü infiltrasyonu düzeltir ve buharlaşmayı azaltır.

3.4.3 Makine ile toprak işleme

3.4.3.1. Örümcek ekskavatörle teras

Hektardaki teras miktarının daha yoğun olması gereken sahalar ile topoğrafyanın ve toprak türünün erozyona daha hassas olduğu yerlerde, toprağın ve topoğrafyanın daha az etkilenmesini sağlamak amacıyla, tesis edilecek teras genişiliğini geçmeyecek şekilde daha dar teras yapabilme kabiliyetinde olan en az 34 HP gücündeki lastik tekerlekli ekskavatörle 60 -80 cm genişliğinde, 45- 50 cm derinliğinde şeritler halinde yan kazı şeklinde alt toprak işlemesi yapılması, şeridin üst sınırından yukarı kısmındaki toprağa kırıntı bünye vererek kazı yapılmış şerit üzerine toprak çekilmesi, böylece 60 - 80 cm derinlik, 80 - 100 cm genişlikte içeriye doğru % 20-40 eğim olacak şekilde teras formu verilmektedir.



Şekil 3.16. Örümcek Ekskavatörle Teras

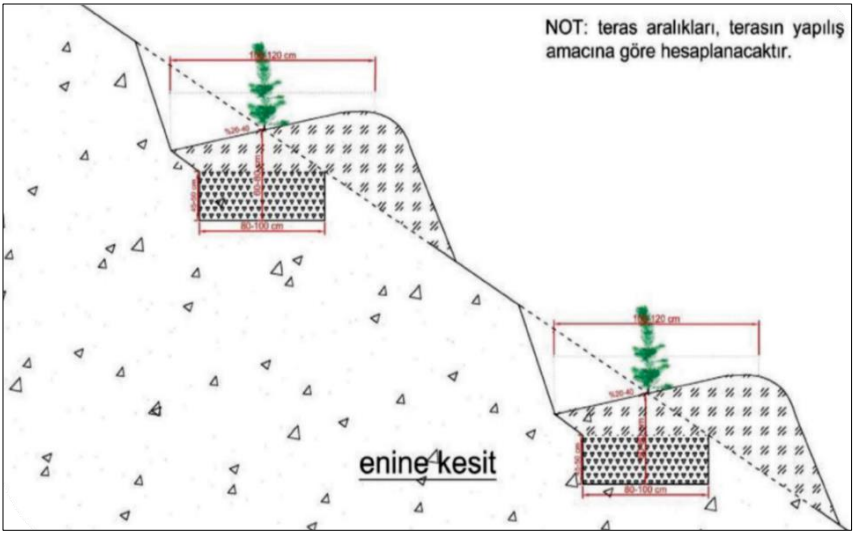

Fotoğraf 3.12. Örümcek Ekskavatörle Toprak İşlemesi

3.4.3.2. Buror tipi teras

24 HP gücünde, aks genişliği maksimum 170 cm olan ekskavatör ile 80- 100 cm genişliğinde, 45- 50 cm derinliğinde şeritler halinde yan kazı şeklinde alt toprak işlemesi yapılarak alt toprak işlemesi yapılmış şeridin üst sınırından yukarı kısmındaki toprağa kırıntı bünye vererek kazı yapılmış şerit üzerine toprak çekilmesi,

böylece 60 - 80 cm derinlik, 100 - 120 cm, 120-150 cm genişlikte içeriye doğru % 20-40 eğim olacak şekilde teras formu verilmektedir.

24 HP gücünde, aks genişliği maksimum 200 cm olan ekskavatör ile 60 - 80 cm derinlik, 150 - 200 cm genişlikte içeriye doğru % 20-40 eğim olacak şekilde teras formu verilerek buror tipi teraslarda yapılmaktadır.



Şekil 3.18. Buror Tipi Teraslar (100-120 cm genişliğinde)



Fotoğraf 3.13. Buror Tipi Teras Aplikasyonu

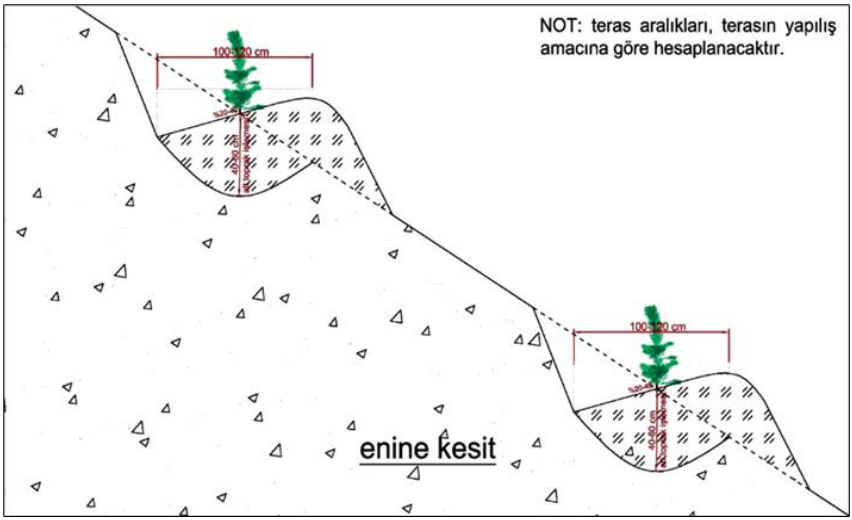

Fotoğraf 3.14. Mini Ekskavatörle Buror Tipi Teras Yapımı



Fotoğraf 3.15.Buror Tipi Toprak İşlemesi

3.4.3.3. Meror tipi teras

Paletli traktör veya ekskavatör ile gradoni şeklinde toprak işlemenin yapılamadığı veya projesinde gerekçesi açıklanan sahalarda,parçalı anakayanın hakim olduğu Toros silsilesi veya benzeri yapılardaki sahalarda 140-180 HP motor gücünde paletli ekskavatör ile kırıcı yerine monte edilmiş tekli riper (20-25 cm genişlikte 7-10 cm kalınlıkta, 80-100 cm uzunlukta, 40-50 cm tırnak uzunluğunda ve 8-10 cm tırnak genişliğinde) ile tesviye eğrilerine dik ortalama 1 metre uzunluğunda ortalama 0.25 metre aralıklarla yan kazı yapıldıktan sonra bunların tesviye eğrilerine paralel birleştirilmesi ile 40-60 cm derinlikte alt toprak işlemesi yapılarak teras formu verilmektedir.



Şekil 3.19. Meror Tipi Teras


Fotoğraf 3.16. Meror Tipi Toprak İşleme Ekipmanı

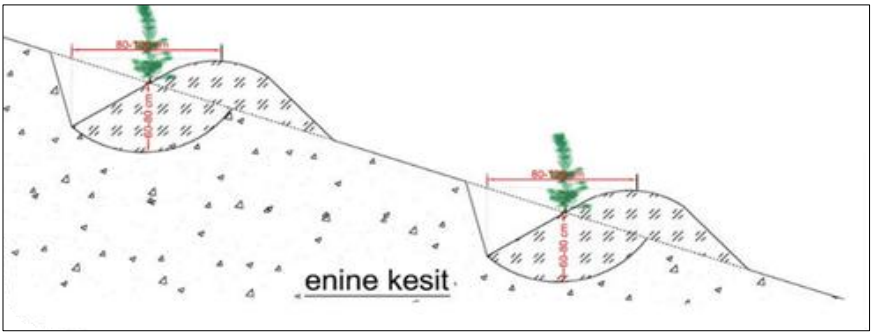


Fotoğraf 3.17. Meror Tipi Toprak İşleme

3.4.3.4. Kayor Teras

Eğimi %40'a kadar olan sahalarda; mikro topoğrafyanın makinalı çalışmaya uygun olduğu, 180 - 230 HP gücünde paletli traktör ile toprağın, 60 - 80 cm derinlikte ve 80 - 100 cm genişlikte riper + soklu pulluk ile gradoni şeklinde işlenmesi.

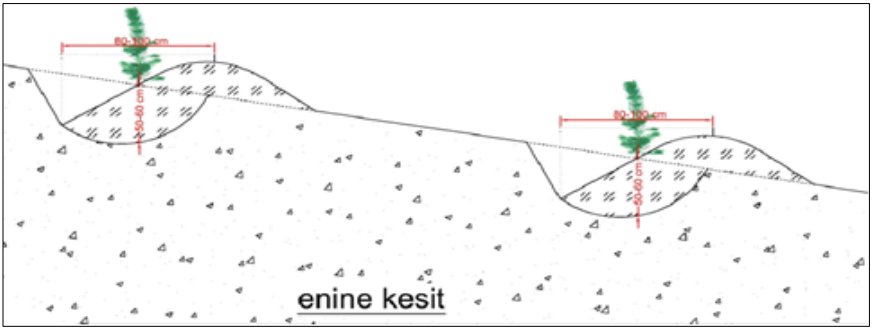
Eğimi %20'ye kadar olan sahalarda; mikro topoğrafyanın makinalı çalışmaya uygun olduğu, 180 - 230 HP gücünde lastik tekerlekli traktör ile toprağın, 50 - 60 cm derinlikte ve 80 - 100 cm genişlikte riper + soklu pulluk ile gradoni şeklinde işlenmesidir.



Şekil 3.20. Paletli Traktör ile Yapılan Kayor Teras



Fotoğraf 3.18. Paletli Traktör Çift Soklu Pulluk



Şekil 3.21. Lastik Tekerlekli Traktör ile Yapılan Kayor Teras



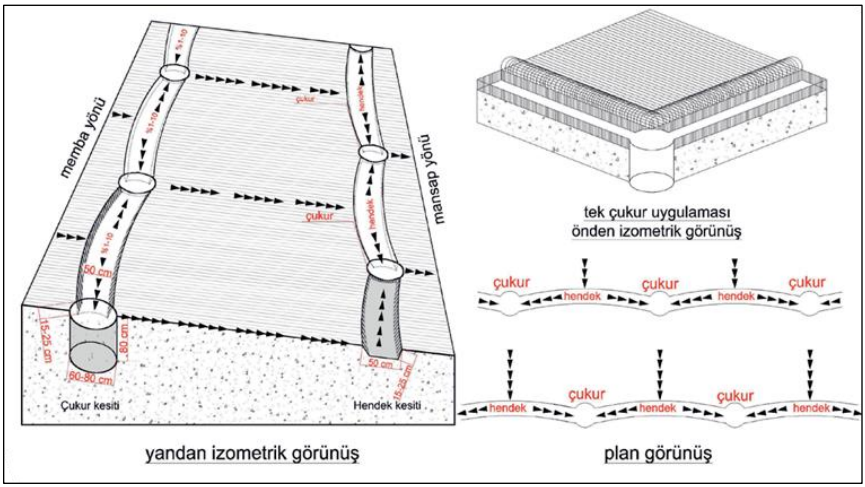
Fotoğraf 3.19.Lastik Tekerlekli Traktör ile Yapılan KayOr Teras



Şekil 3.20. Paletli Traktör ile Yapılan KayOr Teras

3.4.3.5 Hendekli çukur teras (Şuror)

Toprağın sığ, fizyolojik derinliğin uygun olduğu, işleme derinliğinde sert ve yatay tabakalanmanın olduğu yerlerin paletli / lastikli ekskavatöre monteli kırıcı kullanarak dikim çukuru oluşturulması, oluşturulan dikim çukurlarının arasının su hasadına yönelik hendekle birleştirilir. Paletli/lastikli ekskavatör ile 60 - 80 cm derinliğinde 60 x 80 cm uzunluğunda ve genişliğinde kırıcı ile kırılır, ikim çukuruna bağlantılı veya iki dikim çukurunu birleştirmek gayesi ile paletli veya lastik tekerlekli ekskavatöre monteli kova/riper kullanılarak; toprağın 15x25 cm derinliğinde, 50 cm genişliğinde açılarak, çıkan taş ve toprağın hendeğin alt kısma şeritler halinde yığınlanması suretiyle %1-10 meyilli hendek oluşturulur.



Şekil 3.22. Hendekli Çukur Teras



Fotoğraf 3.21. Ekskavatör ile Şuror Tipi Toprak İşleme


Fotoğraf 3.22-23. Ekskavatör ile Şuror Tipi Toprak İşleme

3.4.3.6. Ekskavatörle çukur şeklinde toprak işlemesi

Ekskavatörle çukur şeklinde toprak işlemesi asağıda bahsedilen üç şekilde olmaktadır.

a) Paletli veya lastik tekerlekli ekskavatör kovasıyla;

Paletli veya lastik tekerlekli ekskavatör ile 100 cm uzunluğunda, 80 cm genişlikte ve 60 - 80 cm derinlikte projede belirtilen aralık x mesafede çukur şeklinde toprak işlenir. Eğer boylu/yaşlı ve

kaplı/ambalajlı veya boylu/yaşlı ve çıplak köklü fidan dikilecekse, paletli veya lastik tekerlekli ekskavatör ile 100 cm uzunluğunda, 80 cm genişlikte ve 60 - 80 cm derinlikte çukur açılması, projede belirtilen aralık x mesafede, boylu/yaşlı ve kaplı/ambalajlı veya boylu/yaşlı ve çıplak köklü fidan ebatına göre doldurularak dikim çukuru oluşturulması. Bu şekilde oluşturulan çukurun dip kısmından en az 1/3 lük bölümü işlenir.



Fotoğraf 3.24. Ekskavatör ile Şuror Tipi Toprak İşleme

b) Paletli veya lastik tekerlekli ekskavatör ucuna takılmış tekli riperle;

Paletli traktör ile toprak işlemesi yapılamayan, parçalı anakayanın hakim olduğu, blok halinde taşlılığın bulunduğu, işleme derinliğinde sert ve altta geçirimsiz yatay tabakanın oduğu veya projesinde gerekçesi açıklanan sahalarda 40-50 HP gücünde ekskavatör ucuna takılmış genişliği 10-18 cm uzunluğu 75-90 cm olan tekli riper ile 80 cm genişlikte ve 60 - 80 cm derinlikte projede belirtilen aralık x mesafede toprak işlenir.



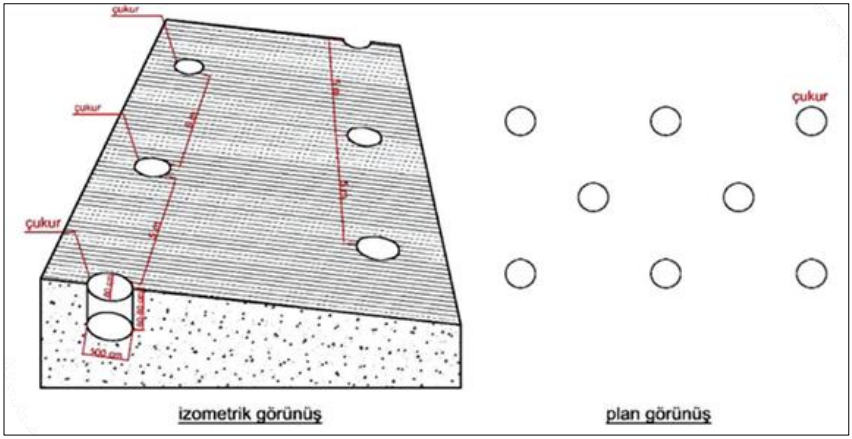
Fotograf 3.25. Paletli Ekskavatör Ucuna Takılmış Tekli Riper

c) Paletli veya lastik tekerlekli ekskavatör ucuna takılmış kırıcıyla;

Ekskavatöre monteli kova ile kırıcının kullanıldığı 1.2 metre derinliğinde 1 x 1m ebatındaki yerin temizlenerek çukur oluşturulur, ekskavatöre monteli kova ile oluşturulan 1.2 metre derinliğinde 1 x 1 m ebatındaki çukurun doldurularak dikime hazır hale getirilir.



Fotoğraf 3.26. Paletli Ekskavatör Ucuna Takılmış Kırıcıyla Çukur Şeklinde Toprak İşleme



Şekil 3.23. Çukur Şeklinde Toprak İşleme



Fotoğraf 3.27. Ekskavatörle Çukur Şeklinde Toprak İşlemesi

3.4.3.7. Paletli traktörle tam alanda toprak işlemesi

Kurak ve yarı kurak ağaçlandırma alanları, birçok problemi içinde barındıran, çalışmalarda bilgi yanında itina ve dikkat sarf edilmesi gereken oldukça karmaşık ve en kötü şartları temsil eden sahalardır.

Asırlar boyunca aşınmış, otlatma nedeni ile sıkışmış ve keçeleşmiş yarı kurak ve yarı nemli sahalarda ağaçlandırma yapmak ancak toprağın iyi bir şekilde işlenmesi ile mümkündür.

Erozyon kontrolü sahalarında toprağın işlenmesi ile toprak gevşetilmekte, karıştırılmakta ve toprakta bulunan gözenek miktarı artırılmakta, dolayısıyla su tutma kapasitesi arttırılarak toprak kırıntılı bünyeye kavuşturulmaktadır.

Ayrıca toprak havalanmakta, fidan köklerinin rahatça işleyebileceği bir zemin oluşturulmakta, böylece toprakta mikroorganizma faaliyetleri artmakta, fidanların topraktan su ve besin maddelerinin alımı kolaylaşmaktadır.

Toprak işlemeden anlaşılan konu, ağaçlandırma için toprak işlemenin uygun mevsimde ve zamanda yapılmasını, toprağın ıslah edilmesini, fidanın tutma başarısının artırılmasını ve gelişmesini sağlayıcı biçimde uygulamaktır. Bu işlemleri yaparken toprağa ve biyolojik çeşitliliğe zarar vermeyecek şekilde çalışmalak esastır. Erozyon kontrolü sahalarında yeterli sayıda toprak profili açılmalıdır.

Erozyon kontrolü sahalarında, topoğrafyanın elverişli, eğimin %0-40'a kadar olduğu uygun alanlarda makineli toprak işlemesi yapılmalıdır. Makineli toprak işleme yapılan sahalarda, başarı oranının yüksek olması, işin istenen zamanda yapılması, maliyetin daha ucuz olması, toprak işlemeden beklenen yararların daha iyi gerçekleştirilmesi, nedenleri ile tercih edilmektedir.

Alt toprak işlemesi

Alt toprak, yaklaşık 30 - 35 cm derinlikten ana kayaya kadar olan derinliği içine almaktadır. Alt toprakların, özellikle hacim ağırlıkları fazla ve bundan dolayı da fiziksel özellikleri üst topraklara göre daha kötüdür. Buna rağmen alt toprak, bitkinin büyümesi ve gelişmesi yönünden büyük önem kazanan bir toprak katmanıdır.

Arazilerin profil yapısı bilinmeden, riper kullanmak toprağın yapısını tamamen tahrip edebilir. Kireç taşlarından oluşmuş sığ ve orta derin topraklarda riper kullanılmamalıdır. Böyle topraklarda riper, alttaki kireç taşlarını toprağın üstüne taşır, mevcut toprak taş parçalarının arasına karışır ve toprağın hızlıca kurumasını sağlar. Yağış suları derinlere sızar, çatlaklarda kaybolur. Bunun yanında vertisol, podzol ve sert kalker katmanlı topraklar ile orta derinlikte yer alan gevşemiş ana kayanın riperlenmesi faydalıdır.

Erozyon kontrolü sahalarında riper kullanmadan önce arazinin iyi etüd edilmesi gerekir. Bu iş için de sahanın değişik yerlerinde toprak profilleri açılmalı ve toprak yapısı gözden geçirilmelidir.

Dikilen fidan köklerinin rahatça derine gitmesine engel olan bir arazi yapısı mevcut olduğu takdirde, riperle alt toprak işlemesine ihtiyaç olmaktadır. Aksi durumda eğimin ve yağışın uygun olduğu yerlerde sadece pullukla üst toprak işlemesi yeterlidir. Özellikle kurak ve yarı kurak topraklarında bulunan kalsiyum, yıkanamadığından hava ve su da bulunan karbondioksitle birleşerek kireç taşı meydana gelmekte ve bu da toprağın muhtelif derinliklerinde bir ana kaya gibi sert bir yapı oluşturmaktadır. Böylece bu sert tabakadan dolayı toprak derinliği fizyolojik olarak sınırlanmış bulunmaktadır. Sert tabaka, fidan köklerinin derinlere gitmesini önler, bitki köklerinin gelişim alanı daralır, toprağın havalanmasına engel olur.

Sadece üst toprak işlemesi yapılmış bu tip arazilerde dikilen fidanların kökleri bu sert tabakaya gelerek daha aşağılara inmesi mümkün olmadığından fidanın gelişmesi yavaşlamakta ve daha ileriki yaşlarda kurumalar kendini göstermektedir. Bu çeşit arazilerde riperle toprak işlemesi yapılmalıdır.

Özellikle 40 cm olan bir toprak yapısının hemen altında ana kayayı temsil eden ayrışmakta olan bir C horizonunun bulunduğu durumlarda, bu horizonu ayrıştırarak toprak yapısı kazanmasına yardım etmek, su tutma miktarını artırmak ve fidan köklerinin rahatça işleyebileceği bir ortam hazırlamak için riperle alt toprak işlemesi gerekli olabilir.

Erozyon kontrolü çalışmalarında, alt toprak işlemesi, paletli veya 4 x 4 lastik tekerlekli traktörlere takılan riperle olmaktadır. Riperler, paletli traktörlere üçlü veya ikili takılabilmektedir. Eğimin düşük ve toprağın ağır bünyeli olduğu yerlerde riperli toprak işlemesi, kazayağı takılmış olarak yapılmalıdır. Riperle toprak işlemesinde riper ucu sert tabakanın altından geçecek şekilde riper derinliği ayarlanmalıdır. Sert tabakanın parçalanması yağışsız mevsimde ve arazinin kuru olduğu dönemde yapılmalıdır.

a) İkili riperle alt toprak işleme

Meyil ve mikro topoğrafyanın makineli çalışmaya uygun olduğu sahalarda toprağın işlem derinliğinde yarı ayrışmış veya yumuşamış anakayanın toprak derinliğini kısıtlayan sert ve yatay bir tabakanın bulunduğu ve/veya ağır bünyeli toprakların 2'li riperle 60-80 cm derinliğinde işlenir. (2 m aralıkla yapılan 2' li riper çalışmalarında ikinci geçiş ilk riperlemenin ortasından yapılır.)

b) Üçlü riperle alt toprak işleme

Meyil ve mikro topoğrafyanın makineli çalışmaya uygun olduğu sahalarda toprağın anakayanın toprak derinliğini kısıtlamadığı, sert ve yatay tabakanın bulunmadığı ve/veya orta ve hafif bünyeli toprakların 3'lü riperle 60-80 cm derinliğinde toprak işlenir.

Ağır bünyeli topraklarda, riperli toprak işlemesinden sonra toprak yüzeyinde yarılmalar varsa, kültivatör ve pullukla ayrıca üst toprak işlemesi yapılmalıdır. Toprağın az taşlı ve orta bünyeli topraklarda alt toprak işlemesi, kazayağı olmaksızın da yapılabilmektedir. Toprak işlemenin makinalı yapıldığı sahalarda, makinalı bakıma da imkan verecek aralık mesafede fidan dikilmelidir. Aralık mesafe türlere göre değişmektedir.



Fotoğraf 3.27. İkili Riperle ve Üçlü Riperle Tam Alanda Alt Toprak İşlemesi



Fotoğraf 3.28. Üçlü Riperle Tam Alanda Alt Toprak İşlemesi

Üst toprak işlemesi

Üst toprak işlemesi, genellikle alt toprakta sorun bulunmayan sahalarda %20 eğime kadar traktöre bağlı tekli veya çift sokulu pullukla, tesviye eğrilerine paralel şekilde ve teras formunda, dikilecek fidan aralıklarına uygun olarak yaklaşık 40 cm derinlikteki toprağın gevşetilmesi ve devrilmesi şeklinde yapılmaktadır. Ayrıca 80 – 110 HP gücünde 4x4 lastik tekerlekli traktöre arkadan bağlı, ağır diskarolarla, alt toprak işlemenin tam alanda yapıldığı, yamaç eğiminin %20'den, yüzeysel taşlılığın %25'den az olduğu sahalarda toprağın eş yükselti eğrilerine paralel olarak tam alanda disklenerek işlenmesidir.



Fotoğraf 3.29. Lastik Tekerlekli Traktörle Çift Soklu Pulluk Gradoni Şeklinde Üst Toprak İşlemesi

Kurak ve yarı kurak erozyon kontrol amaçlı ağaçlandırmalar için, makineli toprak işlemelerinde, %0 - 40 eğimde, ağır bünyeli, problemli topraklarda, paletli traktörle ikili veya üçlü riperle alt toprak işlemesi, kapilariteyi kırmak için ise diskaro ve pullukla üst toprak işlemesi yapılmadır.

Paletli traktörle alt toprak işlemesi veya lastik tekerlekli traktörle üst toprak işlemesi yapılamayan, %35 - 40 den fazla eğimli sahalarda ekskavatörle derin toprak işlemesi yapılabilmektedir. Ekskavatörlerin seçiminde, sahanın eğimi, toprak yapısı, erozyon durumu ve diri örtünün cinsi ve yoğunluğu dikkate alınmalıdır. Aksi halde, mekanizasyondan beklenen faydanın yerine, doğal denge ve toprak verimliliği bozulabilir.



Fotoğraf 3.30. Alt Toprak İşlemesi Yapılmış Sahalarda Kültüvatörle Üst Toprak İşlemesi

3.4.3.8. Orman ve servis yollarının stabilizasyonu

Orman ve servis yollarının faydaları

- Faaliyetlerin uygulanması esnasında arazide ortaya çıkan her türlü olumsuzluğa kısa sürede müdahale imkânı verir,

- Faaliyetlerde ulaşım imkanı sağlar,
- Tesis ve bakım maliyetlerini azaltır,
- Köyleri birbirine bağlar. Pazarlamayı ve kültürel kaynaşmayı artırır.

Riski

- Önlem alınmadığı takdirde erozyonu artırır,
- Ekosistem üzerinde, hidroloji, habitat kaybı, arazi parçalanması gibi negatif etkileri vardır,
- Yol yoğunluğu ile hayvan ve bitki tür yoğunluğu arasında olumsuz ilişki mevcuttur.

Ormanlık alanlarda yapılacak olan her yol ormana zarar vereceği bu nedenle yapılacak olan her orman yolunun planlanmasını, ormana en az zararı ve en çok faydayı gözeterek en az maliyetle yapmak esastır.

Günümüz şartlarında, orman yolları inşaatında patlatma yapılmaması nedeniyle dozerler tek başına orman yolu yapımında kullanılmamaktadır. Yamaç eğiminin %30'u aşmadığı ve toprak olan sahalarda dozer ile işin tekniğine uygun olarak yol yapmak ekonomik olacaktır. Yamaç eğiminin %30'u aştığı sahalarda ise ekskavatörle yada dozer ile ekskavatör birlikte yapmak hem ekonomik olacak hemde ormana zarar vermeme anlamında daha uygun olacaktır. %0 ve %1 eğim ile orman yolu yapılamaz. Yol platformu balık sırtı şeklinde yapılmakta olup, hendekler ile birlikte hidrolojik yapılar su drenajı sağlanarak yolun bozulması önlenmektedir.

Bazı sahalarda yamaçlardan gelen yüzeysel suların yol güzergahı boyunca hızla aktığı, yol ve yol altyapısına zarar vererek yamaç aşağı akan yol şevlerindeki sular oyuntuların oluşumuna neden olmaktadır. Bu oyuntular boyunca suyla birlikte taşınan sedimentler mecrada yer yer geniş alüviyal birikintilere sebep olmaktadır.

Yukarıda bahsedilen olumsuzlukların oluşmaması için Orman Yolları Planlaması Yapımı ve Bakımı Tebliği'nin sanat yapıları bölümünde belirtilen hususlara ve işin tekniğine uygun olarak sanat yapıları yapılması ve aynı tebliğin ilgili tablolarında belirtilen her bir yamaç meyili için yol genişliklerine göre kazı ve dolgu alanlarına uyularak orman yolu yapılması gerekmektedir.



Fotoğraf 3.31. Alt Yapısı Tamamlanmamış Orman Yolu



Fotoğraf 3.32. Alt Yapısı Tamamlanmamış Orman Yolu



Fotoğraf 3.33. Alt Yapısı Tamamlanmış Orman Yolu



Fotoğraf 3.34. Alt Yapısı Tamamlanmış Orman Yolu

3.4.4. Oyuntu ve mecra ıslahı tesisleri

Yüzey erozyonu devam etmesi halinde önce oluk daha sonra da oyuntu erozyonuna dönüşür. Yüzeyden akan sular kanalize olunca oyulmalar meydana getirir ve böylece oyuntu erozyonu başlamış olur. Genel olarak, oyuntu erozyonunun başlamasını önlemek için yapılan masraflar ıslahı için yapılandan daha az ve ekonomiktir. Bir sel deresinde oyuntu erozyonuna maruz araziler, havza içinde pek fazla bir miktar teşkil etmiyorsa veya oyuntu erozyonu ile oluşan sediment miktarı havzanın tümünden gelen sediment miktarına oranla pek fazla değilse, bu arazilerde oyuntu erozyonunu önlemek için yoğun önlemler alınmasına gerek yoktur. Oyuntu erozyonunu etkisinde olan bu sahalarda, havzada uygulanmata olan diğer uygulamaları takviye çerçevesinde oyuntu tahimi çalışmları yapılabilir.

Oyuntu erozyonu için alınacak önlemler yamaç ıslahı için alınacak diğer önlemlerden (yüzey erozyonuna karşı alınacak önlemlerden) ayrı düşünülemez. Yamaç ıslahının tümü içinde değerlendirilir. Doğal dengenin bozulduğu bir yağış alanında, bu dengeyi yeniden sağlayacak kültürel önlemler alınmaksızın yalnızca oyuntuların tahkimine dönük önlemlerle oyuntu ıslahının gerçekleşmesi de beklenemez. Bir kere havzada kararlı dengenin bozulması halinde oyuntuyu eski haline getirmek teknik yönden zor ve pahalıdır.

Oyuntuların çeşitli zararları vardır. Toprağın yerinden sökülüp taşınmasını kolaylaştırdığı için oyuntular, yüzey erozyonunu artırır. Oyuntunun yüzeyi daha geniş olduğu için drenaj hendeğinden daha fazla su kaybına sebep olur. Bu nedenle, oyuntu araziyi drenaj hendeğinden daha hızlı kurutur. Bu durum, yağışı az olan bölgelerde çok önemlidir. Ayrıca, araziyi derin hendeklerle bölerek kullanımını zorlaştırır.

Yukarı havza oyuntularında alınacak önlemler

Su toplama bölgesinde yapılacak erozyon kontrol çalışmalarında oyuntu erozyonu için alınacak önlemler çalışmaların en etkili bölümünü oluşturmaktadır.

Su toplama bölgesinde yapılacak çalışmaların amacı ise;

- Tabanı ve yamaçları sağlamlaştırmak,
- Mümkün olduğu kadar yamaçlardaki yüzeysel akışı önlemek, toprağın dere yatağına taşınmasını durdurmak,
- Vadiye giden su ve materyal miktarını azaltmak,
- Toprak taşınmasını durdurarak, havzanın verim gücünü muhafaza etmek veya yükseltmek,
- Havzaya yağan yağışın yamaçlardan derelere ulaşma süresini uzatmak.

Su toplama havzasında alınacak önlemler; yamaçlarda alınacak önlemler ve dere yatağında alınması söz konusu olan önlemler olarak iki bölümde değerlendirilebilir. Yamaçlarda, daha çok, ağaçlandırma, otlandırma ve otlak ıslahı gibi bitki örtüsünü güçlendirmeye dönük çalışmalar ağırlık kazanmaktadır. Dere yatağı ıslahında ise genellikle sınai tesisler söz konusudur.

Genel bir kural olarak su toplama bölgesinde yamaç arazide alınacak önlemlerle (ağaçlandırma, teraslama, otlandırma vs.) yüzeysel akım tamamen önlenecek ve dere tabanında oyulma söz konusu olmayacaksa, 0.30 – 1.30 metre derinliği olan sel dereciklerinde sınai tesis yapılmasına gerek kalmaz; ancak, bu dere içlerinin de uygun tür ve metotlarla ağaçlandırılması veya otlandırılması gerekir. Şayet, su toplama havzasında yüzeysel erozyonu önlemeye dönük tedbirlere rağmen, yağışlar sonunda derelerden akan sular oyulma ve taşınmalara sebep olacaksa, dere yataklarının mekanik ve bitkilendirmelerle stabil hale getirilmesi gereklidir. Bir dere yatağı enine sınai yapılarla tahkim edildikten sonra, bitkilendirme çalışmaları ile suyun akışı ve oyulmalara karşı güçlendirilmelidir.



Fotoğraf 3.31. Eğimin Düşük, Taban ve Yan Oyulması Olmayan Küçük Oyuntularda Sınai Tesislere İhtiyaç Olmadan Yapılan Çalışma

3.4.4.1 Çevirme hendeği (Saptırma kanalı)

Oyuntu ıslahı yapılacak yerlerde, oyuntuda toplanan suların geldiği alanda yüzeysel sularıntutulması için teras vb tesis yapılması söz konusu değilse, bu suların oyuntu alanına gelmeden akıtıcı bir hendekte toplayarak bir boşaltma kanalına veya bir dereye akıtılması gerekmektedir.

Bu nedenle, oyuntuya gelen yüzeysel sular, oyuntu içine girmeden, oyuntunun memba kısmının üzerinden bir kanal vasıtası ile başka bir alana akıtılır. Saptırma kanalı (veya çevirme hendekleri) olarak adlandırılan bu kanallar, 2- 4 dekar yağış alanına sahip oyuntularda başarı ile kullanılmaktadır. Çevirme hendekleri, yalnızca oyuntuya gelen suları önlemek için kullanılmaz. Bu kanallar, fazla yüzeysel suların ve sedimentin zararlarından herhangi bir sınai tesisi veya tarım arazilerini korumak için de tesis edilirler.

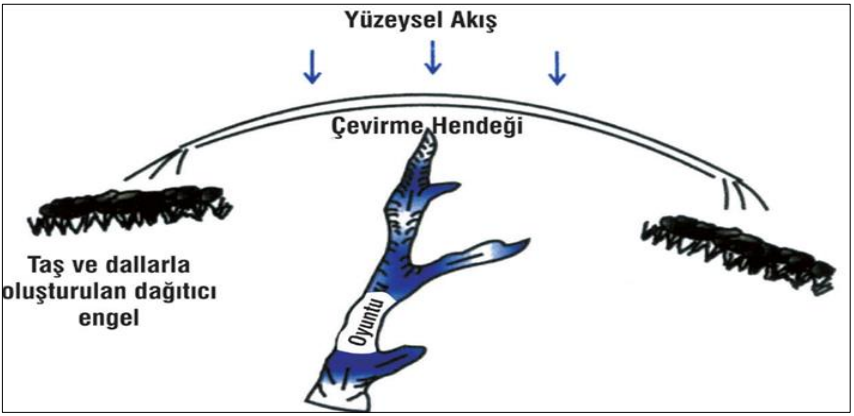
Yüzeysel akışa geçen suları toplayarak akıtan kanallardan (çevirme hendeklerinden) gelen suları toplayan dere veya boşaltma kanallarının suları bir gölette toplanıyorsa bu sulardan sulama suyu olarak da yararlanılabilir.

Tesis amacı:

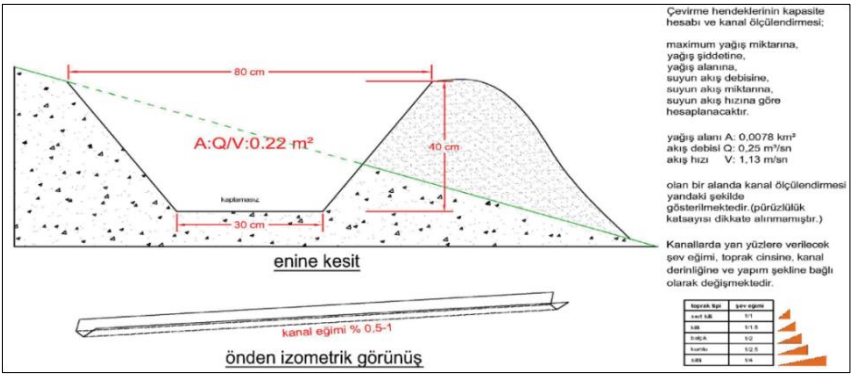
Çevirme hendekleri farklı koşullarda, değişik amaçlar için kullanılan mekanik toprak koruma önlemleridir.

- Aktif durumdaki bir oyuntuya gelen yüzeysel akışın veya yeraltı sularının yönünü değiştirerek erozyonu ve sel oluşumunu önlemek,
- Oyuntu sisteminin drenaj alanında, şerit ekimi yapılan yamaçlarda, yamaç boyunu kısaltmak ve fazla yüzeysel suları güvenli yerlere yönlendirmek,
- Bina, yol, sulama kanalları vb. tesislerin yüzeysel akış ve erozyondan zarar görmesini önlemek,
- Yüzeysel suların belli alanlarda ve özellikle otlaklarda kontrollü bir şekilde yayılmasını sağlamak,
- Teraslanmış yamaç araziyi, aşırı yüzeysel akışın zararından korumak,
- Verimli taban arazilerini siltasyon ve taşkın zararlarından korumak amacı ile yamaçtaki küçük yan dereciklerde oluşan taşkın sularını güvenli yerlere yönlendirmek,

gibi görevleri vardır.



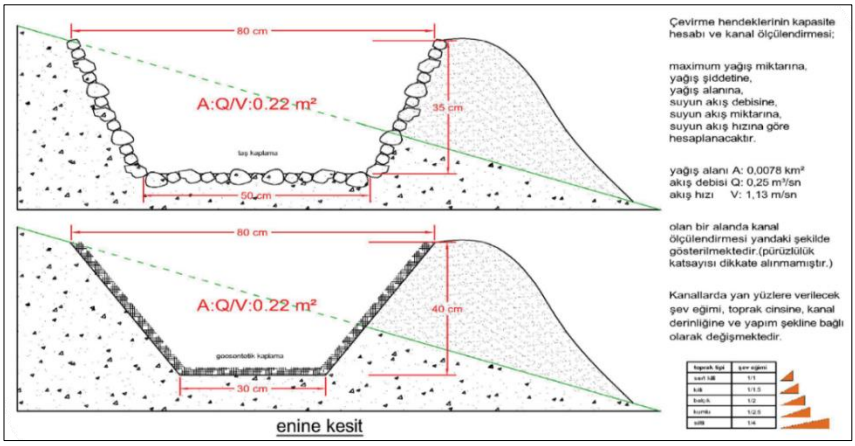
Şekil 3.23. Çevirme Hendeği Şematik Görünüşü



Şekil: 3.24. Kaplamasız Çevirme Hendeği, Şematik Görünüşü



Fotoğraf 3.32. Kaplamasız Çevirme Hendeği



Şekil 3.25. Taş Kaplama ve Geosentetik Kaplamalı Çevirme Hendeği, Şematik Görünüşü



Fotoğraf 3.33. Taş Kaplamalı Çevirme Hendeği

Çevirme hendeklerinin kapasite hesabı ve kanalın boyutlandırılması, oyulma yapmayacak su hızının ve uzunluğuna eğimin bulunması eğimli terasların planlamasında olduğu gibidir. Hendekten akan su hızı fazla olursa oyulmalara neden olabilir, su hızı düşük olduğu zaman da kanalda siltasyon birikmesi olabilir. Çevirme hendeklerinin eğimi belirlenirken bu iki faktör dikkate alınmalıdır.

Bitki örtüsü ile kaplanmamış sığ toprak kanallarda en yüksek eğim %1 olmalıdır. Sürekli bitki örtüsü ile korunan kanallarda ise bu eğim %2 - 3 olabilir.

Çevirme hendeklerinin sularını boşaldığı alanlarda veya derelerde oyulmalara sebebiyet vermemeye dikkat edilmelidir. Çevirme hendeklerinden gelen sular düz bir alana boşalacaksa arazi kayalık, çayırlık veya çalılık olmalıdır. Sular bir derede toplanacaksa yine dere yatağının oyulmaya karşı sağlam bir yapıya sahip olması lazımdır. Aksi halde, mecra stabilizasyonu önlemleri alınması gerekir.

Bu özelliklerde arazi veya dere yatağı bulunamaz ise suyun yayılacağı arazinin çeşitli materyal (taş, dal, fildöfer ya da bu materyallerin karışımı) ile korunması gerekir. Hendek suları doğrudan bir gölete boşalacaksa bu önlemlere ihtiyaç yoktur.

Çevirme hendeklerinin tesisinde dikkat edilecek hususlar;

10 yıllık maksimum yağışların erozyon oluşturmadan akmasının sağlanması için çevirme hendeğinin boyutları belirlenmelidir.

Saptırma kanalı üstünde sediment üreten bir alan mevcutsa burasının kültürel ve mekanik toprak koruma önlemleri ile saptırma kanalının dolması önlenmelidir.

Çevirme kanalı üstündeki alana devamlı bir yeşil örtü getirilmesi mümkün değilse o zaman kanalın kapasitesi oluşacak yüzeysel akış ve sediment taşıyacak ve tutacak şekilde artırılmalı ve ayrıca mümkün olan diğer sediment azaltıcı önlemler alınmalıdır.

Erozyon kontrol için teraslanması gereken yerlerde, çevirme kanalları, teraslamanın yerine alternatif olarak düşünülmemelidir.

Oyuntu başının kontrolü için düşünülen çevirme hendekleri, oyuntu başının göçmeyeceği stabil alanın oluşabileceği kadar yukarıda bir mesafede inşa edilmelidir.

3.4.4.2. Boşaltma kanalları (Su yolları)

Yüzeysel su akışını aşağıya taşımak üzere tasarlanan, içinde su akış hızını azaltmak ve yatağının aşınmasını önlemek amacıyla yatakta çeşitli koruma önlemleri alınan kanallardır.

Boşaltma kanalları, toprak koruma sistemi içerisinde, eş yükselti eğrilerine paralel tarım alanlarında, teraslı arazilerde, çevirme teraslarda ve sulanan sahalarda, yüzey akış sularını, erozyon olmayacak bir hızla, uygun bir boşaltma noktasına taşıyan tesislerdir. Su yollarının boyutları 10 yılda gelmesi olası en yüksek

maksimum yağışa göre hesap edilmektedir. Su yolları daha çok yağışın fazla ve sık, yüzeysel akışın yüksek, nemli bölgelerdeki sahalar ile toprak infiltrasyon kapasitesinin düşük, ağır topraklı, yüzeysel akışın fazla olduğu yarı kurak sahalarda kullanılır.
Su yolları akış halindeki suyun olası aşınma ve oyulmaları önlemek için otlandırma yapılabilir. Ekim yoluyla yapılacak otlandırmalarda bölgede doğal olarak bulunan ve yayılma özelliği olan gramine (buğdaygil) ve legüminözler (baklagil) kullanılabilir. Korumaya alındıktan sonra kendiliğinden yeterli ot örtüsü gelebilecekse ekim yöntemi ile otlandırma yoluna gidilmemelidir. Düşük eğimli ve geniş tabanlı boşaltma kanallarının enine şeritler halinde otlandırılması ile boşaltma kanalının oyulması önlenebilir. Boşaltma kanallarının bitki örtüsü ile güçlendirilmesi, yapılan eşiklerin etkisini artırır. Bazen canlı barajlar veya otlandırmalar da boşaltma kanallarının oyulmasını önleyebilir.
Eğimi az ve geniş tabanlı boşaltma kanallarının enine şeritler şeklinde otlandırılmasıyla da kanalın oyulması önlenebilir. Bu şekilde sağlamlaştırılan kanal birkaç yıl sonra tamamen otlanarak otlu kanal oluşmuş olur.

Tesis amacı;

- Teraslama yapılan veya herhangi bir toprak koruma önlemi alınmış bulunan yamaçlarda meydana gelebilecek yüzeysel akış sularını toplayarak kontrollü bir şekilde saha dışına çıkarmak ve erozyona ve sele karşı güvenli alanlara, dere veya sağlamlaştırılmış yapay su yollarına yöneltmek,
- Yamaç üzerindeki terasları ve diğer tesisleri güvence altına almak,
- Yüzeysel akışı önleyerek, yamaç üzerinde oluşacak erozyonu önlemek veya en düşük düzeye indirmektir.

Boşaltma kanallarının tesis amacı ve kullanıldığı yerler;

- Şiddetli ve sürekli yağışların olduğu, dolayısıyla aşırı yüzeysel akışların sık meydana geldiği, sellerin yaşandığı nemli iklim bölgeleri,
- İnfiltrasyon kapasitesi düşük ağır veya sığ toprakların yer aldığı ve dolayısıyla de yüzeysel akışın yüksek olduğu yarı kurak iklim bölgeleri,
- Gradoni ve çevirme hendeği gibi drenaj amaçlı mekanik önlemlerin alınmış olduğu, muhtelif arazi kullanma şekillerinin uygulandığı ve özellikle şiddetli yağışların yüksek ve sık olduğu bölgelerdeki ağaçlandırma alanlarıdır.

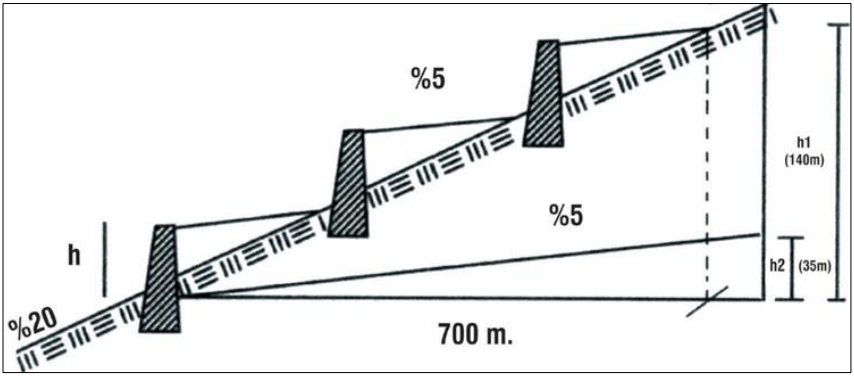
3.4.4.3 Sınai tesisler (Enine yapılar)

Enine yapılar, oyuntularda, taban oyulmasının önlenmesi ve böylece taban eğiminin düşürülerek, su akış hızının azaltılması için su akım doğrultusuna dik gelecek şekilde inşa edilen canlı ve cansız tesislerdir. Bu sayede, taban ve kıyı oyulmaları önlenmekte ve dikilmesi düşünülen bitkilere iyi bir ortam sağlanmış olunacaktır.

Küçük havvzalarda, bir sel deresinin su toplama havzası genellikle 100 hektar kadardır. Böyle bir sel deresinde yapılacak sınai ve canlı tesisler büyüklükleri itibariyle genellikle birbirine benzerler. Bu yüzden her eşik için bir proje yapmaya gerek yoktur. Aynı zamanda, bu dere havzasının her tarafında enine tesisler yapılmayabilir. Arazi gezilerek taban oyulmasının mevcut olmadığı, eğimin az ve dere tabanı sağlam, taşlı veya kayalık olan bölümler tespit edilir. Buralarda herhangi bir enine yapı yapılmaz.

Eğimin az, topraklı ve dikime uygun yerlerde ağaçlandırma yapılması planlanır. Eşik inşasına uygun noktalar tespit edilip 1/25000 ölçekli harita üzerinde işaretlenir. Eşik yapılacak yerin

şekline ve yapısına göre eşik yüksekliğine karar verilir. Eşiğin diğer ebatlarıda yine inşa edilecek noktanın özelliklerine göre belirlenir.



Şekil 3.26. Sıralı Eşik Görünümünde Denge Meyil Hesabı

Bir dere boyunca, eşik yapılması planlanan bir bölümüne, birbirini takip eden, birden fazla eşik yapılması kararlaştırılırsa önce eşik yapılacak derenin ortalama eğimi ile iki eşik arasındaki denge eğiminin bilinmesi gerekir. Bilindiği gibi eğim, belirli bir hat boyunca yükselme veya inme oranıdır. Eğim, yüzde, derece veya 100 metre yatay mesafedeki yükselme veya düşüş miktarı olarak ifade edilebilir. Denge eğimi, oyuntulara gelen yüzey sularının oyuntu içerisinden emniyetli bir şekilde taşınması için gerekli eğimdir. Denge eğimi arazide doğru olarak tespit edilmelidir.

Dere eğiminin heaplanmasında çıkış noktasındaki (mansap) %10'u ile %85'i harita üzerinde işaretlenerek elde edilen iki noktayı birleştiren doğrunun eğimi dere eğimini verir. Denge eğimi yol, yerleşim alanı herhangi bir tesisin olduğu yerlerde % 5 alınabilir. Üst havzalarda eğimin çok yüksek olan derelerde mevcut eğimin yarıya düşürülmesi denge eğimi hesabında ilk etapta yeterli olcaktır.

Bir derenin ortalama eğimi %20, denge eğimi %5 olması isteniyorsa eşik yapılacak 700 m uzunluğundaki bir derede kaç adet eşik olması gerektiğini,

$$\boldsymbol{n = \frac{h1-h2}{h}}$$ Formülü ile bulabiliriz.

Burada;

n = İnşa edilecek eşik adedi,

h_1 = Islah edilecek dere bölümünün en yüksek ve en alçak noktaların arasındaki yükseklikfarkı,

h_2 = Islahtan sonra eşikler arasında kalan denge eğimine tekabül eden yükseklik,

h = Eşiklere verilecek ortalama yükseklik 'dir.

Örneğin; ortalama eğim %20 ise 700 m uzunluğundaki bir derenin en alçak ve en yükseknoktaları arasındaki yükseklik farkı, h_1 = 140 m'dir.

Denge eğimi %5 olarak kabul edilirse 700 metrede denge eğiminden dolayı meydana gelecekyükseklik farkı, h_2 = 35 m' dir.

Eşiklere verilecek yükseklik 2 metre olduğu kabul edilirse;

$$\boldsymbol{n = \frac{h1-h2}{h} = \frac{140-35}{2} = \frac{105}{2} = 52}$$ adet eşik yapılacak demektir.

%20 eğimde, 700 metre uzunluğundaki bir dereye, iki metre yüksekliğinde 52 adet eşik yapıldığı takdirde dere %5 denge eğimini almış ve ıslah edilmiş olacaktır.

Bu tür sınai tesislerin inşaatında uyulması gereken teknik esaslar aşağıda açıklanmıştır:

- Enine tesislerin ana amacı taban ve kıyı oyulmasını önlemek ve tesisin yüksekliği üçgenin taban kenarı olmak üzere, mecra eğimi hattı ile denge eğimi hattının kesişmesinden meydana gelen üçgenin alanı ile orantılı olarak rusubat birikimi sağlamaktır. Bu nedenle, enine objelerin yapısında öncelikle taban oyulmasını önleyici çalışmalara ağırlık verilmelidir.

- İnşaat taşına uygun ebat ve şekil verilmelidir. Özellikle, kuru duvar eşik yapımında küçük ve yuvarlak şekildeki taşlar kullanılmamalıdır. Büyük, kenarlı, köşeli ve yassı taşlar daha çok savak ve kuru duvarın üst bölümünde kullanılır. Savak veya kuru duvarın üst kısmında kullanılacak taşların uzun kenarı su akış istikametinde olacak şekilde kullanılmalıdır.

- Tesis savağı genellikle suyu mecra merkezine akıtacak şekilde ortada olur. Mecranın bir tarafı sağlam bir yapıya sahipse (kaya vb. ise) tabanın sağlam tarafına akış sağlayacak şekilde savak yanda olabilir. Savak tesisin ortasında ise kıyı oyulmalarını önlemek için duvarın kanat kısımları savak seviyesinden yüksek yapılmalıdır.

- Mecrada doğal şartlardan faydalanılmalı, eşikler sağlam zeminlerde ve bol rusubat tutacak noktalarda inşa edilmelidir.

- Tesislerin ebatları, dere havzasının büyüklüğüne, yarıntıların önemine, eşiğin derenin alt veya yukarı kısımlarında tesis edilecek olmasına göre belirlenir. Derenin yukarı kısımlarına doğru obje yüksekliği azalır. Bu tür tesisler 1 - 1.5 metreden yüksek olmamalıdır. Genellikle yüksek objeler, dere ıslah maliyetini artırmaktadır.

Denge eğimi (denge eğim hesabı bölümünde) belirtilen yöntemlerle tespit edilir. Eşik maliyetini düşürmek amacı ile oyuntularda yapılacak tesis sayısını azaltabilmek için denge eğiminin kabul edilebilecek en yüksek değer olarak alınmasında fayda vardır. Ancak, yamaç arazi ıslahı önlemlerinin yetersiz kaldığı, yüzey erozyonu ve sel kontrolünün tam sağlanamadığı küçük havzalarda denge eğimi en düşük değerlere kadar düşürülebilir.

Örneğin, derenin 50 m'lik ve %20 eğimi bölümünde, enine profillerin hemen hemen aynı vedenge eğiminin %4 olarak seçildiği kabul edilerek belirlenecek kuru duvar boyutuna göre kullanılacak malzeme (taş) miktarının hesabı aşağıda verilmiştir.

Başlangıç ve son nokta arasında kot farkı 50 x %20 = 10 m olan bölümde, %4 denge eğimine göre ıslahı gerekli dere mecrasının başlangıç ve son noktaları kot farkının hesabı için önce denge eğimi ile dere eğiminin farkı bulunur:

%20 - %4 = %16 eğim farkına göre enine objelerin toplam yüksekliğine esas olacak kot farkı hesaplanır. 50 x %16= 8 m (Derenin tesis yapılacak bölümünün uzunluğu x Dere eğimi ile Denge eğimi farkı = Toplam tesis yüksekliği)

Yapılacak objelerin toplam yüksekliğinin 8 m olarak hesaplanmasından sonra, derenin bu bölümü değişik yükseklikteki eşiklerde tahkim edildiği takdirde hesaplanan kuru duvar hacimleri aşağıda belirtilmiştir.

Enine profili (V) tipine yakın mecrada 1 m yükseklikteki kuru duvarın hacmi ortalama 3.7 m^3, 1.5 m'lik kuru duvarın hacmi 7.25 m^3 ve 2 m'lik kuru duvarın hacmi 11.75 m^3 olarak hesaplanmıştır.

Bu derenin ıslahında 1 m yükseklikteki kuru duvardan 8 adet yapılması gerekmektedir ve bunların toplam hacmi 8 x 3.7 = 29.6 m^3'tür.

2 metrelik kuru duvardan ise, 4 adet yapılması gerekir ve toplam hacmi 4 x 11.75 =47.0 m^3 olmaktadır.

Aynı derenin denge eğimi %8 kabul edildiği takdirde, birinci örnekte kabul edilen kuru duvar tipine göre kullanılacak malzeme (taş) miktarının hesabı da şu şekildedir:

Başlangıç ve son nokta arasında kot farkı 50 x %20 = 10 m ve denge eğimi %8 olarak kabul edilirse, ıslahı gerekli dere mecrasının başlangıç ve son noktaları arasındaki kot farkının mecra eğimi ile denge eğimi arasındaki farka göre (%20 - %8 = %12) hesaplanarak 50 x %12 = 6 m olduğu bulunur. Enine profili (V) tipine yakın mecrada, yine 1 metre yükseklikteki kuru duvarın hacmi, ortalama 3.7 m^3, 1.5 metrelik kuru duvarın hacmi 7.25 m^3 ve 2 metrelik kuru duvarın hacmi 11.75 m^3 olarak hesaplandığı belirtilmişti.

Buna göre;

Bu derenin ıslahında 1 m yükseklikteki kuru duvardan 6 adet yapılması gerekmektedir ve bunların toplam hacmi 6 x 3.7 = 22.2 m^3' tür.

2 metrelik kuru duvardan ise 3 adet yapılması gerekir ve toplam hacmi 3 x 11.75 =35.25 m^3 olmaktadır.

Bu durumda, 1 m yüksekliğinde kuru duvar eşik tesis edilmesi halinde mecranın 1 metresinin ıslahı için gerekli taş miktarı %4 denge eğimine göre 29.6:50 = 0.592 m^3,

%8 denge eğimine göre 22.2: 50 = 0.444 m^3 'tür. Görüldüğü gibi %4 denge eğiminin %8' e yükseltilmesi halinde %25 oranında taş malzeme daha az kullanılmaktadır. Kuru duvar eşik yüksekliğinin 2 m olması halinde, 1 m uzunluğundaki mecra tabanın ıslahı için gerekli taş miktarı, %4 denge eğimine göre 47.0: 50 = 0.940 m^3, %8 denge eğimine göre 35.25: 50 = 0.705 m^3' tür. Bu durumda da aynı şekilde %25 tasarruf sağlanmaktadır.

Ayrıca, yukarıdaki hesaplamaların sonuçlarından anlaşıldığı gibi, 2 m yükseklikte kuru duvar yerine 1 m yükseklikte kuru duvar yapılması halinde, yine %37 oranında malzemeden tasarruf sağlanmaktadır. Kullanılan malzeme miktarındaki farklılık, tesisin maliyetini oluşturan diğer unsurlarını da etkilemektedir.

Harçlı eşik inşaatlarında ise, tesis yüksekliği maliyeti kuru duvar eşiklere göre daha fazla etkilemektedir.

Tesis yüksekliği ve dere tabanı genişliği maliyeti etkileyen en önemli iki etkendir. Bunlardan tesis yüksekliğinin tespitinde dikkatli olunması için, yüksekliğin inşaat hacmine etkisi örneklerle anlatılmıştır. Dere tabanı genişliği tamamen doğal yapı ile ilgili olduğundan, maliyeti düşürmek açısından bu etkenle oynamak mümkün değildir.

Oyuntu ıslahında tesisin türü çok önemlidir. Şayet, derede bol miktarda taş mevcut ise eşikler, kuru duvar eşik şeklinde yapılmalıdır. Civarda taş bulunmuyorsa ve sahada bol miktarda bitki örtüsü Meşe ve Taşgülü (Cistus) vs. varsa eşiklerin yapılmasında bu malzemeden faydalanılmalıdır. Eğer bu malzemeler yoksa kafes tel eşik tercih edilmelidir.

Eşikler, sistematik olarak yapıldığı takdirde, yukarı havzadan gelen materyalin tamamını tutarlar. Aynı zamanda, taban ve yan oyulmalarına engel olurlar. Birbirini takip eden düşüler dolayısıyla suyun akış hızını azaltan yeni bir mecra meydana geldiği için de su akıntısını düzene sokarlar.

3 metre derinliğe kadar olan derelerin sel yarıntısı ve sel dereciği ıslahlarında bu tamimde bahsedilen kuruduvar eşik, kafes tel eşik, miks eşik, ahşap eşik, gabion eşik vb. tesisler kullanılmaktadır. Ana sel derelerinin ıslahnda ise daha değişik metodlar kullanılmaktadır. Oyuntu derinliği 3 metreden fazla ise 7351 Sayılı Tamim esaslarına göre uygulama yapılmalıdır.

3.4.4.3.1. Kuru duvar eşik

Kuru duvar eşikler, harçsız olarak inşa edilen enine yapılardır. Fazla su taşımayan mecralarda, küçük oyuntularda inşa edilirler.

Kuru duvar eşikler, genel olarak su toplama havzası 100 hektardan küçük olan derelerin (sel yarıntısı, sel dereciği) ıslahında kullanılır.

Islah edilecek dere civarında bol miktarda ve amaca uygun, sağlam taş varsa sel yarıntılarının ve dereciklerinin kuru duvar eşiklerle ıslah edilmesi uygun olur. Uzak mesafelerden taş taşınarak eşik yapılmasında maliyet çok yükselir. Duvar yerine bu gibi durumlarda daha ekonomik olan kafes tel eşik gibi başka tesisler düşünülmelidir.

Kuru duvar eşikler, genellikle 0.70 - 2.00 metre yüksekliğinde yapılır. Temel derinliği ve kanat yükseklikleri yapının yüksekliğine dahil değildir. 2 metreden daha yüksek eşiklerin yapılması tavsiye edilmez.

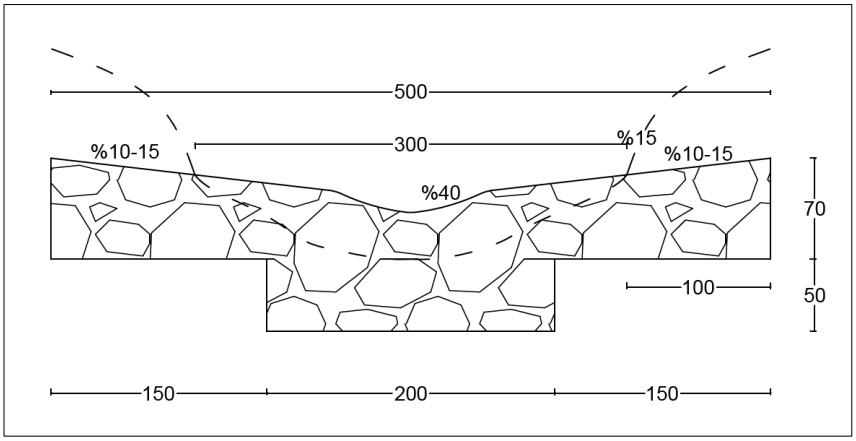
Kuru duvar eşikler, dere havzalarının ve yarıntıların büyüklüğüne göre boyutlandırılır. Bu faktörler dikkate alınarak, 4 değişik boyutta kuru duvar eşik ön görülebilir. Kuru duvar eşiklerin yüksekliklerine göre taban ve üst genişliklerini veren tablo aşağıda gösterilmiştir.

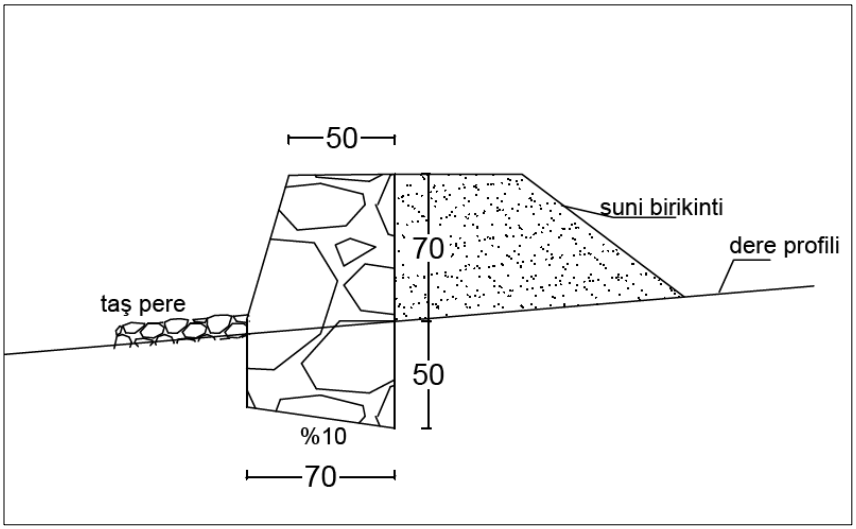
Eşik Yüksekliği (metre)	Taban Genişliği (metre)	Üst Genişlik (metre)	Ön Eğim%
0.70	0.70	0.50	30
1.00	1.00	0.70	30
1.50	1.30	0.90	30
2.00	1.60	0.90	30

Tablo 3.5. Kuru Duvar Eşik Yüksekliklerine Göre Taban ve Üst Genişlikleri

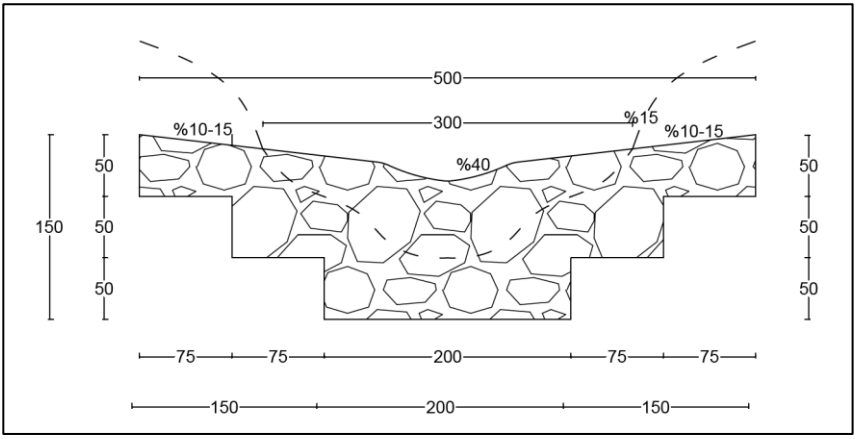
Tablodan görüldüğü gibi, eşiğin yüksekliği arttıkça, taban ve üst genişlikleri de artmaktadır.

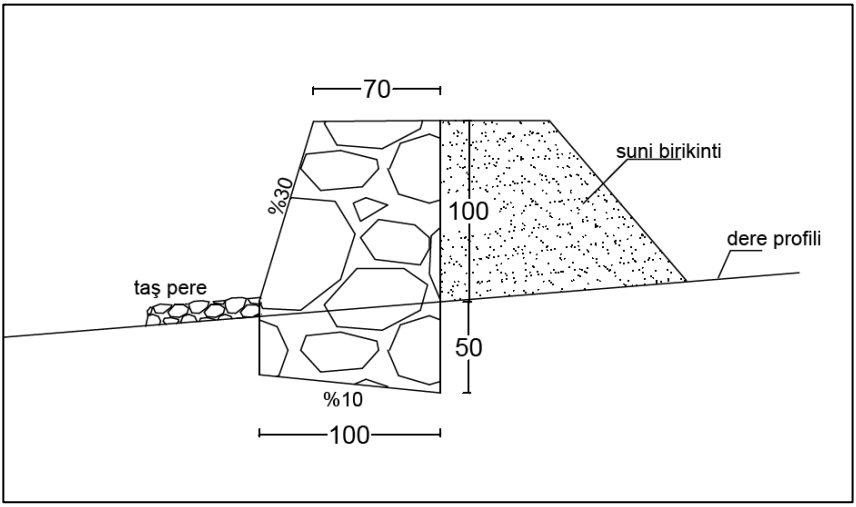
3 - 4 metre (en kesitli) enindeki oyuntularda uygulanabilecek kuru duvar örneği ve hacimleri;



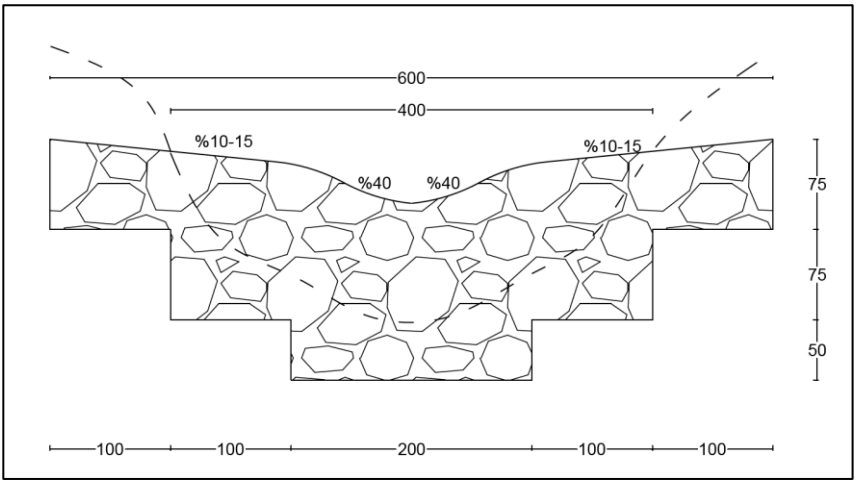


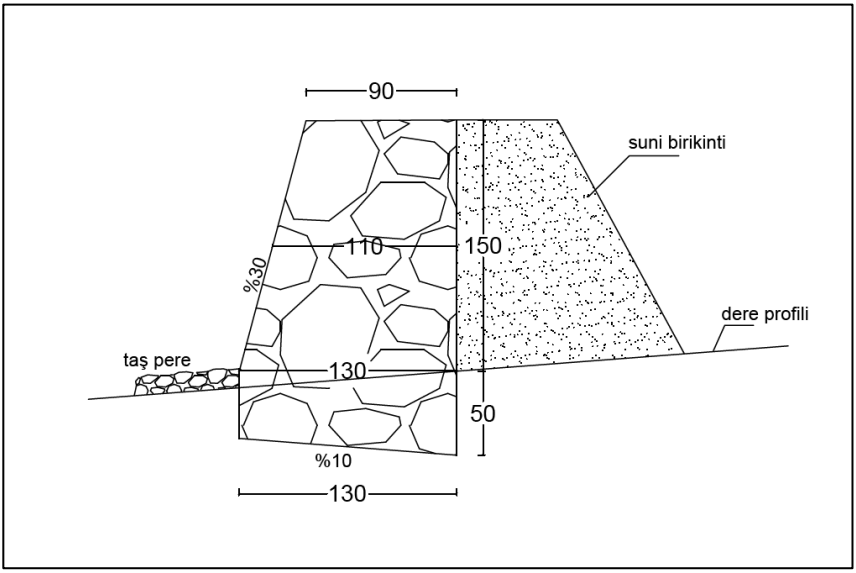
Kuru duvar hacmi: 2,487 m^3





Kuru duvar hacmi:4,118 m^3





Kuru duvar hacmi:8,590 m^3

Şekil 3.27. Kuru Duvar Eşik Boyutları



Fotoğraf 3.34. Kuruduvar Eşik Yapımı Temel Kazısı



Fotoğraf 3.35. Kuruduvar Eşik Yapımı Taşların Dizilmesi



Fotoğraf 3.36. Kuru Duvar Eşik, Taşlıyayla



Fotoğraf 3.37. Kuru Duvar Eşik, Taşlıyayla

Eşiklerin yükseklikleri derenin doğal tabanı ile savağın en alçak noktası arasındaki mesafedir. Temel derinlikleri ve kanat yükseklikleri yapının yüksekliğine dahil edilmez. Tabloda görülen taban genişlikleri, eşiğin toprak hizasındaki genişliği olup, temeldeki genişlik de aynıdır.

Kuru duvar eşiklerin yapılmasında dikkat edilecek hususlar:

- Eşiğin yüksekliği iyi ayarlanmalıdır. En fazla 2 metre yükseklikte yapılmalıdır.
- Kuru duvar eşikler, genişliği en fazla 5 m olan oyuntularda uygulanmalıdır.
- Yüksek eşik inşa etme yerine 0.70 – 1.00 m yükseklikte, daha sık tesis yapılması tercih edilmelidir.
- Eşik yapılmasında kazıdan çıkan iri ve düzgün taşlar, eşiğin en üstünün yapılmasında kullanılmalıdır.
- Kuru duvar eşik yapımında sağlam olmayan hava şartlarında (yağur, güneş, donma-çözülme) dağılan şistik, kumtaşı, kalker, konglomera, anglomera gibi tortul kökenli kayaçlar kullanılmamalıdır.
- Savak kısmına taşlar uzunluğuna gelecek şekilde yerleştirilmelidir.Kullanılacak taşlar köşeli olmalıdır.
- Eşiğin temeli sağlam bir zemine dayandırmalı ve zeminden çıkan toprak eşiğin üst tarafına atılmalıdır.
- Eşikler derenin en dar yerine inşa edilmelidir.
- Eşiklerin diplerinin oyulmaması için tesisin yüksekliği dikkate alınarak iki eşik arasındaki mesafe o şekilde ayarlanmalıdır ki sistematik olarak yapılan tesisler birbirlerini korumalıdır.
- Eşikler dere eksenine dik olarak yerleştirilmelidir.
- Eşiklerin yapılmasına havzanın yukarı kısmındaki tali derelerden başlanmalı fakat,inşaat tali derenin aşağısından

yukarıya doğru olmalıdır.

- Savak şekli yamuk olmalı, boyutlandırılması, savaktan akacak maksimum debiye %20 oranında emniyet payı eklendikten sonra yapılmalıdır.
- Kanat üst kenarları yamaç şevlerine doğru %10 - 15 eğimli olarak inşa edilmelidir.
- Eşiğin inşa edileceği yer, oyuntu yatağında enine olarak 0.50 m'den az olmamak üzere kazılmalıdır.
- Kanat duvarları şevlere yeteri kadar sokulmalıdır.
- Kuru duvar eşiklerin ön tarafları, savak bölümün hizasına gelecek ve boyu kuru duvar eşiğin yüksekliğinin yarsını geçmeyecek şekilde taş pere ile kaplanmalıdır.

Kuru duvar eşiklerin memba tarafı taşınan materyalle tamamen dolduktan sonra oluşan düzlükte, yatakta akım seksiyonu kadar bir boşluk bırakıldıktan sonra, diğer kısımlara özellikle tesis kanatlarının gerisindeki şevlere kavak, söğüt, iğde çelikleri veya dişbudak, akasya, akçaağaç vb. yöreye en uygun ağaç türlerine ait fidanlar dikilir ya da meşe, badem ve ceviz tohumları ekilir.

Havzadaki ıslah çalışmaları tamamlandıktan sonra, enine yapıların memba taraflarının dolmasını bekleyerek 2-3 yıl sonra yeniden sahaya girmek ve tesislerin arka kısımlarını ağaçlandırmak uygulamada pratik olmayabilir. O nedenle, tesis inşa edildikten sonra kazıdan çıkan ve mecra şevlerinden sıyrılan toprak memba tarafına doldurulduktan sonra hemen ağaçlandırma yapılabilir.

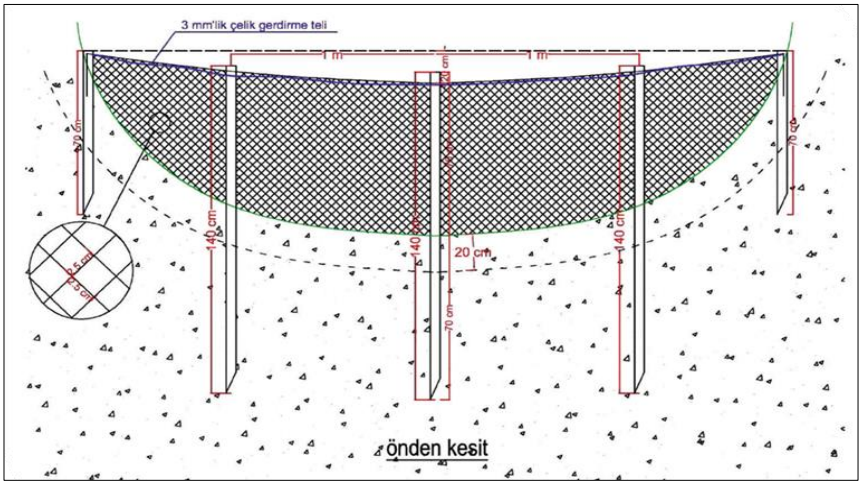
3.4.4.3.2 Galvanizli kafes tel eşik yapımı

Fazla su taşımayan mecralarda, küçük oyuntularda inşa edilirler. Bu tip eşikler 70 cm'den daha yüksek olmazlar.

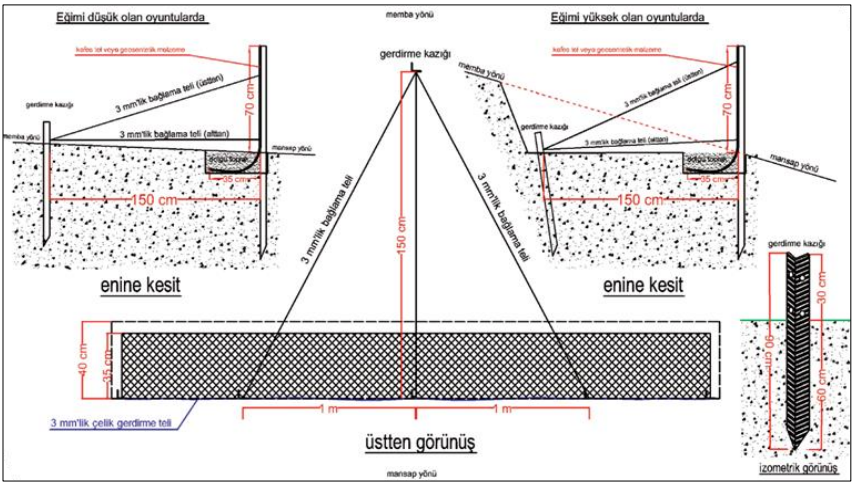
Toprak kazma ile 20 x 40 cm boyutlarında düzeltilerek temel kazılır, 140 cm boyunda L profil demirden (4 mm kalınlık, 4 cm

kol uzunluğu, antipaslı-alttan 40 cm'si deliksiz, üst bölümü 10 cm aralıkla ve 0.6 cm çapında delinmiş) uçları sivriltilmiş kazıklar 1 metre ara ile ½ (70 cm) sine kadar çakılır, 100 cm genişliğindeki en az 2.5 mm kalınlığındaki kafes tel, 3 mm'lik gergi teli ile kazıklara sabitlenir, kafes telin 70 cm'lik kısmından artan bölüm memba yönüne bükülerek üzerine taş, toprak çekilir. Kafes telin şevlere birleşen iki ucu 70 cm'lik kazıkla sabitlenir.

Kazıklara 1.5 metre uzaklıkta memba yönünde, 3 kazığa 1 adet olmak üzere 90 cm'lik gergi kazığı çakılarak 3 mm'lik bağlama teli ile gerdirme yapılır, tüm malzemeler sabitlenir ve gerektiği hallerde eşiğin arkasına teras formu verilir. Söz konusu bu eşikler, kafes tel yerine geosentetik malzeme kullanılarak da yapılabilir. Yatak genişliği en fazla 5 metreye kadar olan oyuntularda uygulanmalıdır.



Şekil 3.28. Kafes Tel Eşik (Önden Görünüş)



Şekil 3.29. Kafes Tel Eşik (Üstten Görünüş)


Fotoğraf 3.38. Kafes Tel Eşik Temel Kazısı



Fotoğraf 3.39. Kafes Tel Eşik Tesisi



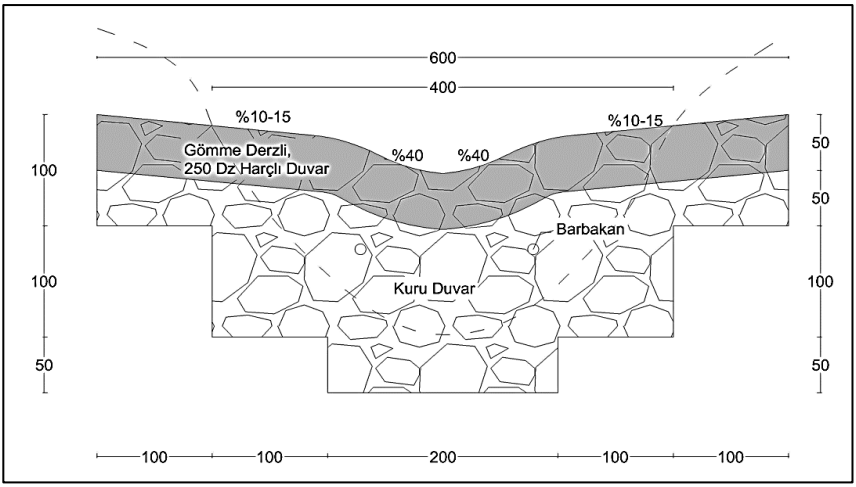
Fotoğraf 3.40. Kafes Tel Eşik

3.4.4.3.3. Miks eşikler

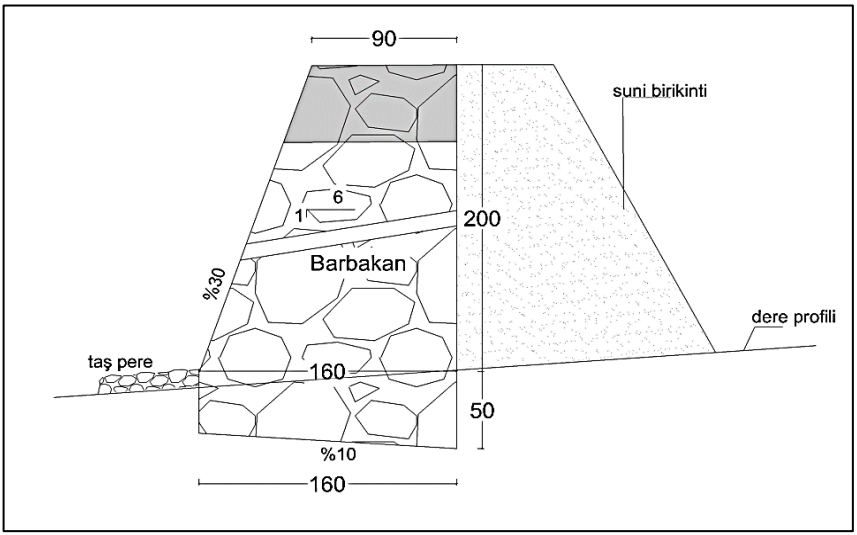
Kuru duvar eşiklerin yeterli olmayacağı daha derin veya geniş oyuntuların (Q_{max}=15-20m^3/sn taşkın debileri bulunan oyuntu ve yan derelerin) tahkiminde miks eşikler kullanılır (Balcı ve Öztan,1987). Miks eşikler, sel deresinin yan kollarında, taban ve yan oyulmalarının devam ettiği oyuntularda harçlı kargir ve kuru olarak inşa edilir. Üst sıra taşları 250 doz çimento harçla örülür. Ön ve arka yüzleri harçla derz yapılır. Çok dik yamaçlardaki eşikler merdiven basamakları gibi birbirini takip edecek şekilde inşa edilmelidir.

Eşik Yüksekliği (metre)	Taban Genişliği (metre)	Üst Genişlik (metre)	Ön Eğim%
1.50	1.30	0.90	30
2.00	1.60	0.90	30

Tablo 3.6. Miks Eşik Yüksekliklerine Göre Taban ve Üst Genişlikleri



Şekil 3.30. 4 Metre En Kesitli Miks Eşik Örneği (Önden Görünüm)



Şekil 3.31. Miks Eşik Örneği
Miks eşik hacmi: 12,940 m^3



Fotoğraf 3.41. Miks Eşik

Miks eşiklerin yapılmasında dikkat edilecek hususlar:

- Miks eşik inşasına zorunlu olmadıkça başvurulmamalıdır.
- Bu eşiklerin temel hariç üst yüksekliği en fazla 2 m olmalıdır.
- Miks eşikler, genişliği en fazla 7 m olan oyuntularda uygulanmalıdır.
- Temel derinliği en az 0.5 m olmalıdır.
- Savak üst genişliği 0.60 m den aşağı olmamak üzere, ön yüzü %20 - 40 eğimli olarak inşa edilir.
- Kuru taş duvarın üst kısmında 0.50 m kısmı boydan boya harçlı yapılmalıdır.
- Miks eşiklerin dolu savaklarının boyutlandırılmasında tahmin edilen maksimum debiye %20 kadar hava payı eklenmelidir (dolu savağın yüksekliği arttırılmış halde planlanmalı).
- Kanat üst kenarları, yamaç şevlerine doğru %10 - 15 eğimli olarak inşa edilmeli vekanat duvarları şevlere en az 1 m sokulmalıdır.
- İnşaat ocak moloz taş ile yapılmalı, kuru taş duvar ile harçlı duvar, uzun taşlar kullanılarak birbirlerine iyice bağlanmalıdır.
- Yapının arka kısmı, temelden çıkan kazı malzemesi ve mecra şevlerinden çıkan toprakla doldurulmalıdır.
- Sedimetle gelen suyu tahliye etmek için, miks eşiğin gövdesine barbakan adı verilen boşluklar bırakılmaldır. Barbakanların şekil, büyüklük ve sayıları mevcut şartlara göre değişir. Barbakanların boyutları genelde 10 cm genişlik ve 30-40 cm yükseklikte olup, 2 m yatay

aralıklarla şaşırtmalı olarak yapılmalıdır.

- Miks eşiklerin ön tarafları, savak bölümün hizasına gelecek ve boyu miks eşiğin yüksekliğinin yarsını geçmeyecek şekilde taş pere ile kaplanmalıdır.

3.4.4.3.4 Biyolojik yapılar

Dere yataklarında kullanılacak enine yapıların tesisinde sürgün verme kabiliyeti yüksek canlı bitki malzemesi kullanılabilir. Bu durumda, kullanılan malzeme sürgün vererek canlı bir tesis ortaya çıkar ki bunlara biyolojik yapılar denilmektedir.

Islahı söz konusu olan sel yarıntısının veya sel dereciklerinin civarında, 50 metreye kadar mesafede yeterli taş malzemesi yoksa kuru duvar eşik yapımı ekonomik olmayabilir. Böyle durumlarda, dere yatağının biyolojik yapılarla tahkimi düşünülmelidir.

Biyolojik tesislerden, rutubetli derelerin ıslahında başarılı ve kalıcı sonuç alınmaktadır.Bu nedenle, biyolojik tesisler ekonomik olması halinde tavsiye edilir. Kazık çakımı kolay ve rutubetli derelerde, canlı eşikler olarak da isimlendirdiğimiz biyolojik yapılar tercihen kullanılır.

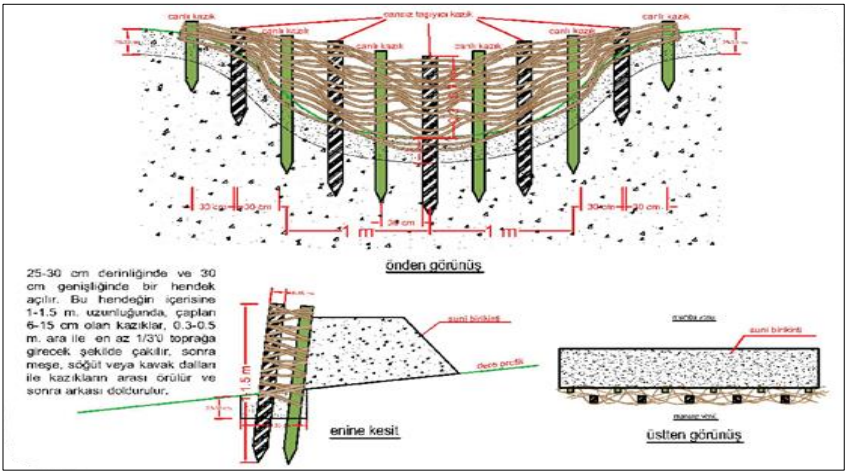
Canlı eşiklerin nitelikleri ıslah edilecek sel yarıntılarının büyüklüklerine ve mevcut materyalin niteliklerine göre değişir. Su toplama bölgesi daha büyük, debisi daha fazla olan sel dereciklerinde örme eşik, daha küçük sel yarıntılarında ise örme eşiklerden daha az dayanıklı olan çalı demetli canlı eşikler kullanılır. Örneğin, küçük sel yarıntıları çalı demetleri metodu ile kolay, çabuk ve ekonomik bir şekilde ıslah edilebilir. Taban ve yanlarda oyulmaların devam ettiği sel derecikleri örme canlı eşiklerle tahkim edilebilir.

a) Örme canlı eşikler

Oyuntu kenarları doğal şev açısına uygun düzeltilir. Oyuntu eksenine dik olarak 25 - 30 cm derinliğinde ve 30 cm genişliğinde bir hendek açılır. Bu hendeğin içerisine 1.00 - 1.50 m uzunluğunda, çapları 6 - 15 cm olan kazıklar, 0.30 - 0.50 m ara ile çakılır, bozuk meşe baltalıklarının imarında, seyreltme ve teklemelerden elde edilen meşe, söğüt veya kavak dalları ile kazıkların arası örülür.

Kazıkların en az üçte biri sürgün verecek cinsten seçilmelidir. Kazıklar en az 1/3'ü toprağa girecek şekilde çakıldıktan sonra araları örülür ve sonra eşiğin arkası doldurulur, gerekirse kazıklar latalarla veya tellerle birbirlerine bağlanır ve mansap tarafına çakılacak payandalarla kuvvetlendirilir. Suyun akacağı orta kısım kanatlardan daha düşük seviye olmalıdır.

Ayrıca, teras yapımına uygun olmayan, dik ve gevşek yapıdaki yamaçların nem durumu iyi olan dere tabanına yakın kısımlarında tahkimat için canlı çitler kullanılabilir. Bunun için, sürgün verebilen, söğüt, iğde gibi canlı eşik tesisinde kullanılan türlerden kazık yapılarak,normal örme eşik yapılır.



Şekil 3.32. Örme Canlı Eşik



Fotoğraf 3.42. Örme Canlı Eşik



Fotoğraf 3.43. Oyuntu Islahı



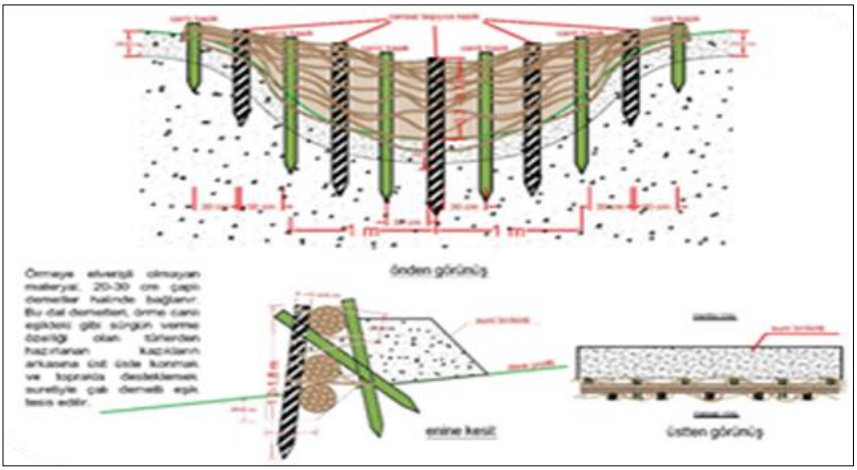
Fotoğraf 3.44. Oyuntu Islahı

b) Çalı demetli canlı eşik

Çalı demetli canlı eşikler genellikle nemli ve belli bir toprak kalınlığı olan derelerde yapılır. Örmeye elverişli olmayan materyal, 20 - 30 cm çaplı demetler halinde bağlanır. Bu dal demetleri, örme canlı eşikteki gibi sürgün verme özelliği olan türlerden hazırlanan kazıkların arkasına üst üste konmak ve toprakla desteklenmek suretiyle eşik tesis edilir. Buna çalı demetli canlı eşik denilir.

Çalı demetli eşiklerde kazıkların ince çapları en az 8 - 12 cm, boyları 1.20 - 1.80 m olmalıdır. Kazıklar, en az 1/3'ü toprağa girecek ve toprak üzerinde kalan kısmın yüksekliği 1 metreyi geçmeyecek şekilde çakılmalıdır. Kazıkların mümkün olduğu kadar sürgün verme kabiliyeti yüksek ağaç türlerinden olması tercih edilmelidir. İster dal demetleri ile isterse örme şeklinde yapılan canlı eşiklerin ön yüzündeki aralıklardan söğüt ve iğde

çelikleri ve dalları sokularak canlı eşik sistemi güçlendirilir.



Şekil 3.33. Çalı Demetli Canlı Eşik


Fotoğraf 3.45. Çalı Demetli Canlı Eşik

Ayrıca, ıslah yapılacak dere tabanında eşik yapılsın veya yapılmasın suyun akacağı yer serbest kalacak şekilde söğüt, kavak, iğde, kuşburnu, böğürtlen çelikleri, dişbudak, akçaağaç, akasya

fidanları dikilmeli uygun yerlere, meşe ve ceviz tohumları ekilmelidir. Ekim ve dikimler, dere tabanında 1 m sıklıkta ve şaşırtmalı olarak yapılmalıdır.



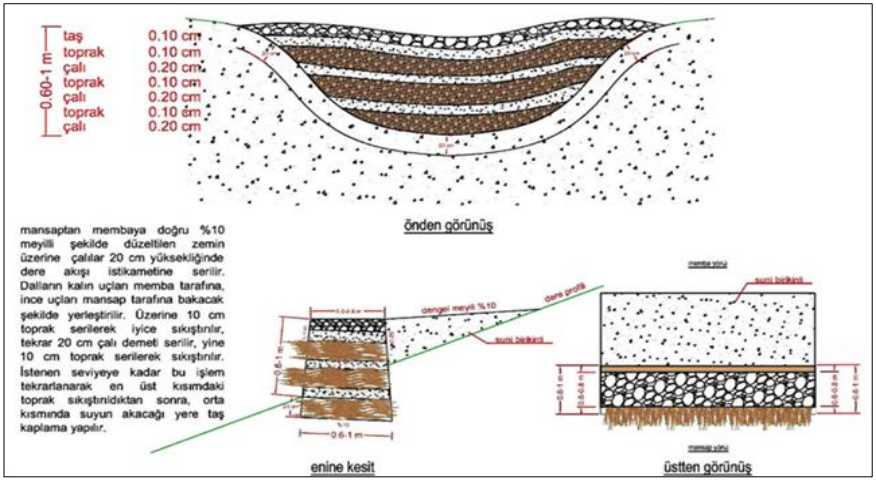
Fotoğraf 3.46. Çalı Demetli Canlı Eşik

3.4.4.3.5. Çalı demetli toprak eşik

Derenin toprak sedde yapılacağı yer, çalı demetleri uzunluğunda (0.60 - 0.70 m), temel kazısı gibi, derin olmayacak fakat, sadece mansaptan membaya doğru %10 eğimli bir şekilde düzeltilir. Düzeltilen zemin üzerine çalılar 20 cm yüksekliğinde dere akışı istikametinde serilir.

Dalların kalın uçları memba tarafına, ince uçları mansap tarafına bakacak şekilde yerleştirilir. Üzerine 10 cm yüksekliğinde toprak serilerek iyice sıkıştırılır, tekrar 20 cm çalı demeti serilir, yine 10 cm toprak serilerek sıkıştırılır, istenen seviyeye kadar bu işlem tekrarlanarak en üst kısımdaki toprak sıkıştırıldıktan sonra, orta kısmında suyun akacağı yere taş kaplama yapılır.

Ayrıca diğer eşiklerde olduğu gibi eşiğin memba tarafı mutlaka toprakla doldurularak sıkıştırılır.



Şekil 3.34. Çalı Demetli Toprak Eşik



Fotoğraf 3.47. Çalı Demetli Toprak Eşik

3.4.4.3.6 Çuvallı sedde

Kuru duvar eşik yapılacak taşların bulunmadığı oyuntularda, telis veya naylon çuvalların içleri toprak ve kumlu çakıllarla doldurulmak suretiyle, uzun kısmı oyuntu boyuna ve birbirlerinin üzerine gelecek şekilde 80 cm yüksekliğe kadar dizilir. Kuru duvar eşiklerin yapıldığı şekilde, oyuntu tabanında temel kazısı yapılır. Dolu çuvallar, yamaçlara mümkün olduğu ölçüde sokulur. Suyun ortadan akacak şekilde üst kısma kavis verilir. Temelden çıkan topraklar, eşiğin arkasına (yamaç yukarı kısmına) yığılır. Eşiğin üst kısmı mümkünse derede bulunan taşlarla kapatılmak suretiyle çuvalların güneşten korunması sağlanarak dağılması önlenir. Eşiklerin arkası ve bol topraklı dere tabanı en erken mevsimde yöreye uygun fidanlarla ağaçlandırılır. Çuvallı seddeler, genişliği en fazla 5 m olan oyuntularda uygulanmalıdır.

Yüzeysel akışın fazla olduğu alanlarda, rüsubat birikmesinin yoğun olması sebebiyle aşırı birikme, yapılan seddelerin kısa sürede tahrip olmasına sebep olduğundan bu tür alanlarda kullanılmamalıdır.



Fotoğraf 3.48. Çuvallı Sedde Tesisi

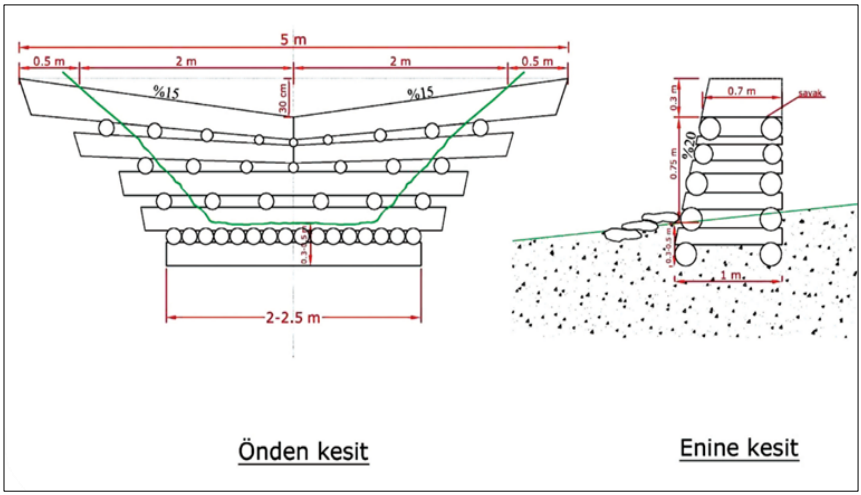


Fotoğraf 3.49. Çuvallı Sedde Uygulaması Yapılan Saha

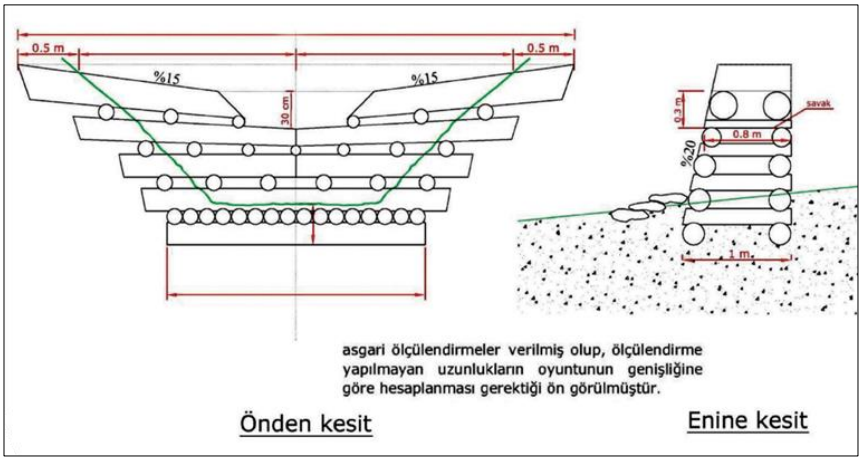
3.4.4.3.7. Ahşap eşik

Oyuntu ıslahı amaçlı 0.6 m derinliğinde, 2 m uzunluğunda ve 1 m genişliğinde temel kazısı yapılıp açılan çukur içine 13 - 16 cm çapında 1.5 m uzunluğunda ahşap 2 direk kenarlara yerleştirir. 1 m uzunluğundaki direkler 50 cm aralıklarla bu direklere 20'lik çivilerle çakılır ve sabitlenir.

Oluşan yapının içi toprak, taş ve moloz ile doldurulur ve sıkıştırılır. Yapının üstüne 2 m'lik 2 direk tekrar kenarlara yerleştirilir ve çakılıp üstüne tekrar 1m uzunluğunda direkler 50 cm aralıkla çakılır ve içi toprak, taş ve moloz doldurulup sıkıştırılır. Bu işlemler her katta tekrarederek tabanı 1.5 m yüksekliği 1.6 m savak uzunluğu 4.5 m genişliği 1m olacaktır.



Şekil 3.35. Ahşap Eşik (Dar Oyuntularda)



Şekil 3.36. Ahşap Eşik (Geniş Oyuntularda)



Fotoğraf 3.50. Ahşap Eşik



Fotoğraf 3.51. Ahşap Eşik Uygulaması Yapılan Saha

3.4.4.3.8 Gabion eşik (Tel kafes, Sandık, Fildöfer)

Ülkemizde ve dünyada çok yaygın olarak kullanılan gabion eşikler, içleri kaya ve taş ile doldurularak oluşturulmuş çift burgulu altıgen çelik tel örgü kafeslerdir. Bu tesisler gabion duvar, fildofer, gabyon sepet olarakta adlandırılmaktadır. Gabion sepetlerle özellikle taş dolgu malzemesinin kolay bulunabileceği yerlerde son derece ekonomik ve de doğal görünümlü tesisler üretmek mümkündür. Gabion sepetler çok değişik en, boy, uzunluk ve tel kalınlıklarında olabilmektedir. Gabion sepetler çoğunlukla deniz kıyı korumalarında ve nehir ıslahlarında, erozyon kontrol yapılarında, karayolu ve demiryolu yapılarında kullanılırlar.

Mecraların veya şev topuklarının oyulmalara karşı tahkiminde fildöferlerden yararlanılabilir. Taş dolgu ve anroşmanlı tahkimata ihtiyaç olan, fakat bu tesisler için gerekli taş malzemenin uzak mesafelerden taşınması söz konusu olduğu, dolayısıyla tesis maliyetinin yüksek olması durumunda, daha yakın yerlerden temin etme imkânı olan taş, ince ve iri çakıl gibi malzemenin kullanılabildiği için ekonomik olan fildöferler tercih edilebilir. Ancak, galvanizli tel kullanılarak yapılan tel kafes sandık ve sucukların, galvanizli tel fiyatlarının ve örme işçiliğinin yüksek olması nedeniyle ülkemiz koşullarında, genelde pahalı tesisler olduğu da unutulmamalıdır. Fildöferler esnek özellikleri nedeniyle tabanı kararlılık kazanmamış mecralardaki oyulmalara dağılmadan uyum gösterebilirler. Şev topuklarındaki oyulamaların önlenmesinde diğer bir tedbir de topukların fildöfer sucuklarla tahkimidir. Sonuç olarak, tel kafes sandık ve sucuklardan (fildöferlerden) tercih mecburiyeti olduğu zaman veya kıyı erozyonu zararlarının önlenmesi açısından bazı acil durumlarda yararlanılabilir.

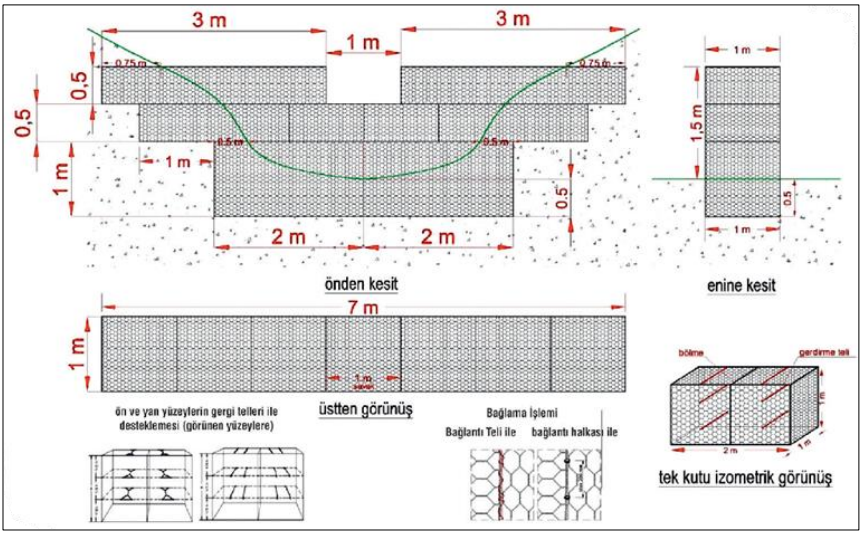
İri materyal taşıyan, eğimli ve yüksek hıza sahip sel derelerinde, materyalin çarpma etkisi ile sandıklar dağılabileceğinden, bu tür mecralarda statik hesabına çok dikkat edilmelidir. Kutu gabionlar, çift burgulu altıgen tel örgü yapı olarak büyük kuvvetlere

dayanıklıdır. Ayrıca kırılma ve çatlama yapmadan yapının bir miktar yer değiştirmesine karşı kendisini adapte eder. Galvanizli tel örgü çok uzun bir ömüre sahiptir. PVC kaplandığı takdirde faaliyet ömrüdaha da uzar. Ayrıca çift burgulu tel kafes tel örgüler gibi tek telin kopması durumunda bile çözülmez.

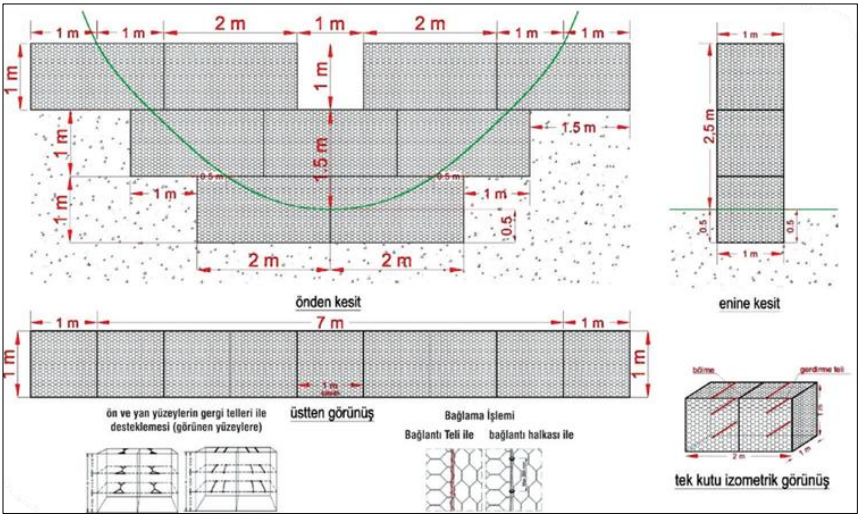
Gabionlar taş ve kaya ile doldurulunca gözenekli bir yapıya sahip olur. Gözenekli yapı arkasında suyu tutmayarak, oto-drenaj yapar ve su kuvvetinin oluşmasını engeller. Gabion yapılar geleneksel yapılar ile kıyaslandığında çok ekonomiktirler. Ayrıca gabion yapılar çok az bakım gerektirirler. Gabion yapılar çok büyük miktarda enerjiyi absorbe edebilirler ve çok büyük doğal gerilmeler altında dahi onlarca yıl dayanabilmektedir. Oyuntu içerisinde gabion inşaatı için temel kazısı 50 cm derinliğinde ve kutu gabionun genişliğinde düz bir satıh şeklinde açılmalıdır. Açılan temel kazısı içerisine gabionlar yanyana yerleştirilerek çelik tellerle bağlanır.

Gabion eşiğin yüksekliği dikkate alınarak sağ ve sol sahillere kutu gabionun en az 75 cm girmesi sağlanmalıdır. Gabion içerisinde kullanılacak malzemeler, sahadan veya dere yatağından toplanan taşlar olabileceği gibi taş ocağından getirilen taşlarda kullanılabilir. Taşların büyüklük küçüklük durumu göz önünde bulundurularak özenli bir şekilde taş dizimi yapılmalıdır. Taşların kutu gabionun yan yüzeylerinde oluşturduğu gerilimi azaltmakiçin kutu gabionun yan yüzeyleri 3 adet gergi teli ile birbirine bağlanmalıdır.

Kutu gabion uygulanacak yerlerde şev yüksekliği ve projesindeki yeri göz önüne alınarak yan yana ve üst üste gelmek suretiyle eşik inşa edilmelidir. Kullanılacak her bir kutu gabionun gözenek açıklığı, kutu gabionun içerisinde kullanılacak en küçük taşın çapından daha küçük olmalıdır. Kullanılacak kutu gabionun teli ağır galvaniz kaplı olup kalınlığı ise en az 2.7 mm çapında olmalıdır. 2 metreden yüksek gabion eşik yapılması halinde 7351 Sayılı Tamim esaslarına göre uygulama yapılmalıdır.



Şekil 3.37. Farklı Ebatlarda Kutu Gabionlar



Şekil 3.38. Farklı Ebatlarda Kutu Gabionlar



Fotoğraf 3.52.Kutu Gabion



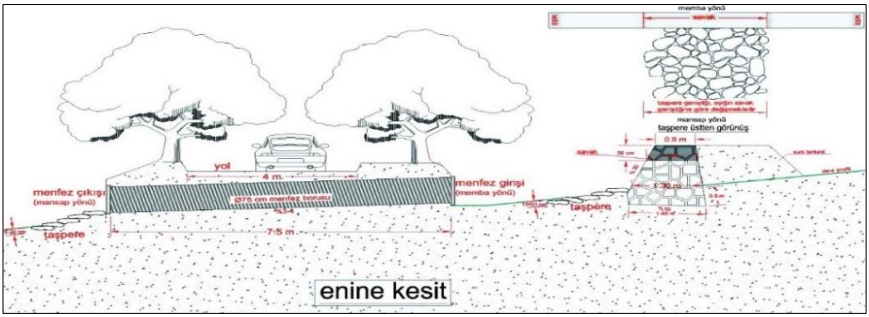
Fotoğraf 3.53. Kutu Gabion

3.4.4.3.9 Taş pere kaplama

Taş pere kaplama çok çeşitli amaçlarla yapılır. Harçlı eşiklerde savaktan akan suların eşik önünü oymasının önlenmesi, ulaşım yollarındaki menfez çıkışlarındaki suyun erozyona sebep olmayacak şekilde akmasının sağlanması, sulama kanalları şevlerinin korunması ile yamaç ıslahı için yapılan drenaj kanal çıkışlarının önüne suların rahatça dereye ulaşması amacıyla yapılır. Pere kaplamalar genelde sürüklenen malzeme akımı olan dere yataklarında yapılmaz.

Pere kaplamalar kuru ve harçlı olarak yapılır. Harçsız pere kaplamalar çeşitli yerlerden temin edilen taşların, 20-40 cm arasında değişen kalınlıkta bir tabaka oluşturacak biçimde tesis edilir. Ufak taş parçaları ile aralar kamalanır. Kuru taş perenin yapılması ve bakımı çok kolaydır. Kuru pereler, şevlerin gevşek ve akıcı olmayan hallerinde kullanılır.

Taş pereler, harçlı olarak da yapılabilir. Harçlı pereler kumlu gevşek arazilerde yapılır. Bu durumda 300 dozlu çimento ile derz yapılır ve şev topuğunda bir sandık açılarak topuk tahkimatı yapılır.



Şekil 3.39. Harçsız Taş Pere Kaplama



Fotoğraf 3.54. Oyuntu Islahında Drenaj Kanal Çıkışına Yapılan Harçlı Taş Pere Kaplama



Fotoğraf 3.55. Miks Eşik Önüne Yapılmış Harçsız Taş Pere Kaplama

3.4.4.3.10 Diğer tesisler

Oyuntu ve yamaç ıslahında pahalı sınaî tesisler yerine, sürgün veren ağaçlardan alınan çeliklerin doğrudan toprağa çakılması suretiyle çok daha ucuz yolla kalıcı tedbirler alınabilir.

Bu metotla oyuntu ıslahı, yatağın denge eğimine göre değil, sel yatağının her bölümündeki özel duruma göre belirlenen ve her bölüm için farklı olabilen erozyon kontrolü tekniği uygulanabilir.

a) Cansız ahşap eşikler



Fotoğraf 3.56. Cansız Kazık ve Ağaç Dalları ile Tesis Edilmiş Oyuntu Islahı

Oyuntu tabanına veya dal yamaçlara dik olarak çakılan kazıklara, bölgede bol bulunan ince ağaçların odunu ve çubukları yatay şekilde yerleştirilir ve eşik oluşturulur. Eşik arkası toprakla dolduktan sonra yöreye uygun türlerle ağaçlandırılır.

b) Canlı kazıklarla oyuntu ve dere ıslahı

Sel yatağının düzenlenmesi ve yatakta sellerin taşıdığı materyalin durdurulması amacına yönelik olarak havzanın rutubeti bol topraklı oyuntularına, akan yamaçlarına ve dere mecralarına, sürgün verme kabiliyeti yüksek olan söğüt, kavak, çınar ve yalancı akasya gibi ağaçlardan hazırlanan canlı kazıkların yamaçlara ve dere tabanına çakılmak suretiyle derenin süratle ağaçlandırılması ve böylece ıslahı sağlanabilir.



Fotoğraf 3.57. Topraklı Dere Tabanlarında Canlı Kazıklarla Tesis Edilmiş Oyuntu Islahı



Fotoğraf 3.58.Canlı Kazıklarla Oyuntu Islahı



Canlı kazıkların sürgün verebilmesi için en az yarısı toprağa girmelidir.





IV BÖLÜM

4. RÜZGÂR EROZYONU İLE MÜCADELE

Ülkemizde su erozyonu gibi rüzgâr erozyonu da büyük zararlar meydana getirdiği bilinmektedir. Yapılan envanter çalışmalarına göre ülkemizde yaklaşık 450.000 hektar alan çeşitli şiddette rüzgâr erozyonun etkisi altındadır. Bu alanın 40.000 hektarını rüzgâr erozyonu sonucu oluşmuş kumullar oluşturmaktadır.

Koruyucu orman kuşakları ve rüzgâr perdeleri tesisi ile kumul tespiti çalışmaları rüzgâr erozyonuna karşı alınacak en önemli tedbirdir.

4.1 Koruyucu orman kuşakları

Tarım arazilerini ve köyleri korumak, kumulları tespit etmek amacıyla 30-60 m genişliğinde 10-30 ağaç sırasından oluşan koruyucu orman kuşakları tesis edilir. Bu tesisler, sırtlar ve su kesim çizgileri boyunca yerleştirilir. Tesislerde mıntıkanın iklim ve toprak şartlarına en uygun ağaç türleri kullanılmalıdır.

4.2 Rüzgâr şeritleri (Perdeleri)

Tarım arazilerini rüzgârdan korummak amacı ile rüzgâr şeritleri tesis edilir. Şeritler hakim rüzgâr istikametine dik olarak ve birbirlerine paralel, şerit yüksekliğinin 20 katı kadar mesafelerle tesis edilirler. Hâkim rüzgâr karışık yönlerden esiyorsa kareler şeklinde şeritler tesis edilmelidir. İhtiyaca göre bu mesafe kısaltılabilir.

Şerit tesisinde mıntıkaya, toprak ve iklime uygun, uzun ömürlü, hastalıklara dayanıklı ağaç türleri kullanılır. Tesiste makinalı toprak işlemesi yapılacağı göz önünde bulundurulmalıdır. İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Ulmus, Quercus, Robinia, Sophora, Fraxinus, Ailanthus, Cedrus libani, P. nigra,

Cupressus arizonica, Juniperus, Elaeagnus angustifolia, Pistacia, Morus, Amygdalis orientalis vb. türlerin yetişme muhiti şartlarına en uygun olanları ile rüzgâr şeritleri tesis edilebilir.

Amacı:

- Toprak yüzeyinde rüzgâr hızını azaltmak,
- Tarım alanlarında ve merada verimi artırmak, (Kurutucu rüzgârlar azalır.)
- Meradaki hayvanları korumak, (Gölgeleme yapmak, rüzgârın etkisini azaltmak.),
- Yakacak odun ve kereste üretmek,
- Yaban hayatını geliştirmek, (Kuşlara yuva olur. Böylece zararlı böcekler azaltılır.).
- Kara ve demir yollarını, sulama ve drenaj kanallarını ve yerleşme merkezlerini korumaktır.

Rüzgâr perdelerinin faydaları:

Rüzgârların hızını kesmek suretiyle, toprak erozyonunu azaltır.

- Rüzgârın hızının kesilmesi nedeniyle, sabahları oluşan çiğin rahatça toprağa intikali sağlanmış olur, hava rutubetini yükseltir, buharlaşmayı azaltır, toprağın su ekonomisine olumlu etki yapar.
- Toprak ve hava sıcaklığında meydana gelen ani değişiklikleri azaltır.
- Günün ilk yarısında ısıtıcı, ikinci yarısında serinletici etki yapar. Sıcak ve kurak günlerde şeritlerin tesiri altında bulunan sahada ısı 6- 7ºC yüksek olur.
- Hava rutubetini yükseltir. Sıcak ve kurak günlerde tesiri daha fazladır. Nisbi rutubette artış %30'a ulaşır.
- Koruyucu şeritlerin en önemli etkisi buharlaşma üzerine olan etkisidir. Genel olarak, rüzgâr tarafında 10 boy mesafeden başlayıp rüzgâr akışı tarafında 15 - 20 boy

mesafeye kadar devam eden sahada topraktaki buharlaşmayı azaltır.

- Soğuk mevsimlerde esen rüzgârlardan, yazın sıcaktan küçük ve büyükbaş hayvanları korur.
- Odunundan yakacak ve kereste üretimi sağlanır. Gübrenin tezek olarak yakılmasını önler.
- Arılar ve kuşlar için uygun bir ortam olması dolayısıyla zararlı böceklerin azaltılmasında ve bal üretimine faydası olur.
- Rüzgâr şeritleri ile kombine edilmiş bir mera sahasında, rüzgâr şeritlerinin rutubet ekonomisi üzerine, otların yetişme ortamı üzerine olumlu etkileri ve rüzgârdan korunmuş, gölgeli rahat bir barınak ortamı vermeleri sebebiyle hayvanlar daha sıhhatli büyürler ve böylece hayvandan alınan süt ve et gibi ürünlerde artış sağlanır. Ayrıca, zirai ürün elde edilen bitkilerin yapraklarının aşırı güneşten yanması ve solması azaltılır ve böylece ürün verimi bir kaç kat artar.

Rüzgâr perdelerinin tesisinde dikkate alınacak hususlar:

- Rüzgâr perdeleri esas itibariyle düz arazide kullanılır. Zaruret halinde dalgalı arazide de karelaj şeklinde kullanılabilir.
- Rüzgâr perdeleri korumayı tam yapabilmesi için hakim rüzgârlara dik olarak tesis edilmelidir. Çeşitli yönlerden esecek etkili rüzgârlara karşı ise 1 km'de bir çaprazlama tabi şeritler tesis edilmelidir.
- Rüzgâr perdeleri rüzgâr akımını üzerinden aşırıp götürecek kuruluştan ziyade rüzgâr akımının içeresinden süzülüp geçmesini teşvik edecek bir yapıda (yarı geçirgen) tesis edilmelidir.
- Rüzgâr perdeleri arasındaki mesafe tesis edilecek ağaç türünün yüksekliğine, rüzgâr hızına göre belirlenmelidir.

- Perde boyu (perde yüksekliği) dikilecek ağaçların 15- 20 yılda alabileceği azami boy olarak kabul edilmelidir.
- Rüzgâr perdeleri, telefon hatlarına ve su kanallarına en az 4 m, yüksek gerilim hatlarına 10 m uzakta, ana yol kenarlarında ise buzlanmaya sebep olmayacak ve sürücülerin görüş mesafelerini engellemeyecek mesafelerde olacak şekilde tesis edilmeli ve bu hatları kesecek şekilde tesis edilmemelidir.
- İstenilen korumayı sağlayacak ve olduğunca dar bir sahayı işgal edecek şekilde rüzgâr şeritlerinin genişliği ve sıra adedi, sıralar arası mesafeler ayarlanmalıdır.
- İmkân nispetinde derin topraklı yerlerde yapılmalıdır.
- Toprak derin işlenmeli fakat, alt-üst edilmemelidir. Mümkünse ot alma ve çapa, makinalı olacak şekilde dikim yapılmalıdır. Şeritler devamlı bakımlı tutulmalıdır.
- Vadiye göre, sırtlarda, soğuk ve rutubetli iklime dayanıklı türler kullanılmalıdır.
- Akan ve ıslak yamaçlarda, rutubete ve suya dayanıklı türler kullanılmalıdır.
- Bölgede kuru ve sıcak rüzgârlar varsa bu şartlara dayanıklı türler kullanılmalıdır.
- Nehir boyları baştanbaşa sıra halinde uygun fidanlarla ağaçlandırılmalıdır.
- İki tabakalı şeritler halindeki rüzgâr perdeleri daha uygundur. Alt tabaka, iç tarafa olan hava akımını önler ve tek tabakalı şeritlerin bütün zararlı etkilerini bertaraf eder. Eğimli ve dağlık alanlarda da çok tabakalı ve birbirini takip eden şeritler tesis edilmelidir.
- İlgisiz, bağlantısız ağaç gurupları kendi başlarına bir koruma yapamazlar. Birbirini takip etmeyen, gelişigüzel yerleştirilen rüzgâr şeritlerinin bulunduğu arazilerde şiddetli bir toprak bozulması ve diğer zararlar söz konusudur.
- İyi bir koruma için kapalı ve çok tabakalı rüzgâr şeritlerine

ihtiyaç vardır. Şeritler, rüzgâra karşı tesis edilmeli ve ağaç sıraları arasından rüzgâr geçmelidir. Tabiatta da bu böyledir. Ormanda ağaç gurupları çeşitli ve kademelidir. Tek tabakalı rüzgâr koruma tesisinde tepe sıkışık gövde ise boştur. Bu durumda perde yetersizdir. Rüzgâr bir yerden girer ve öbür taraftan çıkar.

- Şeritlerin hâkim ağaçları çam türleri, alt tabakası da çalı gruplarından oluşmalıdır. Bu şeritler, mevcut tarlaları çevirirler ve daha yüksek rakımdaki ormanlık alanlarla birleşirler.
- Şeritler hâkim rüzgâr istikametine dik olarak ve birbirlerine paralel, şerit yüksekliğinin 20 katı kadar mesafelerle tesis edilirler. Hakim rüzgâr karışık yönlerden esiyorsa kareler şeklinde şeritler tesis edilmelidir. İhtiyaca göre bu mesafe kısaltılabilir.
- Şerit tesisinde yöresine göre, toprak ve iklime uygun ağaç türleri kullanılır. Tesiste makinalı toprak işlemesi yapılacağı göz önünde bulundurulmalıdır. İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde *Ulmus sp., Quercus sp*., Yalancı Akasya, *Sophora, Fraxinus sp., Ailanthus, Cedrus libani, P. nigra, Cupressus arizonica, Juniperus sp., Elaeagnus angustifolia, Pistacia sp., Morus sp., Amygdalis orientalis* vb. türlerin yetişme yöresi şartlarına en uygun olanları ile rüzgâr şeritleri tesis edilebilir.



Fotoğraf 4.1. Rüzgâr Perdesi

4.2.1. Şeritlerin rüzgâr geçirgenliklerine göre çeşitleri

4.2.1.1 Rüzgâr geçirmeyen şeritler

Rüzgâr geçirmeyen şeritler tam bir engel özelliğindedir. 4- 7 sıra genişlikte, dış kenarları çalılarla kapatılmış şekilde tesis edilirler. Tesis sahaları şerit yüksekliğinin 20 katı kadardır. Rüzgârın sürati şeridin hemen yanında azalma gösterir ve rüzgâr, şerit üzerinden aşacak şekilde yukarıya doğru hareket eder. Rüzgâr istikametinin şeride dik olması halinde rüzgâr sürati %50 azalır. Rüzgâr, şerit üzerinden aştıktan bir süre sonra tekrar eski süratine kavuşur. Geçirimsiz perdeler türbülansa neden olmaktadır.

4.2.1.2 Yarı geçirgen şeritler

Rüzgâr yarı geçirgen şeritlerin içerisinden kısmen süzülerek geçer. Rüzgârın sürati, geçirimsiz şeritlere nazaran daha az azalma gösterir. Rüzgârın sürati, şeridin hemen önünde %15 azalır. Azalma rüzgâr geliş yönüne göre, şerit öncesi perde boyunun 5- 7 misli mesafede başlar.

Şeritten süzülerek geçtikten sonra azalma, 3- 5 şerit yüksekliği kadar devam eder. Esas azalma, şerit sonrası meydana gelir. Yarı geçirgen şeritler, rüzgârı iki akıma böler. Akımlardan birisi şerit arasından süzülür ve sürati azalır, diğeri şerit üzerinden aşar. Yarı geçirgen rüzgâr şeritlerinde rüzgâr süratinin azalması %20- %40 olarak kabul edilebilir. Şerit tesis sahası şerit yüksekliğinin 10- 20 katı kadardır.

Alt dalları zayıf olan ağaç türlerinin altına kısa boylu ağaçlar dikilerek alt tesis yapılmak suretiyle, perdenin alttan itibaren yarı geçirgen hale getirilmesi faydalı olur. Yarı geçirgen şeritlerde rüzgâr süratindeki azalmalar sistemin koruduğu alan içinde kesin ve büyük farklılıklar göstermez. Bu nedenle, homojen bir mikro-klima sağladığı için yarı geçirgen şeritler daha faydalıdır.

4.2.1.3 Geçirgen şeritler

Geçirgen rüzgâr şeritlerinde şeridi teşkil eden ağaçların alt dalları temizlenerek rüzgârın serbestçe geçmesi sağlanır, temizlenen kısım, yarı geçirgen dal kısmına oranla 1/4 ile 1/5 arasındadır. Şeride gelen rüzgâr iki akıma ayrılır. Toprak sathına yakın olarak hareket eden hava tabakasının üstteki tabakalara nazaran hızı daha fazladır. Bu akım ağaç gövdelerinden başka bir engelle karşılaşmadan doğrudan doğruya geçer.

Daha yukarıdaki akım ise yarı geçirgen yapıdaki çatı kısmından süzülür ve süratinde 1/4- 1/5 oranında azalma olur. Üçüncü bir akım da perde boyunun üzerindeki hava akımıdır. Bu akım bir engele çarpmadığı için ilk süratini muhafaza eder. Şerit tesis sahası şerit yüksekliğinin 3-5 katı kadar olur.

4.2.2 Rüzgâr perdelerinin (Şerit) tesisi

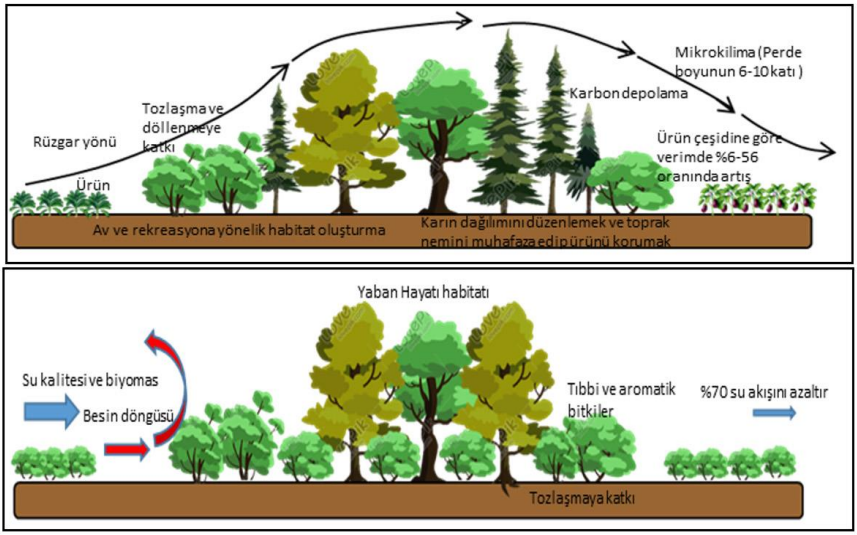
Rüzgâr hızı, güneşlenme zamanı ve şerit yapısı (yükseklik, genişlik, geçirgenlik) ile değişiklik gösterir. Geçirgen rüzgâr şeritleri, kışın rüzgârı daha fazla geçirerek, (bilhassa yapraklı ağaçlar kullanılması sebebiyle) karın dağılmasını, yazın

(yaprakların açması ile) rüzgâr hızının büyük ölçüde azalmasını sağlar. Şeritlerin bakımı fazla emeği gerektirmez.

Yarı geçirgen şeritler kar yağışı olmayan veya önemli ölçüde kar düşmeyen bölgelerde, geçirgen şeritler kışın kar yağışı fazla olan şiddetli rüzgârların estiği bölgelerde tesis edilmesi iyi neticeler vermektedir.

Ayrıca, geçirimsiz şeritlerle korunan alanlarda rüzgâr süratinde kısa mesafelerde içinde büyük değişiklikler meydana gelir. Bunun neticesinde korunan alanda kısa mesafeler içinde değişik mikro-klimalar teşekkül eder. Bu nedenle, geçirimsiz şeritler uygun değildir.

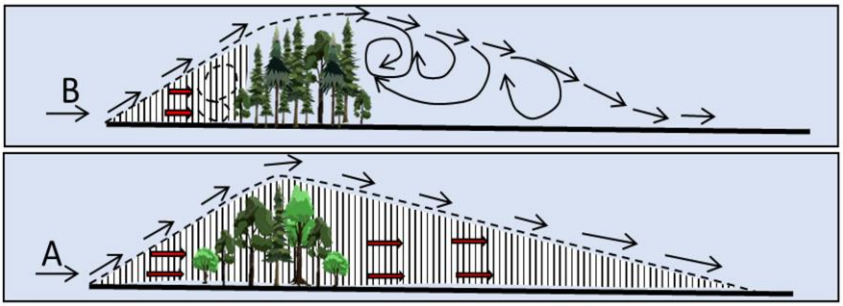
Karayolları, tren yolları, sulama ve drenaj kanallarını, şiddetli rüzgârların etkisinden korumak amcıyla rüzgâr şeritleri tesis edilir.



Şekil 4.1. Rüzgâr Perdelerinin Çok Amaçlı Faydaları

Şeritlerin geçirgenliği

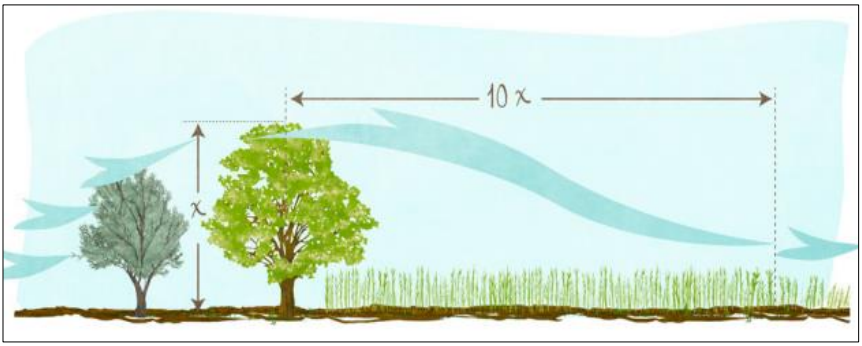
Çok geçirgen rüzgâr şeritleri; geçirgenlik %70'in üzerinde, Orta geçirgen rüzgâr şeritleri; geçirgenlik %40- 70 arası, Geçirimsiz rüzgâr şeritleri; geçirgenlik %30- 40 arası, Çok geçirimsiz rüzgâr şeritleri; geçirgenlik %30'un, altındaki bölgelerde tesis edilmesi iyi neticeler vermektedir.



Şekil 4.2. Geçirgenliği %50 Olan (Üst) ve Geçirgen Olmayan (Alt) Rüzgâr Perdeleri

Rüzgâr perdelerinin yüksekliği (Boyu)

Tesis edilecek şeritlerin boyu, rüzgâr hızından ziyade bitkisel materyalin biyolojik özellikleri ile bakım tedbirlerine göre değişir. Rüzgâr perdelerinin ana amacı olan rüzgârın hızını kesmek ya da kontrol altına almak için perde yüksekliği yani şeridin boyu önemlidir. Zira perde yüksekliği arttıkça etki alanı artmaktadır. Bitkisel materyalin maksimum büyüme yüksekliğine ulaşması zamanla olacağından etkisinin de buna göre hesaplanması gerekir. Her canlıda olduğu gibi bitkilerin de biyolojileri gereği maksimum boy, çap ve ömürleri olduğu unutulmamalıdır. Ancak bunun da kontrollü ve uygun türlerle tesis edilmeleri gerekir. Şerit yüksekliği ile geçirgenliğin iyi ayarlanması sonucu etki alanı çok daha yüksek seviyelere çıkarılır.

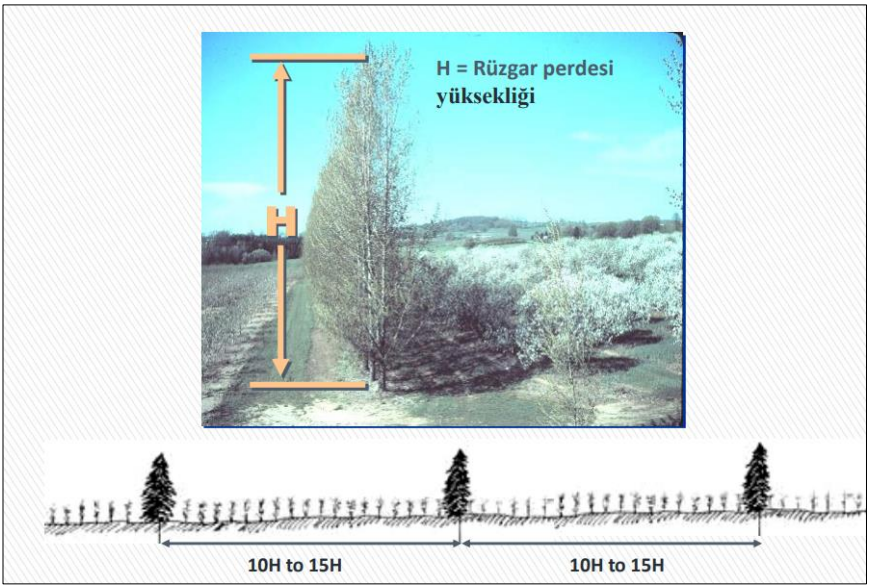


Şekil 4.3.Rüzgâr Perdesi Yüksekliği

Perde genişliği; yetişme ortamına, arazinin verim durumuna, tesisin amacına, kullanılacak olan türlere ve tür karışımlarına, dikim sıklığına, bakım ve aralama işlemlerine göre değişir. Ürgenç (1966), genel olarak perde genişliğinin 5-10 sıradan oluşmasını önermektedir.

Perdeler arası mesafeler; şeritler arası mesafe konusunda rüzgârın hızı kadar yetişme yeri koşularının etkili olduğu unutulmamalıdır. Nitekim genel olarak şeritler arası mesafenin, şerit yüksekliğinin 10-15 katı mesafede olması, şerit yüksekliğinin üç katının alınması ile şeritler arasında minimum mesafe, 1-5 katı mesafenin de maksimum etki alanını oluşturacağı düşünülmektedir.

Perdelerin uzunluğu: perdelerin uzunluğu, korunması istenen alanın miktarına ve boyutlarına bağlıdır. Perde uzunluğunun mümkün olduğunca devamlı, kesiksiz ve uzun şeritler halinde olması istenir. En iyi koruma için perdenin kesintisiz uzunluğu, yüksekliğin en az 10 katı olmalıdır. Örneğin perde yüksekliği 10 m ise perde uzunluğu en az 100 m olmalıdır.



Şekil 4.4. Rüzgâr Perdelerinin Boyutlandırılması

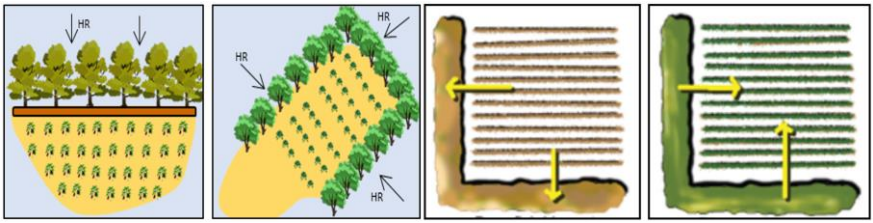
Rüzgâr perdelerinde kullanılacak bitki türleri: Şeritlerde kullanılacak türlerin belirli özelliklere sahip olmalıdır. Bunlar; gençlikte hızlı büyüyen, yüksek boylara ulaşabilen, tepe tacını yaymayan, uzun ömürlü, derin kök sistemine sahip, dipten itibaren dallanan, budamaya uygun, esnekliği yüksek, havanın serbest azotunu tutabilen (iğde, akasya, vb.) türler olmalıdır. Seçilecek türlerin özellikle ağaççık ve çalı türlerinin tıbbi ve aromatik ya da odun dışı orman ürünü verebilecek niteliklerde olmasına ve yaban hayatı için habitat alanı oluşturacak özelliklere sahip türlerden seçilmesine de dikkat edilmelidir.

Tüm bu özellikleri sağlama bakımından önceliğin yörede doğal olarak yayılış gösteren türlerden seçilmesi ve yörenin ekolojisi ile uyumlu olması önemlidir. Türkiye'de rüzgâr perdesi amaçlı kullanılabilecek bitkisel materyalin seçiminde, yukarıda belirtilen genel özellikleri yanında, kullanıldıkları ekolojik bölge ve kullanıldıkları arazi şekli de önem arz etmektedir. Örneğin

tarlaların sulak alanlara yakın kısımlarında; Euroamerik karakavak melezleri, servi kavağı, okaliptüs, söğüt, kızılağaç, dişbudak, iğde, dut ve ılgın gibi türler tercih edilir. Sulak alanlar dışında ise iklim ve bakıya bağlı olarak değişmekle birlikte genel olarak; ıhlamur, akçaağaç, dişbudak, meşe ve demirağacı ile iğne yapraklılardan servi türleri, kızılçam, karaçam ve sarıçam; ağaççık ve çalı türleri arasında ise mazı, ateş dikeni, iğde, ılgın, üvez, alıç, ahlat, geyik elması, erik, mahlep, badem, keçiboynuzu (harnup), sakız, karagöz, cehriler, karaçalı, kuşburnu, kurtbağrı, kadıntuzluğu, karayemiş, defne, karamuk, sumak, kızılcık, sandal, kocayemiş, hünnap ve süpürge çalısı gibi çok sayıda takson sayılabilir.

Bitkilendirme Tekniği: Genel olarak bitkilendirmede ekim ya da dikim yöntemleri kullanılır. Etkili ve hızlı bir perdenin tesisi ve kısa zamanda faydalarının sağlanabilmesi için ekim yerine dikim yöntemleri tercih edilir. Dikim şeklinin çukur dikimi olması ve organik madde bakımından zenginleştirilmiş olması hem tutma başarısına hem de ilk yıllardaki büyümeye katkı sağlar. İdeal olan yapraklı+ ibreli tür karışımı ya da her dem yeşil yapraklı+ yaprağını döken yapraklı tür karışımı tercih edilmelidir. Hızlı gelişen ağaç türlerinin perdenin orta kısmında yer alması, kazık köklü ve rüzgâra karşı dayanıklı türlerin ise hakim rüzgârın geldiği tarafta tesis edilmelidir.

Dikim Şekli: Hakim rüzgâr yönüne dik, düz bir hat boyunca, çok tabakalı, ikizkenar veya dik kenar üçgen şeklinde de olabilir. Uzun kenarı rüzgâr yönüne dik olacak şekilde ya da rüzgâr yönünün değişkenlik gösterdiği yerlerde dikdörtgen içerisinde L, U veya E biçimli birden fazla yönde tesis edilir. Perdeler aynı zamanda yararlı böceklerin sahada kalmasına, zararlı olanların ise sahaya girmesine karşı tampon görevi görür (Dirik,2005).



Şekil 4.5. Rüzgâr Erozyonuna Karşı Tek (sol), U (ortada) ve L (sağ) Şekilli Rüzgâr Perdeleri

Bitkisel materyale verilecek dikim aralık mesafesinin değerleri türlere göre değişir. Ağaç türlerinin bir ibreli ve bir yapraklı olacak şekilde ve ağaçlar arasında 2.5-4 m, sıralar arasında ise 3-6 m değişen mesafelerle dikilmeleri tavsiye edilir. Benzer şekilde ikinci sırada yine ibreli + yapraklı karışımlı ağaççık türlerinin dikimi gerçekleştirilir. Ağaççık türlerinde sıralar arası ve türler arasındaki mesafe değerleri ağaçlara göre daha kısa (türler arası 2-4 m) tutulur. Perdenin en dış kısmına ise çalı türleri 1-2 m aralıklarla dikilir. Ürgenç (1966)'e göre genel olarak sıra aralıkları 1-3 m arasında değişir. Örneğin bu Selvi kavağında 1-1.5 m, melez kavaklarda 2.5-3 m'dir. Sıralardaki fidan aralıkları ise ağaçlar için 1.5-3 m, çalılar için ise 0.5-2 m olabilir. Wyatt (2020) tarafından, çalılar için türler arasında 1-2 m ve sıralar arasında ise 2-3 m, ağaççıklar için türler arası 2-4.5 m ve sıralar arası 6 m; yapraklı ağaçlar için türler arası 3.5-6.0 m ve sıralar arası 6 m; ibreli türler için de sırasıyla 6-7.5 m x 6-7.5 m önerilmektedir.

Bitki türü veya rüzgâr perdesi türü	Ağaçlar arası mesafe (Metre)	Sıralar arası mesafe (Metre)
Çalı veya dar taçlı yaprak döken türler	1-2	3.5- 6
Küçük her dem yeşil ağaçlar	2-3.5	3.5-6
Büyük her dem yeşil ağaçlar	2.5- 4	3.5- 6
Küçük yaprak döken ağaçlar	2.5- 3.5	3.5- 6
Büyük yaprak döken ağaçlar	2.5- 5.5	3.5- 6
Tek sıra her dem yeşil ve iki sıra yüksek yoğunluklu dikim	2- 2.5	3.5- 6

Tablo 4.1. Rüzgâr Perdesi Dikim Planında Kullanılan Temel Hesap Değerleri

4.3 Kumul tespit çalışmaları

Kumullar; humus ve kil gibi bağlayıcı maddeleri olmayan ya da çok az bulunan, temelde kuvartzdan oluşan, çok küçük, gevşek ve uçucu, ölü veya diri koruyucu örtü bulunmayan yapılardır. Kumullar kuru durumdayken, rüzgâr aracılığıyla harekete geçerek birkaç metreden birkaç kilometreye kadar taşınabilir.

O halde kumulun ana unsurunun kum olduğu, bağlayıcı maddelerden yoksun, gevşek ve uçucu oluşu, rüzgâr etkisi ile rüzgâr istikametinde tepeler ve silsileller oluşurarak ilerlediği görülür.

Kumul menşeine göre ikiye ayrılır. Kumulun menşei deniz ise bu kumula sahil kumulu, karaların iç kısmımlarında jeolojk devirleden kalma bir göl ve iç deniz birikmesi ise bunlarda kara kumulu denilmektedir.



Harita 4.1. Ülkemizdeki Kıyı Kumulları

Kumlar, dalgalar tarafından sahil boyunca sürekli savrularak kıyılara gelmekte ve deniz çekildikten sonra da kısa sürede kurumaktadır. Kuruyan kumlar, rüzgârın belli bir hıza ulaşması sonucunda önce en küçük olanlardan başlayıp hâkim rüzgâr yönünde içerilere doğru hareket ederek, sahil hattına paralel bir biçimde rüzgâr hızının parçaları taşımayacak ölçüde azaldığı yerlerde sıralar oluştururlar. Bu sıra halindeki kum tepeleri sürekli olarak ilerlerken, gerilerde denizin yeniden getirdiği kumlar, ilerleyenlerin yerini doldurarak yeni sıralar oluştururlar. Hareket halindeki kumullar, hâkim rüzgâr tarafında meyli az, ters yönde ise dik eğimli yamaç içerir. Hâkim rüzgâr kumları, kumulun meyli az yamacından söküp kaldırarak tepenin gerisine, dik meyilli yamaç yönüne atar.

Kumulların şekli, rüzgârın esiş yönünün düzensiz olduğu yerlerde birbirini izleyen düzenli sıralar halinde olmayıp daha çok yuvarlak veya buna yakın tepeler şeklindedir. Sahil kumullarının yukarıda anlatıldığı gibi oluşumuna, yurdumuzda örnekler çoktur.

Kumullar antropojen etkilerle kolaylıkla harekete geçerek çevrelerine büyük zarar verirler. Kumul vejetasyonunun tahrip edilmesi, yanlış arazi kullanımı ve aşırı otlatma, kumul da rüzgâr erozyonunun hızlanmasına ve kumul özelliğinin bozulmasına neden olmaktadır. Herhangi bir nedenle üzerindeki bitki örtüsü kalkmış olan alandaki kum taneleri, rüzgârın etkisiyle yerinden sökülmeye başlar. Böylece daha da derinlere inen bir erozyon sonucu toprak fakirleşir ve taşınma sırasında bitkilere zararlar verir.

Kumulların en önemli zararları; durdurulamadıkları zaman ilerleyerek, verimli tarım alanlarını, meraları, su kanallarını, akarsu yataklarını, kara ve demir yollarını ve yerleşim alanlarını olumsuz etkilemesidir.

Kumul istilasına uğrayıp, kumun altında kalmış ya da aktif kumulun tehdit altında olan yörelerinde; üretim alanları ve iskân sahaları kaybolmakta, beraberinde yaşam biçimlerinde sorunlar meydana getirmektedir.

Kumullar bitki örtüsü ve fauna ile bir denge halindedir. Ancak, bu denge oldukça hassastır. Dış etkilere duyarlı olan kumullar, çevrelerini de etkiler nitelikte biyotoplardır. Bitki örtüsünün tahrip edilmesi (yangın, otlatma, turistik ve rekreasyonel baskılar) bozulmalara yol açmakta ve ileri boyutlara ulaştığı zaman da bozulan eko-sistem dengelerinin yeniden tesisini zorlaştırmaktadır.

Kumulların ıslahında, kumula ilk müdahale, hâkim rüzgâr istikametinden yapılmalıdır. Kumulun oluşumuna sebep teşkil eden kaynaktan başlayarak, daha sonra imkânlar ölçüsünce, çalışmaları iç kısımlara doğru genişletilmelidir.

Kumul hareketlerinin durdurulmasında;

- Kumul erozyonu zararlarını belirlemek,
- Kumulu, koruma ve kullanma dengesi içerisinde biyomühendislik önlemlerle durdurmak,
- Kumul habitatının olduğu gibi korunmasıyla mukayese eden fayda masraf analizini yapmak,
- Kumul habitatına ait klimax bitki türlerini tespit etmek,
- Ağaçlandırma çalışmalarında yöreye uygun en uygun alternatif bitki türlerinin belirlemek, ağaçlandırmalarda doğal (klimax) bitki türlerini kesinlikle korumak ve yabancı tür ağaçlandırmalarından sakınmak,
- Kumul sahalarının korunması ve geliştirilmesinde kurumlar arası koordinasyonunu ve halk katılımını sağlamak,
- Gerekirse kumulda ön eksibe teşkil etmek,
- Cansız materyal ile stabilizasyon yapmak: Dal örtüsü sermek, çit sistemi kurmak,
- Canlı materyal ile stabilizasyon yapmak: Otlandırma, çalılandırma, ağaçlandırma,

4.3.1 Ön eksibenin (Ön Kumulun) teşkili

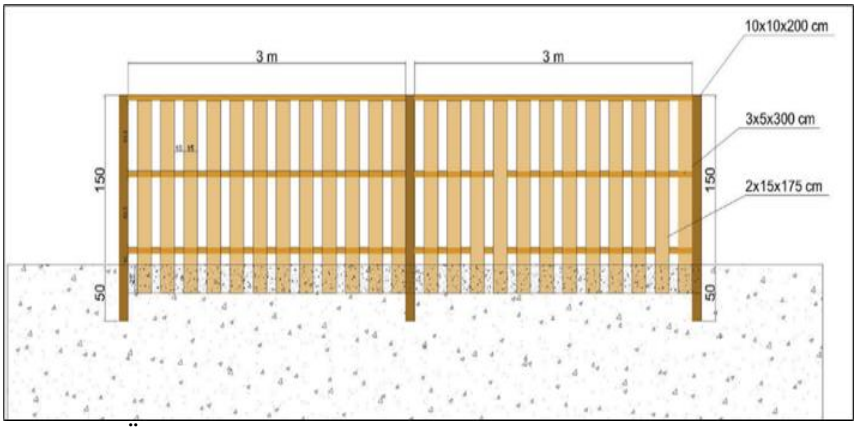
Kumun menşeini kontrol altına alarak, yani ön eksibe tesis ederek sahilden daimi kum gelişi durdurulur. Tesis edilen suni perdeler vasıtasıyla, sahil boyunca ve denizden gelen hâkim rüzgâr istikametine dik olarak bir sırt şeklinde geliştirilen uzun kum yığınına ön eksibe denir. Ön eksibe tesisi maksadıyla bir sıradan ibaret çalı çitler yahut kalınca çalıların dallarını 1 metre yükseklikteki kısımları kum üstünde kalacak şekilde kuma daldırmaları suretiyle teşkil edilen çitler kullanıldığı gibi, tercihen ve daha müessir olmak üzere bu çitler tahtalarla, kazıklarla da tesis edilir.

Çitler veya perdeler tercihen iki sıra halinde tesis edilirler. Tek sıra tesis edilirse ön eksibe keskin bir sırt halinde teşekkül eder. Çift sıra olarak tesis edilirlerse, kumlar, paralel perdeler veya çitler arasında toplanacağından yayvan veya balıksırtı şeklinde ön eksibeler oluşur. Kum yığılması ile çit veya perdeler kapanınca aynı yerde tesisler ikinci defa yeniden kurulur ve gelen kumların aynı yerde tutulması sağlanmış olur. Bu surette ön eksibe, ideal yüksekliği alıncaya kadar çitlerin yükseltilmesine devam edilir. O öyle bir yükseklikti ki, denizden gelen hâkim rüzgârın getirdiği kumlar, tesis edilen perdelerle toplanıp sahil boyunca bir kum silsilesi halinde uzanan ön eksibeyi aşamaz olurlar ve bu silsilenin deniz tarafındaki yüzüne çarpıp kalırlar ve devamlı surette deniz tarafında kalıp tekrar dalgalarla denize çekilme durumuna kadar ön eksibeyi genişletirler.

Çitler, kerestelerden biçilmiş tahtalardan yapılırsa kullanılan malzemenin boyları 120 cm, genişliği 10 - 12 cm, kalınlıkları da 2 cm olmalıdır. Perdeyi teşkil edecek tahtaların dörtte biri kuma gömülmelidir. Perde tesisinde tahtaların toprak üstü kısımlarının eşit olmasına dikkat edilmelidir. Aksi halde, tesis edecek ön eksibe gayri muntazam teşekkül edecektir.

Ön eksibe veya ön kumul deniz kıyısından 70 - 80 metre içerden oluşturulmalıdır. Kumulun çok hareketli olduğu yerlerde birden fazla ön eksibe tesis edilir.

Kara kumullarında ön eksibe tesisi genellikle bahis konusu değildir. Bu gibi yerlerde, çalı ve benzeri materyalin sathen kumul üzerine yayılması ve akabinde kumu tespit eden çayır otları tohumu ekimi ile birlikte ağaçlandırmalara geçilmelidir.
Ön eksibenin teşkilinden sonra, tedbir alınacak kumul sathını çalı ile kapatma veya örme, perde tesis etme, kazıklarla sahayı küçük kareler halinde bölme suretiyle kumulda ıslah çalışmaları yapmak mümkündür.



Şekil 4.6. Ön Rüzgâr Perdesi


Fotoğraf 4.2. Ahşap Rüzgâr Perdesi



Fotoğraf 4.3. Ahşap Perde Kum Tepeleri Oluşumu

4.3.2 Yüzeysel kum hareketlerinin önlenmesi

4.3.2.1. Cansız metaryel ile stabilizasyon

Ön eksibenin teşkilinden sonara önlem alınacak kumul yüzeyini çalı kaplama veya örme, perde tesis etme, kazıklarla sahayı küçük karaler halinde bölme suretiyle kumulda ıslah çalışmaları yapmak mümküdür.

a) Dal örtüsü serme

Funda olarak bilinen bitkiler kesildikten sonra demetler haline getirilir. Dal ve çalı demetleri kum sathına yerleştirilir. Ancak dal ve çalılar zamanla yapraklarını dökerek kumu kapatma fonksiyonlarını yapamazlar. Bu nedenle, çalı demetleri arasında kum tutucu ot ve çalı tohumları ekilerek saha yeşillendirilmelidir.

b) Çit sistemi kurma

Kumul arazisi üzerine sıralar halinde perdeler teşkil edilir. Çalı demetlerinin doğrudan doğruya kuma yatırılarak çit teşkili halinde perdeler, sıra halinde veya kare şebekesi şeklinde tesis edilebilir. Tesis edilen karelerin büyüklüğü 3 x 4 m arasında değişmektedir. Sıra halinde tesislerde sıraların uzanış yönü hâkim rüzgâr istikametine dik olmalıdır. Deniz kenarında, sıralar denize paralel tesis edilirse, sıralar arasında bağlantılar kurarak bir eşkenar dörtgen veya kareler sistemi kurulur.

Rüzgâr perdesi olarak çeşitli çitle kullanılabilir. Perdeler yaklaşık olarak 120 cm yükseklikte ve 12-15 metre aralıkla birbirine paralel ve hakim rüzgâr yönüne dik tesis edilmelidi



Fotoğraf 4.4. Kamış Karelaj Çit sistemi

4.3.2.2. Canlı metaryel ile stbabilizsyon

Otlandırma

Kumul hareketlerini durdurmak için en uygun otlar; ammophila areneria, yulaf (*Elymus arenarius*) dır. Otların kullanılmasında yöreye uygun türler kullanılmalıdır. Ot vejetasyonun kullanılmasında, kullanılacak türlerin mekanik etkilere dayanmaları, her sene üzerlerine 60- 70 cm kum yığılmasına rağmen büyümelerine devam edebilmeleri, kum altında kalan kısımlarından yeni sürgün verebilmeleri çok önemlidir.

Kumul çayırları, genellikle vejetatif olarak üretilir. Tohumdan üretilmeyip, tercihen vejetatif olarak üretilmelerinin sebebi bir yandan bu bitkilerin kötü yetişme muhiti şartlarında iyi tohum vermemeleri diğer yandan bu küçük tohumların doğrudan doğruya ekilmeleri halinde ya kumla gömülmeleri ya da tamamen çıplak kalmalarından ileri gelmektedir. Dikimi müteakip birçok sürgünler meydana gelebilir. Kum ile gömüldükçe eski gövde yeni sürgünler verir. Kendisi kök gibi toprak altında kalır.

Çalılandırma

Kumul çayırları ilk zamanlarda iyi netice verir. Fakat, daha sonraki yıllarda hayatiyetini kaybederler. Böylece, kumullarda yer yer açılmalar başlar ve geriye doğru bir dönüş olur. Buna meydan vermemek için otlandırmadan sonra, çalılandırma safhası başlamaktadır. Çalılandırmanın esas görevi kumullarda eksik olan azot ve organik maddenin teşekkülüne imkân vermektedir. Azot temini için direkt gübre vermekte mümkündür. Çalılandırma için vitex, myrtus, palliurus, pistasia, tamarix gibi çalı ve ağaççık türleri çok uygundur.

4.3.2.3 Daimi stbabilizsyon

Ağaçlandırma

İlk çalışmalar, sürekli stabilizasyona ortam hazırlamak için yapılır. Saha vejetasyon örtüsü ile kaplanıp süreklilik kazandırılamaz ise oluşturulan perdeler zamanla görev yapamaz, kumul hareketleri yeniden başlar.

Genel olarak kumulun denize yakın olan kısımlarda rüzgâra ve tuza dayanıklı çalı ya da ağaççık karakterindeki yapraklı türler kullanılarak bir daimi koruma şeridi oluşturulur. Ön eksibeyi de kapsayacak olan bu şeridin genişliği en az 150 metre olmalıdır. Bu şerit görev yaptığı sürece hiçbir şekilde kaldırılamaz.

Dik bir perde oluşturmamak için diri örtü tesis çalışmalarında, sahilden itibaren önce otlandırma şeridi tesis edilir ve sırasıyla çalılar, ağaççıklar, en içeride ağaçlar yer alacak şekilde koruyucu şerit tesis edilir.

Kumul tespit çalışmalarının son aşaması ağaçlandırma çalışmalarıdır. Kumul ağaçlandırmasında kullanılacak fidanların tüplü olması şarttır. Tüp toprağı; humusça organik maddece zengin su tutma kapasitesi fazla olduğundan fidan yeterli kök sistemini geliştirinceye kadar onu beslemektedir. Tüplerin derin açılan çukurlara yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Taban suyunun yüksek olduğu ambarlarda dikim yatağı yükseltilerek dikim yapılır.

Akdeniz kumullarında sahil çamı, fıstıkçamı, kızılçam, halepçamı, selvi, okaliptüs ve Kıbrıs akasyası en çok kullanılacak türler arasındadır.

Karadeniz kumullarında ise; ibrelilerden sahil çamı yanında fıstıkçamı, karaçam ve kızılçam da kullanılmış olup kumul tespit çalışmalarında yapılan ağaçlandırmalar için uygun türlerdir. Ayrıca, buralarda oluşturulan canlı çitlerde katırtırnağı hem çit oluşumu yönünden hem de toprağın azot muhtevasını artırması yönünden başarı ile kullanılmıştır.

Güney kumullarında da başarı ile kullanılabilir. İğde ise hem kuzeyde hem güneyde başarı ile kullanılabilecek bir türdür. Kuzey

kumullarında geçici stabilizasyonla birlikte daimi stabilizasyon ve orman kurma işlemi birlikte yürümüş çok başarılı örnekleri ortaya konmuştur.
Güney kumullarında gaye ormanlarından önce Kıbrıs akasyası büyük bir başarı ile uygulanmıştır. Kıbrıs akasyasının kumul tespiti için çok mükemmel olan kök yapısı (kumul sathını örümcek ağı gibi örer), toprağı ıslah eden çok bol miktardaki yaprak ve tohumları ile gaye ormanlarını kurmaya hazır ortamları yaratmıştır. Ancak, Kıbrıs akasyaları kısa ömürlüdür. Bu nedenle, gerekli müdahale yapılmazsa kurulu ormanların çökmesi ihtimali vardır.
Gaye ormanlarını kurarken, kumulun taban suyu çok iyi etüt edilmelidir. Başlangıçta da belirtildiği gibi, kumullarda göller, gölcükler, longoslar ile su işareti vermeyen yüksek taban sulu ambarlar mevcuttur. Ağaçlandırma çalışmalarının başarısız olan bölümlerinde; başarısızlık nedeni kesin olarak tespit edilmeli, ağacın biyolojisinden mi yoksa toprağın (kumulun taban suyu, tuzluluk, pH yüksekliği vs.) özelliğinden mi olduğu belirlenmelidir.
Taban suyu yüksekliğinden ise drenaj tedbirleri alınarak, toprağın fiziksel ya da kimyasal özelliklerinden meydana geliyorsa bu mahsurları giderici önlemler alınarak, ya da uygun ağaç türü seçimi ile sahaların ağaçlandırılması tamamlanmalıdır. Stabil hale gelmiş bu çok değerli toprakların bir an önce yetişme muhiti şartlarına uygun ağaç türleri ile ağaçlandırılıp üretime sokulması gerekmektedir.
Ağaçlandırmalarda; tür seçimi ile ağaçlandırmanın amacı detaylı etüt sonucunda tespit edilmelidir. Etüt sırasında kumul tespitinin esas olduğu ve mümbit tarım alanlarının korunmasının esas olduğu unutulmamalıdır.
Ağaçlandırmalarda, hızlı büyüyen, kumu çabuk kapatacak dal ve kök yapabilen, toprağı organik maddece besleyecek, uzun ömürlü, yöreye uyum sağlayan türlere öncelik verilmelidir. Yalnız ibrelilerden oluşan mono kültürden kaçınılmalı, yapraklılara daha çok yer verilmelidir. Toprağı işleme usullerinde, organik madde

kaybına sebep olacak işlemlerden kaçınılmalıdır. Derin ve devirerek sürüm yerine yırtacak yerinde toprak işleme tercih edilmelidir. Tüplü fidanlar sahaya en yakın yerde, mümkünse sahanın içinde yetiştirilmelidir.

Ağaçlandırmalarda ibrelilerden; fıstıkçamı, kızılçam, halepçamı (güneyde) maritima (Ph'nın az olduğu yerlerde), selvi, yapraklılardan; Kıbrıs akasyası, yalancı akasya, özellikle longos ve ambarlarda kızılağaç, kavak, ceviz, karaağaç, çınar, dişbudak gibi kıymetli ağaçlara da yer verilmeli, böylece sahil kumullarının tespiti son aşama olan **"Orman Kurma"** çalışmaları ile bitirilmelidir. Hareketli kumulların stabilizasyonu tedbirleri alınırken yoğun teknikler uygulandığından, çalışmaların dikkatli ve sıkı kontrol altında sürdürülmesi gerekmektedir.



Fotoğraf 4.5. Kumul Ağaçlandırması



Fotoğraf 4.6. Kumul Ağaçlandırması

Türkiye'de; İstanbul'da Durusu, Muğla'da Kumluova, Konya'da Karapınar, Manisa'da Beyoba ve Sazoba, Iğdır'da Aralık, Adana'da Akyatan ve Kaş'da Patara kumul çalışmaları çok başarılıdır.

Sonuç olarak: Kumul hareketini kesin olrak durdurabilmek için sırası ile otlandırma, çalılandırma ve ağaçlandırma çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Ağaçlandırmalarda, örtüsü ile kumu hızla kapalayacak, hızlı büyüyecek, toprağı organik meddece besleyecek, uzun ömürlü, yöreye uygun türlere ağırlık verilmelidir. Bu çalışmalarda doğal bitki örtüsüne özellikle endemik türlere zarar verilmemesine dikkat edilmelidir.



BÖLÜM V

5. DİKİM

5.1. Dikimin genel esasları

Dikim yöntemleri, tohum ekimine nazaran daha emniyetli, başarılı ve zaman kazandırıcıdır. Dikimlerde dikkat edilecek esaslar aşağıda belirtilmiştir.

- Nem en az 40 - 50 cm derinliğe kadar işlemiş ve toprak tavında olmalıdır.
- Rüzgârlı ve donlu günlerde dikim yapılmamalı, bulutlu ve rüzgârsız günler seçilmelidir.
- Fidanlıklarda selekte edilerek kök tuvaleti yapılıp ambalajlanarak sahalara gönderilen fidanlar, ayrıca ağaçlandırma işinde çalışan işçiler tarafından selekte edilmelidir.
- Sahada selekte edilmek üzere gerekli önlemler (rüzgârsız, kuytu, gölgelik yerler) alınsa bile, fidan köklerinin 30 saniye açıkta güneşe ve esintiye maruz kalmasıyla, fidanın tutma şansının yarıya düşeceği unutulmamalıdır.
- Fidan, dikim kutusundan çıktığı andan itibaren güneş ve rüzgâra karşı korunmalı, kutu ve sandık fidan köklerinin zedelenmeden alınabileceği ebatta olmalıdır.
- Dikim yapan işçinin gövdesi fidanın, rüzgâra ve güneşe karşı koruyucu duruşta olmalıdır.
- Çukur içerisindeki taş, kök artığı vb. maddeler temizlenmelidir. Çukurun derinliği kök boyundan az olmamalıdır.
- Fidan, açılan çukur içerisinde yerleştirilirken köklerin

kıvrılmamasına, yeterinden fazla derine indirilen kök sisteminin fidan hafifçe yukarı çekilmek suretiyle köklerin serbest durumdaki haliyle çukura yerleştirilmiş olmasına özen gösterilmelidir.

- Köklerin sıkıştırılması sırasında toprak fazla çiğnenerek sıkıştırılmamalı, bu sıkıştırmanın çok kuvvetli yapıldığı özellikle ağır topraklarda fidan çevresinde farklı yoğunlukta kerpiç gibi bir ortam oluştuğu ve bunun sonucunda sıkışmamış toprakla arasında çatlakların oluşarak kapiler suyun işlemesini engellediği ve kurumalara neden olduğu unutulmamalıdır.
- Fidanlar, kök boğazı derinliğinde dikilmeli, ibreler toprağa gömülmemelidir.
- Dikilen fidanların çiğnenmesini ve terasların bozulmasını önlemek için dikim, sırtlardan aşağı doğru yapılmalıdır.
- Toprak işlemesinin işçi gücüyle teraslar halinde yapıldığı sahalarda fidanlar, arazi eğiminin terası kestiği üst orta noktaya dikilmelidir.
- Fidanlar sökümden hemen sonra dikilmeyecekse gömüye alınırlar. Gömü, esas itibariyle yapraklı türler için uygundur. İbreli türler kısa bir zaman gömüde kalabilirse de tavsiye edilmez.

İbreli türlerin gömüye alınması gereken hallerde, fidanlar toprakta saklanmamalı, ya sahaya yakın, kuytu, kalın kar tabakasının olduğu birikintilerde kar gömüsüne alınmalı, ya da soğuk hava depolarında saklanmalıdır. Fidanlar, kar gömüsünde 2 - 3 hafta, soğuk hava depolarında 5 - 6 haftalık bir süre için tekniğine uygun olarak saklanabilir.

Arazi hazırlığı yapılan sahada en geç gelecek dikim mevsiminde dikim yapılması sağlanacak ve dikimin gecikmesi halinde yeniden

toprak işlemesi yapılması zorunluluğundan dolayı gereksiz masraflara neden olunmayacaktır.

5.2. Dikim metotları ve dikim tekniği

Dikim metodunun tespiti ağaçlandırmanın başarısını büyük ölçüde etkiler. Dikim metotları, kullanılan fidan materyalinin nitelikleri bakımından iki ana dikim metoduna ayrılır.

Bunlar;

- Topraksız (çıplak köklü) Fidan Dikim Metotları.
- Topraklı (veya tüplü) Fidan Dikim Metotları.

Bu dikim metotlarından topraksız (çıplak köklü) fidan dikim metodunun maliyeti azdır. Topraklı dikim metodu pahalıdır, fakat başarı şansı daha fazladır.

Bu bölümde ülkemizde uygulanan ibreli ve yapraklı türlerinin dikim tekniği anlatılmıştır.

5.2.1. Plantuvar dikimi

1/0, 2/0 gibi küçük yaşlı ibreli fidanların dikiminde kullanılır. Plantuvar, işlenmiş toprak üzerinde dik olarak toprağa saplanır ve bir miktar kendimize doğru çekilerek topraktan çıkarılır, böylelikle fidan yarığı açılmış olur. Plantuvarı kullanana eşlik eden dikici fidanı açılan yarığın kendi tarafındaki duvarına tutar, elindeki çubukla yarık içerisindeki kıvrılmış köklerin serbest kalmasını sağlar ve plantuvarla üstteki zengin topraktan alarak fidan köklerine doğru atar, bu sırada plantuvar fidanın 5 - 6 cm önüne tekrar toprağa saplanır ve kendisine doğru eğerek ileri-geri hareket ettirilir ve bu suretle fidan köklerinin iyice sıkıştırılması sağlanır. Plantuvarı kullanan işçi son olarak fidanın 10 cm gerisinden çiğneyerek dikimi tamamlamış olur. Bu dikim şeklinde, açılan yarığın fidan kökü uzunluğuna uygun derinlikte olmasına dikkat edilir.

Erozyon kontrol sahalarında plantuvar dikimine elverişli iklim ve toprak şartlarına sahip araziler az olduğundan, çok elverişli ortam bulunmadıkça plantuvar dikimi düşünülmemelidir.

5.2.2. Çapa ile çukurda kenar dikimi

Bu metot, küçük yaşlı fidanların dikiminde kullanılır. Dikim çapası veya kazma, işlenmiş toprak üzerinde dik olarak bir kaç kez toprağa saplanır ve çekilir. Bu suretle, ortalama 30 - 35 cm derinlik ve genişlikte yan duvarı dik bir çukur meydana gelir. Fidan çukurun ortasına gelecek şekilde yan duvara hafifçe bastırılır. Fidan kökleri açılır ve bir miktar nemli toprakla fidanın kök boğazından yan duvara tespit edilir.

Çukur kazılırken, üst toprak bir tarafa ayrılarak, daha sonra tekrar çukura atılarak fidan kökleri beslenir ve çukur doldurulur. Çukura toprak atılırken fidan köklerinin kıvrılmamasına dikkat edilmelidir. Çukur tamamen dolduktan sonra ayakla fidanın çevresi bastırılarak toprağın oturması ve köklerin sıkışması sağlanır. Tekrar toprakla beslenir ve en son fidan çevresi düzeltilerek dikim tamamlanmış olur.

Sıkıştırmadaki çiğneme işleminin, fidan köklerine zarar vermeyecek şiddette yapılmasına dikkat edilir. Sıkıştırmanın çok kuvvetli yapılması özellikle ağır topraklarda çatlakların oluşmasına bu da topraktaki rutubetin kaybolmasına ve neticede fidanın kurumasına neden olur. Bunun aksine, sıkıştırmanın gevşek olması da toprakta hava kalmasına dolayısıyla toprakla temas etmeyen kılcal köklerin su ve besin maddelerinden yararlanamamasına, boşluklarda biriken suyun dolması ile köklerin zedelenmesine yol açar.






Fotoğraf 5.1,2,3,4. Çukurda Kenar Dikimi

5.2.3. Adi çukur dikimi

İbreli türlerde 3 - 5 ve daha yaşlı, yapraklı türlerde 2 - 3 ve daha yaşlı tüplü ve topraklı fidanların dikiminde kullanılır. Açılacak çukurun büyüklüğü fidanların boylarına, kök sistemlerine ve yetiştirilme tarzlarına göre değişir. Boylu, yapraklı ağaç fidanlarında ve özellikle kavak melezlerinde çukur büyüklükleri 80 x 80 cm, 100 x 100 cm'yi bulur. Bu dikim şeklinde önce dikim yerinde mevcut diri ve ölü örtü sıyrılarak kaldırılır. Bel kürek ile toprak gevşetilir. Çukurdan çıkan üst ve alt toprak ayrı ayrı yığınlanır. İstenilen derinlik ve genişlikte çukur açıldıktan sonra çukurun taban kısmı birkaç bel kürek vuruşu ile gevşetilir.

Fidan, çukurun ortasına dikim derinliğinde yerleştirilir. Humusla karışık üst toprak fidan köklerine doğru serpilir ve kökler toprakla iyice beslenerek fidanın dik durması sağlanır. Çukurdan çıkan toprakla çukur iyice doldurulur. El veya ayakla bastırılarak sıkıştırılır. Toprak düzeltilir ve suyun tutulması için fidan çevresine sığ bir çanak şekli verilerek dikim tamamlanmış olur.

Dikimin hızlı ve ekonomik olmasını sağlamak amacıyla özellikle çok boylu fidanların dikiminde çukur açma burguları kullanılabilir. Boylu kavak fidanlarının ve diğer boylu yapraklı fidan türlerinin dikiminde motor kuvveti ile hidrolojik düzenekle çalışan çukur açma burgularından faydalanmak gerekir.



Fotoğraf 5.5,6,7,8. Adi Çukur Dikimi





BÖLÜM VI

6. BAKIM

Tesis çalışmalarının başarısı yapılacak bakım çalışmalarına bağlıdır. erozyon kontrol amaçlı çalışılan sahalarda bakım tamamlama çalışmaları aşağıda belirtilen bakım esaslarına göre yapılmalıdır.

Oyuntu erozyonu bulunan kısımlardaki toprak sedde, çalı takviyeli teras, kuru duvar eşik gibi tesisler ile mecra ıslahına dönük tesislerin bakım ve tamir çalışmalarına, saha hedeflenen bitki örtüsüne kavuşana kadar devam edilmelidir. Bu tesislerin tamirat ve bakımları ilkbahar aylarında yapılmalıdır. Böylece, yazın meydana gelebilecek sağanak yağışların tahrip etkisine karşı önlem alınmış olacaktır. Otlandırma yapılan ancak, başarılı olunamamış çıplak kısımlar varsa, buralara yeniden ot ekimi yapılarak bitki örtüsü güçlendirilmelidir.

Sınai tesislerin arka kısımlarında yapılan dikimlerde kayıplar varsa tamamlama dikimleri mutlaka yapılacaktır. Çunkü oyuntu erozyonu olan kısımlarda veya dere mecralarında oyulmalara karşı kalıcı önlemler alınması cok önemlidir.

6.1. İşçi gücü ile bakım

Bakım çalışmaları; isçi gücü veya makine ile arazi hazırlığı yapılmış sahalarda dikilen fidanların özellikle ilk yıllarında topraktaki su ve besin maddeleri ile ışığa ortak olan, fidana yandan ve üstten baskı yapan otsu ve odunsu bitkilerle mücadele için yapılan ot alma-çapa, sürgün kontrolü, teras onarımı, tamamlama işleridir.

6.1.1. Ot alma ve çapa

Dikimi takip eden ilkbahar ve yaz aylarında yani dikimin yapıldığı yıl içerisinde ot alma ve çapalama şeklinde yapılan bakıma, teraslarda ilk otların görülmesiyle başlanır ve saha devamlı kontrol edilerek toprakta çatlakların oluştuğu veya kaymaklanmanın görüldüğü devrelerde tekrarlanır.

Dikimden sonraki çapalama işlemi, fidanların kök boğazının zedelenmemesi ve fidan köklerinin zarar görmemesi için dıştan ve içe doğru sığ bir şekilde uygulanır, fidan dibine çapa vurulmaz, hafifçe tırmalama yeterli olur. İkinci ve daha sonraki yıllarda çapalama işi, içten dışa doğru yani fidanın dikildiği noktadan çevreye doğru daha derin bir şekilde uygulanır. Ot alma ve çapalama, toprağa kırıntı bünye verir, topraktaki suyu ve besin maddelerine ortak olan otsu bitkilerin zararlarını yok eder.

Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde dikimden sonra gerek görülen kısımlarda ilk iki yıl ot alma + çapa + sürgün kontrolü + teras onarımı şeklinde bakım yapılır. Üçüncü yılda ise yalnız sürgün kontrolü + teras onarımı yapılır. Dördüncü yılda genellikle bakıma girilmez. Beşinci yılda saha gezilerek gerekli görüldüğü takdirde sürgün kontrolü + teras onarımı şeklinde bakıma girilir ve bakıma devam edilip edilmeyeceğine karar verilir.

Kurak mıntıkalarda topraktaki kapiler su miktarı vejetasyon mevsimi boyunca giderek azalır, yapılacak çapa ile toprak yüzeyindeki kaymaklanma kırılarak ya da çatlaklar bertaraf edilerek toprağın kapiler suyunun hareket ettiği ince kanallar vasıtasıyla suyun yüzeye ulaşması dolayısıyla buharlaşma önlenir. Bu suretle, topraktaki sudan fidanın azami olarak faydalanması sağlanmış olur. Ayrıca, toprağa kırıntı bir bünye kazandırılması, vejetasyon devresinde düşecek yağışın, yüzeyde buharlaşmadan toprağın derinliklerine süzülmesini sağlar.

Burada dikkat edilmesi gereken konu çapalamanın derinliğidir. Çapa derinliğini toprağın türü dikte eder, özellikle kumlu topraklarda çapa toprağın yüzey seviyesinde yapılmalıdır. Zira, bu tip topraklarda, kapiler su miktarı azdır, derin çapa buharlaşma yüzeyini artıracağından toprağın neminin kaybolmasına yol açar. Killi topraklarda ise, kapiler kanallar fazla olduğundan çapalamanın derin yapılarak toprakta depo edilen sudan fidanların azami ölçüde faydalanmaları sağlanır.

Çapa ile birlikte otsu bitkiler ve diğer zayıf şüceyrat kaldırılmış olacağından, yağmur sularının toprağa geçmesi kolaylaşacak, ayrıca topraktaki sudan fazla miktarda kullanan bu örtünün bertaraf edilmesiyle nemden yalnız fidanların yararlanması sağlanmış olacaktır. Çapa, izah edildiği üzere nem ekonomisini düzenlemesinin yanı sıra, toprağın havalanmasını, oksijen miktarının artmasını ve sonuçta mikroorganizma faaliyetini arttırarak fidan için gerekli azotun oluşmasını temin eder ve bu azotun alınmasını kolaylaştırır.



Fotoğraf 6.1. Fidan Sıraları Üzerinde Ot Alma, Çapa

6.1.2. Sürgün kontrolü

Sürgün kontrolü ile fidanın tepe sürgününe gölge etkisi ve baskı yapan şüceyrat kaldırılarak, fidanların güneş ışınlarından faydalanması ve baskıdan kurtarılması sağlanır. Bilindiği gibi yeni dikilen fidanların hayatiyetlerini devam ettirebilmeleri ve iyi bir gelişme gösterebilmeleri, toprağın rutubeti ile çok yakından ilgilidir. Fidanlar için gerekli nem, topraktaki kapiler sudan sağlanır.

Sürgün kontrolü; ağaç ve ağaççık kök ve kütüklerinin veya toprakta kalan kök parçalarından gelişen sürgünlerin fidanlarda boğma tehlikesi yaratmaması için kesilmesi işlemidir.

Sürgün kontrolü; fidanların çevresinde, siper etkisi yapan yada boğma tehlikesi yaratan sürgün ve sarılıcı bitkilerin fidan sıraları üzerinde veya gerektiğinde tam alanda kesilip zararsız hale getirilmesi suretiyle yapılır.

Sürgün kontrolü çalmamaları ile; vejetasyonun başladığı ve büyümenin hazlı olduğu dönemde baskı altında kalan fidanların tepesinin serbest olması sağlanmalıdır. Havalar fazla ısınmadan ve fidanlar sipere alışmadan önce bölgesel şartlara bağlı olarak yapılmalı, geç kalınıyorsa da güneş ışığına maruz kalan taze sürgünlerin zarar göreceği dikkate alınmalıdır. Diri örtü fidana yakın noktalarda toprak seviyesinden 10-15 cm yüksekten başlayarak dışarı doğru yükselerek ters kesik koni şeklinde kesilmek suretiyle yapılacaktır.

Fidanlara baskı yapan sürgünler teras boyunca gibi kesilerek uzaklaştırılır. Bu işlem yapılırken fidanın ışık ihtiyacı esas alınır ve sürgünlerin baskı yapmayan dallar kesilmez. Bu şekilde sürgün kontrolü yapılmış sahalardaki teraslara bir uçtan bakıldığında adeta "_/" şeklinde uzayan kanal, fidan etrafında yapılan sürgün kontrolünde de ters kesik koni oluşumu görülür.

6.1.3. Teras onarımı

Dikimi takip eden dönemlerde yağışlar nedeniyle teraslarda bozulma ve yırtılma olabileceği için, ot alma-çapa işlemi yapılırken teras onarımı da yapılacaktır.



Fotoğraf 6.2. Fidan Sıraları Ot Alma, Çapa ve Teras Onarımı

6.1.4. Tamamlama Dikimleri

Erozyon kontrolü sahalarında tamamlama dikimleri dikimi takip eden bir vejetasyon dönemi geçtikten sonra, tesisin asli amacının gerçeklemesini olumsuz etkileyecek toplu kuruma görülen yerler ile dağınık halde %15'i aşan kurumalarda projesinde önerilen türler ile tamamlama dikimi yapılacaktır. Dikim yapılacak noktada işçi ile 50-60 cm yarı çaplı bir alanda yeniden toprak işlemesi yapılacak ve tamamlama dikimi tesisten sonraki 2 yıl içerisinde bitirilecektir.

6.2. Boşluklu baltalık ormanlık alanların iyileştirilmesi

Boşluklu baltalık ormanların iyileştirilmesi; mevcut kök sistemi itibariyle yeterli yoğunluk ve dağılış aranmaksızın boşluklu orman alanlarının koruma ile birlikte canlandırma kesimi, aşılama ve boşlukların uygun türlerle, ekim veya dikim yoluyla doldurulması suretiyle verimli hale dönüştürülmesidir.

Ülkemizdeki ormanların önemli bir bölümü meşe ormanları ile kaplıdır. Meşe ormanları, ibrelilerden sonra ikinci sırada yer alır. Büyük kısmı baltalık veya çalılık halinde olan meşe ormanlarında yakacak odun üretimi ön plandadır. Meşe bitkisinin bir kısım özellikleri şunlardır.

- Doğal yaşı yüksek bulunan meşenin, Avrupa'da 2000 yaşına ve 6 metre çapa kadar ulaştığı görülmektedir.
- Gençlikte belirli bir süre siperlenmeye dayanırlarsa da en tipik ışık ağaçlarından birisidir.
- Kök ve kütük sürgünleri meydana getirerek, yeniden kuvvetli canlanma özelliğine sahiptir.
- En ağır topraklarda bile kökleri derinlere nüfuz edebilen, fırtınaya karşı dayanıklı ve yaprakları toprakta çabuk ayrışan bir ağaç türüdür.

Sürgün verme ve kesim yaralarının süratle iyileşme özelliğinden dolayı tipik baltalık ağaç türüdür. Baltalıklar doğal yoldan ve sürgün vermek suretiyle gençleştirildiklerinden ormancılara koru işletmelerinde olduğu kadar fazla iş düşmez. Ancak, daha üstün vasıflı sürgün vermelerini sağlamak için bazı konulara dikkat etmek gerekmektedir.

Türkiye'de 18 tür meşe doğal olarak yetişmektedir. Ancak bu meşe ormanlarının büyük bir bölümü usulsüz otlatma, dal ve yaprak faydalanması, yakacak odun temini gibi nedenlerle verimsiz hale

gelmişlerdir. Amenajman planlarında boşluklu orman olarak sınıflandırılmış olan bu alanlar, (BM, BBt, ÇBM, ÇBBt) gibi rumuzlarla gösterilmektedir. Boşluklu yapıdaki meşe alanları rehabilite edilerek verimli hale getirilebilir.

6.2.1. Canlandırma kesimleri

Baltalıkların kesiminde, motorlu testere, balta ve nacak gibi aletler kullanılmalıdır. Kesimlerde, köklerin sarsılmasına ve özellikle kopmasına meydan vermemek için kullanılan aletin büyüklüğü veya ağırlığı sürgün kalınlığı ile orantılı olmalıdır. Bu bakımdan, 4-9 cm çapa kadar olan sürgünler daha hafif olan nacakla, kalınları ise balta ile kesilmelidir.

Baltalıklarda kesim, toprak yüzeyinden yapılmalıdır. Çünkü toprak yüzeyine yaklaştıkça yeni kök yapabilecek sürgünler oluşur. Ancak, su biriken kısımlarda toplanan suyun en yüksek seviyesinin biraz üstünde kalacak şekilde kesim yapılmalıdır.

Baltalık kesimleri yapılırken, kesim noktasının su tutmayacak şekilde eğimli ve düzgün olmasına dikkat edilmelidir. Bu nedenle, kesimler yatık istikamete doğru şevli veya basık bir beşik örtüsü şeklinde yapılmalıdır.

Baltanın vurulduğu yerin karşı tarafındaki kabuğun yırtılmaması için de kesme darbesinden önce karşı tarafta oduna ulaşacak derinlikte bir kertik açılmalıdır.

Baltalıklarda kesim, kültürel ve ekonomik nedenlerle vejetasyon mevsimi dışında yapılır. Kesimin vejetasyon mevsimi içinde yapılmasının zararları şunlardır:

- Meydana gelen sürgünler sonbahara kadar yeterince odunlaşamaz ve erken sonbahar donlarından büyük ölçüde zarar görürler.
- Şiddetli yaz kuraklığı yakıcı etki gösterebilir.
- Vejetasyonun başlamasıyla kütükten gelen özsu büyük ölçüde,

mevcut sürgünler tarafından harcanacağı için bunların kesilmesinden sonra gelen yeni sürgünlerin gelişmesi zayıf olacaktır.

- Vejetasyonun başlamasından sonra yapılan kesimler, bol özsu hareketi nedeniyle kabuğun kütükten ayrılmasını kolaylaştırır, kesim yarası büyüyerek tomurcuklar tahrip olur ve sürgün oluşumu güçleşir.
- Yazın yapılan kesimlerden sonra, sürgünler sonbaharda oluştuğu ve kışın gelmesiyle vejetatif faaliyet durduğu için ekonomik yönden bir yıllık bir hasılat kaybı meydana gelir.



Fotoğraf 6.3. Meşede (Quercus sp.) Canlandırma Kesimleri



Fotoğraf 6.4. Meşede Canlandırma Kesimleri Sonrası Gençlik

- Ağaçlandırmada kullanılacak tohumlar, tohum meşcerelerinden veya sağlıklı tohum elde edilebilecek meşcerelerden toplanmalıdır. Diğer kuruluşlardan veya piyasadan temin edilecekse, önceden kaliteli tohum kaynağı olup olmadığı araştırılmalıdır.
- Ekim derinliği tohum boyunun 1.5 - 2 katı olmalıdır.
- Her ocağa 2 - 3 adet tohum atılmalı ve tohumlar yatay olarak yerleştirilmelidir.
- Ekim metodu olarak küçük ocak ekimi veya terasta çukurcuk ekimi tercih edilebilir. Buna göre, makinalı çalışmaya uygun yerlerde terasta çukurcuk ekimi, makinalı çalışma olanağı bulunmayan eğimli yerlerde küçük ocak ekimi metodu tercih edilmelidir.
- Ekim yapılan ocaklarda en az 30 cm derinlikte toprak işlemesi yapılması gerekmektedir. Kurak ve yarı kurak yörelerde olabildiğince derin toprak işlemesi yapılmalıdır.
- Meşe tohumları genellikle mayıs ayı içerisinde çimlenirler. *Quercus infectoria* (mazı meşesi) ekimlerinde çimlenme daha geç olur. *Q. infectoria* ekimlerinin çimlenmesi bazen Temmuz ayını bulabilir. Bu nedenle, bakım çalışmaları başlatılmadan, çimlenme zamanı dikkate alınmalıdır. Ekimlerin çıkmasından sonra ot alma ve tirpitinle kaymak kırma işlemleri yapılabilir.
- Bir hektara atılacak tohum miktarı ortalama olarak büyük tohumlu meşe türlerinde 200 kg küçük tohumlu meşe türlerinde 100 kg olarak hesaplanabilir.
- Sonbahar ekimlerinde, ekim zamanı yörelere göre değiştiğinden, ortalama bir tarih belirlemek mümkün değildir. Ancak, meşe tohumlarının rengi kahverengi olduktan sonraki dönem, ekim mevsimi olarak kabul edilebilir.

- Ekilemeyip elde kalan tohumlar, ıslatılarak polietilen torbalarda, soğuk hava deposunda saklanarak, ilkbaharda ekilebilir.
- Kuş, fare zararlarının bulunduğu yerlerde tohumlar ekilmeden önce ilaçlanmalıdır.

Tohum temini

Meşe tohumları olgunlaştıkları zaman renkleri kahverengi bir hal alır. Sağlam ve olgun tohumların etli kısmı beyaz-krem rengindedir ve kabuğu tam olarak doldurmuştur. Yeşil tohumlar asla toplanmamalıdır. Sağlıklı olmayan tohumların ayıklanabilmesi için, tohumlar toplandıktan sonra, vakit geçirilmeden, suda yüzdürülmeli, batmayarak su yüzünde kalan tohumlar toplanarak atılmalı, batan tohumlar ise kullanılmak üzere sudan çıkarılmalıdır. Böylece, sağlıklı, sağlam ve çimlenme oranı yüksek tohumlar elde edilmiş olur.

Tohumların saklanması

Meşe tohumlarını uzun süre saklamak çok zordur. Ancak, kırmızı meşe tohumları %35- 45 nemli ortamda, kuru torba veya çam odunu talaşı içinde, havalanması iyi sağlanmış kaplarda 1ºC'de 3 yıla kadar saklanabilir. Ancak, birçok meşe türü, özellikle akmeşe grubuna ait tohumlar, 6 aydan fazla saklanamazlar.

Akmeşe grubundaki (*Quercus robur, Q. frainetto, Q. petraea, Q. vulcanica, Q. infectoria*, vs.) tohumların hemen hemen hiç çimlenme engeli yoktur ve kolayca çimlenirler. Kırmızı meşelere (*Q. cerris, Q. ithaburensis, Q. brantii, Q. libani*, vs.) ait tohumlarda ise embriyo engeli mevcuttur. İlkbahar ekimlerinden önce tohumların katlanması gerekir. Nemli iyi drene olan kum, kum+turba karışımı veya benzeri materyal içinde 0ºC ilâ 3ºC sıcaklıkta 30 - 90 günlük katlama birçok tür için yeterlidir.

Polietilen torbalarda 0ºC ilâ 3ºC ‘de nemli olarak saklanan veya katlanan tohumlar sık sık havalandırılmalı ve aktarılmalıdır. Aksi halde, çıplak olarak katlanan (kumsuz) tohumlarda küflenme ve bozulma meydana gelebilir. *Q. cerris* tohumları, 3ºC ‘de 60 günlük katlamadan sonra, soğuk hava deposunda çimlenmeye başlamaktadır. Bu bakımdan, 0ºC civarında katlanmalıdır.

Tohumların ağaçlandırma için saklanması

Tohumlar sonbaharda ekilecekse, yüzdürme metodu ile elde edilen sağlam tohumlar serin bir yerde yüzeysel olarak kurutulduktan sonra ekilinceye kadar geçici olarak soğuk hava deposunda saklanırlar veya hemen ekilirler.

Eğer, tohumlar ilkbaharda ekilecekse, sudan alınan nemli tohumlar polietilen torbalar veya az hava alan plastik bidonlara gevşek bir şekilde doldurulur ve 0ºC ilâ 1ºC civarındaki soğuk hava deposuna konulur. Ancak, tohumların donması zararlıdır. Ara sıra aktarılarak havalandırılmaları sağlanmalıdır. Tohumlar bu şekilde 120 - 135 gün kadar saklanabilir. Bu işlem, aynı zamanda katlama yerine de geçmiş olur. İlkbahar ekim zamanı gelince (Mart ayı) tohumlar sıcak bir odada (18 - 20ºC kadar) birkaç gün tutulur. Ön çimlenmeye başlayınca tüplere veya yastıklara ekilirler. Çimlenmiş tohumların ekiminden çekinmemek gerekir. Bu tip tohumlar kazık kök oluşmasını önleyerek daha iyi bir kök sistemi geliştirirler.



Fotoğraf 6.5. Toprak İşlemesi Yapılmış Sahalarda Meşe Tohumlaması

6.2.3. Rehabilitasyon

Rehabilitasyon, bir kapalı ve boşluklu kapalı orman alanlarını, mevcut meşcerelerin gelişme dinamizmi ve büyüme enerjisinden maksimum derecede faydalanarak, orman ekosistemini bozmadan yetişme ortamına uygun doğal türleri yerinde korumak suretiyle en az emek ve masrafla iyileştirmektir.

Rehabilitasyon sahaları içerisindeki doğal küçük boşluklarda biyolojik çeşitlilik ve yaban hayatının devamı açısından herhangi bir işlem yapılmayacaktır. Rehabilitasyon sahalarında varsa ölü, yaşlı, kuru, kovuk ağaçlardan bir kısmı doğal denge için bırakılacak, nadir ve yabani meyve ağaçları/çalıları kalitesine bakılmaksızın korunacaktır. Aktüel durum itibarıyla yeterli kök yapısının olduğu ancak orman kuracak yeterli sayı ve kalitede fertlerin olmadığı sürgün verme nitelikli geniş yapraklı sahalarda, deforme olmuş ve zarar görmüşlere canlandırma kesimi uygulanacak, iyi gelişen ve kaliteli gövde yapısına sahip bireyler gruplar halinde muhafaza edilecektir.

Biyolojik çeşitliliği ve yaban hayatını koruyucu ve geliştirici önlemler alınmalıdır. Rehabilitasyon bugünden yarına hemen sonuç alınacak bir uygulama olmayıp uzun soluklu bir süreçtir. Rehabilitasyona konu sahalarda sadece orman örtüsünde değil toprak yapısında bozulmave verimliliğinde de düşüş meydana gelmiştir. Bu nedenle planlama aşamasında, orman amenajman planlarındaki fonksiyonlarına göre rehabilitasyon önlemleri ve öncelikleri belirlenmelidir. Amenajman planlarında odun dışı orman ürünleri üretimi işletme sınıfına ayrılan sahalardaki silvikültürel müdahaleler, faydalanma planları kapsamında yapıldığından bu sahalar rehabilitasyon çalışmalarına konu edilmeyecektir.

Bu çalışmaların yapılabilmesi için; bu alanlar etüt edilerek, iyileşmenin nasıl sağlanacağına ilişkin belirlenen silvikültür tekniklerinin ayrı ayrı veya birlikte uygulanmasını öngören

rehabilitasyon projesi düzenlenecektir. Projeler ihtiyaca göre yıllık ya da birkaç yıllık olarak düzenlenecektir. Uygulamalarda aşağıda belirtilen hususlara riayet edilecektir. Rehabilitasyona konu meşcerelerde öncelikle kabul edilebilir fertler veya bunların topluca bulunduğu alanlar, uygulayıcının ilgi odağı olmalıdır. Ihlamur, porsuk, yabani kiraz, karaağaç, dişbudak gibi ağaçlar münferit olsalar da korunmalıdır.

Bozuk ormanlarının rehabilitasyonunda aşağıdaki teknik esaslar uygulanır.

1) Meşe, ardıç sedir gibi sahada mevcut boylu, düzgün ağaçlar olduğu gibi muhafaza edilerek korunmalıdır. Doğal yaşamın ve toprağın korunması açısından ağaçların alt dalları budanmamalıdır.

2) İmara gelebilecek çalılaşmış bozuk yapraklı ağaçlar dipten kesilmek suretiyle gençleştirilmelidir.

3) Uygun olan yaban ağaçlar aşılanmalıdır. Bu ağaçların en az %35'lik kısmı biyolojik çeşitlilik açısından doğal haline bırakılacaktır.

4) Yeterli toprağın mevcut olduğu, gençliğinin olmadığı, geniş boşluklu yerlerde ekskavatörle, kesik teras, ay teras tesis edilerek; yöreye uygun tür ve tüplü fidanla dikim, uygun yerlerde sedirde olduğu gibi mahallinden toplanmış tohumla ekim yapılmalıdır.

5) Saha içerisinde oyuntularda ve sel dereciklerinde kuru duvar, kafes tel eşik vs. tesis edilmek suretiyle erozyon ve sel ile mücadele edilmelidir.

6) Gençliğin korunması ve geliştirilmesi için saha, belirli bir süre korunmalıdır.



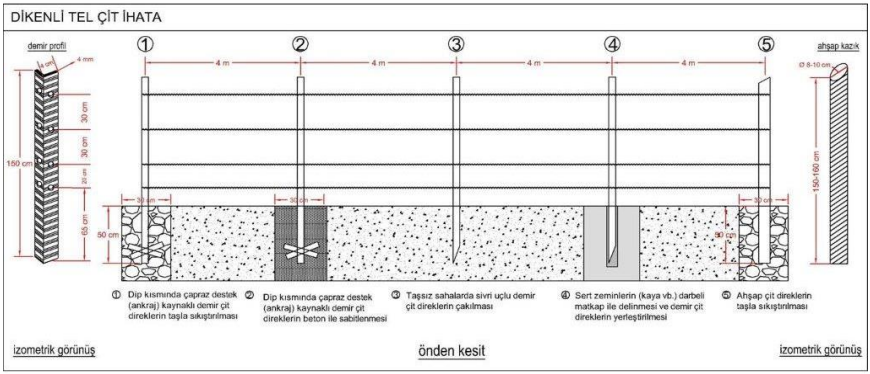
BÖLÜM VII

7. DİKENLİ TEL ÇİT İHATA

7.1. Sahaların tel örgü ile çevrilmesi

Sıra kazığı araları 4 - 5 metre olacaktır. 4 veya 5 metre olması, yerine göre tayin edilecektir. Köşe kazıklarının takviyesinde kullanılan her iki yanındaki kazığın köşe kazığına uzaklığı 3 metre olacaktır.

Tel örgülerde 4 sıra tel çekilecek ve tel sıralarının araları, toprak seviyesinden itibaren 15, 25, 30, 30 cm olacak ve en üst tel sırası kazık ucundan 10 - 15 cm aşağıda bulunacaktır. Kazıkların tespit edildiği toprak zemini yumuşak veya sert olma durumuna göre, kazıkların çekildiği sıranın topoğrafik yapısının engebeli olma durumuna göre germe telinin yerine dikenli tel kullanılarak takviye yapılır. Tel örgü kazıklarının sağlam yapıldığı oranda tel örgü tesisinin dayanıklılığını arttıran köşe kazıkları güçlendirmeli olarak yapılacaktır.



Şekil 7.1. Dikenli Tel Çit İhata



Fotoğraf 7.1. Dikenli Tel Çit İhata

Kumsal ve gevşek topraklı arazide ve düz istikametteki hatlarda sıra kazıklarından 10 adette biri, yanlardan payandalanıp üzerlerine teller çakılmak suretiyle, sağlamlaştırılır. 20 adette biri de; yanlardan ve ayrıca içten veya dıştan 45 derece eğimli olarak üçüncü bir payanda kazığı ile takviye edilecektir.

7.2. Çukur boyutları ve çukurların açılması

Köşe kazığı çukurları sert zeminde 50 cm, yumuşak zeminde 75 cm sıra kazığı çukurları sert zeminde 40 - 50 cm yumuşak zeminde 60 cm payanda kazıklarının çukurları 40 cm derinlikte açılacaktır.

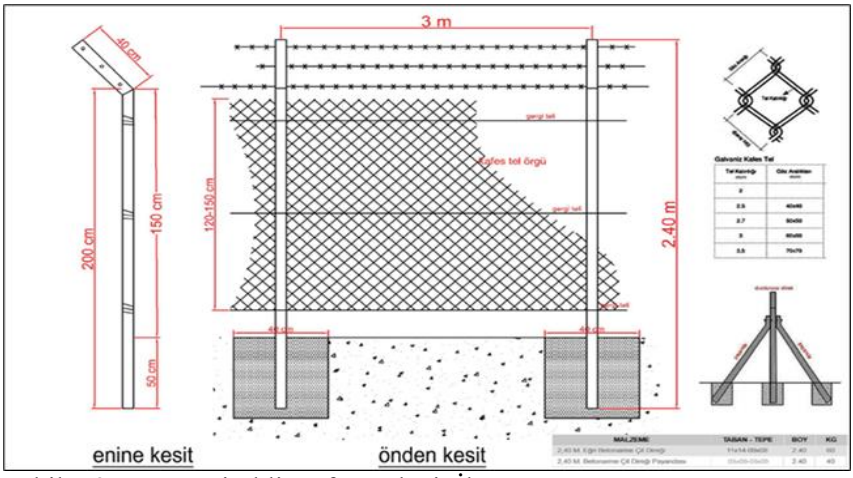
Çukur, burgu, küskü ve kepçe yardımı ile açıldığı takdirde, 30 cm çapında açılacaktır. Kazma ve kürekle açılması halinde, çukur dikdörtgen şeklinde, uzun kenar hat istikametine dik olmak üzere 30 cm (kürek genişliğinde) genişlikte açılacaktır. Çukurun uzun kenarları dik, kısa kenarları çukur ortasına doğru eğimli olacak, istenilen derinlik çukur ortasında sağlanacaktır. Uzun süre ıslak kalan zeminlerde çukur ebadı daha fazla alınmalıdır.

İlk önce köşe çukurlarının yerleri tespit olunur ve bundan sonra iki

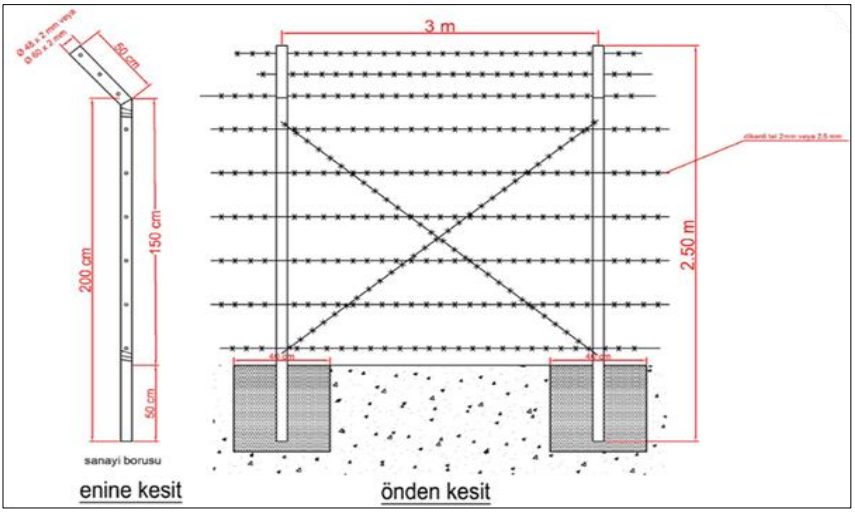
köşe arasındaki sıra kazık çukurlarının yerleri, jalonlar yardımı ile tam doğru hat üzerinde olacak şekilde tespit edilecektir. Köşe noktaları arasındaki kısımlarda sıra kazıkları hiç bir suretle doğru hat dışına çıkmayacaktır. Yukarıda açıklanan şekilde tespitleri müteakip çukurlar açılacaktır. Çukurlar açıldıktan sonra, kalın düz başları çukurun ortasına gelecek şekilde önce köşe kazıkları çukurlarına konur, etrafları taşlarla (balyoz ve küskü yardımı ile) iyice sıkıştırılır. Köşeler arasındaki sıra kazıkları ise, köşe kazıkları yardımı ile doğru hat üzerine gelecek şekilde (gergin ip, jalon ve çekül yardımı ile) çukurlarına yerleştirilip taşlarla iyice sıkıştırılır. Dikenli telin çekilmesine köşe kazığından başlanır. Verilen tel aralıklarını gösterir tırnaklar bulunan (15 - 25 - 30 - 30 cm) işaret levhası kazığın yanına konarak tellerin kazıklara tespit edileceği noktalar işaretlenir. Telin ucu, köşe kazığı etrafında iki defa dolandırılarak köprü çivileri ile tespit edilir. Tel çekilmesine önce üst sıradan başlanır ve tel 10'uncu sıra kazığına kadar uzatılır. 10'uncu kazığa iki defa dolanarak gerdirilir. Telin gerileceği sıra kazık çapraz payanda ile desteklenerek eğilmesi ve yerinden oynaması önlenir ve dikenli tel (kurbağacık) yardımı ile iyice gerildikten sonra köprü çivileri ile kazıklara tespit edilir. Bundan sonraki tel sıraları da aynı derecede gergin olarak kazıklara tespit edilir.

Bu tesislerin gerekli yerlerinde, tellerin gerginliğini korumak için iki kazık arasına gergi ağacı konur. Gergi ağaçları toprağa çakılmaz ve kuturları da köşe ve sıra kazık kuturlarından daha ince olur. Telin ucunda artan kısım son kazıktan itibaren en çok 1 metre ise bu parçadan kazık üzerine sarılır. Yeni dikenli telin ucu da kazığa sarılıp çakılarak eklenmiş olur. Eğer artan, kısım 1 metreden fazla ise, tellerin uçlarından 0.50 metrelik kısımları kendi üzerlerine katlanır ve iki tel birbirine geçirilerek kendi üzerlerinde kıvrılır. Sonra her iki uç da 3 - 4 yerinden tel parçalarıyla sıkıca bağlanır. Tel örgü ile çevrilecek sahaların ana giriş ve çıkış yollarına birer kapı yapılmalıdır. Ayrıca ağaçlandırma sahasının uygun yerlerine insanların sahaya girip çıkabilmeleri için resimde görüldüğü gibi

geçit merdiveni yapılmalıdır.



Şekil 7.2. Beton Direkli Kafes Tel Çit İhata



Şekil 7.3. Boru Direkli Dikenli Tel Çit İhata



Fotoğraf 7.2. Tel Çit ve Geçit Merdiveni

Arazide iniş istikametinde eğimin değiştiği noktalara konacak kazıkların, telin gerilme kuvvetiyle yukarı kalkmasını önlemek için şekilde görülen takviye şekli yapılacaktır. Ayrıca, eğimin değiştiği noktaya gelen kazık kalın kuturlu ve boyu normal kazıklardan 30 - 50 cm fazla olmaktadır. Çukur derinliği 75 cm olmalı ve kazık, tepesinden geçirilerek tel ile komşu kazığa toprak seviyesinde bağlanmalıdır. Koruyucu bir önlem alınmadan kullanılan ahşap kazık veya direkler 3-5 yıl dayanmakta, bu takdirde kısa zamanda tel örgü tesisinin tamiri için büyük masraflar yapılmaktadır. Tel örgü tesisinde kullanılan ahşap kazıkların ömürlerini uzatmak suretiyle hem ahşap zayiatını önlemek ve hem de gereksiz masraflardan kaçınmak için kazıkların emprenye edilmesi gereklidir.

7.3. Emprenye metodları

Ahşap kazıkların emprenyesinde, Berkel ve Bozkurt (1968)'un "Çit Malzemesinin Emprenyesinde Pratik Metotlar" adlı broşüründen faydalanılabilir.

Bölgesel farklılıklar dikkate alınarak en pratik, en kolay ve en ekonomik emprenye metodu seçilerek, emprenyenin tesis

mahallinde yapılması temin edilmek suretiyle, taşıma masrafları bertaraf edilecektir.

7.4. Emprenye maddeleri

Emprenye işleminde kullanılacak maddelerin, kolaylıkla ve daimi surette temini için, ülkemizde üretilen maddeler olması gereklidir. Halen memleketimizde Kreozot ve Wolmanit CB (Wolmanit CB, ahşabın ömrünü uzatan çevre dostu, su bazlı, etkili bir koruyucudur.)'den üretilmektedir. Kazanda tazyik suretiyle yapılan emprenyede, 1 m³ ahşap için 45 kg Kreozot veya 8 kg Wolmanit C.b. ye ihtiyaç bulunduğu deneyimle sabittir.

Tanalit U. yerine kullanılan Wolmanit CB. tuzları kristalize halde olduğu için kolaylıkla taşınabilmekte ve iş yerinde %4 sulandırılmak suretiyle kullanılmaktadır. Wolmanit CB. tuzlarıyla emprenye işlemi de, esasen bir volman tuzu olan tanalit U. ile yapılan emprenye işlemi gibidir. 1 m³ ahşabın kazanda tazyik suretiyle yapılan emprenye masraflarının makul düzeyde olduğu bilinmektedir. Bu masrafın basit metotlarla emprenyede çok aşağı düşer.

Bugün için odun maddesi kullanılan birçok müesseseler (PTT, DDY, İller Bankası, Etibank, TKİ gibi) gün geçtikçe emprenye işlemine önem vermekte ve bu ihtiyaç artışı sebebiyle de emprenye maddelerinin yurdumuzda üretimi genişlemektedir.

7.5. Katranlama

Emprenye maddesinin zamanında temin edilmemesi veya sahanın hızlıca tel örgüye alınması gerektiği hallerde kazıklar mutlak surette katranlanmalıdır. Erozyon kontrolü yapılmış sahalarda dikenli tel çit çekilmesi fidanların dışarıdan gelebilecek olası beşeri tehlikelerden korur. Ancak asıl olan sahaların yörede yaşayan köylü tarafından korunmasıdır.

EK-1

EROZYON KONTROLÜ SAHA ÖNCELİKLENDİRME FORMU

1. Genel Bilgiler

Bölge Müdürlüğü		Proje Adı	
İşletme Müdürlüğü		Havza Adı	
İşletme/ATMŞefi		Alt Havza Adı	
İli		Köy / Yerleşim	
İlçesi		Alanı (Ha.)	

2. Önceliklendirme Kriterleri Puanlama Cetveli

Sıra No	Kriter	Puanlama Skalası	Puan
1	Erozyon Şiddeti ve Sediment Miktarı	Çok şiddetli:30 / Şiddetli:15 / Orta:10 / Hafif:5 / Yok:0	
2	Yukarı Havza Sel Riski	Yüksek:20 / Orta:10 / Zayıf:5 / Yok:0	
3	İçme Suyu Havzasında Olup/Olmadığı	Evet:5 / Hayır:0	
4	Altyapıya Zarar (Yol, köprü, Baraj vb.)	Var:10 / Yok:0	
5	Mera Bozulma Durumu	Çok Yüksek:10 / Yüksek:10 / Orta:5 / Yok:0	
6	Orman Tahribatı ve Kırsal Fakirlik	Yüksek:10 / Orta:7 / Düşük:4 / Yok:0	
7	Eğim Durumu	Eğim>%60:15 / Eğim %(41-60):10 / Eğim %(21–40):5 / Eğim(%12–20):3 / Eğim<12:0	

Toplam Puan: _____ / 100

3. Öncelik Sınıfı

Toplam Puan	Öncelik Durumu
60 – 100	1.Öncelikli Saha
0 – 59	2.Öncelikli Saha

Saha öncelik durumu : _____

4. Teknik Değerlendirme Notu

(Sahanın neden öncelikli olduğu, ana problemler, önerilen tedbirler kısa olarak yazılacaktır.).....

.....

.....

5. Onay

Adı Soyadı	Adı Soyadı	Adı Soyadı
…/…/….	…/…/….	…/…/….
A.T.M Şefi/İşl.Şefi	İşl.Müd. Yardımcısı	Etüt ve Proje Başmühendisi

EK-2

EROZYON KOTROLÜ SAHALARINDA FİDAN BAŞARI ORANI

1. SAHA BİLGİLERİ

Orman Bölge Müdürlüğü___: .....
Orman İşletme Müdürlüğü__: .....
Orman ATM/İşletme Şefliği_: .....
Havza Adı _____: .....
Proje Adı _____: .....
Dikim Yılı_____: .....

2. SAYISAL DEĞERLENDİRME

Toplam Dikilen Fidan (Adet)_____: .....
Yaşayan Fidan (Adet)_____: .....
Kuruyan Fidan (Adet)_____: .....

Fidan Başarı Oranı (%) = (Yaşayan fidan Adeti / Toplam) × 100 = %.....

3. DEĞERLENDİRME

☐ Başarılı (≥ %50) ☐ Başarısız (<%50) *

4. AÇIKLAMA / ÖNERİ

(Fidan başarı oranı %50^den düşükse zorunlu olarak ana problemler, önerilen tedbirler kısa olarak yazılacaktır.)*.....
.....
... .

5.ONAY

Adı Soyadı	Adı Soyadı	Adı Soyadı
…./…./20	…../…./20	…../…./20
A.T.M Şefi/İşl.Şefi	**Orman İşl.Müd.Yrd.**	**Ağaç. /Ağaç. Silvikültür Şb.Md**

EK-3

OYUNTU TAHKİMATI BAŞARI GÖZLEM VE DEĞERLENDİRME FORMU

1. Genel Bilgiler

Bölge Müdürlüğü		Havza Adı	
İşletme Müdürlüğü		Proje Adı	
İşletme/ATM Şefi		Proje Alanı (Ha.)	
İli		Derecik Adı	
İlçesi		Uygulama Yılı	

Tahkimat Tipi

☐ Kuru Duvar ☐ Kafes Tel ☐ Gabion ☐ Canlı Eşik ☐ Çuvallı Sedde ☐ Ahşap ☐ Diğer: ……

2. Teknik Değerlendirme (100 Puan)

Sıra No	Kriter	Puanlama Skalası	Puan
1	Yan kanatlar zemine oturmuş mu?	Evet:20 / Hayır:0	
2	Kıyı ve taban oyulması var mı?	Evet:0 / Hayır:20	
3	Yapılarda hasar var mı?	Evet:0 / Hayır:20	
4	Rusubat (Sediment birikimi) var mı?	Evet:10 / Hayır:0	
5	Yapıların arkasına fidan dikimi yapılmış mı?	Evet:20 / Hayır:0	
6	Yapıların arkası doğal otlanma/bitki gelişimi var mı?	Evet:10 / Hayır:0	

Toplam Puan: _____ / 100

3. Başarı Durumu

☐ Başarılı (≥ 70 puan)
☐ Başarısız (< 70 puan)*

4. Açıklama / Öneri

(Saha başarısız ise zorunlu olarak ana problemler, önerilen tedbirler kısa olarak yazılacaktır.)*.....
……
……
……

5. Onay

Adı Soyadı	Adı Soyadı	Adı Soyadı
…/…/….	…/…/….	…/…/….
A.T.M Şefi/İşl.Şefi	İşl.Müd. Yardımcısı	Ağaç. /Ağaç. Silvikültür Şb.Md

EK-4

DEVİR-TESLİM TUTANAĞI

1.SAHANIN YERİ

Orman Bölge Müdürlüğü_____: ……
Orman İşletme Müdürlüğü _____: ……
Orman ATM/İşletme Şefliği _____……
Proje Adı _____: ……
Alanı (Ha.)_____: ……

2. SAHANIN ÖZELLİKLERİ

a) Dikilen Fidan Türleri_____: ……
b) Proje Başlama ve Bitiş Tarihi____: ……
c) Dikilen Fidan Başarısı_____: ……
ç) Oyuntu Tahkimatı Başarısı_____:……..

Yukarıda özellikleri belirtilen ……..……proje sahası …/…/20... tarihinde araziye yapılan incelemeler sonucu teslimi yapılmıştır.

Teslim Eden
ATM Şefi

Teslim Alan
ATM Şefi

Uygundur
İşletme Müdür Yardımcısı

ONAY
…./…/20..

Orman İşletme Müdürü

KAYNAKLAR

- Alpay, M., Okutan, V., 1966. Havzaların Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması.(2)
- Aşk, M. K.. 1977. Erozyonla Savaş El Kitabı. Ankara
- Bakır, F., 1976. Toprak Muhafazası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını. Ankara
- Balcı, H., Öztan, Y. 1987. Erozyon ve Sel kontrolü / Havza Islahı Teknikleri (Miks Eşikler ve Oyuntu Tahkimi). Orman Genel Müdürlüğü / Ders Notları. Ankara
- Berkel, A., Bozkurt, Y., 1968. Çit Malzemesinin Emprenyesinde Pratik Metotlar (Çeşitli Yerli Ağaçlarımızda Emprenye Araştırmaları). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 125. İstanbul
- ÇEM. 2015 Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Erozyon ve Sel Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlarla İlgili Rehber. ANKARA
- Dirik, H., 2005. Rüzgâr Perdeleri ve Agroormancılık Uygulamaları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını. İstanbul
- Norton, E. A., 1939. Soil Conservation Survey Handbook. Washington, DC. U.S. Department of Agriculture
- OGM.OB, 1999 Orman Bakanlığı. Ağaçalandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü. Erozyon Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlar Tamim:14 ANAKARA
- OGM .Harita 4.1.Orman Genel Müdürlüğü Arşivinden Alınmıştır.
- Saccardy, M., 1950. Travaux de Défense et Restauration des Sols en Algérie. Alger, Algeria
- Schwab, G. O., Frevert, R. K., Edminster, T. W., Barnes, K. K., 1966. Soil and Water Conservation Engineering. New York: John Wiley & Sons

- Tavşanoğlu, F., 1954. Dağlık Arazide Dere Havzalarının Islahı, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 26. İstanbul
- Tavşanoğlu, F., 1957. Sel Kapanları ve Teraslar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını. İstanbul
- Tavşanoğlu, F., 1974. Sel Kontrolü. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No:203. İstanbul
- Uzunsoy, O., Görcelioğlu, E., 1985. Havza Islahında Temel İlke ve Uygulamalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: .İstanbul
- Ürgenç, S., 1966. Ağaçlandırma Tekniği ve Fidanlık Bilgisi.: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını. İstanbul



10.01.1968-07.01.2016

Merhum Mahmut TEMİZ'e İthafen

Orman Genel Müdürlüğünde uzun yıllar boyunca büyük bir özveriyle görev yapan, meslek hayatını toprak muhafaza, erozyon kontrolü ve havza ıslahı çalışmalarına adayan, son olarak Toprak Muhafaza ve Havza Islahı Daire Başkanı olarak görev yapmakta iken hastalığından dolayı görevini bırakıp sonrasında aramızdan ayrılan **Mahmut TEMİZ'i** saygı, rahmet ve minnetle anıyoruz.

Merhum Mahmut Temiz, ülkemizde erozyon kontrolü ve havza rehabilitasyonu çalışmalarının gelişmesine önemli katkılar sağlamış, görev yaptığı her kademede bilgi, tecrübe ve vizyonuyla birçok projeye öncülük etmiştir. Sahadaki uygulamalardan planlama çalışmalarına kadar geniş bir alanda ortaya koyduğu emekler, bugün yürütülen birçok çalışmanın temelini oluşturmuştur. Mesleki birikiminin yanı sıra mütevazı kişiliği, yol gösterici yaklaşımı, paylaşımcı karakteri ve insan ilişkilerindeki samimiyetiyle çalışma arkadaşlarının gönlünde ayrı bir yer edinmiştir.

Toprağa can vermek için emek verenlerin izleri zamanla silinmez. Kendisine duyduğumuz saygı ve vefanın bir nişanesi olarak bu "Erozyon Kontrol Uygulama Teknikleri" kitabında özel bir bölüm ayırıyor; ülkemizin doğal kaynaklarının korunmasına adadığı ömrü, mesleğimize yaptığı değerli katkıları ve geride bıraktığı örnek kişiliği minnetle yad ediyor, **Mahmut TEMİZ**'in aziz hatırasına ithaf ediyoruz.


ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
OGM
1839