



T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
ÇÖLLEŞME VE EROZYONLA MÜCADELE GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Beştepe Mahallesi Alparslan Türkeş Caddesi No: 71
Yenimahalle / ANKARA
BAKANLIK SANTRAL : +90 312 207 50 00

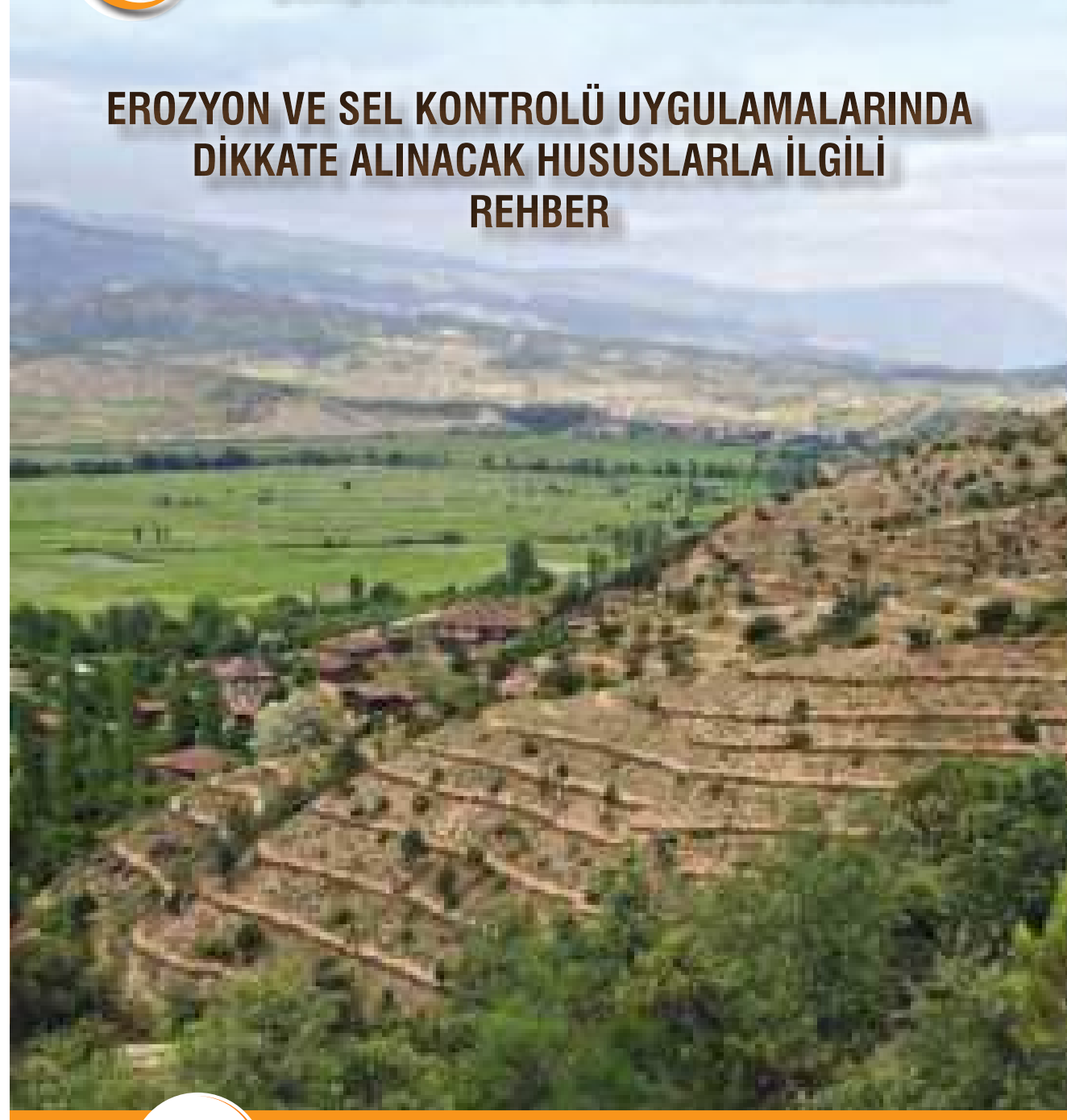
www.cem.gov.tr

EROZYON VE SEL KONTROLÜ UYGULAMALARINDA DİKKATE ALINACAK HUSUSLARLA İLGİLİ REHBER



T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
ÇÖLLEŞME VE EROZYONLA MÜCADELE GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

EROZYON VE SEL KONTROLÜ UYGULAMALARINDA DİKKATE ALINACAK HUSUSLARLA İLGİLİ REHBER



Orman, Su Varsa Hayat Var.



**T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
ÇÖLLEŞME VE EROZYONLA MÜCADELE GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**EROZYON VE SEL KONTROLÜ
UYGULAMALARINDA
DİKKATE ALINACAK HUSUSLARLA İLGİLİ
REHBER**

ANKARA 2015



T.C ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü

Yayına Hazırlayanlar

Hanefi AVCI
Mustafa GÖZÜKARA
Yılmaz ALTAŞ
İsmail KÜÇÜKKAYA
Orhan DOĞAN
Cafer ORHAN
Ali KEŞ
Hayrettin YILDIRIM
Mustafa COŞKUN
Mahmut TEMİZ
Selim ŞAHİN
Özhan ŞAHİN
Beytullah FIDAN
İsmail ÇAKIROĞLU
Uğur TÜFEKÇİOĞLU
Nuran KARAÇORLU
İsmail BULUT
Yunus Barış ODABAŞI
Mehmet Fatih SÖNMEZ

Tasarım ve Baskı
Gratek Ajans A.Ş.
www.gratekajans.com

ARALIK 2015

ÖNSÖZ

Türkiye içinde bulunduğu coğrafi konum, iklim, jeolojik yapı, topoğrafya ve toprak şartları sebebi ile erozyona ve sellere karşı oldukça hassastır. Ülke alanının yaklaşık %65'i, kurak ve yarı kurak bölgeler olarak tanımlanmaktadır.

Kurak ve yarı kurak alanlar; tabii olaylar ve insan faaliyetlerine karşı hassas olan ekosistemlerdir. Kurak, yarı kurak alanlar istikrarlı bölgeler değildir, yağışların düzenli olmaması, toprağın sığ olması ve bitki örtüsü zayıflığı söz konusu alanların belirgin özellikleridir.

Son yıllarda iklim şartlarında önemli değişiklikler görülmektedir. Özellikle yağışın şiddeti, sıklığı, şekli, miktarı ve mevsimsel dağılımında değişiklikler yaşanmaktadır. Bunun sonucu sel ve heyelan gibi afetlerde artışlar yaşanmaktadır. Can ve mal kayıpları artmaktadır.

Yağışın düştüğü yerde toprağın korunması için gerekli çalışmaların yapılmasının kaçınılmaz olduğu ülkemizde, kuraklıkla mücadelenin bilinçli ve etkin olabilmesi için toprak nem içeriğinin artırılması, erozyonun önlenmesi, ekolojik şartlara uyumlu bitkilendirmeler yapılması, gerekli yasal ve yönetsel önlemlerin alınması ve uygulanması gerekmektedir.

Arazilerin sürdürülebilir kullanımının sağlanması ve değerlendirilmesinde idari, teknik ve hukuki sorunların belirlenmesi, bu farklılıkların bir bütünlük içinde yorumlanması; sınıflama ve etüt yapımında standart oluşturmayı zorunlu kılmaktadır.

Projeler çok amaçlı, katılımcı ve entegre bir yaklaşım anlayışı içerisinde fayda maliyet analizlerini de dikkate alan, daha verimli/karlı yöntemler kullanılarak hazırlanmalıdır. Proje yapımcılar proje sahasının özelliklerini dikkate alarak en uygun teknikleri kullanmak durumundadırlar.

1999 yılında Mülga Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan 14 No.lu Tamim, yukarıda belirtilen hususlar çerçevesinde yeniden ele alınmış ve daha kapsamlı olarak, Erozyon Sel Kontrolü Uygulamalarında Dikkate Alınacak Hususlarla İlgili Rehber şeklinde yeniden hazırlanmıştır.

Söz konusu rehber üç bölüm şeklinde hazırlanmıştır. Birinci bölümde erozyon ve çeşitleri, ikinci bölümde, erozyon ve sel kontrolü tesisleri, üçüncü bölümde erozyon ve sel kontrolü uygulama yöntemleri anlatılmıştır.

Ayrıca, uygulamalara esas olacak şekilde, erozyon ve sel kontrolü teknik esasları konusunda bu güne kadar yürütülen başarılı uygulama projelerinin deneyimlerinden ve sonuçlarından çeşitli örnekler verilmiştir.

Söz konusu rehberin, proje hazırlayıcılar ve uygulayıcılar için bir kaynak kitap olması yönünde faydalı olacağı düşüncesi ile tüm teşkilatımıza hayırlı olmasını dilerim.

Hanifi AVCI

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele
Genel Müdürlüğü

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM I

1. EROZYON VE ÇEŞİTLERİ	2
TANIMLAR	2
1.1. SU EROZYONU	9
1.1.1. Yüzey Erozyonu ve Sınıflandırılması	12
1.1.2. Oyuntu Erozyonu ve Sınıflandırılması	15
1.1.3. Mecra Erozyonu (Kıyı ve Taban Oyulmaları).....	19
1.1.4. Sel, Dereleri ve Sınıflandırılması.....	21
1.2. RÜZGÂR EROZYONU	30
2.2.1. Rüzgâr Erozyonunu Etkileyen Faktörler	33
2.2.1.1. İklim	33
2.2.1.2. Toprak	33
2.2.1.3. Yüzeysel Pürüzlülük	33
2.2.1.4. Bitki Örtüsü	34
2.2.1.5. Arazi Kullanımı	34
1.3. ÇIĞ EROZYONU	35
1.3.1. Çığ Erozyonunu Etkileyen Faktörler	37
1.3.1.1. Yamaç Meyili Açısı	37
1.3.1.2. Yamaç Profili	37
1.3.1.3. Yamacın Bakışı	37
1.3.1.4. Zemin Durumu ve Arazinin Bitki Örtüsü	38
1.3.1.5. İklim (Sıcaklık, Yağış, Rüzgâr)	38
1.4. YER ÇEKİMİ EROZYONU	39
1.4.1. Moloz Hareketi	39
1.4.2. Moloz Akmaları	39
1.4.3. Toprak ve Çamur Akmaları	40
1.4.4. Seyelan	40
1.4.5. Kıyı Göçmeleri.....	41
1.4.6. Taş ve Kaya Yuvarlanmaları	41
1.4.7. Arazi Kaymaları	42
1.5. BUZUL EROZYONU	46

BÖLÜM II

2. EROZYON VE SEL KONTROLÜ TESİSLERİ	48
2.1. YAMAÇ ISLAHI TESİSLERİ	54
2.1.1. Kanallı Eğimli Teraslar (Akıttıcı Teraslar)	59
2.1.2. Eğimsiz (Emdirici) Gradoni Teraslar	76
2.1.3. Tarımsal Teraslar	85
2.1.3.1. Normal Tarımsal (Akdeniz Tipi) Teraslar	85
2.1.3.2. Geniş Tabanlı Eğimli Teraslar	92
2.1.3.3. Geniş Tabanlı Eğimsiz Teraslar	94
2.1.4. Çürük Yamaçların Islahı Amaçlı Teraslar	95
2.1.4.1. Drenaj Tesisleri	95
2.1.4.2. Çizgi Ot Ekimi	95
2.1.4.3. Örme Çit Teras	96
2.1.4.4. Çalı Demetli Çit Teras	98
2.1.4.5. Çalı Demetli Teras	98
2.1.4.6. Geosentetik Çit Teras	100
2.1.4.7. Kafes Tel Çit Teras	103
2.1.4.8. Geosentetik Hücre İle Yüzey Kaplama	105
2.1.4.9. Serpme Geosentetik ile Yüzey Kaplama	106
2.1.4.10. Taş Kordon Teras	107
2.1.4.11. Çim Keseklerinin Yerleştirilmesi İle Yüzey Kaplama	109
2.1.4.12. Malç Tatbikatı (Mulching)	109
2.1.5. Çevirme Hendeği (Saptırma Kanallı)	109
2.2. OYUNTU VE MECRA ISLAHI TESİSLERİ	115
2.2.1. Harçsız Eşikler	118
2.2.1.1. Kuruduvur Eşik	123
2.2.1.2. Toprak Eşik	128
2.2.1.3. Örme Canlı Eşik	129
2.2.1.4. Çalı Demetli Canlı Eşik	130
2.2.1.5. Çalı Demetli Toprak Eşik	132
2.2.1.6. Ahşap Eşik	133
2.2.1.7. Taş Pere Kaplama	136
2.2.1.8. Gabion Eşik (Tel Kafes, Sandık, Fildöfer).....	138
2.2.1.9. Delikli Saç Levha Eşik	141
2.2.1.10. Galvanizli Kafes Tel Eşik	142
2.2.1.11. Çuvalı Sedde	144
2.2.1.12. Diğer Tesisler (Fransa Örnekleri)	144

2.2.2. Harçlı Eşik	151
2.2.2.1. Islah Sekisi	151
2.2.2.2. Geçirgen ve Süzücü Yapılar	154
2.2.2.3. Tersip Bentleri	155
2.2.2.4. Taban Kuşakları	155
2.2.2.5. Britler	157
2.2.2.6. Yarı Harçlı Miks Eşikler	157
2.2.2.7. Projelendirme ve Uygulama Esasları	159
2.2.3. Kıyı Tahkimi Tesisleri	183
2.2.3.1. Kıyı Duvarları	184
2.2.3.2. Taş Dolgu ve Anroşman	186
2.2.3.3. Mahmuzlar	187
2.2.4. Boşaltma Kanalları (Su Yolları).....	188

BÖLÜM III

3. EROZYON VE SEL KONTROLÜ UYGULAMA YÖNTEMLERİ	192
3.1. ORMANLIK VE AÇIK ALANLAR	192
TANIM	192
3.1.1. Yüksek Rakımlı Ormanlık Alanların (Orman Üst Sınırına Yakın) Rehabilitasyonu ve Ağaçlandırılması	198
3.1.2. Karstik Bozuk Ormanlık Alanların Rehabilitasyonu	204
3.1.3. Orman Ağaçlandırması	207
3.1.4. Endüstriyel Ağaçlandırma	208
3.1.5. Suni Gençleştirme	212
3.1.6. Yeşil Kuşak Ağaçlandırması	212
3.1.7. Toprak Muhafaza Ağaçlandırması	215
3.1.8. Tuzlu Toprakların Rehabilitasyonu ve Ağaçlandırması	220
3.1.9. Orman ve Servis Yollarının Stabilizasyonu	223
3.1.10. Ağaçlandırmalarda Makine ile Toprak İşleme Tekniği	227
3.1.11. Dikim Metotları ve Dikim Tekniği	241
3.1.12. Bakım ve Tel Örgü	247
3.2. BOZUK BALTALIK ORMANLIK ALANLAR	257
3.2.1. Canlandırma Kesimleri	257
3.2.2. Meşe Tohum Ekimi İle Yapılacak Ağaçlandırmada Dikkat Edilecek Önemli Hususlar	259
3.2.3. Rehabilitasyon Tekniği	262

3.3. MERA ALANLARI	263
TANIM	263
3.3.1. Meraların Sınıflandırılması	265
3.3.2. Mera Bozulması	266
3.3.3. Sürdürülebilir Bir Otlatma Sisteminin Önemli Unsurları	267
3.3.4. Mera Islahı ve Yönetimi	267
3.4. TARIM ALANLARI	292
TANIM	292
3.4.1. Karma Üretim Sistemlerinin Uygulaması	293
3.4.2. Havza Bazında Entegre Planlama ve Uygulama.....	294
3.4.3. Arazilerin Kabiliyet Sınıfına Göre Kullanılması	295
3.4.4. En Az Düzeyde Toprak İşlemeli Tarım	296
3.4.5. Tesviye Eğrilerine Paralel Tarım	296
3.4.6. Şeritsel Tarım	296
3.4.7. Ürün Rotasyonu	296
3.4.8. Bitki Artıklı Tarım	296
3.5. RÜZGÂR EROZYONUNDAN ETKİLENEN ALANLAR	297
3.5.1. Tarım ve Mera Alanlarında Uygulama Yöntemleri	301
3.5.1.1. Ekim Nöbeti	301
3.5.1.2. Anızlı - Malçlı Tarım (Bitki Artıklı Tarım)	301
3.5.1.3. Koruyucu Örtü Bitkileri	301
3.5.1.4. Gübreleme	302
3.5.1.5. Tesviye Eğrilerine Paralel Tarım	302
3.5.1.6. Uygun Toprak İşleme Zamanı	302
3.5.1.7. Şeritsel Ekim	303
3.5.1.8. Koruyucu Orman Kuşakları	303
3.5.1.9. Rüzgâr Şeritleri (Perdeleri)	303
3.5.2. Kumul Sahalarında Uygulama Yöntemleri	314
3.4.2.1. Kumul Hareketlerinin Durdurulması	316
3.6. ÇİĞ ALANLARI	324
3.6.1. Çiğ Kontrolü Yöntemleri	325
3.6.1.1. Kar Ağları, Çelik Kar Köprüleri, Kar Perdeleri	326
3.6.1.2. Saptırma Yapıları (Mahmuzlar, Barajlar ve Duvarlar)	328
3.6.1.3. Çiğ Tüneli	331
3.6.1.4. Orman Koruma, Teraslama ve Ağaçlandırma	333
3.6.1.5. Suni Çiğ Oluşturma	334

3.6.1.6. Uyarı Sistemleri (Sinyalizasyon, Yol Detektörleri, Yol Kapatma Sistemleri ve Uyarı İşaretleri)	336
3.6.1.7. Çığ Tehlike / Risk Haritaları.....	336
3.7. KİTLE HAREKETLERİNE MARUZ SAHALAR	338
3.7.1. Akma ve Kayma Hareketlerine Karşı Alınacak Önlemler	338
3.7.1.1. Arazi Etüdü	338
3.7.1.2. Drenaj Kanallar	340
3.7.1.3. Derivasyon ve Eşik (Baraj) Tesisi	341
3.7.1.4. Ağaçlandırma ve Otlandırma	342
3.7.2. Kopma Hareketlerine Karşı Alınacak Önlemler	344
3.8. BUZUL SAHALARINDA ALINACAK TEDBİRLER	350
KAYNAKÇA	351

ŞEKİLLER

Şekil 1.1: Yağış Havzası Yüksek Dağlık Araziden Oluşan Sel Deresi	27
Şekil 1.2: Yağış Havzaları, Orta, Yüksek ve Dalgalı Araziden Oluşan Sel Deresi	29
Şekil 1.3: Arazi Kayması	43
Şekil 2.1: Aralıklı Basamak Şeklindeki Teraslar	56
Şekil 2.2: Gradoni Tipi Akırtıcı Terasların Tersimi	70
Şekil 2.3: Gradoni Tipi Teraslar	77
Şekil 2.4: Tekne Tipi Teraslar	78
Şekil 2.5: Kanallı Gradoni Tipi Teraslar	78
Şekil 2.6: Teras Enine Kesiti	81
Şekil 2.7: Tesviye Pergeli ve Terasların Araziye Aplikasyonu	83
Şekil 2.8: Teras Planı	92
Şekil 2.9: Örme Çit Teras Yapımında Kazıkların Çakılması	96
Şekil 2.10: Örme Çit	97
Şekil 2.11: Çalı Demetli Teras	99
Şekil 2.12: Geosentetik Çit (Önden Görünüş)	101
Şekil 2.13: Geosentetik Çit (Üstten Görünüş)	101
Şekil 2.14: Kafes Tel Çit (Önden Kesit)	104
Şekil 2.15: Kafes Tel Çit (Üstten Kesit)	104
Şekil 2.16: Geosentetik Hücre İle Yüzey Kaplama	105
Şekil 2.17: Serme Geosentetik İle Yüzey Kaplama	106
Şekil 2.18: Taş Kordon	107
Şekil 2.19: Taşların Şeritler Halinde Yığılması	107
Şekil 2.20: Çevirme Hendeği Şematik Görünüşü	110
Şekil 2.21: Kaplamasız Çevirme Hendeği, Şematik Görünüşü	111
Şekil 2.22: Taş Kaplama ve Geosentetik Kaplamalı Çevirme Hendeği, Şematik Görünüşü	112 119
Şekil 2.23: Eşik Görünüşü	124
Şekil 2.24: Kuru Duvar Eşik Boyutları	130
Şekil 2.25: Örme Canlı Eşik	131
Şekil 2.26: Çalı Demetli Canlı Eşik	132
Şekil 2.27: Çalı Demetli Toprak Eşik	134
Şekil 2.28: Ahşap Eşik (Dar Oyuntularda)	134
Şekil 2.29: Ahşap Eşik (Geniş Oyuntularda)	136
Şekil 2.30: Harçsız Taş Pere Kaplama	139
Şekil 2.31: Farklı Ebatlarda Kutu Gabionlar Şema - 1	139
Şekil 2.32: Farklı Ebatlarda Kutu Gabionlar Şema - 2	141
Şekil 2.33: Delikli Sac Levha Şeması	143
Şekil 2.34: Kafes Tel Eşik (Önden Görünüş)	143
Şekil 2.35: Kafes Tel Eşik (Üstten Görünüş)	147

Şekil 2.36: Yamaç Islahında Canlı Kazıkların Çakılması	147
Şekil 2.37: Islah Sekisi Kesitleri	152
Şekil 2.38: Miks Eşik	158
Şekil 2.39: Belirli Mecralarda Suların Toplanma Zamanı ve Bu Zamana Karşı Gelen Yağış Şiddetleri Hesabı İçin ABAK	168
Şekil 2.40: Yağış Şiddeti Şeması	170
Şekil 2.41: Örnek Yağış Şiddeti - Süre - Tekerrür Eğrileri	180
Şekil 2.42: Sel Deresinde Islah Çalışmalarının Sırası	182
Şekil 2.43: Uygulamada En Çok Kullanılan Kıyı Duvarları	185
Şekil 2.44: Kıyı Duvarı En Kesiti	186
Şekil 3.1: pH Çizelgesi	220
Şekil 3.2: Meror Tipi Teras	331
Şekil 3.3: Örümcek Ekskavatörle Teras	333
Şekil 3.4: Buror Tipi Teraslar (100 - 120 cm. Genişliğinde)	334
Şekil 3.5: Paletli Traktör İle Yapılan Kayor Teras	336
Şekil 3.6: Lastik Tekerlekli Traktör İle Yapılan Kayor Teras	336
Şekil 3.7: Hendekli Çukur Teras	337
Şekil 3.8: Çukur Şeklinde Toprak İşleme	338
Şekil 3.9: Sivri Kazma Şekli	339
Şekil 3.10: Baltalı Kazma Şekli	339
Şekil 3.11: Dikenli Tel Çit İhata	352
Şekil 3.12: Beton Direkli Kafes Tel Çit İhata	353
Şekil 3.13: Boru Direkli Dikenli Tel Çit İhata	353
Şekil 3.14: Geçirgen Rüzgar Perdesi	308
Şekil 3.15: Geçirimsiz Rüzgar Perdesi	308
Şekil 3.16: Farklı Şekilde Hazırlanan Rüzgar Şeritler	309
Şekil 3.17: Tek Sıralı Rüzgar Şeritleri	310
Şekil 3.18: İki Sıralı Rüzgar Şeritleri	311
Şekil 3.19: Üç Sıralı Rüzgâr Şeritleri	312
Şekil 3.20: Değişik Rüzgâr Şeritleri Uzunluğuna Göre Rüzgârdan Korunan Alan Miktarları	313
Şekil 3.21: Ön Rüzgar Perdesi	319
Şekil 3.22: Çığ Tehlike Haritası - Çaykara 1	337
Şekil 3.23: Çığ Tehlike Haritası - Çaykara 2	337

TABLolar

Tablo 1.1: Havzaların Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması (Havzanın Büyüklüğü = S)	3
Tablo 1.2: Yüzey Erozyonunun Sınıflandırılması	14
Tablo 1.3: Oyuntunun Derinliğine Göre Sınıflandırılması	18
Tablo 1.4: Oyuntunun Sıklığına Göre Sınıflandırılması	18
Tablo 1.5: Oyuntunun Büyüklüğüne Göre Sınıflandırılması	18
Tablo 2.1: Arazi Meyiline Göre Teras Çeşitleri	58
Tablo 2.2: Saccardy Formüllerine Göre Teraslarda Uygulanabilecek Maksimum Düşey ve Yatay Aralıklar	64
Tablo 2.3: Akım Hızı	67
Tablo 2.4: Erozyona Karşı Az Dayanıklı Bir Arazide Değişik Eyimler İçin Teras Kapasiteleri	69
Tablo 2.5: Bazin Pürüzlülük Değeri	72
Tablo 2.6: Yıllık Yağış Miktarına Göre Tarımsal Teras Uzunlukları	89
Tablo 2.7: Kuru Duvar Eşik Yüksekliklerine Göre Taban Üst Genişlikleri	123
Tablo 2.8: Yatay İz Düşümü Dikdörtgen Biçiminde Olan Eşiklerin Dimenzionları ...	161
Tablo 2.9: Yağış Alanının Özelliğine Göre Yüzeysel Akış Katsayısı	165
Tablo 2.10: Arazi Kullanım Biçimlerine Göre Yüzeysel Akış Katsayısı	167
Tablo 2.11: Değişik Eğimli Alanlarda Yüzeyden Akan Suların Hızı	171
Tablo 2.12: Maksimum Yağış Miktarları	173
Tablo 2.13: Bazin Formülündeki C Katsayı Değerleri	178

BÖLÜM I

“ EROZYON ÇEŞİTLERİ ”

1. EROZYON VE ÇEŞİTLERİ

TANIMLAR

Can ve mal kaybına sebep olan erozyon, sel ve taşkınlar genellikle dağlık mıntikalarda görülmektedir. Bu kitapta dağlık su havzalarında meydana gelen, erozyon, sel ve taşkınlar, heyelanlar, çığ ve buzul hareketlerine karşı alınacak önlemler incelenmiştir. Bu nedenle kitapta sık sık karşımıza çıkacak olan bazı temel kavramlara kısaca değinilmekte fayda görülmüştür.

Dağlık Arazi

Dağ, yer kabuğu üzerinde çevresine göre önemli bir yüksekliğe sahip alandır. 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.

Bununla birlikte çeşitli kaynaklarda, arazinin yükselti kuşakları esas alınarak bazı somut kriterlerin belirlendiği ve genel tanımlamaların yapıldığı görülmektedir. Örneğin; denizden yüksekliği 200 - 1000 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 (Tavşanoğlu - 1974). Dağlık arazilerle ilgili geniş bilgi 3.1. Ormanlık ve Açık Alanlar bölümünde bulunmaktadır.

Dağlar, sadece fiziki yönünden değil, sosyal ve ekonomik açıdan da ayrı bir özelliğe sahiptir. Dağlarda yaşayan insanların yaşam şartları, geçim kaynakları ve kültürel özellikleri ova insanlarına nazaran büyük farklılıklar gösterebilmektedir.

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. Havzaya, çökme sonucu meydana gelen çukurluk (Burdur tektonik havzası), Çevresine göre çukur bir alan (Van gölü havzası ve Konya Kapalı Havzası) gibi örnekler verilebilir.

Havzalar birbirinden su ayırım çizgisiyle ayrılır. Su ayırım çizgisinin topoğrafik ayırım 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.

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

Tablo 1.1: Havzaların Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması (Havzanın Büyüklüğü=S), *Alpay - Okutan 1966*

1. Küçük havzalar	$S \leq 100$ ha.
2. Orta büyüklükte havzalar	$100 \text{ ha.} < S \leq 1000 \text{ ha.}$
3. Büyük havzalar	$1000 \text{ ha.} < S \leq 10000 \text{ ha.}$
4. Çok büyük havzalar	$S > 10000 \text{ ha.}$

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, alanları daha küçük mikro havzalar şeklinde ayrı ayrı ele alınması uygundur.



Resim 1.1: Dağlık Su Havzası, Yusufeli - 2012



Resim 1.2: Dağlık Su Havzası, Adıyaman - 2012

Havza Eğimi

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.

Havza Zemininin Cinsi ve Jeolojik Yapı

Havzanın jeolojik yapısı, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde etkili olur. Su akışı ve suyun zemine sızmasında etkili olur.

Bitki Örtüsünün Yapısı

Bitki örtüsü terleme ve buharlaşma yoluyla havzadan su kabına neden olur.

Havzanın Konumu

Hâkim rüzgâr yönü genellikle mevsimlik olduğu için, yüzeysel akış, hidrografik bir desen içinde havza konumuna bağlı kalır.

Havzanın Ortalama Kotu

Genel olarak yükseklik arttıkça yağış miktarı artar, sıcaklık düşer.

Akarsu

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

Akarsu Deseni

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

Akarsu Yüğü

Akarsuyun taşıdığı çözünür ve katı haldeki yüküdür. 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.

Havzanın Drenaj Yoğunluğu

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

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. 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.

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. 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.

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.

Toprak Erozyonu

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 kopararak havaya sıçratırlar. Parçalanma süreci, bu toprak sıçramalarının oluşması olayıdır. Bu yüzden, sıçrama erozyonu, yağmur damlasının vuruş etkisiyle toprak kümelerinin parçalanması süreci ile başlar ve parçalanmış 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 akışlar yüksek miktarlarda toprak taşınmasını da beraberinde getirirler. Bu hızlı ve yüksek taşınım, drenaj hatları boyunca ve suların yoğunlaştığı alçak noktalarda derin oyuntuların oluşmasına neden olur. Özellikle toprağın derin ve gevşek olduğu yerlerde daha sık görülmektedir.



Resim 1.3: Meyilin Yüksek, Toprağın Gevşek Olduğu Vegetasyon Örtüsünün Tahrip Edildiği Arazilerde Yüzey ve Oyuntu Erozyonu Başlar. Tedbir Alınmazsa Oyuntular Sel Deresine Dönüşür, Sincik - Adıyaman - 2012

1.1. SU EROZYONU

Su erozyonu, yukarıda da ifade edildiği gibi 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,
- Çiğ erozyonu,
- Kitle hareketleri,
- Buzul erozyonu.

Su erozyonundan sonra diğer erozyon türlerini önem sırasına göre rüzgâr erozyonu, çiğ erozyonu, heyelanlar ve buzul erozyonu şeklinde sıralayabiliriz. Bu tanımda erozyon şekilleri ve bunlarla mücadele önlemleri açısından ilk dördü detaylı olarak açıklanmıştır. Buzul erozyonu, ülkemizde önlem alınmasını gerektirecek boyutta olmadığından yalnızca tanımının yapılması yeterli görülmüştür.

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.

Rüzgâr erozyonuyla, 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.

Su erozyonu, diğer erozyon çeşitleri içerisinde en yaygın ve en etkili olduğu için dolaylı olarak bilhassa 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 safhada meydana gelmektedir.

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 çökmesi.

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

Su erozyonunu meydana getiren 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 = $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ 'dir.

Burada,

E_k = Kinetik Enerji kg.m

m = Kütle (Q/q) (kg.sn²/m)

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 korrazyon (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 rüzgârla olmaktadır. Bunların içerisinde en önemlisi yağış olup, yağışın; şekli, şiddeti, süresi ve zamanı erozyona farklı tesir etmektedir. Çünkü 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 vuku bulmaktadır. Çünkü bitki örtüsü, intersepsiyonla toprağa ulaşan yağışın miktarını, şiddetini ve mekanik etkisini azaltmaktadır. Ayrıca, bitki örtüsü, toprak yüzeyinde oluşturduğu ölü örtü ile toprağı yağmura karşı korumaktadır. Özellikle, orman ölü örtüsü, kendi ağırlığının 3-5 katı su tutma özelliği yanında en şiddetli yağışların tamamını kolaylıkla geçirebilecek bir infiltrasyon kapasitesine sahiptir.

Ayrıca, bitki örtüsünün sıklığı, kapallığı ve boyu yüzeysel akışın önünde mekanik bir engel oluşturur ve suyun erosif gücünü azaltır. Vejetasyon kökleri ile de toprakta permeabiliteyi ve infiltrasyonu artırarak yüzeysel akışı asgariye indirir.

Anakaya - Toprak

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

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

Mesela, 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. Toprak ne kadar kaba tekstürlü ise yüzeysel akış o kadar az olur. Çünkü kaba tekstürlü toprakların infiltrasyon kabiliyeti yüksektir.

Toprağın nem miktarı da yüzeysel akışı etkilemektedir. Toprağın çok kuru veya çok yağ 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

Tabiatı en çok kullanan, en çok bozan ve en çok düzelden de insandır. Zaten, insan müdahalesi olmadan meydana gelen erozyona normal erozyon denilmektedir. İnsan, tarımsal, sosyal ve ekonomik ihtiyaçları için bitki örtüsünü kaldırarak, toprağı diğer kullanma şekillerine dönüştürmektedir. Bu dönüşüm sürecinde tedbir alınmadığı takdirde, hızlı bir erozyon meydana gelmektedir.

1.1.1. 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 muntazam 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 taşınması ile meydana gelen erozyondur. Yüzey erozyonunda arazi yüzeyi ne kadar düz olursa olsun, sathi 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 önemsizdir.

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 hale gelebilir. Erozyonun ileri aşamalarında, ana kayanın meydana çıkmasından sonra, ıslah çalışmaları ile arazinin tekrar kazanılma şansı da ortadan kalkmaktadır.

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.

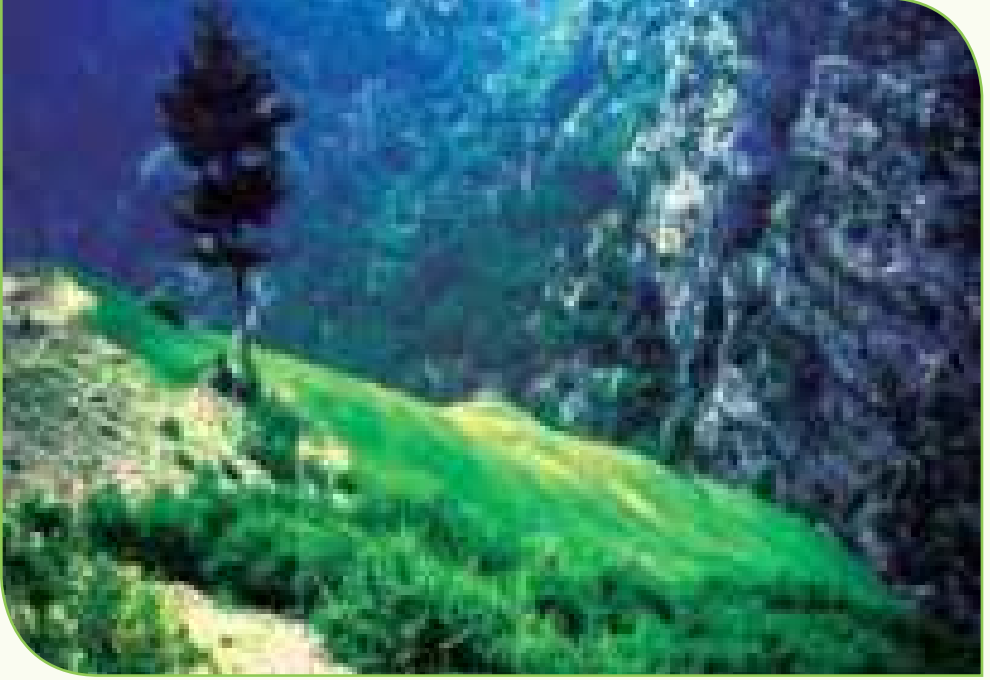
Yüzey erozyonu, bitki örtüsünden yoksun ve korumasız kullanılan arazide şiddetini artırır. Genellikle, su geçirmez bir alt toprak üzerinde bulunan ve sık bir üst toprak içeren alanlar ile ince tekstürlü ve organik madde içermeyen topraklarda bu tip erozyon daha şiddetlidir.



Resim 1.4: Yüksek Meyilde Korumasız Bağcılık, Saimbeyli - Adana - 1999



Resim 1.5: Yüksek Meyilde Korumasız Zeytin Plantasyonu, Akhisar - Manisa - 2014



Resim 1.6: Yüksek Meyilde Tek Yıllık Buğday Üretimi, Feke - Adana - 1999

Tablo 1.2: Yüzey Erozyonunun Sınıflandırılması, *Prof. Dr. O. Uzunsoy, Doç. Dr. E. Görcelioğlu - 1985*

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

1.1.2. Oyuntu Erozyonu ve Sınıflandırılması

Oyuntular, herhangi bir toprak işleme aleti ile ıslah edilemeyecek genişlikte ve derinlikte, uzunluğuna meyilli 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, vejetasyon ve 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 eğimine sahiptir. Yanlış arazi kullanımında kararlı denge bozulduğu takdirde oyuntularda yeni duruma göre pozisyon alacaktır. Oyuntunun meyili, derinliği ve genişliği de değişecektir.

Orman tahribi, merada aşırı otlatma ve yanlış tarım uygulamaları gibi arazilerin geliş güzel kullanılması durumunda yüzeysel akış artacaktır. Böylece maksimum yüzeysel akış artarsa yeni bir denge oluşuncaya kadar oyuntu genişleyecek ve meyili 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 yarılr. 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.

Gevşek yapıdaki, kaba tekstürlü, sık 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.



Resim 1.7: Yüzey ve Oluk Erozyonunun Başlaması, Ahırdağı - Kahramanmaraş - 2011



Resim 1.8: Yüzey ve Oluk Erozyonunun İlerlemiş Hali, Ayrancı - Üçharman Köyü - Karaman - 2014



Resim 1.9: Oyuntu Erozyonunun İlerlemiş Hali, Muratlı Köyü - Kahramanmaraş - 2009



Resim 1.10: Sel Dereciği, Büyüksır Köyü - Kahramanmaraş - 2009

Tablo 1.3: Oyuntunun Derinliğine Göre Sınıflandırılması, *K. Aşk*

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

Tablo 1.4: Oyuntunun Sıklığına Göre Sınıflandırılması, *Norton, 1939, USDA, 1949*

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

Tablo 1.5: Oyuntunun Büyüklüğüne Göre Sınıflandırılması, *Scwab et, al, 1966*

	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

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.

1.1.3. 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.



Resim 1.11: Kıyı ve Taban Oyulması

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.

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

Kıyı erozyonu ikiye ayrılır.

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. Korrazyon, toprakların kitle halinde göçmesi ve taşınması şeklinde kendini gösterir ve daha çok sel olayları sırasında vuku bulur. Büyük sellerde verimli allüvial toprakların tamamen kaybolduğu, araziye taş ve çakıl yığınlarının kapladığı sık rastlanan olaylardır. Sonuçta dere eğiminin az olduğu yerlerde dere tabanı rusubatla dolarak taşkın neden olur.

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



Resim 1.12: Akarsularda Kıyı Erozyonunun Ulaşım Yoluna Zararı

2. Denizlerde Kıyı Erozyonu

Denizlerde görülen kıyı erozyonu ise kara parçasının denizler ile temas ettiği yerlerde görülmektedir. Kıyı bölgeleri, kendilerine etkiyen rüzgâr, dalga, akıntı gibi çeşitli dış etmenler ve kendilerini besleyen akarsular gibi kaynakların ve kendilerinden 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 karşılaşmaz.

Kıyının dinamik dengesini bozan en önemli faktörler, ya mevsimlerdeki anormal değişimler sonucu büyük fırtınaların oluşması şeklindeki doğal faktörler, ya da 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).

1.1.4. Sel, Sel Dereleri ve Sınıflandırılması

Sel

Sel terimi, çoğunlukla yukarı havzalarda şiddetli yağışların ardından yan derelerden ani olarak gelen ve fazla miktarda katı materyal içeren büyük su kütlelerini ifade eder. Sel, genellikle bitkilerin yağışları alıkoyma (intersepsiyon) ve toprağın suyu emme kapasitesinin üzerinde meydana gelen şiddetli yağış ile kar ve buzların hızlı bir şekilde erimesi sonucu ortaya çıkar.

Taşkın ise, yan derelerden gelen sellerin kısa sürede ana dereye ulaşmasıyla vadi boyunca akan suyun yükselmesi ve normal yatağına sığamayıp taşkın yatağına yayılması olayına denir. Sel ve taşkın arasında bazı farklılıklar vardır. Taşkın, küçük boyutlu asılı sediment taşıyan bir su baskını niteliğindedir. Bu suların yatağına geri çekilmesinden sonra geride toprağın verimliliğini arttıran ince bir sediment mil tabakası örtüsünün bırakıldığı görülür. Sellerde, su ile birlikte fazla miktarda iri materyal taşınır, taşkınlarda ise iri materyal taşınımı çok azdır. Seller, daha çok yukarı havza akarsuların yan derelerinde, dolayısıyla yüksek ve fazla eğimli küçük mikro havzalarda meydana gelir.

Buna karşılık taşkınlar, çoğunlukla akarsuların nispeten az eğimli vadi tabanlarında ve büyük havzaların aşağı kesimlerinde söz konusudur. Sellerin yatak dışına taşmasıyla, arazi suyla birlikte iri boyutlu materyal ile kaplanır. Suların çekilmesinden sonra toprak, verimliliği yok edilmiş bir taşıntı tabakasıyla örtülü kalır.

Bir yağış, toprağın infiltrasyon kapasitesini aşarak yüzeyel akış meydana getirmeye yeterli ise, bu durumda yağış şiddetindeki artış, deredeki akım düzeyinde hızlı bir artışa neden olacaktır.

Bir havzaya düşen yağış miktarı şiddet ve süre olarak arttıkça, sel ve taşkın tehlikesi de artacaktır. Özellikle infiltrasyon şiddetinden ve toprağın su depolama kapasitesinden daha fazla olan yüksek yağışlar en tehlikeli yağış türleridir.

Şiddetli ve uzun süreli yağışlar sonrası akarsu debisinde değişimler başlamaktadır. Bozulmuş havzalarda yüzeysel akış miktarının çoğalmasına ve debinin ani olarak yükselmesine, ayrıca ilkbaharda havaların kısa sürede ısınması, karların hızlı erimesine ve sonuçta debinin yükselmesine neden olabilmektedir. Bu durumlarda akarsularda hızlı su akışı oluşmaktadır.

En yüksek şiddetteki yağışların havzada görülme sıklığı en yüksek yağış tekrerrü olarak ifade edilmektedir. Bunun için havzada görülen en şiddetli yağışların zamansal döngüsü bize o yağışın tekrerrünü işaret etmektedir. Örneğin bir havzada 100 mm/saat şiddetindeki bir yağış ortalama 10 yılda bir görülüyorsa bu şiddetteki yağışın tekrerrü 10 yıldır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta bu havzada 100 mm/saat ve daha yüksek yağış her 10 yılda bir oluşacak anlamı çıkarılmamalıdır. Bu yağış 2 ve hatta 3 gün ardı ardına görülebilir. Burada ifade edilmek istenen bu şiddette yağış her 10 yıllık dilimler içerisinde görülecek anlamında ifade edilmektedir.

Bilindiği gibi, erozyonun ve sellerin meydana gelmesine neden olan iklimsel sebepler; yağışın tipi, miktarı, şiddeti, süresi, dağılışı, hareket yönü, yağış öncesi toprak nemli, suyun bitkiler tarafından tutulması, buharlaşma ve transpirasyondur. Bunların içerisinde en önemli olan durum gelmesi muhtemel ekstrem maksimum yüksek yağışın, miktarı, şiddeti ve süresidir. Ayrıca sele neden olan fizyografik sebeplerde; havzanın büyüklüğü ve şekli, yükseltisi, ortalama eğimi, genel bakışı, drenaj durumu, toprak tipi, bitki örtüsü ve dere yataklarına uygun olarak yapılmayan köprü, menfez gibi çeşitli tesislerdir. Bu sebepler arasında havzanın bitki örtüsü ve sel deresi tesisleri, doğrudan ve dolaylı insan etkilerine açıktır.

Havzalarda arazi kullanımı, yukarı havzadaki orman örtüsü ile aşağı havzada yatak kapasitesi insanların etkinliklerine açıktır. Yukarı havzada bitki örtüsünün tahrip edilmesi ile havzada debi ve taşıntı miktarı artmakta ve aşağı havzada da yapılaşma nedeniyle de yatak kapasitesi daraltılmaktadır.

Özellikle yerleşim merkezlerinde can ve mal kaybına yol açan sel felaketlerinin en önemli sebepleri arasında, yukarıda da ifade edildiği gibi sel konisi ve taşkın sahası içerisinde yapılan çeşitli tesisler ile yukarı havzadaki orman, mera ve tarım alanlarındaki yanlış arazi kullanımıdır.



Resim 1.13: Sel Zararının Nedeni, Sel Yatağındaki Yapılaşmadır, Devrek - Zonguldak - 1998



Resim 1.14: Sel Zararının Nedeni, Sel Yatağındaki Yapılaşmadır.



Resim 1.15: Dere Yatağına Uygun Ölçüde Yapılmayan Köprü ve Menfezlerin Neden Olduğu Sel ve Taşkın



Resim 1.16: Dere Yatağına Uygun Ölçüde Yapılmayan Köprü ve Menfezlerin Neden Olduğu Sel ve Taşkın, Akyuva - Şuhut - Afyon - 2014

Toprağı koruyan ormanların, odunsu ve otsu bitki örtüsünün yok edildiği, oyuntularla parçalanmış yüksek dağlık havzalarda, sel oluşum potansiyeli çok yüksek olmaktadır. Çünkü ancak böyle yerlerde sellerin uygun bir hıza ulaşabilme olanağı vardır. Sellerin katı materyalle doygunluk derecelerine bağlı olarak hareket özellikleri de değişmektedir. Sellerin taşıdığı katı maddelerin miktarı önemsiz olduğu takdirde, sel olayı bir taşkın özelliğini gösterir. Ancak aşırı ve uzun süreli yağışlarda, toprağın su ile doygun hale gelmesi sonucu heyelan ve seylanların oluşumu, sel olaylarını tetiklemektedir.

Oysa katı materyalle (taş, toprak, ağaç, dal vb.) doygun haldeki seller, katı materyal kitlesini oldukça düşük bir hızla taşırlar. Sellerin katı materyalle doygun hale gelmesi ve bunları taşıması, ancak sel yataklarının suları kolayca taşıntı materyali verebilecek nitelikte olmasıyla mümkündür. Son olarak da, entansif sel oluşumunun yalnız, karakteristik olarak az yağış alan, fakat zaman zaman sağanak halindeki yağışlara maruz kalan havzalarda söz konusu olduğunu belirtmemiz gerekir.

Sel ve taşkın zararları genellikle üçe ayrılır.

1. Doğrudan doğruya oluşan zararlar; Sel sularının; binalara, tarım arazilerine ve ağaçlara yapmış olduğu zararlardır.
2. Dolaylı zararlar; sel ve taşkından zarar gören tarımsal sahalardaki ürün kaybından dolayı tarımsal işletmelerin gelirindeki azalmalardır.
3. Para ile ölçülemeyen zararlar; can kayıpları ve işsizlik gibi çeşitli zararlardır.

Sel Dereleri ve Sınıflandırılması

Sel deresi genel anlamıyla, yağış esnasında hızla kabaran sularla, taban ve kıyıların oyulması sonucunda, büyük materyal kütlelerinin harekete geçerek taşınmasına ya da büyük bir suyun götürülmesine sahne ve zemin oluşturan bir deredir. Bu açıdan sel dereleri, üç bölgeli bir havza haline gelmiş, genç bir hidrolojik ünitidir.

Sel dereleri, genellikle bulundukları dağ silsilesine dikey yönde akan, çoğu kez yılın birkaç saat ya da günde akımı olan derelerdir. Sel dereleri, son derece düzensiz bir debiye sahiptir. Yağış havzaları küçük olan bu dereler, yaz mevsiminin büyük bir kısmında kurudur. Yağış havzasında bitki örtüsü ne kadar zayıf ise akıntısız kurak periyod da o kadar uzun olur.

Sel dereleri şiddetli yaz sağanakları sonucu bazen de kış sonu ile ilkbaharın başlangıcında kar erimesine ek olarak düşen yağış nedeni ile hızla artan bir debiye sahiptirler. Sonbaharda ise toprak neminin az olduğu ve şiddetli ani yağışların başlaması ile dere akımları artmaktadır.

Genel olarak büyük ölçüde sediment taşıyan bu derelerin boğaz bölgesinden sonra mecraları, materyal birikmesi nedeniyle kapasitesini kısmen veya tümüyle yitirmiş bulunduklarından, taşkın suları etrafa taşınarak can ve mal kaybına sebep olmaktadır.

Sel dereleri,

1. Su toplama,
2. Boğaz
3. Taşıntı konisi

Olmak üzere üç bölüme ayrılır.

1. Su Toplama Bölgesi

Su Toplama bölgesi, havza sularının toplandığı kısımdır. Bu bölgede, hem dere tabanları ve şevleri, hem de yağış havzası yüzeyi, parmak ve oyuntu erozyonu nedeni ile aşınma halindedir. Toprağın su ile doymun olduğu zamanlarda, yamaçlarda şev stabilitesinin azaldığı yerlerde, heyelan ve yamaç akmaları sonucunda da kütle hareketine dönüşmektedir.

Bu bölgenin, kütle ve yüzey stabilitesi bozuktur. Sürekli olarak mecra taban şevleri suların etkisi ile aşınmakta, bu nedenle dere tabanının iki kıyısındaki yamaçlar dengesini kaybederek düşmektedir.

2. Boğaz Bölgesi

Boğaz bölgesi genellikle kayalıktır. Taban ve kıyı oyulması görülmez. Bu nedenle de tabanda alçalma ve kıyılarda yamaç çökmesi yoktur.

3. Taşıntı Konisi (Birikinti)

Dere, boğaz bölgesinden sonra, daha büyük dereye veya vadiye yahut ta ovaya açılmaktadır. Toplanma bölgesinden sedimentle yüklü olarak gelen sular burada, eğimin azalması ve yatağın genişlemesi ile hızlarından ve taşıma güçlerinden önemli oranda kayba uğradıklarından sedimenti taşıyarak bırakırlar. Derenin taşıdığı sediment miktarı ne kadar çok olursa moloz konisi de o kadar dik olur. Taşıntı konisinde genel olarak taban ve yüzey erozyonu görülmez. Ancak sediment ile yüklü suların taşkın şeklinde su ve rusubat baskını söz konusudur.



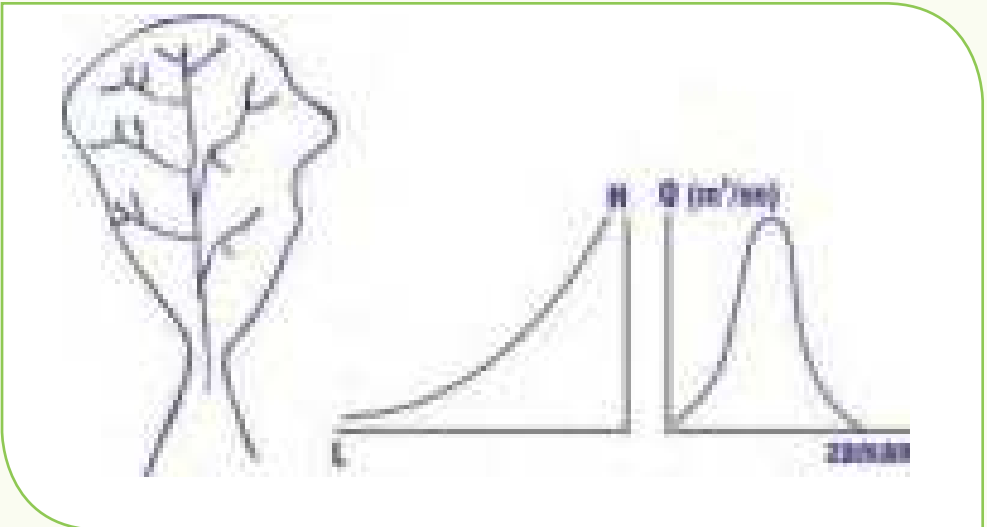
Resim 1.17: Sel Deresinde Su Toplama Bölgesi, Boğaz Bölgesi ve Taşınır Konisi, Gökdere - Çankırı

Sel Dereleri iki sınıfa ayrılır.

1. Yağış Havzaları, Yüksek Dağlık Araziden Oluşan Sel Dereleri

Havzanın su toplanma bölgesi, boğaz bölgesi ve taşınma konisi belirgin bir suretle birbirlerinden ayrılmışlardır. Havzanın yağış alanı dik ve eğimlidir. Eğime bağlı olarak suyun kinetik enerjisinin artması ile taban ve şevlerde şiddetli oyulmalar, yüzeyde ise aşırı erozyon vardır. Havzada, suların toplanma zamanı kısadır. Şiddetli bir sağanağın havzanın uzun ekseninin tümünü kapsamaya ihtimali büyüktür. Böyle havzalardan, süreleri düşük, pik değerleri yüksek sel debilerini beklemek yerinde olur.

Şekil 1.1: Yağış Havzası Yüksek Dağlık Araziden Oluşan Sel Deresi, **Prof Dr. Yılmaz Öztan, Prof. Dr. A. Nihat Balcı, Sel Kontrolü, Trabzon 1987**





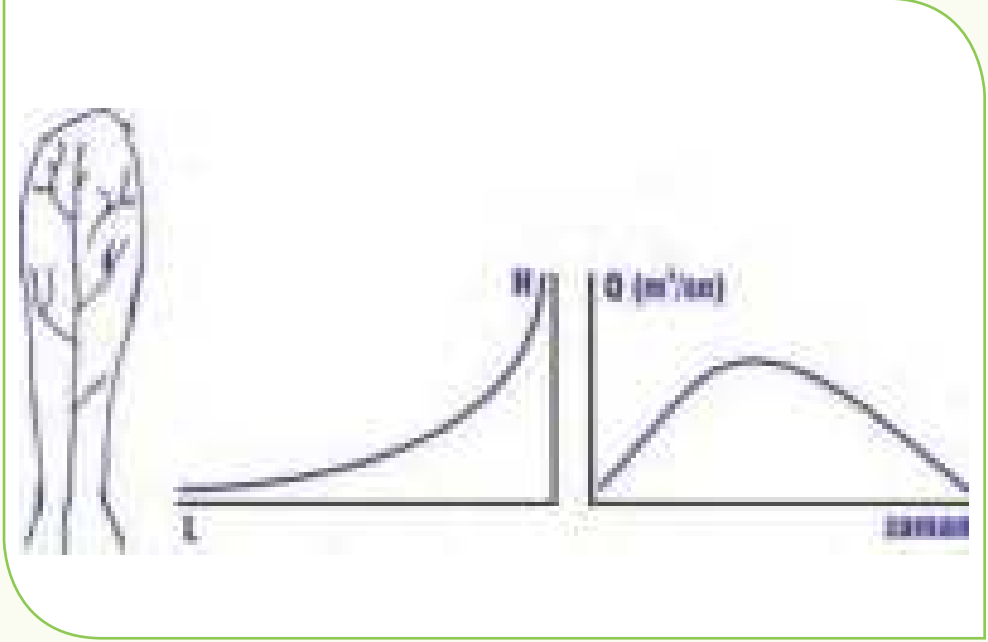
Resim 1.18: Yağış Havzası Yüksek Dağlık Araziden Oluşan Sel Deresi, Çankırı - 2012

2. Yağış Havzaları, Orta Yüksek ve Dalgalı Araziden Oluşan Sel Dereleri

Havzanın, su toplanma bölgesi, boğaz bölgesi ve taşıntı konisi belirgin olarak birbirinden ayrılmış değildir. Havzanın memba ve mansap uç noktaları arasındaki yükseklik farkı, yüksek dağlık arazidekinden fazla değildir.

Havzada, suların toplanma zamanı uzundur. Şiddetli bir sağanağın havzanın uzun ekseninin tümünü kapsaması imkânı düşüktür. Havzada, süreleri uzun, pik değerleri düşük sel ve taşkın debileri beklenir. Dere boyunca eğimler yüksek değildir. Olağandışı şiddetli yağışlar dışında, yamaçlarda yüzey erozyonu, meralarda taban ve kıyı oyulması, sorun olarak görülmez.

Şekil 1.2: Yağış Havzaları, Orta Yüksek ve Dalgalı Araziden Oluşan Sel Deresi, *Prof Dr. Yılmaz Öztan, Prof. Dr. A. Nihat Balcı, Sel Kontrolü, Trabzon 1987*



Resim 1.19: Yağış Havzası, Orta Yüksek ve Dalgalı Araziden Oluşan Sel Deresi, Kahtaçayı - Adıyaman - 2011

1.2. RÜZGÂR EROZYONU

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

Yeterli bitki örtüsü bulunmayan, oldukça düz ve geniş arazilerde, gevşek yapıdaki kuru ve ince bünyeli toprağın, şiddetli rüzgârların 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 ürüne 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.

Rüzgârla toprak parçacıklarının taşınması üç türlü olmaktadır;

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. 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 sürüklenme 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.

3. Süspansiyon Hareketi

İnce toz tanecikleri havada askıda (süspansiyon) bir durumda 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 uzaklara taşınabilmektedir.

Rüzgâr erozyonunun 3 aşaması vardır. Bunlar;

- Hareketin başlaması,
- Taşınma,
- Yığılma,

Rüzgâr erozyonu genellikle kurak ve yarı kurak iklim şartlarının hüküm sürdüğü yörelerde oluşur. Rüzgâr sayesinde verimli topraklar, yerlerinden kopararak başka yerlere taşınır ve devamlı yığılma sonucu lës toprakları 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 olurlar.



Resim 1.20: Rüzgâr Erozyonu



Resim 1.21: Kumulda Rüzgâr Erozyonu, Fransa



Resim 1.22: Rüzgâr Erozyonu

Rüzgâr erozyonu, su erozyonundan farklıdır;

- Rüzgâr erozyonunda, darbe tesiri ile aşındırma yoktur. Ancak, rüzgârın sürüklenme gücü ile parçacıklar sürüklenir. Düşen dane, çarptığı danenin harekete geçmesine yardımcı olur.
- Su erozyonu eğimle orantılı olarak artarken, rüzgâr erozyonu düz arazilerde şiddetlenir.
- Rüzgârın kuru toprağı daha kolay aşındırıp taşımasına rağmen su, toprağı ıslatmadan taşıyamaz.

1.2.1. Rüzgâr Erozyonunu Etkileyen Faktörler

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

1.2.1.1. 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 değişimlerinde 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, evaporasyonu yükseltir ve toprak rutubetini azaltır. Toprağı savurarak verimin düşmesine sebep 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.

1.2.1.2. Toprak

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

1.2.1.3. Yüzeyel Pürüzlülük

Arazi yüzeyindeki girinti çıkıntılar arasındaki farklılıklar arttıkça, rüzgâr erozyonu şiddeti de artmaktadır. Çünkü, çıkıntılar daha çok rüzgâr etkisine maruz kaldığından, rüzgâr aşındırması fazla olur.

1.2.1.4. Bitki Örtüsü

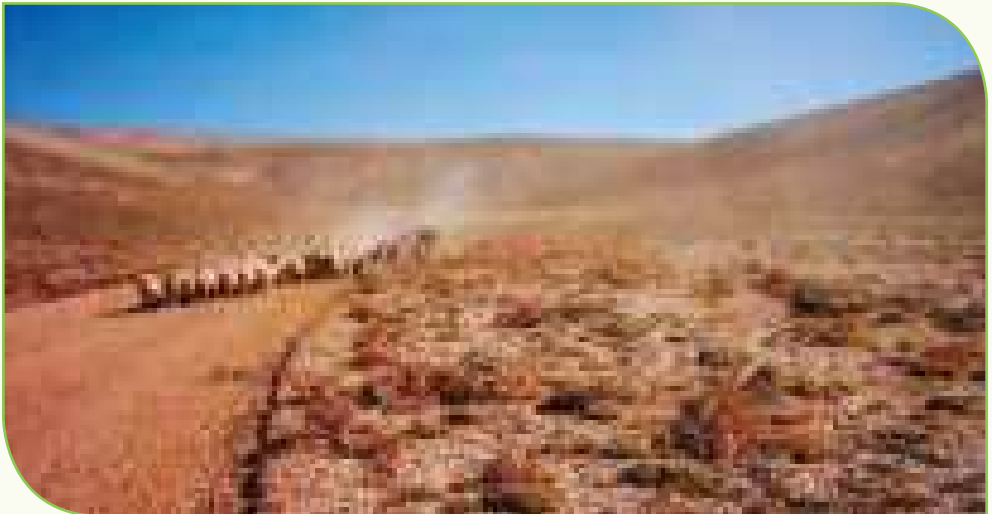
Bitki örtüsünün boyu, sıklığı, tipi, rüzgâr erozyonunda etkilidir. Çünkü, vejetasyon rüzgâr hızını azaltarak, erozyonu önlemektedir. Erozyona uğrayan alanın genişliği ve uzunluğu fazla ise rüzgâr erozyonu da artmaktadır.

1.2.1.5. Arazi Kullanımı

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



Resim 1.23: Rüzgâr Erozyonuna Maruz Sahalarda, Hayvan Otlatmacılığı Doğal Vejetasyona Zarar Vermeyecek Şekilde Yapılmalıdır. Iğdır - 2014



Resim 1.24: Rüzgâr Erozyonuna Maruz Sahalarda, Hayvan Otlatmacılığı Doğal Vejetasyona Zarar Vermeyecek Şekilde Yapılmalıdır. Ahrdağı - Kahramanmaraş - 2004

1.3. ÇIĞ EROZYONU

Çığ, bir yamaç üzerinde toplanan kar kütlesinin yeni yağın karlarla aşırı yüklenmesi (ağırlığının artması) veya herhangi bir sebeple yamaçla bağlantısının zayıflaması halinde, herhangi bir hareket gücü ile dengesini kaybederek dağ yamacından aşağıya doğru kayması ve yuvarlanması olayıdır. Çığlar önlerine gelen engelleri tahrip eder, beraberinde toprak, taş ve ağaçları söker ve götürür. Bu şekilde meydana gelen aşınma ve taşınma olayına çığ erozyonu denir.

Bir başka ifade ile çığ genelde, boylu bitki örtüsü (orman) olmayan, dağlık ve eğimli arazilerdeki kar kütlesinin iç ve dış kuvvetler etkisi ile vadi tabanına doğru hızla akması veya top halinde yuvarlanmasıdır. Çığ olayında en büyük tehlike yerdeki sıkışmış eski kar örtüsünün üzerine, tipi sonucu taze karın yığılması ile yeni kalın bir tabaka oluşması ve tipi sonrası gelen, çoğunlukla, sıcak hava akımının, bu iki tabaka arasını eritmesiyle kaygan bir zemin oluşturmasıdır. Kar kütlesinin oturduğu zeminin kaygan olması, pürüzlülüğün bulunmaması çığın hareketini kolaylaştırır.

Çığ, doğal ve yapay olarak teşekkül edebilir. Bir yamacın anormal şekilde kar tutması sonunda, herhangi bir sarsıntı veya bir sesle dahili gerilim kuvvetlerinin oluşmasıyla kar tabakasını tutan desteğin aşılması sonucu, yapay çığ olayı meydana gelebilir.

Bunun yanında, değişik tarihlerde yağın karla meydana gelen tabakalar arasında veya kar örtüsü ile zemin arasında, kar örtüsünü yerinde tutan toplam kuvvetin, fazla yüklenim sebebiyle aşılması halinde doğal yolla çığ meydana gelir.

Dereler, açık ve dik yamaçlar doğal çığ yollarıdır. Arazi engebeleri ise yol değiştirici setler ve güvenlik adacıkları olarak etkilidirler. Tepecikler, yamacın eğim açısının çabuk değiştiği yerlerde bir geçiş zonu oluşturur ve çığı yavaşlatarak dışa doğru yayılma şansı verir.

Yeni kar yağışı ve rüzgâr, çığı meydana getiren en büyük tehlikedir. Ne kadar çok kar yağarsa çığ tehlikesi o derece artar. En tehlikelisi ise, bir tipiden sonraki ilk güneşli gündür. Hele taze kar yağışından sonra, rüzgâr çıkarsa, bütün kar, rüzgâr altı yamaçlara sürüklenerek, orada birikir. Böylece, tepelerde kar saçakları oluşur. Bu da çığ geliyor demektir.

Mevcut kar örtüsü ağırlığı sebebiyle, yamaçtan aşağıya doğru çok büyük kayma kuvveti meydana getirir. Değişik tarihlerde yağın eski tabakalar arasındaki sürtünme ve diğer yan etkiler bu kuvvete karşı yeterli olamaz. Bu sebeple yamaçtaki kar kütlesi, kurulmuş bir fare kapanı gibidir. En küçük bir etki (tahrik), mesela bir kayakçının ağırlığı veya bir ses şoku ile derhal çığ düşer.



Resim 1.25: Çığ ve Zararları, Avusturya

Çığ Yolu

Çığların yamaç yukarısından aşağısına (vadi tabanına) kadar hareketini sürdürdüğü alanın tümü çığ yolu olarak adlandırılır. Genellikle üç kısımdan oluşur, başlama zone, çığ yatağı, durma zone.



Resim 1.26: Çığ Yolu, Avusturya

Başlama Zonu

Genel olarak çığ yolunun en fazla eğime sahip olan bölümüdür. Bu bölümde genellikle eğim açısı 28° - 55° (eğim %58 - %173) arasında değişir

Çığ Yatağı

Genel ve kaba bir kural olarak en az 15°'lik bir eğim açısına (%27 eğime) sahiptir; çoğunlukla bu bölümde eğim açısı 20° - 25° (eğim %36 - %47) arasındadır.

Durma Zonu

Genellikle yamaç etekleri ve vadi tabanıdır. Fakat bazı ekstrem çığ olaylarında çığın vadi tabanını geçerek karşı yamaç yukarısına doğru hareketini sürdürebildiği, dolayısıyla durma zonunun, çığın meydana geldiği yerin karşı yamacı yukarısına doğru uzanabildiği de olmaktadır.

1.3.1. Çığ Erozyonunu Etkileyen Faktörler

Yüksek dağlık alanlara, kışın yağın yağışın önemli bir bölümü kar şeklinde olur. Dağlar, aynı zamanda fazla miktarda rüzgâr da alırlar. Bu rüzgârlar, yağın karların bir bölümünü taşıyarak çığ oluşumuna uygun alanlara taşırlar. Bu açıdan arazi yapısı ve iklim, çığ oluşmasında etkili olan en önemli iki faktördür.

1.3.1.1. Yamaç Meyili Açısı

Çığların oluşumu için arazinin, kritik meyil açısı 28° olarak belirlenmiştir. Çığların oluşması olasılığı, belirli bir dikliğe kadar, eğim açısı ile artar ve sonra yamaçlar tam bir dikliğe yaklaşırken azalır. Bu azalmanın nedeni büyük miktarlardaki karın son derece dik yamaçlarda tutunamamasıdır. Çığlar genellikle 28° - 55° arasındaki eğimlerde oluşur.

1.3.1.2. Yamaç Profili

Profilleri konveks (dış bükey) olan yamaçlar, büyük çığların oluşumunu kolaylaştırır. Fakat, konkav (iç bükey) yamaçlar çığ olma olasılığı daha azdır.

1.3.1.3. Yamacın Bakısı

Bir yamacın bakısı, çığ oluşumunda birinci derecede etki yapar. Kar yüzeyinin güneş ısısından etkilenmesi, yamacın bakısına ve meyil açısına göre değişir. Kuzeye açık kısımlar, kış başlarında, derin kırağı, karın inkişafı için çok uygun yerlerdir. Çığ, bu bölgelerde daha sık oluşur.

Güneye bakan ve güneş ışınlarının dik geldiği yamaçlar, güneş ısını daha fazla alırlar. Bu yüzden kar erimesi, karın birikiminden daha fazla olabilir. Böylece çığ oluşumu önlenmiş olur. Ayrıca, çığın meydana gelmesi için, çığ oluşumuna uygun yamaç yüzeyinin, belirli bir uzunlukta olması gerekir.

1.3.1.4. Zemin Durumu ve Arazinin Bitki Örtüsü

Düz ve otlı yamaçlar çığ oluşumunu kolaylaştırır. Çünkü, nemli ot vejetasyonu çığların hareketini hızlandıran bir kayma düzlemi meydana getirir.

Zeminde bulunan büyük kayalar, çalılar çığın oluşumunu engeller. Küçük çalılarla kaplı araziler, kış aylarında bir kararlılık durumu gösterirler. Fakat, bunlar karı, henüz sıg iken tutabilirler. Daha sonra yağın kar kalınlığının artmasıyla mevcut çalılar karla örtölür ve yüzey çığları için daha fazla kararlılık durumu yapamazlar.

Boylu ağaçlarla kaplı ormanlar, çığ oluşumunun önlenmesinde çok önemli bir görev yaparlar. Çünkü ağaçlar kar kitlesinin harekete geçmesini engellediğı için çığın oluşumu başlamadan durdurulmuş olur. Ancak, kısa aralıklarla sık sık tekerrür eden yoğun kar yağışları sonunda aşırı kar birikimi olabilir. Böyle durumlarda kar kitlesinin ilk hareketinin başlamasına uygun açıklık bulunduğı takdirde, çığ kütlesi süratle büyür ve önüne gelen ağaçları devirerek yoluna devam edebilir.

Özetle, çok ender de olsa bazı şartlarda, boylu ağaçlarla kaplı ormanlarda çığ oluşumunu engelleyemez.

1.3.1.5. İklim (Sıcaklık, Yağış, Rüzgar)

- İklim özellikleri çığın oluşumunu etkilemektedir. Bunlardan yağışın şekli, miktarı, zamanı ile rüzgâr şiddeti çığ riskini artıran etkenlerdir. Şiddetli bir kar tipisinden sonra 36 saatten fazla süreyle hava sıcaklığının 0°C üzerinde olması çığ oluşumunu kolaylaştırır. Kar soğuk hava koşulları altında hareketsizdir. Havaların ısınması ile karın harekete geçmesi beklenir. Bunun sonucunda özellikle güney yamaçlarda ıslak kar çığları oluşur.
- Mevcut kar üzerine yağmur yağması çığlara neden olabilir.
- Mevcut eski kar üzerine, yeniden bir defa da 25 cm'den daha fazla kar yağması,
- Tipi sırasında hızı saniye'de 7 m'den fazla olan rüzgârın 24 - 48 saat süre ile devam etmesi,
- Mevcut kar üzerine yağmur yağması, güneşin açıp hızla erimeye sebep olması çığ olayını artırmaktadır
- Kar yağışı sırasında şiddetli rüzgârın 24 - 48 saat devam etmesi karın belli bölgelerde birikmesine sebep olur. Bu birikme sonucu çığ şartları oluşur.

1.4. YERÇEKİMİ EROZYONU (KİTLE HAREKETLERİ)

Eğimli arazilerde, bazı doğal ve yapay etkenler sonucu denge koşulları bozulan topraklar ve diğer katı materyal yerçekiminin etkisi ile kitle halinde harekete geçerek yer değiştirirler. Bu olayda etken yerçekimi kuvvetidir. Meyil durumuna, hidrolojik ve jeolojik şartlara göre yerçekimi yamacın harekete geçmesi üzerinde etkisini göstererek toprağın kitle halinde yer değiştirmesine sebep olur.

Yüzeysel birikinti hareketleri eğimli yamaçlarda görülür. Arazi eğimi yükseldikçe hareketlenme de artar. Bu olayda toprak ve diğer tüm materyalin hareketlenerek yer değiştirmesi söz konusudur. Yamaç akmasının türleri; moloz hareketi, moloz akmaları, toprak ve çamur hareketleri, taş ve kaya yuvarlanmaları, arazi kaymalarıdır.

1.4.1. Moloz Hareketi

Özellikle permeabilitenin yüksek ve hacim değişimlerinin fazla olduğu dik yamaçlarda aralarındaki bağlantıları azalmış taneciklerin oluşturduğu birikintiler yamaçtan aşağıya doğru hareket ederler. Bu hareketin hızı gözle fark edilemeyecek kadar düşüktür. Birikintinin içine sızan sular kış aylarında donar ve ilkbaharda havaların ısınması ile donlar çözülür. Donma ve çözülme, genişleme ve büzülme hareketlerini meydana getirir. Bu hareketler sonucu tanecikler yerçekiminin etkisi ile aşağı doğru kayarlar.

Moloz birikintileri içinde hareket eden materyalin kalınlığı 8 - 10 cm. den birkaç metreye kadar değişmektedir. Yamaç eteklerinde bulunan karayolları, demiryolları gibi tesisler moloz hareketlerinden etkilenmektedir. Ayrıca bu hareketin sel deresine doğru olması sel ve taşkın oluşumuna neden olmaktadır.

1.4.2. Moloz Akmaları

Daha çok gevşek molozların bulunduğu dağ yamaçlarında, yağış sularının kolayca sızdığı yerlerde, sağanak yağışlarda molozların, ani oluşan sel suları ile hızlı bir şekilde aşağı doğru hareket etmesine moloz akması denir.

Özellikle kayalık alanlardaki fiziki ayrışma ile ortaya çıkan ve ormanın üst sınırı üzerindeki birikmiş taş ve kaya parçalarından oluşan moloz birikintileri olan yerlerde çok şiddetli yağışlardan sonra meydana gelen seller dere yataklarında moloz akmalarına neden olur.

Taşınan materyalin tane boyutları çok farklıdır. Molozun tane boyutları büyük taş, kaya ve çakıllardan kuma kadar değişebilir. Bu tür akmalar yollara, ziraat arazilerine ve diğer tesislere zarar verirler.

1.4.3. Toprak ve Çamur Akmaları

Su ile doymun hale gelmiş ve akışkan hal almış bir toprak kitlesinin yerçekiminin etkisi ile harekete geçmesine “Akma” denir.

Toprak ve çamur akmaları; yamaçların üst kısımlarında ayrışma sonucu oluşmuş gevşek birikinti materyal kütlesinin, şiddetli ve sürekli yağışlarla ağırlaşarak doymun hale gelmesi ve aşağıya doğru dar ve uzun bir şekil alarak, oyuntu ve dere yatağı gibi topoğrafik akıntı yollarını takip ederek akmasıdır.

Suya doymun ve gevşek bir çamur kütlesi halinde doğal yatakta hareket ettikleri için oldukça hızlı bir tempoda aşağı doğru akar.



Resim:1.27: Toprak ve Çamur Akması

1.4.4. Seyelan

Gevşek sediment taşıyan suyun ince bir tabaka halinde yamaç aşağı hızla akmasıdır. Çoğunlukla yamaç yüzeyi üzerinde ve oyuntulardan daha geniş kanallara doğru sediment taşıyan kar veya yağmur sularının oluşturduğu; ince, yaprağımsı, sürekli ve sığ bir biçimde olan yüzey akışıdır.

1.4.5. Kıyı Göçmeleri

Yukarı havzalarda sel, genellikle oyuntuların yatak tabanlarının kazılmasına ve/veya suyun doğrudan doğruya yatak kıyılarını alttan oymasına sebebiyet vermektedir. Buna bağlı olarak gelişen yamaçlardaki göçmelere kıyı göçmeleri denmektedir.

1.4.6. Taş ve Kaya Yuvarlanmaları

Kayalık bir yamaçtan veya gevşek materyalden kopan taş ($\text{çap} < 0.5\text{m}$) ve/veya kaya bloklarının ($\text{çap} > 0.5\text{m}$) düşmesi, yuvarlanması veya yere çarpıp sıçrayarak ilerlemesi olarak tanımlanmıştır. Taş ve kaya yuvarlanması çok ani gelişen tek bir olay olabileceği gibi birbiri ardından da gelişebilmektedir. Taş ve kayalar genellikle 5 - 30 m/saniye hızla ilerler ve yamaç eğiminin 30° 'nin altına düşmesiyle dururlar.

Taş ve kaya yuvarlanması (düşmesi) nedenlerinin en önemlisi doğrudan su ile yani; yağmur, donma çözülme, kar erimesi, kanallı sel, farklı erozyon ve kaynaklar ile sızmalarla ilişkilidir. Yağış ile ilgili dolaylı bir sebep de, kırıkları açabilen ve yüzeydeki blokları gevşeten, çatlak içlerine sokulmuş ağaç kökleridir.

Kış mevsimindeki hava koşulları; yağışı, uzun süreli dondurucu soğukları ve sonbahar ile ilkbaharda donma-çözülme çevrimlerini kapsar. Dağlık bölgelerde yükseltiye bağlı olarak sıcaklığın azalması, yağmur ve kar yağışının artması taş ve kaya aktivitesini arttıran etkenlerdir.



Resim:1.28: Taş ve Kaya Yuvarlanması, İkizdere - Rize - 2013



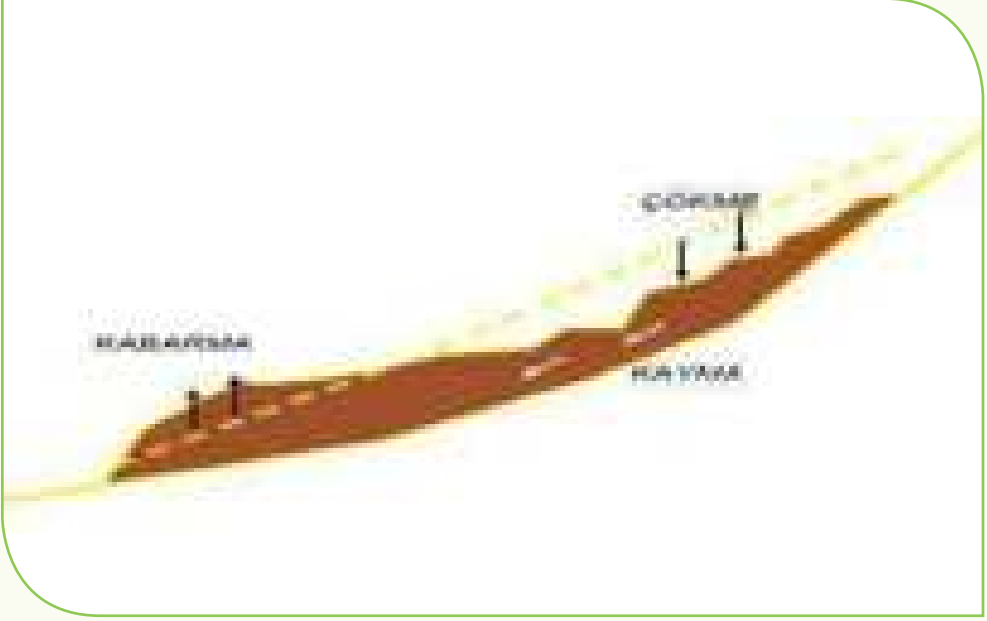
Resim:1.29: Taş ve Kaya Yuvarlanması, Marmaris

1.4.7. Arazi Kaymaları (Heyelanlar)

Yamaçlarda toplanan toprak ve benzeri katı materyallerin alt katmanlarında bir ayırma ve kayma düzlemi bulunan kısımlarda, düzlemin üstünde kalan toprak kitlesinin yerçekimi etkisi ile bulunduğu yükseklikten aşağı doğru kayma yüzeyi üzerindeki hareketine “Arazi kayması” veya “Heyelan” denilir.

Belirgin bir kayma yüzeyi yerine birçok küçük kayma yüzeylerinin bulunduğu durumlarda, çok yavaş cereyan eden hareketler de arazi kayması olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle heyelan hareketleri çok ani ve hızlı olduğu gibi, saatler veya günler süren bir yavaşlıkta da olabilir. Diğer taraftan heyelan sonucu yer değiştiren toprak kitlesi milyonlarca metreküp hacminde olduğu gibi, çok az miktarda da bulunabilir. Heyelanların dere yatağına doğru gelmesi ve derelerin akışını bir süre engellemesi sel ve taşkın zararlarını artırmaktadır.

Şekil 1.3: Arazi Kayması



Resim:1.30: Meyili ve Yağışı Yüksek Arazilerde Dağınık Yerleşim ve Sık Yol Ağı, Arazi Kaymalarına Neden Olmaktadır.

Heyelanların başlıca nedenleri; İklim, arazi eğimi, katı materyal kitlesinin kalınlığı, permeabilite, yeraltı suyu ve bitki örtüsüdür.

İklim, gerek yağış gerekse de gelişen bitki örtüsü nedeniyle heyelan üzerinde önemli ölçüde etkiye sahiptir.

Arazi Eğimi, arazi eğimi heyelanların meydana gelişinde en önemli etkindir. Arazi eğimi yükseldikçe heyelan ihtimali de artmaktadır. Yamaç eğimi arttıkça harekete geçirecek kuvvetler artacağından heyelan ihtimali de artmaktadır. Heyelanlar genellikle yüksek eğime sahip yamaçlarda gelişir. Yamaç eteğinin bir akarsu tarafından oyulması veya yol inşaatı gibi nedenlerle yamaç eteğinin kazılması denge koşullarını değiştireceği için kütle hareketi kolaylaşmış olur.

Kayan Materyal Kitlesinin Kalınlığı, yamaçlardaki materyal kalınlığının veya yamaç üzerine dolgu malzeme yüklenmesinin artması da, yamaç stabilitesini bozan bir faktördür. Nitekim aşırı yükleme özellikleri kil taşı ana materyalde kayma gerilimi ve toprak suyu basıncını artırmakta, bu durumda kütlelerin harekete karşı direncini azaltmaktadır. Bu nedenle, yamaçtaki yükleme ve materyal kalınlığı ne kadar fazla olursa, kayma tehlikesi de o ölçüde artmaktadır.

Permeabilite (Geçirgenlik), kayma bölgesinde permeabilite (geçirgenlik) nin yüksek olması halinde, yağışların fazla olduğu dönemlerde, yağış sularının ve yüzeysel akış halindeki suların alt tabakalara girmesi ve kütle içine tamamen nüfuz ederek onu doygun hale getirmesi kolaylaşmaktadır. Kayma yüzeyinin altındaki yapının permeabilitesi daha az olduğu için bu yüzeye kadar gelen sular, kayma yüzeyini ıslak ve kaygan bir tabaka haline getirmektedir. Tabaka eğimi yamaç eğimi yönünde ise üstteki kitlenin kayma olasılığı artmaktadır.

Yeraltı Suyu, toprak taneciklerini birbirine bağlayan, çözülebilir özellikteki çimento görevi yapan maddeler, yeraltı sularının toprak kitlesi içerisinde gözeneklerde akarken çözülürler ve hareket halindeki yeraltı suları tarafından taşınırlar. Tanecikleri birbirine bağlayan çimento maddelerin yıkanması ile kohezyonun ve iç sürtünme emsalinin azalması sonucu toprak kitlesindeki denge koşulları bozulmaktadır. Ayrıca, hareket halindeki yeraltı suları toz ve kil gibi ince materyalin taşınmasını sağlamakta ve yamaç stabilitesini zayıflatan oyuntu ve mağaraların oluşmasına neden olmaktadır.

Aşırı yağışlarda yer altı suyunun yükselmesi ve yüzeyden zemin içerisine aşırı su girişinin olması gözenek suyu basıncında ani artışlara neden olmakta ve yamaçlarda beklenmedik göçme ve/veya kaymalara yol açmaktadır. Suyun zemin ortamındaki birbirine bağlı boşluklardan geçerek akmasına Akış ve/veya Sızıntı denir.

Su, yamaçtaki malzemenin kaymasını kolaylaştırır. Zemin içerisinde sürtünme kuvvetini azaltır. Yamaç topuğunu aşındırır (akarsu aşındırması).

Bitki Örtüsü, ormanlık alanlarda ağaçların kökleri toprağı sımsıkı sarmaları sebebiyle yamacın stabilitesi artmaktadır. Ayrıca, ağaç kökleri transpirasyonla toprak kitlesi içinde yüklenmiş vaziyette olan suyu emerek azaltmaları ile de yamacın denge koşullarına olumlu etkide bulunurlar. Bu nedenle, sahadaki bitki örtüsü ve derinlere inen kök yoğunluğunun artması, yamacın arazi kaymalarına olan duyarlılığını azaltmaktadır.

Bitki örtüsü, yamaç erozyonunu önler, heyelana karşı duyarlılığı artırır, ancak, yamaçlarda ilave ağırlık oluşturur, kökler yoluyla zemine su toplar, suyun yamaç içine süzülmesine neden olur ve yamaç stabilitesini (duyarlılığını) bozar olumsuz etkiler. Bitki kökleri kayaçlarda da kırık ve çatlak sistemleri geliştirir, yamaçlarda derinlere inen kök yoğunluğunun artması, yamaçların stabilitesini (duyarlılığını) artırmaktadır.



Resim:1.31: Arazi Kaymasının Neden Olduğu Zararlar.

1.5. BUZUL EROZYONU

Buzul, karların donma ve çözülmesi sonucu içinde hava boşluğu bulunmayan kristalleşmiş sert ve katı bir kütle haline gelmesidir. Bu kütle soğuk(buzul) döneminde orta enlemlerde dağların yüksek kesimlerinde ve yüksek enlemlerde geniş alanlar oluşturur. Ülkemizde Buzul döneminden kalan ve alanı gittikçe daralan buzullar, Kaçkar, Erciyes ve ağıri dağında bulunmaktadır.

Yüksek dağlık arazideki derelerde, çeşitli zamanlarda oluşmuş bulunan buzulların (glasiyelerin) kısım kısım ve yavaş yavaş aşağılara doğru yürümesi sırasında beraberinde moren denilen çeşitli büyüklükte materyal kitlelerini sürüklemesi ile meydana gelen aşınma ve taşınma olayına **buzul erozyonu** denir.

Buzullar arazinin şekillenmesinde önemli rol oynarlar. Buzul hareketleri sırasında, büyük materyal kütlelerini de birlikte sürükleyerek arazinin kazılmasına ve cilalanmasına sebep olurlar.



Resim:1.32: Buzul Erozyonu, Kaçkar

BÖLÜM II

“

EROZYON VE SEL
KONTROLÜ TESİSLERİ

”

2. EROZYON VE SEL KONTROLÜ TESİSLERİ

Erozyon ve Selle Mücadelede Genel Yaklaşımlar

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

Entegre sel ve taşkın kontrolü, bir su havzasını, toprak ve yağış arasında sürekli ve çeşitli etkileşimlerin bulunduğu bir dinamik bir sistem olarak düşünür. Bu düşüncede çeşitli stratejiler, yapısal ve yapısal olmayan önlemler, karar verme süreçleri gibi çeşitli hususların kurumsal bir yapıda ele alınması gerekmektedir. Entegre sel yönetiminde, havzada ortaya çıkan can ve mal kayıplarının önlenmesi ile ilgili yapısal önlemler alınırken diğer taraftan da havza insanların sosyal ve ekonomik yapısını güçlendirmeye dönük stratejiler geliştirilmektedir. Bu açıdan toprak erozyonu ve sel, sadece teknik bir çözüm istenen, fiziksel bir problem olarak görülmemelidir. Havzada selin önlenmesiyle ilgili yapılması gereken faaliyetler, çeşitli kurumların görev alanına giriyorsa, sel önleme projeleri, entegre ve katılımcı olarak tanzim edilmelidir.

Sel kontrolü projesini yapan teknik elemanların, havza bütünlüğü içerisinde, toprağa bağımlı olan köylülerin, arazi kullanma metodlarını ve yaşam şartlarını iyi analiz etmelidir. Bu açıdan kırsal halkın, sosyal ekonomik yapısı, öncelikli problemlerinin tespiti, özellikle hayvan sahibi grupların, ormanlardan ve meralardan faydalanma şekli çok önemlidir. Çünkü yukarı havzada, meralarda küçükbaş hayvancılık yapan köylüler, doğal kaynakların yönetiminde ve kullanılmasında söz sahibi olup aşağı havza insanları ile çok farklı düşünürler. Aşağı havza insanları daha çok büyük baş hayvancılık ve tarımsal faaliyetlerle ilgilidirler.

Dağlık sel havzalarında, yamaç arazilerde gerekli tedbirler alınmadan, yalnızca dere yataklarıyla ilgilenmek, sorunun nedenlerini ortadan kaldırmadan sonuçla uğraşmaktır. Dolayısıyla sel kontrolünde dere yataklarının yanı sıra ilk önce yamaçlarda erozyon ve sel kontrolü tedbirlerini almak, yani yamaç yüzeylerinde, toprağın yüzeysel hareketini, koruma veya teraslama ile durdurduktan sonra araziye uygun ve yeterli bir bitki örtüsüne kavuşturmak daha sonra da oyuntularda gerekli sınav ve biyolojik tesisleri inşa etmek söz konusudur.

Bilindiği gibi bozulmuş yüksek dağlık havzalardaki selin önlenmesinin bir maliyeti vardır. Sel önleyici tesislerin maliyetini hesap ederken, nüfusun yerinde kalkındırılması gibi ekonomik ve sosyal gelişmeleri değerlendirmek gerekir. Sel önleyici tesislerin, biyolojik çeşitliliğe etkisi, fayda maliyet analizleri, çevresel ve sosyal etki değerlendirmeleri iyi hesap edilmelidir.

Ayrıca sel ve taşkın tehlikesini belirleyebilmek için havzalarda bazı parametreler dikkatle izlenmelidir. Bu parametrelerin izlenmesi sel ve taşkın tehlikesi öncesi önlem almayı kolaylaştıracaktır. Bunlar; Şiddetli yağışlar, uzun süreli yağışlar, ani kar erimeleri, ani debi yükselmeleridir.

Bilindiği gibi bitki türleri, bulundukları mıntikalarda uzun zamandan beri kendilerine uygun gelen bir toprak ve iklime adapte olmuşlardır. Meyili yüksek dağlık alanlarda vejetasyonun, herhangi bir tahrip neticesinde kaybolması halinde, sahaya tekrar gelmesi uzun zaman alabilir. Bu nedenle sahaya kısa zamanda, yeniden vejetasyon getirebilmek ve yüzey sel 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 bir orman toprağının yavaş yavaş meydana gelmesi için lüzumlu tedbirler alınmalıdır.

Ekseriyetle 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. Bilhassa ana materyal, kumlu tortul depo, fliş veya volkanik kum ve tuf 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 meskün 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 gayesine uygun bir şekilde yerleştirilmesidir. Diğer bir deyimle her tesis evvela lüzumlu olduğu yerde ve sonra da 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 sınıai tesisleri ilave etmek, gereksiz 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.

Değişik kullanımlar altındaki yamaç arazilerde, selin durdurulmasında genellikle iki ilkeden hareket edilmektedir.

1. Yağmur damlasının toprak yüzeyi üzerindeki tahripkâr etkisini ortadan kaldırmak veya azaltmak,
2. Yüzeysel akışın tehlikesiz bir şekilde akmasını ve toprak içine infiltrasyonunu sağlamak.

Her iki amacı gerçekleştirebilmek için toprak, su ve bitki arasında tabii dengenin sağlanması gerekir. Bütün erozyon kontrolü önlemlerinin amacı bu tabii dengeyi tesis etmeye dönüktür. Çünkü, erozyon toprağın çeşitli faktörlerle yerinden kopararak 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, çalılendirme ve otlandırma faaliyetlerini sayabiliriz.

Erozyon ve sel kontrolü 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 mıntıklarda, 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.

Esasen, 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 m² 'de bir ot kökünün bulunması yeterlidir.

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

Bu yaklaşım içinde selle mücadelede; havzanın, taşkın tehlike ve taşkın risk haritalarını oluşturmak, taşkın öncesinde, esnasında ve sonrasında yapılması gereken idari, mekanik ve bitkisel önlemleri almak suretiyle amaca ulaşılabilir.

Taşkın Tehlike ve Risk Haritalarının Oluşturulması

Taşkın tehlike haritaları, taşkın anında su altında kalacak alanları, su seviyesini, su derinliğini ve debisini gösteren haritalardır. Taşkın risk haritaları ise, taşkından etkilenmesi muhtemel yerleşik halkın nüfusunu ve arazide zarar görecektir ekonomik tesisleri gösteren haritadır.

Havzanın Sosyal, İdari ve Ekonomik Yapısının İncelenmesi

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 mani olunması veya otlatmanın bitki örtüsünü bozmayacak şekilde düzenlenmesi, arazi sınıflamasına göre arazi kullanımının temini, sorunun çözümü için halkın katılımını sağlayacak yöntemlerin tespiti ve uygulamaya konması ve sahanın otlatma veya diğer faydalanma şekillerine karşı koruma altına alınması gibi önlemler idari önlemler arasında sayılabilir.

Erozyon ve selle mücadelede idari önlemlerin en kapsamlısı, halkın refah düzeyinin yükseltilmesini de içeren projelerin uygulamaya konmasıdır. 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 uygulamaları da içermesidir.

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 halka aktif görevler verilmektedir. Böylece halkın, projeyi kendi projesi olarak benimsemesi yapılan işlere sahip çıkması sağlanmaktadır.



Resim 2.1: Köy Toplantısı, Ayrancı - Karaman - 2014

Havzanın Bitkisel Önlemler İhtiyacı

Bitkisel 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 suyuolu tesisi gibi çalışmalar bitkisel ve kültürel tedbirler kapsamındadır. Dere yataklarının bitki örtüsü ile tahkim edilmesine dönük tedbirler yukarı havzada teknik önlem alındığı halde yeterli görülmeyen veya yukarı havzada teknik önlem alınamayan derelerin ıslahı için kullanılabilir.

Havzada Mekanik Önlemlerin Gerekliliği

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 kullanımına göre ayrı olarak planlanmalı ve uygulanmalıdır.

Erozyon kontrolü tesisleri(Mekanik önlemler), yamaçlarda ve oyuntularda erozyonuna karşı uygulanan önlemler ile koruyucu ve saptırıcı tesisler ve erken uyarı sistemleri olarak mütalaa edilebilir.

Yamaç ve Oyuntu Tesisleri

Yamaçlarda uygulanan önlemler arasında teraslama, çevirme hendeği, taş kordon, örme çit v.b. sayılabilir. Oyuntu erozyonuna karşı alınan önlemler arasında çizgi halindeki oyuntularda, sel yarıntılarında ve sel derelerinde oyulmaların önlenmesi için uygulanan toprak sedde, kuru duvar eşik, daha büyük derelerde miks eşik ve harçlı eşik sayılabilir.

Koruyucu Tesisler

Koruyucu tesisler ise, sel veya taşkın olması durumunda insanın ve diğer yapıların zarar görmemesi için yapılan sınaî tesislerdir. Dere yatağı kenarına inşa edilecek kıyı duvarları, anroşman ve fildöferler suyun dere yatağından taşmasını önleyici koruyucu bir tesistir.

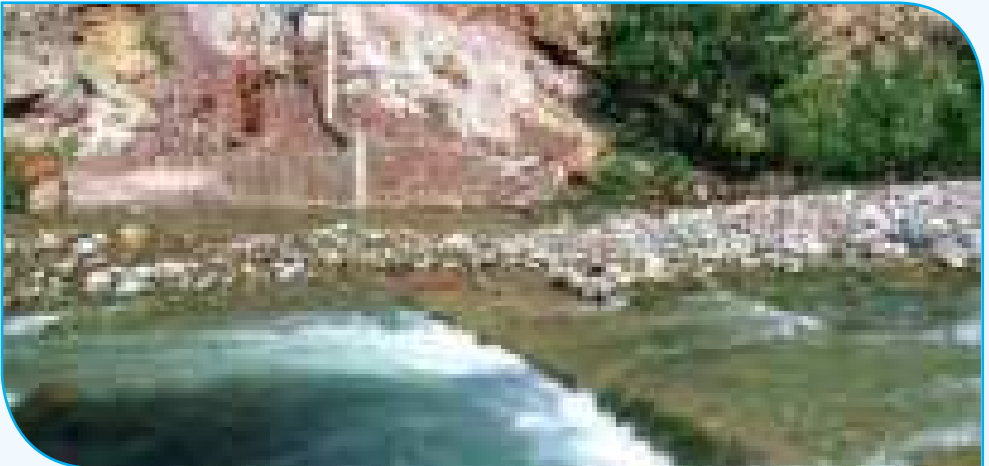
Saptırıcı Tesisler

Saptırıcı Tesisler, havzalarda selin insan ve diğer tesislere zarar vermemesi için suyu ve sedimenti, başka yöne çeviren sınaî yapılarıdır.

Erken Uyarı Sistemleri

Erken uyarı sistemleri, bireylere ve kurumlara tehditi altında oldukları zarar ve afetlere karşı uygun ve yeterli şekilde hazırlanmaları ve mücadele etmeleri amacıyla anlamlı uyarı bilgilerinin elde edilmesi ve sağlanması için gerekli kapasite düzenlemesidir. Erken uyarı, afet riskinin önlenmesi ve etkilerinin atılmasına yönelik yaşam kayıplarının önlenmesine ve maddi ve ekonomik kayıpların azaltılmasına önemli bir katkı sağlar. Erken uyarı sistemi dört ana konuyu önem verir. Bunlar; risk analizi, izleme ve ikaz, iletişim ve tepki kapasitesidir.

Sel bölgelerinde, sel felaketinden ne kadar erken haber alınırsa, insanların korunması o kadar etkili olmaktadır. Bunun için havzanın yukarı bölgelerine yerleştirilecek ileri teknoloji erken uyarı cihazları, sular yükselmeye başladığı anda uyarı verecek böylece insanların bir an önce güvenli alanlara taşınmasını sağlayacaktır.



Resim 2.2: Sel Erken Uyarı Sistemi

2.1. YAMAÇ ISLAHI TESİSLERİ

Su erozyonu ve sel ile mücadele çalışmalarının ağırlığını yüzey erozyonu ile mücadele teşkil etmektedir. Bu erozyon şekli ile mücadele, hadisenin vuku bulduğu yere, arazinin kullanma şekline, bitki nev'ine, erozyonun şiddetine, toprak niteliklerine ve meyile göre değişik olabilir. Genel olarak yüzey erozyonu ile mücadele, belli bir meyile kadar teraslama yapmak ve teraslara fidan dikerek sonuç da sahanın orman haline gelmesini sağlamaktır. Yüzey erozyonunun önlenmesi amacı ile özellikle ağaçlandırılması planlanan yerlerde teraslamalar önemli bir yer tutar.

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 erozyonun ve selin önlenmesinde kullanılan en önemli tesislerdir.

Bir başka ifade ile teraslar, arazi üzerinde, meyil ve bölge hidroliği gereklerine göre aralıkları belli edilen, suyu yamaç üzerinde tutmak için tesviye eğrilerine paralel veya suyu erozyona sebep olmayacak şekilde akıtıcı olarak tesis edilir. Teraslar, tesviye eğrilerine paralel tarımın, şeritsel tarımın ve diğer 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 tarımsal ürün 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 kontrolü ve toprak muhafaza tedbirleri ile tarımsal verimi artırıcı uygulamalar tekniğı içerisinde planlanırsa, hem erozyonu ve seli azaltır, hem de tarım ürünlerinin sürdürülebilir bir şekilde yetiştirilmesine imkân sağlar.

Toprak koruma sistemleri içinde yer alan teras şekilleri ve tipleri, çok karmaşık ve çeşitli olup, ülkeden ülkeye de farklılıklar göstermektedir. Ayrıca terasların sistematiğı, toprağı koruma şekli ve uygulama modelleri ile ilgili Dünya'da 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 orman ağaçlandırma ve tarımsal meyve fidanı yetiştirme amaçlı, 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.

Teras Çeşitleri

Kontur Setler; Tarım alanlarında bir veya iki metre genişliğinde eğime dik olarak tesis edilir. Şeritvari tarım sistemi içinde ağaç veya otsu bitkilerin ekildiği tamponlar şeklinde görev yaparlar.

Basamak Şeklindeki Teraslar; Bu terasların amacı, erozyonu azaltmak, seli önlemek, toprak nemini ve verimliliğini artırarak araziden daha fazla ürün elde etmektir. Teraslar, arazi eğimi boyunca birbirini takip eden bir seri basamakları kapsarlar. Teras sistemi, yetiştirilecek bitkinin çeşidine göre planlanırlar.

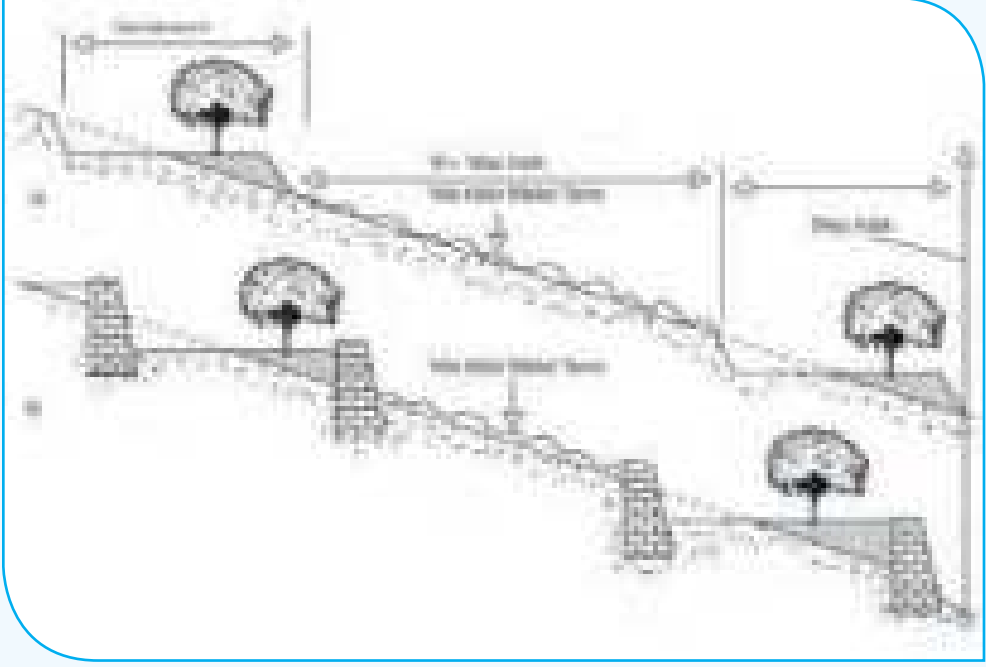
Türkiye’de dik arazilerde, orman ve meyve fidanı yetiştirmede kullanılan emdirici ve dar teraslar olduğu gibi Uzakdoğu ülkelerinde daha az meyilli, ağır topraklar üzerinde inşa edilen, sulanabilen çeltik gibi su isteyen ürünlerin yetiştirildiği, emdirici veya akıtıcı, düz ve geniş teraslarda kullanılmaktadır.



Resim 2.3: Basamak Şeklindeki Teraslarda Zeytin Plantasyonu, Akhisar - 2014

Aralıklı Basamak Şeklindeki Teraslar; Basamaklı seki teraslara benzer, fakat daha geniş aralıklarla inşa edilirler. Seki üzerinde ağaç yetiştirilir, sekiler arasında da tarım yapılabilir. Bu teraslar daha çok Uzak Doğu ülkelerinde tarımsal ürün yetiştirmek için tesis edilirler.

Şekil 2.1: Aralıklı Basamak Şeklindeki Teraslar

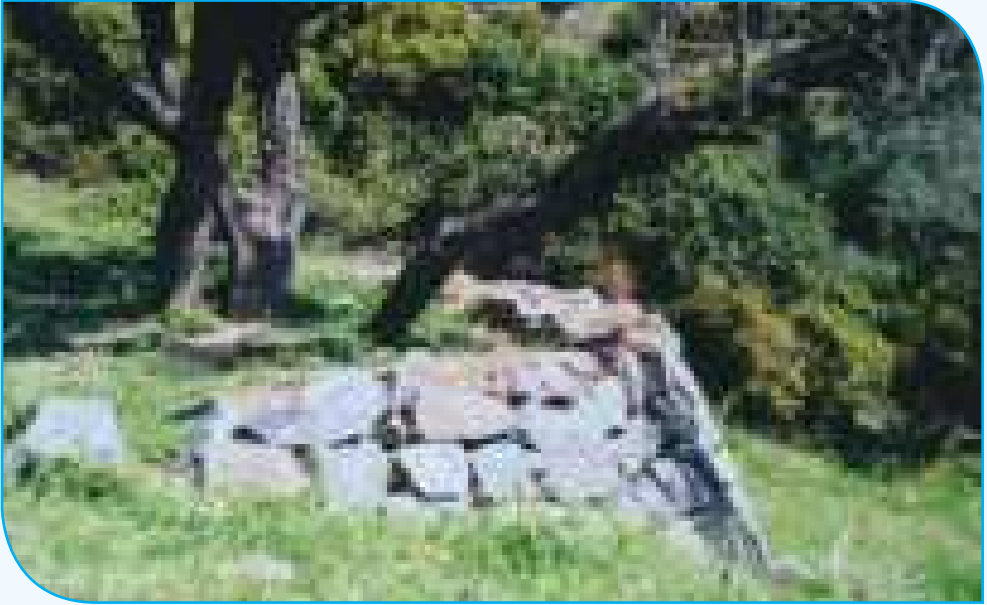


Resim 2.4: Aralıklı Basamak Şeklindeki Teraslar - Avustralya - 1995

Hendek Teraslar; Diğer teras sistemlerinin uygulanamadığı dik eğimli arazilerde erozyonu ve seli önlemek ve uygun yerlerde ağaçlandırma yapmak amacı ile tesis edilirler.

Hendek terasların inşa edildiği sahalarda genellikle toprak zayıf, infiltrasyon düşük, yüzey akış ve erozyon fazladır. Böyle arazilerde toprak derinliği az ise, toprak oluşumuna da yardımcı olur. Bu açıdan havza rehabilitasyonu açısından oldukça yararlıdır. Fazla yağışlı bölgelerde hendekler eğimli, kurak bölgelerde eğimsiz planlanır. Hendekler eğimsiz planlanırsa hendekler arasında oluşacak yüzey akışı tutacak kapasitede olmalıdır. Bu teraslar Türkiye’de fazla kullanılmamaktadır.

Cep Teraslar; Cep teraslar, eğimin çok fazla (<%80) olduğu, diğer teras sistemlerinin uygulanamadığı, genellikle karstik, taşlı arazilerde Zeytin ve Antep fıstığı yetiştirildiği veya normal meyilde orman ağaçlandırmasının yapılacağı ve aynı zamanda erozyonun önleneceği arazilerde tesis edilir. Cep teraslarda ağaç dipleri, çanak biçiminde açılarak, yüzey sulardan bitkinin daha çok yararlanmasını sağlar. Arazide taş bulunduğu takdirde, açılan dolgu kısımlarının önüne duvar örülür.



Resim 2.5: Zeytinde Cep Teras

Arazi Meyillerine Uygun Teras Çeşitleri

Genel olarak %5 meyilin üzerinde erozyonun başladığı kabul edilmelidir. 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 çalışmaları 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).

%20 bazı şartlarda %30 meyilin üzerinde tarım yapılması erozyon yönünden kabul edilemez. Bu tip araziler orman ve mera olarak kullanılmalıdır. Diğer taraftan %60 eğimin üzerinde teraslama yapmak doğru değildir. Ancak, can ve mal emniyeti yönünden çok önemli olan özel şartlarda, %80 meyile 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 meyile sahip alanlardan veya çalışılacak sahanın üst kısmındaki kayalık, sık 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.

Tablo 2.1: Arazi Meyiline Göre Teras Çeşitleri

TERAS ÇEŞİTLERİ	ARAZİ MEYİLİ (%)
TARIM ALANLARI	
Tesviye Eğrilerine Paralel Tarım	0 - 2
Kontur Setler	3 - 12
Çevirme Terasları	3 - 12
Emdirici Teraslar	3 - 8
Seki Şeklinde Teraslar	13 - 58
ORMAN ALANLARI	
Gradoni Teraslar	40 - 80
Tekne (Hendek) Teraslar	30 - 40
Kanallı Gradoni Teraslar	30 - 40
Akıtcı Teraslar	40 - 80
Cep Teraslar	> 80 >
Doğal Koruma Sahaları	80 >

Yüksek Meyilde, Geniş Tabanlı Terasların Tesisinde Dikkat Edilecek Hususlar

Herhangi bir koruma tedbiri alınmadan yüksek meyilde veya tekniğine uygun olmayacak şekilde teras inşa edildiği takdirde, milyonlarca yılda oluşmuş arazinin doğal dengesi bozulmakta ve sonucunda geri dönülemeyecek koşullar ortaya çıkabilmektedir.

Bu alanlarda erozyon tehlikesi daha da artmaktadır. Yamaçtan kütleli kaymalar vuku bulmakta ve dikilen fidanlar toprak altında kalmaktadır. Özellikle paletli traktör ile inşa edilen geniş tabanlı teraslarda toprağın profil yapısı bozulmaktadır. Mesela, Dozer Bıçaklı seki teras çalışmalarında, değişik meyil gruplarına göre yaklaşık yamaç tarafından 1 ila 3 metre yüksekliğinde bir kazı yapılmaktadır. Bu kazı ile toprağın A horizonun tamamı, B horizonun da önemli bir bölümü taşınmaktadır. Bu da bitki büyümesini önemli ölçüde ve olumsuz yönde etkilemektedir.

Arazi meyili yükseldikçe kazı miktarı ekonomi sınırlarını aşacak şekilde yükselmektedir. Sığ topraklarda yapıldığı takdirde, ana kaya ortaya çıkmaktadır. Mesela, %50 meyilde, 4 metre genişliğinde ve 100 metre uzunluğunda bir teras inşa edildiği takdirde 400 m³ kazının yapılması gerekecektir. Ayrıca ortalama 4 metrelik aşağı doğru arazide toprakla örtülmektedir. Bu nedenle dozer bıçakları ile yapılacak teraslamadan sakınmak gerekir.

Teraslar, kanallı eğimli (Akıtcı), eğimsiz veya bu ikisinin kombine edilmesi suretiyle tesis edilebilirler.

2.1.1. Kanallı Eğimli Teraslar (Akıtcı Teraslar)

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

Eğimli terasların yapımında güdülen gaye, yağış sularını kısa mesafelerde tutarak, yamaç dışına akıtmak ve bu suretle yamaçtaki toprak taşınmasına engel olmaktadır. Akıtcı 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 meyille, tesis edilen ve uzunluğu genellikle 400 metreyi geçmeyen teraslardır.

Bu tip teraslar, ağaçlandırma yapılmayacak erozyon kontrolü 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 akıtcı terasların tesisinden sonra eğimsiz teraslar inşa edilmelidir.

Akıtıcı teraslar daha çok, ekosistemi bozulmuş sel havzalarında, ağaçlandırma yapılmayacak, ekstrem maksimum yağışın fazla, meyilli, 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, sel ve taşkınların daha iyi ve uzun yıllar önlenmesi 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 (kuruduvar eşik, miks eşik, tel kafes, oyuntu ağaçlandırması v.s) 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 terasda 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 Mahzurları

Faydaları

- Yüzeysel akışa geçen suları sürüklemeye 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 sürüklemeye etkisi ortadan kaldırılırken, infiltrasyon süresi uzatıldığından daha fazla suyun toprağı 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 meyille akıtarak sel ve taşkınlara karşı daha güvenli bir tesistir.

Mahzurları

- Yüksek meyilli ve gevşek yapıya sahip arazilerde tekniğine uygun tesis edilmezse erozyon ve sel tehlikesini artırır.
- Arazi meyili yükseldikçe, birim alandaki kazı miktarı artacağından maliyet de yükselir.
- Yüksek meyilli 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 meyili yüksek ise, kütleli göçme ve kaymalara zemin hazırlanmış olur.

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 meyil 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 meyiline ve yağışın şiddetine bağlıdır.

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 teras aralık mesafeleri, orman kurulmasına uygun sahalarda, ağaçlandırma tekniği açısından fazladır. Çünkü, bu takdirde ağaçlandırma sahasında, kapallık sağlanması güçleşmektedir. Bu nedenle, dikim yapılacak eğimli teraslar fidanların kısa sürede kapallık oluşturması için, orman kurulmasına müsait aralık mesafelerde tesis edilen emdirici teraslarla kombine olarak tesis edilmelidir.

Eğimi %10 - 25 arasındaki yamaçlar için Saccardy Formülü;

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

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;

$H^2 = 64 \times P$ şeklinde uygulanmalıdır.

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

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

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

$$H = \sqrt[3]{(260+10) \times P} = H = \sqrt[3]{(260+10) \times 0,20} = \sqrt[3]{54} = 3.78 \text{ m}$$

(b) Yatay aralık

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

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

(a) Düşey aralık

$$H = \sqrt{64 \times P} = \sqrt{64 \times 0,50} = \sqrt{32} = 5.66 \text{ m.}$$

(b) Yatay aralık

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

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

Tablo 2.2: Saccardy Formüllerine Göre Teraslarda Uygulanabilecek Maksimum Düşey ve Yatay Aralıklar, *O.Uzunsoy, E.Görcelioğlu-1985*

Yamaç Eğimi	DÜŞEY ARALIK (H)			YATAY ARALIK (L)		
	$H1=\sqrt[3]{(260+10).P}$	$H2=\sqrt[3]{(260-10).P}$	$H = \sqrt{64.P}$	$L1=100.1/P$	$L2=100.2/P$	$L=100.H/P$
%	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

Teras Debisinin Hesabı

Teras debisinin hesabından önce teras yağış alanının hesap edilmesi gerekmektedir.

Teras Yağış Alanı Hesabı:

Teras debisinin hesaplanabilmesi için, teras yağış alanının bilinmesi gerekir.

Yağış alanı ise;

S = $L_1 \times L_2$ formülü ile hesaplanabilir.

Formülde;

S = Teras yağış alanı (m^2)

L₁ = Teraslar arasındaki yatay mesafe (m)

L₂ = Teras uzunluğu (m)

Örneğin, teraslar arasındaki (L1) yatay mesafe = 11.32 metre, teras uzunluğu (L2) = 400

Metre ise, terasın drenaj sahası; $S = 11.32 \text{ m.} \times 400 \text{ m.} = 4528.0 \text{ m}^2$ '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 (akıtcı) 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.

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

Q max = İki teras arasındaki alanda oluşan ve terasta toplanan su miktarı (m^3/san)

S = İki teras arasındaki alan (m^2)

I = Yağış şiddeti (m/dak)

Örnek:

S = 4528 m² (İki teras arasındaki alan)

I = 3 mm/dak = 0.003 m/dak.'dır.

$$Q_{\max} = \frac{4528 \text{ m}^2 \times 0.003 \text{ m/dak.}}{60} = \frac{13.584}{60} = 0.226 \text{ m}^3/\text{sn}$$

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 $S(\text{m}^2)$, terastan akan suyun hızı $V(\text{m/sn})$ ile gösterilirse, terasın 1 saniyede akıtılabileceği su miktarı

$$Q = S.V(\text{m}^3/\text{sn}) \text{ 'dır.}$$

Bu debinin terasa gelen suyun debisine eşit olması gerekir.

$$\text{Böylece } Q_{\max} = Q = S \times V \text{ 'dır.}$$

Bu formül aşağıdaki gibi yazılarak terasın enine kesit alanı hesaplanabilir.

$$\text{Terasın enine kesit alanı (S)} = \frac{Q (\text{m}^3/\text{sn})}{V (\text{m/sn})} = \frac{Q}{V} \text{ m}^2$$

S = Terasın kesit alanı (m²)

Q = Debi (m³/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 - 1,830 m/sn. arasında değişmektedir.

Prof. Dr. F. TAVŞANOĞLU'na göre ise teraslarda emniyet sınırları içinde akım hızları toprak cinslerine göre ortalama $V = 0,65$, $V = 0,70$, $V = 0,80$ m/sn arasında oynamaktadır. Bu ortalama değerlerin, akım hızı tablosundaki kolloid olmayan balçık topraklar ile ince çakıllı topraklar arasındaki toprak türlerine tekabül ettiği görülmektedir.

Tablo 2.3: Akım Hızı, (Bakır,1976)

TOPRAK CİNSİ	V = KABUL EDİLEN AKIM HIZI (m/sn)
Kolloid olmayan ince kum	0.457
Koloidal olmayan kumlu balçık	0.533
Koloidal olmayan balçık	0.610
Koloidal olmayan alüviyal topraklar	0.610
Adi sıkı balçık	0.762
Volkanik küller	0.762
İnce çakıllı toprak	0.862
Koloidal sert kil	1.143
Şist ve sert toprak	1.830

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,

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

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 (m^2) Hesabına Örnek:

Q max = 0.226 m^3/sn , (Teras Debisinin Hesabı bölümündeki örnekte hesaplanan debi miktarı)

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

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

Terasın kesit alanının hesabında kullanılan formülde,

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

görüldüğü gibi, terasın kesit alanını belirleyen iki faktörden birincisi terasda akacak suyun maksimum 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, muhtelif eğim grupları için formülü ile,

$$S = \frac{Q_{\max}}{V} \text{ m}^2$$

hesaplanan teras kesit alanları tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2.4: Erozyona Karşı Az Dayanaklı Bir Arazide Değişik Eğimler İçin Teras Kapasiteleri

Arazi Eğimi P (%)	Yatay Aralık L ₁ (m)	Teras Uzunluğu L ₂ (m)	Teras Yağış Alanı S (m ²)	3 mm/ dak Yağış için Q max= (m ³ /sn)	Teras Kesiti (m ²)		
					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

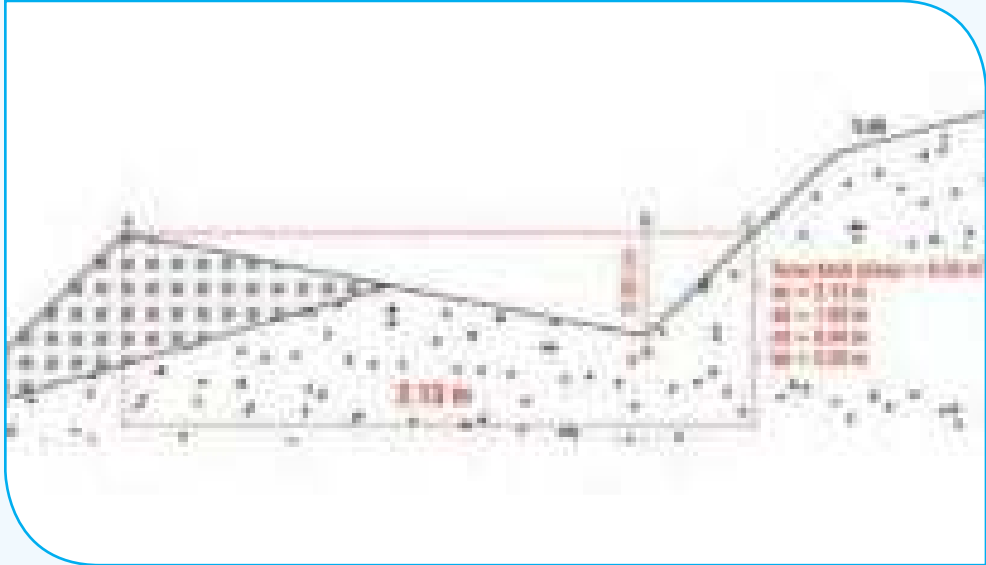
Tablodan görüleceği gibi, arazi eğimi azaldıkça teraslar arası yatay mesafe artmakta, arazi eğimi yükseldikçe teraslar arası mesafe azalmaktadır. Teraslar arasındaki mesafenin tayini bölümünde açıklandığı gibi, teraslar arası mesafe toprağın örtü durumuna, toprağın erozyona karşı hassasiyetine, arazinin meyiline 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 meyilli arazilerde teras inşasındaki teknik zorluklar ve kazı miktarının artması, dolayısıyla maliyetin yükselmesi, yüksek meyillerde teras ebatlarının küçültülmesi gereğini ortaya koymaktadır. Teras kesit alanı hesaplandıktan veya arazi şartlarına göre, teras belli bir ölçekte çizilir. Ancak, burada dikkat edilmesi gereken husus, hem teras en kesit alanı hesaplanmış alana uyacak, hemde 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 2.2: Gradoni Tipi Akıtıcı Terasların Tersimi



Teras Meyilinin Hesabı

Teras meyli Chézy formülü ile hesaplanabilir.

Chézy Formülü;

$$V = C \times \sqrt{R \times P} \text{ 'den} \quad P = \frac{V^2}{C \cdot R^2} \text{ şeklini alır.}$$

Burada,

V = Su hızı (m/san),

C = Hız katsayısı,

R = Hidrolik yarıçap (m),

P = Eğim (%)

Chézy formülünün kullanılabilmesi için;

Su hızı (V),

Hız katsayısı (C),

Hidrolik yarıçapı (R) bilinmesi gerekmektedir.

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

R = Hidrolik yarıçap (m)

S = Terasda ıslanan alanın yüzölçümü (m²)

U = Terasın ıslak çevre uzunluğu (m)

Örnek;

Terasta ıslanan alanın yüzölçümü $S = 0.32 \text{ m}^2$ ise, terasın ıslak çevre uzunluğunu bulmak için $S = 0.32 \text{ m}^2$ 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) (dc) kenarlarının toplamıdır.

$U = ac + cb = 1.80 + 0.44 = 2.24 \text{ metredir.}$

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

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

Bazin formülü;

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

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.

Tablo 2.5: Bazin Pürüzlülük Değeri, *Prof. Dr. F. Tavşanoğlu - 1974*

MECRA KENARLARININ VE TABANININ DURUMU	BAZİN PÜRÜZLÜLÜK DEĞERİ (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

Bilinen değerler formülde yerine konulduğu takdirde;

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

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 konursa;

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

Görüldüğü gibi, Chézy Formülü kullanıldığı takdirde kanal eğimi %1 olarak bulunmuştur.

Teras meylinin hesaplanarak tespitine örnek olmak üzere 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.

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 kullanılabilen birinci derecede toplanma hatları olabilir.

Genellikle toplayıcı drenlerin kenarları serbest su akımını sağlayacak şekilde, derine giden kökleriyle mecrâ tabanlarını tespiti 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 meyil verilir. Terasın uzunluğu da 400 metreyi geçmemelidir. Boşaltma kanalı olarak kullanılacak dere veya derecik 400 metre mesafeden uzakta olabilir. Bu durumda terasın daha uzun olmasına meydan vermemek için suni boşaltma kanalları da yapılabilir.

Suni boşaltma kanalları için tabii suyolları seçilir. Dağlık, dalgalı, dik meyilli ve sık sık meyil 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, bir klizimetre, bir 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. Üç metrelik bir düşey aralık verilmesini istediğimizi kabul ederek bu işlerin nasıl yapılacağı şekil üzerinde gösterilmiştir. Bundan sonra, teknisyen birinci kazığın altına geçerek klizimetre ile kazığın toprakla birleştiği yere klizimetrenin sıfır hattı ile bakar ve geriye dönerek 3 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 Kazıklanması

Aktıcı terasların kazıklanmasında küçük nivolar kullanılabileceği gibi bir şahıslı mira ile bir nivo kolimatör kullanılması daha kolay ve pratiktir. Terasların araziye aplikasyonunda nivo kolimatörler, nivoya göre daha avantajlıdır. Nivo kolimatör, 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 eğimi de 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 hâkim 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 4 metrede bir şahsın 2 cm. yukarıya çıkarılması, eğim çıkarak gidecekse her 4 metrede bir şahsın 2 cm. aşağı indirilmesi tembih edilir. Şahsın tespit edildiği mira veya ağaç üzerinde santimetre taksimatı vardır. Teras hatlarının araziye tam uyması, ters eğimler teşekkül etmemesi ve inşaat esnasında 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.

Terasların İnşası

Teras hatlarının kazıklama işleri tamamlandıktan sonra terasların inşasına geçilir. Genel olarak terasların yapımına yamaç yukarisından başlanır ve aşağı doğru devam edilir. Eğimli teraslarda yapım sırası yukarıdan aşağı olmakla birlikte, her bir terasın yapımı çıkış ağızı 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 maksatla çevirme terasları normal teraslara nazaran daha büyük yapılır ve %1 ilâ %1.5 eğim verilmek suretiyle inşa edilir.

Terasların inşası arazinin durumuna ve meyiline göre muhtelif şekillerde olabilir. Taşlık ve kayalık yerlerde kazma veya ekskavatörle çalışmak zarureti 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 bilhassa yüksek meyilli 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 da elle son düzeltme zorunluğu vardır. Teras kazıklarının inşaat sırasında muhafaza edilmesinde yarar vardır, bu suretle inşaatın son kontrol mümkün olur. Bununla en iyi şekli kazık üzerinden alınan toprakların kazığın hemen alt tarafına biriktirilmesi ve tümseğin kazığın altında teşkil edilmesidir.

Teras inşası sırasında çıkan taşlar tümsek ayağına muntazam bir şekilde konur. Bunlar terasın tutunmasında yararlı olurlar. Tümseklerin verilen değerlerden en az %10 büyük ve yüksek yapılması ileride vukua gelecek oturmalarla karşı lüzumludur. Teraslarda, toprağın geçirgenliğini artırmak maksadıyla 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.

2.1.2. Eğimsiz (Emdirici) Gradoni Teraslar

Eğimsiz teraslar, eğimleri olmayan, tesviye eğrilerine paralel sıfır meyilli 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 kontrolü çalışmaları veya tarımsal ürün yetiştirilmesi için hazırlanan tesislerdir.

Emdirici teraslar, özellikle yağışın kar şekline olduğu, ekstrem maksimum yaz yağışlarının vuku bulduğu, meyilli, toprağın geçirimli, infiltrasyon kabiliyeti yüksek, erozyona hassas toprak şartları için daha uygundur. Özellikle yüksek dağlık alanlarda yağın karların teraslar üzerinde uzun süre kalması ve suyun toprağa girmesi daha fazla olacak ve ani sıcaklık değişimlerinde de kar suyunu teraslarda muhafaza etmek suretiyle, 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.

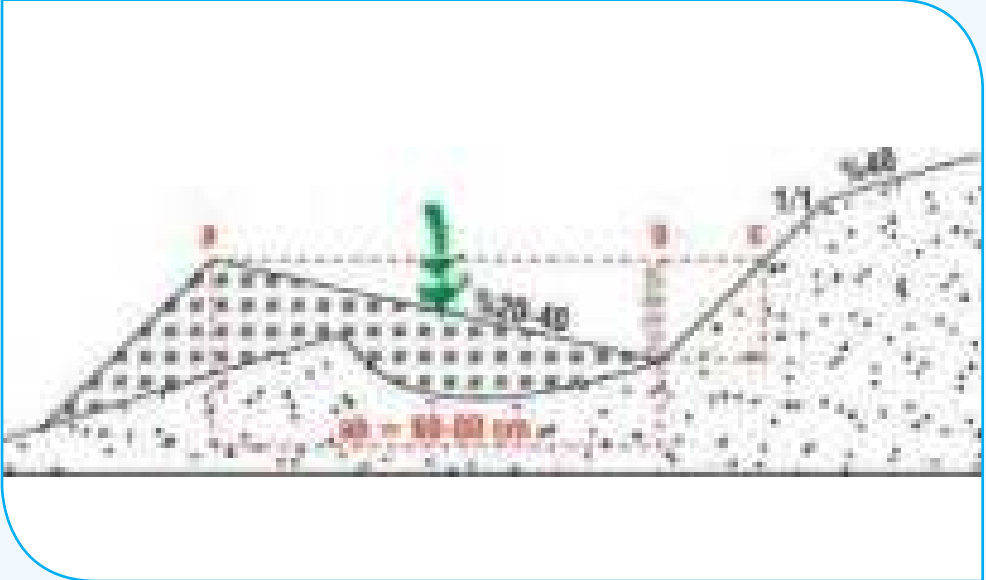
Sel havzalarındaki meralarda ot gelişimini artırıcı amaçla tesis edilen emdirici teraslar, hayvanların geçişine imkân verecek şekilde, şaşırtmalı kesik teraslar halinde inşa edilmelidir. Emdirici terasın yamaca olan meyili ve terasın aynası ve şevi, hayvanların geçişi için mümkün olduğu kadar düşük meyilde tesis edilmeli ve ayrıca arazi meyilin fazla olduğu kısımlarda dik olan ayna ve şevlerin meyilini azaltacak şekilde gerekirse düzeltme yapılmalıdır.

Eğimsiz teraslar genellikle üçe ayrılmaktadır.

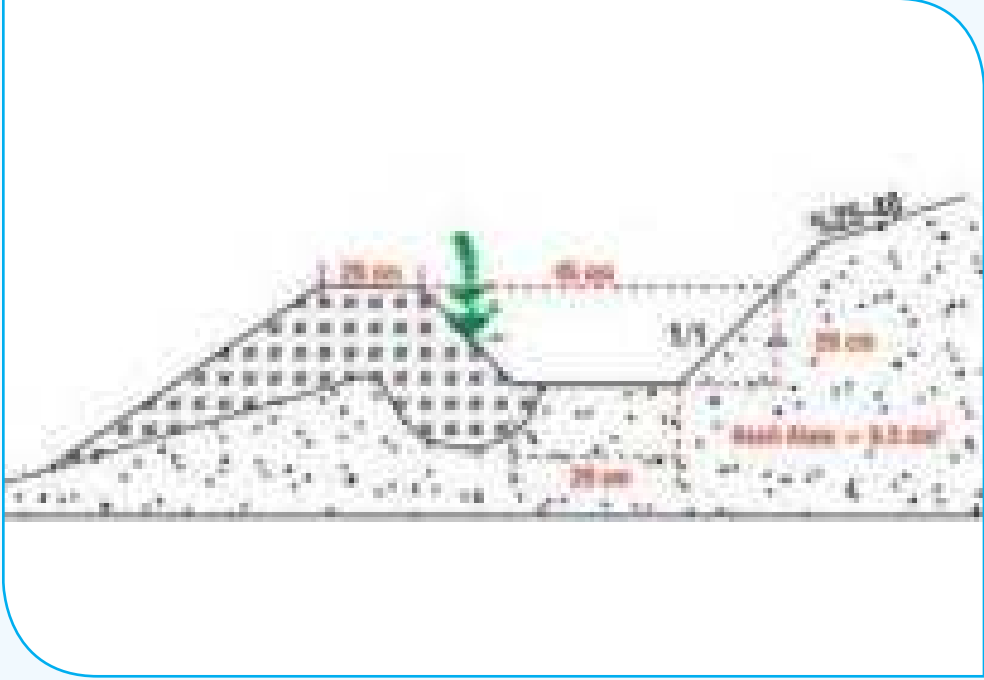
Bunlar:

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

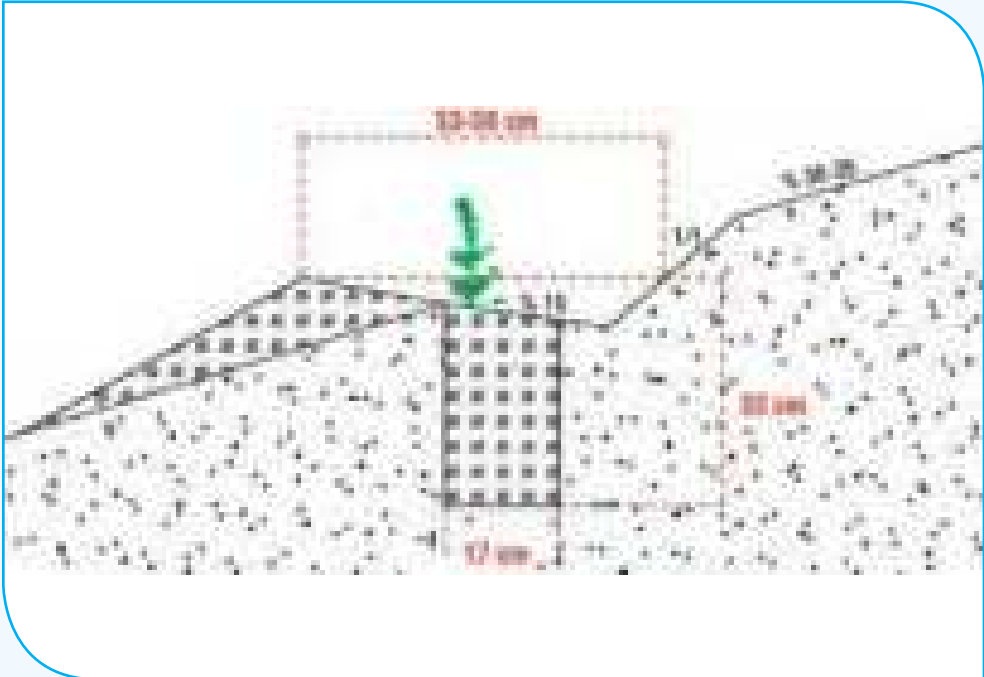
Şekil 2.3: Gradoni Tipi Teraslar



Şekil 2.4: Tekne Tipi Teraslar



Şekil 2.5: 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.

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 toprak muhafaza ağaçlandırmaları için en uygun teras tipidir.

Teraslarla yapılan toprak işlemlerinin asıl amacının ağaçlandırma olduğu unutulmamalıdır. Bu bakımdan erozyon sahalарında teras aralıklarının hesap edilmesinde her ağaç türü için fidan aralık ve mesafeler esas alınmalıdır. Zira erozyon kontrolü sahalарında yetiştirme muhiti 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 yabancı otların temizlenmiş olması şartıyla yağıştan azami bir 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.

Teras Kesitlerinin Hesabı

Eğimsiz terasların kesit hesapları akıtcı teraslardan farklıdır. Daha önce ifade edildiği gibi akıtcı 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}) terasda 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:

$$Q_{max} = S \times i_{max}$$

Q max = Hendekte toplanacak su miktarı (m³)

S = 1 metre uzunluğundaki hendek parçasının yağış alanı (m²)

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 $i = 38 \text{ mm/saat}$ ($38 \text{ mm/saat} = 0.038 \text{ m/saat}$), teras aralığı 2 metre olsun. ($i_{max} = 38 \text{ mm/saat}$ 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;

$$Q_{max} = S \times i$$

S = $1 \times 2 = 2 \text{ m}^2$ (Terasın su toplama alanı)

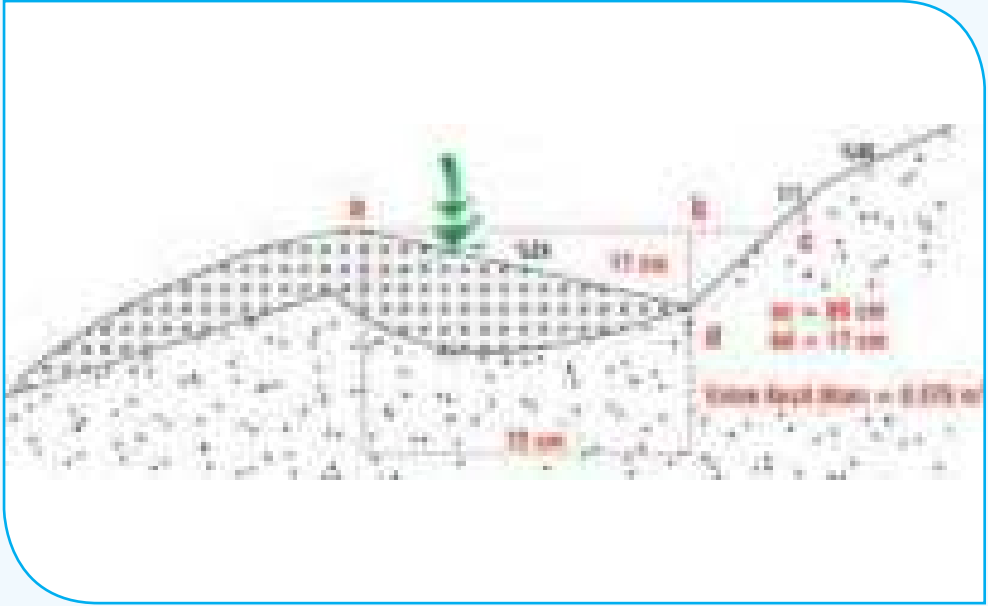
i = $38 \text{ mm/saat} = 0.038 \text{ m/saat}$

$$Q_{max} = 2 \times 0,038 = 0,076 \text{ m}^3/\text{saat}$$

1 metre uzunluğundaki terasın hesaplanan su toplama hacmi $Q_{max} = 0,076 \text{ m}^3/\text{saat}$ 'dır. 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 ($0,076 \text{ m}^2$)'dir.

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

Şekil 2.6: Teras Enine Kesiti

Tersim edilecek gradoni tipi terasın kesit alanının 0,076 m² olduğu hesapla bulunmuştu. Gradoni tipi terasın en kesit üçgeninin tersim edilebilmesi 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.

$$S = \frac{L \times h}{2} \quad \text{Buradan,} \quad L = \frac{2S}{h} \quad \text{bulunur.}$$

Burada;

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

S= Üçgenin (Teras kesiti) alanı (m²),

h= Üçgenin yüksekliği (Teras derinliği),

S= 0,076 m² (hesapla bulunmuştu), **h** = 0,17 m. (kabul edildi)

$$L = \frac{2 \times 0,076}{0,17} = \frac{0,152}{0,17} = 0,89 \text{ m.}$$

Teras boyutlarını hesaplarken, teras genişliği (ab) ile teras enine kesit üçgeninin taban uzunluğu (ac kenarını) birbirine karıştırmamalıdır. 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 tabii 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 en fazla 4 metrede bir teraslar kompartımanlarla bölünmelidir. Kompartımanların yüksekliği terasın tümsek kısmından biraz daha alçak olmalıdır.



Resim 2.6: Eğimsiz Teraslara, Fidan Dikilmesiyle Yapılan Yamaç Islahı, Sorgun Havzası - Erdemli - 2015

Terasların Araziye Aplikasyonu

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

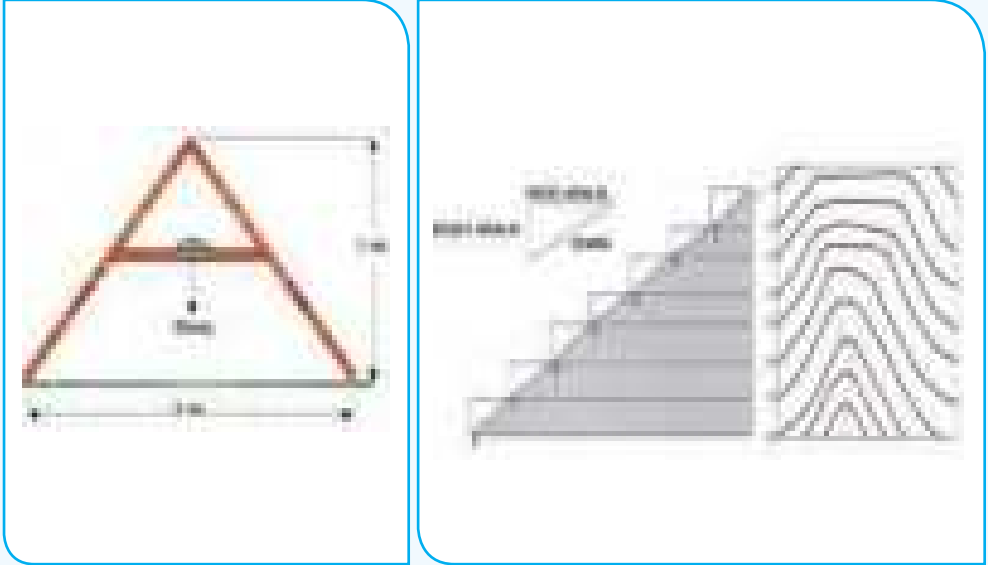
Eğimsiz terasların araziye aplikesine başlamadan evvel yamacın en üst noktasından altına kadar kolayca görülebilecek şekilde düşey aralık kazıklarının çakılması yapılmalıdır. Düşey aralık kazıklarının çakılma işi tamamlandıktan sonra, yamacın en üst noktasından itibaren esas teras çizgilerinin kazıklanması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

Önce, aletin ilk ayağı terasın başlama noktasına konan tesviye ruhlusuna bakan işçi, ikinci ayağı tesviye düzeci sıfır meyili gösterinceye kadar aşağı yukarı oynatır. Meyil 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 meyilde işaretlenmiş olur.

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

Şekil 2.7: 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.



Resim 2.7: İç Taksimat Şebekesinin Planlanması, Yangın Emniyet ve Ulaşım Yolları

Terasların İnşası

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

Eğimsiz teras inşaatında; şayet, kayalık ve orman gibi sebeplerle ilk terasa yamacın en üst kısmından başlamak mümkün olmazsa yapılacak ilk teras akıtıcı olmalıdır. Çünkü, yamacın yukarisından gelen yağış sularının yapılan eğimsiz teraslara zarar vermeden boşaltma kanallarına akıtılması gerekmektedir. Bu maksatla 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 applike edilerek inşa edilmelidir.

Teras inşaatı sırasında çıkan taşlar terasın tümsek kısmına muntazam olarak konulmalıdır. Bunlar, terasları uzun müddet korurlar.

2.1.3. Tarımsal Teraslar

2.1.3.1. Normal Tarımsal (Akdeniz Tipi) Teraslar

Tarımsal amaçlı teraslar, tarım ürünleri yetiştirilecek eğimli yamaç arazilerde yüzeysel akışı kontrol ederek tarımsal ürün yetiştirmek amacı ile kullanılan tesislerdir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yüzeysel akış sularını toprağa sızdırarak toprağın su ekonomisini düzenlemede yararlı olurlar.

Kullanıldığı Yerler:

- Nüfusun yoğun, tarım alanının az olduğu havzalar,
- Meyilli, dağlık, engebeli ve sel oluşumuna sahip araziler,
- Kırsal fakirliğin hüküm sürdüğü havzalar,
- İşsizlik oranı yüksek ve göçün hızlı olduğu havzalar,
- Eğimi %58'den daha az araziler,
- Oyuntularla parçalanmamış yerler,
- Sığ ve çok taşlı olmayan sahalar,
- Killi kumlu derin topraklar (ince taneli kumlu ve ağır topraklar uygun değil),
- Akan ve kaygan olmayan araziler,
- Diğer toprak koruyucu önlemlerin erozyonu ve seli önleyemeyeceği araziler.

Tarımsal amaçlı teraslar "Akdeniz Tipi Teraslar" olarak da adlandırılan klasik sekilerdir. Oldukça dik ve dik eğimli yamaçlarda belli düşey aralıklarla, toprak ve su koruma amacı ile tesis edilirler.

Daha çok havza ıslahı ve yamaç arazi tarımında uygulanan terasların genişliği kullanılacak ekipmanlar, arazi eğimi ve toprak derinliği gibi faktörlere göre değişirse de, edinilen deneyimlere göre, insan gücü ile tesis edilecek teraslarda genişlik 2.5 - 5.0 metre makinalı çalışmalarda 3.5 - 8.0 metre olmaktadır. Tarımsal amaçlı teras yapılacak arazi eğiminin %13 - 58 arasında olması uygun mütalaa edilmektedir.

Eğimin yüksek olduğu yamaçlarda gerekli görülürse tesis edilen sekilerden çıkan dolgu toprak kütlelerinin yıkılmaması ve bozulmaması için alt eteği istinat duvarı görevi yapacak kuru taş duvarlarla takviye edilebilir.



Resim 2.8: Basamaklı Teras, Kiraz Bahçesi, Taşkent - Konya



Resim 2.9: Basamaklı Teras, Kayısı Bahçesi, Malatya



Resim 2.10: Akıtıcı Teraslar, Teras Aralarında Meyilde Tarımsal Üretim, Ortada Su Yolu, Filipinler



Resim 2.11: Akıtıcı Terasların Görünüşü, Filipinler



Resim 2.12: Basamaklı Tarımsal Teras, Teras Üzerinde Tarımsal Üretim, Ortada Su Yolu, Taiwan

Düşey Aralıkların Hesabı (Teraslar Arasındaki Mesafenin Tayini)

Teraslar arası mesafenin tespiti ve kazı hacminin hesaplanabilmesi için dikey aralığın bilinmesi gerekmektedir. Düşey aralığın tespiti için aşağıdaki formülden yararlanılabilir.

$$DA = \frac{S \times Wb}{100 - S \times U}$$

Formülde;

- DA** = Metre olarak dikey aralık,
- S** = Yüzde (%) olarak ortalama eğim,
- Wb** = Metre olarak terasın genişliği,
- U** = Teras basamağının eğimi.

Teras aralıkları ve hektardaki teras miktar aşağıdaki şartlara bağlı olarak değişir;

- Proje amacına (endüstriyel, hidrolojik, estetik),
- Yol ve yangın emniyet şeridi miktarına,
- Toprak derinliğine,
- Arazinin taşlılık durumuna,

- Doğal bitki mevcudiyetine,
- Yağış miktarına ve şiddetine,
- Arazi meyiline,
- Kullanılan iş makinesine,
- Dikilecek fidan cinslerine, bağlı olarak tesis edilmelidir.

Teras Uzunluğu

Terasın uzunluğu, arazinin şekli, ölçüsü, toprağın geçirgenliği ve aşınma dereceleri ile sınırlıdır. Ayrıca toprağın geçirgenliğinin fazla ve aşınmaya karşı hassas olmadığı yerlerde teras uzunluğu fazla olabilir. Uzun terasların yapımı, yapım maliyetlerini düşüreceği gibi ileride özellikle makinalı tarım yapılması halinde, makinalı çalışmanın verimliliğini de artıracaktır. Ancak, bir yönde çok uzun bir terasın yapımı teras debisini ve erozyonu artırabilir. Yağışın fazla, toprağın infiltrasyon kabiliyetinin az olduğu yerlerde teras uzunluğu 100 metreyi geçmemelidir. Yağış şiddetinin ve toprak özelliklerinin, teras uzunluğunun artırılmasına elverişli olduğu yerlerde ise teras uzunluğu 400 metreyi geçmemelidir.

Tarımsal teras uzunluğu aşağıdaki şartlara bağlıdır;

- *Arazi eğimine;* toprak geçirgenliği ve yağış miktarı artıkça, uzunluk azalır,
- Toprak derinliğine,
- Teras alanının büyüklüğüne,
- Mevcut bitki örtüsüne,
- Arazinin taşlılık durumuna,
- Yağış miktarına ve şiddetine,
- Toprağın infiltrasyon kapasitesine; toprak geçirgenliği azaldıkça, uzunluk artar.
- *Teras aralıklarına;* genellikle yağışlı bölgelerde ve akıtcı teraslarda 100 metreden fazla inşa edilmemektedir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde bu uzunluk daha fazla olabilmektedir. Belirli uzunluktaki teraslar, kompartımanlar şeklinde yapılırsa, terasların uzunluğu, dolayısıyla emniyeti de artar.

Tablo 2.6: Yıllık Yağış Miktarına Göre Tarımsal Teras Uzunlukları

ARAZİ EĞİMİ (%)	YILLIK YAĞIŞ (mm.)	TERAS UZUNLUĞU (m.)
8 - 13	>500	200 - 300
8 - 13	500 - 750	150 - 200
8 - 13	<750	100 - 150

Terasın Boyuna Eğimi (Kanal Eğimi)

Teraslarda toplanacak suyun yeterince drene edilebilmesi ve yüzeysel akışa geçen suların erozyona sebep olmayacak şekilde sahadan uzaklaştırılabilmesi için terasa boyuna eğim verilmesi gerekir. Terasın boyuna eğimi yüksek tespit edildiği takdirde, yüzeysel akışa geçen sular süratle saha dışına boşaltılmış olur, ancak akış hızı belirli bir yüksekliğe ulaştığı zaman erozyon başlar.

Diğer taraftan, eğim düşük olması halinde erozyon tehlikesi ortadan kalkar, buna karşılık yeterli drenajın sağlanamaması sorunu ortaya çıkar. Bu nedenle, terasın boyuna eğiminin tespitinde bir taraftan yeterli drenaj hızının sağlanması hesaplanırken, bir taraftan da erozyona neden olacak eğimden kaçınmak gerekir.

Terasa verilecek en uygun eğim toprak ve iklim koşullarına bağlı olarak %0.1 ile %0.5 arasında değişmektedir. Bu eğim, nemli iklimlerdeki killi topraklarda %1, yarı kurak ve kurak bölgelerdeki geçirgen toprak yapısına sahip arazilerde %0.5 veya daha az olabilir.

Terasın yamaca olan eğimi;

- Sulanabilen tarla teraslarda, %0 - 01
- Basamaklı şekillerde, %0 - 10
- Kademeli şekillerde, %10 - 20
- Gradoni teraslarda, %10 - 40 arasındadır.

Terasın Genişliği

- Arazi bitki örtüsünün kapallılığına,
- Toprak derinliğine,
- Yağış miktarına,
- Yetiştirilecek ürün çeşidine,
- Teras uzunluğuna bağlıdır.

Kazı Derinliği

Teras dolgusu çok yüksek olmamalıdır. Yerleşme ve oturmadan sonraki yaklaşık 2 metrelik bir yükseklik normaldir. Teras dolgusunun eğimi, toprağın yapısına ve kullanılan makina ve aletlere bağlıdır. Bu eğim makinalı çalışmalarda 1:1, işçi ile çalışılırsa 0.75:1'dir. Dolguda toprağın iyi sıkıştırılmış olması ve ot örtüsü ile korunmuş olması şarttır.

Terasın Net Alanı

Arazinin kullanımı açısından net alan veya teraslamadan sonraki sekilerdeki düz araziler büyük önem taşımaktadır. Net alan, hektar bazında aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilir.

A = L x Wb Bu formülde;

A = Seki net alanı (m²) (Seki üzerindeki düz alan),

L = Teras kanal uzunluğu (m),

Wb = Sekinin düz kısmının genişliği (m)

$$\text{Seki yüzdesi (Pb)} = \frac{A}{10.000} \times 100 \text{ (hektar başına)}$$

Bu şekilde, birim alandaki sekilerin yüzdesi, net alanının bir hektara bölünmesi ile hesaplanabilir. Belirli bir arazi eğimi ve basamak eğimi için ne kadar geniş seki keserseniz kesin kazanılacak net alan daima aynı olacaktır. Seki terasların net alanının, arazinin toplam alanına oranı, arazi meyiline göre değişmektedir. Meyil yükseldikçe teras net alanı düşmektedir. Örneğin; 10 derece eğimli bir hektar araziden 3,4 metrelik sekilerden veya sekiler makina ile yapılmışsa 8,2 metrelik sekilerden %79 arasında üretilir. Eğer, eğim 15 dereceye çıkacak olursa aynı alandaki araziden kesebileceğiniz herhangi bir genişlikteki düz sekilerden %70 oranında, 18 derece eğimde ise %65,3 oranında üretilecektir.

Kazı ve Dolduru Hacmi

Maliyet hesabının yapılabilmesi açısından, birim sahadaki kazı ve dolduru hacminin bilinmesi önemlidir. Bunun için terasın enine kesit alanı ile birim sahadaki hektardaki teras uzunluğunun çarpılması lazımdır.

$$C = \frac{Wb \times Hr}{8}$$

Formülde;

C = Kesilen (kazılan) üçgenin enine kesit alanı,

Wb = Seki teras genişliği,

Hr = Basamak yüksekliği'dir. [Teras şevinin en üst noktası (şev kenarı) ile alttaki teras kazısının başladığı hat arasındaki düşey mesafe]

C hesaplandıktan sonra aşağıdaki formülle söz konusu toprak hacmi bulunabilir.

$$V = C \times L$$

Formülde;

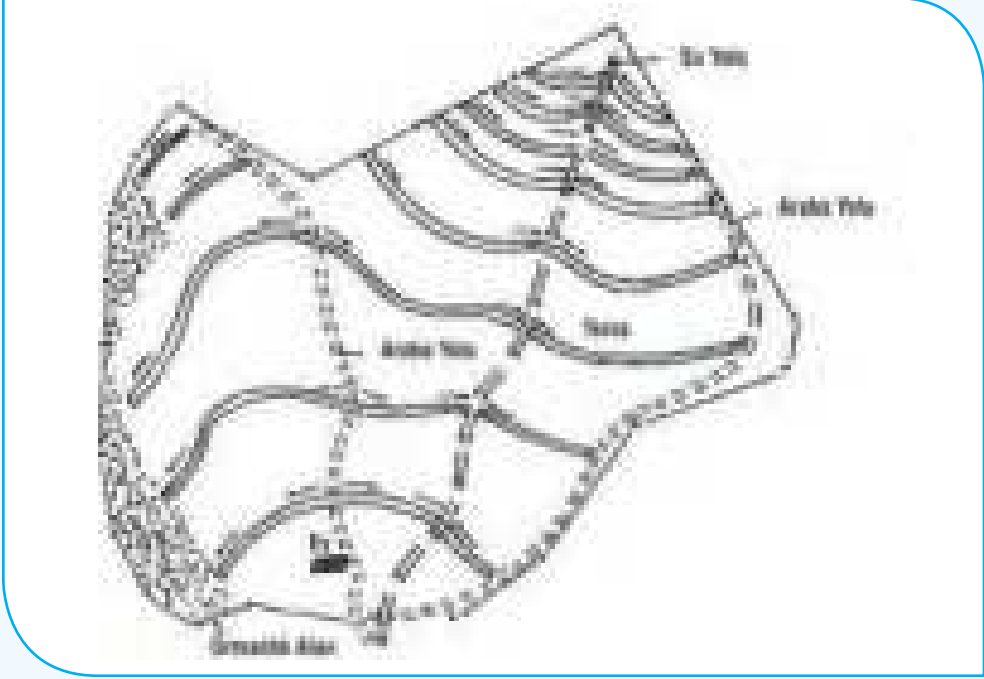
V = Kazı hacmi (m³),

L = Hektardaki teras uzunluğu, metre (Lineer uzunluk).

Seki Terasın Araziye Aplikesi ve Tesisi

Önerilen yollar ve suyolları tespit edildikten sonra, yukarıdan başlayarak, aşağı doğru olmak üzere teras güzergâhları tespit edilir. Yapım işi de yine en tepedeki terastan başlar, aşağı doğru devam eder.

Şekil 2.8: Teras Planı



Koruma ve Bakım

Terasın yapımından hemen sonra sekiler düzeltilmeli ve seki şevleri otlandırılmalıdır. Böylece, hem teraslar sağlamlaştırılmış, hem de hayvanlar için besin maddesi sağlanmış olur.

Teraslamadan sonra ilk bir - iki yağmur sezonunda ve özellikle kuvvetli sağanaklardan sonra, saha kontrol edilerek, sistemin aksayan ve bozulan yerleri bakımdan geçirilmelidir.

2.1.3.2. Geniş Tabanlı Eğimli Tarımsal Teraslar

Geniş tabanlı teraslar hafif eğimli, yayvan bir sırtı bulunan akıtcı teraslardır.

Uygulandığı Yerler ve Koşullar

Diğer eğimli teras tiplerinde olduğu gibi, bu terasların da asıl amacı yüzeysel akışı tutmak ve yüzeysel akışa geçen suyu zararsız bir şekilde sahadan uzaklaştırmaktır.

İnfiltrasyon kapasitesini aşan, şiddetli yağışların meydana geldiği nemli iklim bölgelerinde, erozyonun önlenmesinde geniş tabanlı eğimli teraslar fonksiyonlarını yerine getirmede etkilidirler. Tarım alanlarında, erozyon riski bulunan arazilerde %8 meyile kadar, erozyona karşı dayanıklı topraklarda %12 meyile kadar olan yamaçlarda uygulanır. Ayrıca, kanal tipi teraslar %15 meyile kadar mera alanlarında da güvenle kullanılabilir.

Derin kum toprakları, yüksek meyilli, sıg ve çok taşlı topraklar için bu tip teraslar uygun değildir. Yarı kurak iklimin hâkim olduğu bölgelerde, toprakların düşük infiltrasyon ve permeabilite kapasitesine sahip olduğu yerlerde veya düşük su tutma kapasitesine sahip sıg toprakların bulunduğu yerlerde kullanılabilir.

Düşey Aralık;

Nemli bölgelerde, erozyon eğilimi yüksek topraklarda, terasların düşey aralığının hesabı için aşağıdaki formül kullanılabilir.

$$H = \frac{P + 4}{10}$$

H = Düşey aralık (m)

P = Arazi eğimi (%)

Örnek: %8 eğimli bir arazide, teras düşey aralığı;

$$H = \frac{8 + 4}{10} \quad H = 1.2 \text{ m.}$$

Bu formül yarı nemli bölgelerde aşağıdaki şekli ile uygulanır.

$$H = \frac{P + 6}{10}$$

Yatay Aralık;

Birbirini takip eden teraslar arasındaki yatay aralık;

$$L = \left(\frac{H}{P} \right) 100$$

L = Yatay aralık (m)

H = Düşey aralık (m)

P = Eğim (%)

Örnek: $H = 1.2 \text{ m}$, $P = \%8$, $L = ?$

$$L = \frac{1.2}{8} 100 \quad L = 15 \text{ m.}$$

Teras Uzunluğu

Eğimli terasların uzunluğunun belirlenmesinde çeşitli etmenler dikkate alınır. **Bunlar;**

- Tarım alanının büyüklüğü ve genişliği,
- Yağış karakteristikleri ve yüzeyel akışa geçen su miktarı,
- Teras kanalının su tutma ve tahliye kapasitesi,
- Teras sularının boşaltılacağı doğal kanallar,
- Arazinin topoğrafik yapısı ve teras aralıklarıdır.

Tarımsal amaçlı, geniş tabanlı terasların boyları 300 m. ile 500 m. arasında değişebilir. Geniş tabanlı kanal terasların arazideki vaziyet palanına bir örnek Şekil:21'de görülmektedir.

Teras Eğimi

Geniş tabanlı terasların eğimleri ya tek düze devam eder, ya da değişken olabilir. Tek düze eğimli teraslarda kanal eğimi teras uzunluğu boyunca değişiklik göstermez. Bu eğim toprak özelliklerine bağlı olarak %1 ile %0.5 arasında tespit edilebilir. Geçirgenliği az ve erodibilitesi düşük topraklarda ve kısa teraslarda daha yüksek alınabilir. Değişken eğimler uzun teraslarda kullanılır. Bu teraslarda kanal eğimi başlangıçta %0.1 ve çıkış noktasına doğru %0.5 olmalıdır. Böylece çıkış noktasına doğru miktarı ve hızı artan yüzeyel akış suyu daha kolaylıkla boşaltılmış olur.

2.1.3.3. Geniş Tabanlı Eğimsiz Teraslar

Geniş tabanlı eğimsiz teraslar, şekil itibarıyla geniş tabanlı eğimli teraslara benzerlerse de, teras boyunca düzdürler, eğimleri yoktur. Bu terasların tesisindeki amaç yağış sularının yüzeyel akışa geçmesini önleyerek erozyon tehlikesini ortadan kaldırmak ve terasta toplanan suları infiltrasyon yolu ile toprağa kazandırmaktır.

Uygulandığı Yerler ve Koşullar

Genellikle az yağış olan bölgelerde, arazi eğimi %3'ün altında olan tarım ve mera alanlarında kullanılır. Yağış sularının tamamının infiltre edileceği, geçirgenliği yüksek topraklarda inşa edilir.

Teras Aralıkları

Geniş tabanlı, düz teraslarda maksimum teras aralıkları, aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$H = \frac{P+2}{10}$$

H= Düşey aralık (m)

P= Arazi eğimi (%)

Teras Uzunluğu ve Enkesiti

Eğimsiz terasların boyları, eğimli teraslara göre çok daha uzun olabilir. Teraslarda, 120-150 metrede bir setlerin bırakılmaları halinde maksimum uzunluk sınırlaması olmayabilir. Düz terasların şev eğimleri veya enine eğimler kanal teraslarınkine benzemektedir. Bununla birlikte, genellikle yığıntı sırt kanalın her iki yanından yapılan kazılardan kazanılan topraklarla oluşturulmaktadır.

2.1.4. Çürük Yamaçların Islahı Amaçlı Teraslar

Sağlam olmayan yamaçlarda, kolayca sökülüp aşağı doğru sürüklenen toprak ve taş parçaları, miktarı azda olsa materyal taşınmalarının 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 dahi erozyon dolayısıyla sel devam eder.

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

2.1.4.1. 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), prefabrik beton elemanı veya beton ile inşa edilmelidir.

2.1.4.2. Çizgi Ot Ekimi

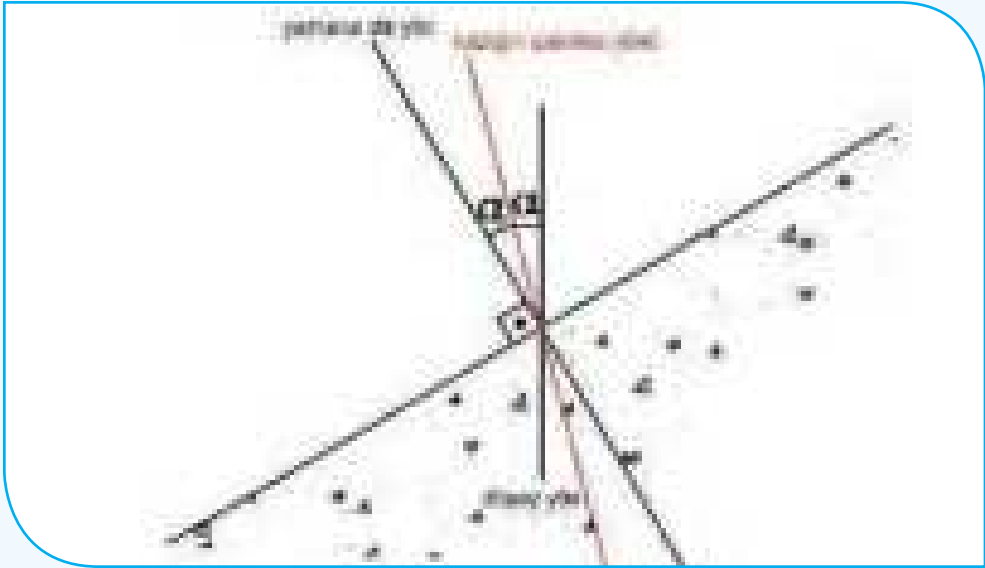
Eğimin çok dik ve yüzeysel taşınmanın fazla olmadığı iyi topraklı çürük yamaçların ıslahında, ot ekimleri faydalı sonuçlar vermektedir. Tesviye eğrilerine paralel olarak 25-30 cm. aralıkla, kazma ucu ile 4 - 5 cm. derinlikte açılan çizgilere gramine (Buğdaygil) veya Legüminözler (Baklagiller) bu amaçla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

2.1.4.3. 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. olan 90 - 100 cm. boyunda kazıklar kullanılır. Çakılan kazıkların birbirine olan mesafesi 30 - 40 cm. olmalıdır. Sıralar arasındaki mesafe 1-1.5 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 bunun ikisinin arası yönde ve daha ziyade yukarı doğru çakılmalıdır. Zira, 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.

Şekil 2.9: Örme Çit Teras Yapımında Kazıkların Çakılması



Kazıklar rutubete dayanıklı ağaç türlerinden olmalı, ancak, öncelikle o mınıtkada mevcut ağaçlar seçilmelidir. Mevcut türlerden dayanıklılığı sebebiyle (varsa) meşe tercih edilebilir. Kazık aralarının örülmesi için de söğüt, kavak gibi elastikiyeti fazla olan dallar kullanılır. Aynı şekilde, örme çitlerin tesisinde kullanılacak örme malzemesinin cinsi o mınıtkadaki bol olan ağaç nevilerinden olmalıdır.

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.

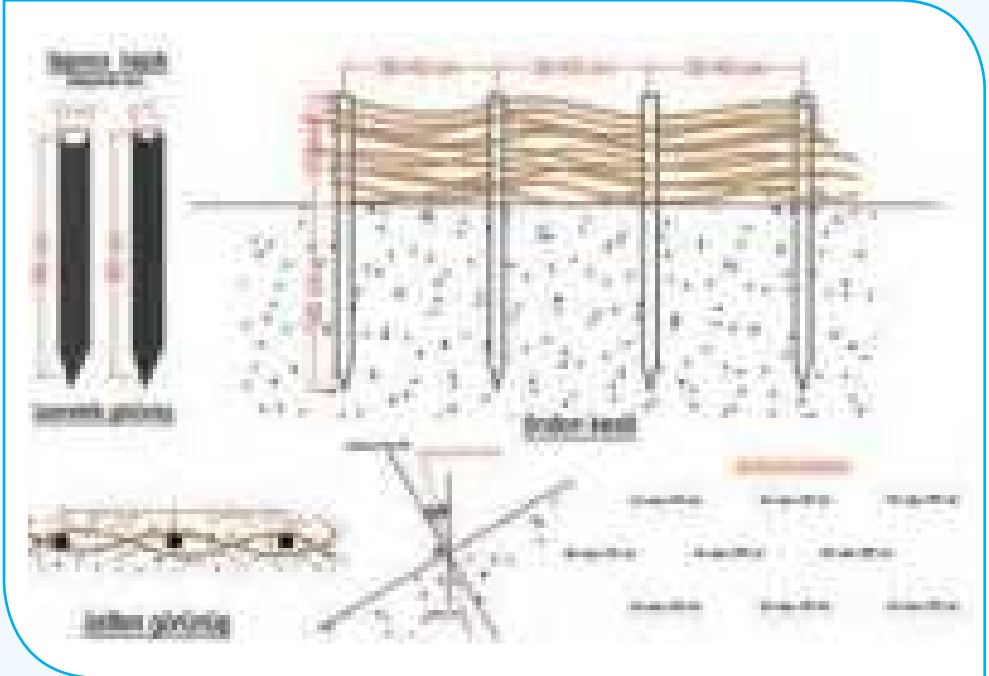
Kazık çakma ve örme işlemleri tamamlandıktan sonra çitlerin arkası toprakla doldurulur ve üst kısımlarına da ağaç nevirlerinden uygun olanları dikilir. Yamaç üzerine inşa edilecek örme çitlerin tertip tarzları değişiktir. Toprağın gevşek oluşu ve yamacın eğimi oranında örme çitler yatay ve devamlı sıralar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

Çitler, aralıklı ve şaşırtmalı sıralar halinde tertiplendikleri takdirde yukarıdan aşağıya doğru sıra başlarının birbirlerini karşılamaları lazımdır. 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 mahsurları da vardır. Bu nedenle, bu tarz bir inşaat elverişli şartlarda, yamacın meylinin az ve toprağın çok gevşek olmadığı yerlerde yapılmalıdır. Toprağın çok gevşek ve meyilin fazla olduğu arazilerde kesintisiz devam eden yatay örme çit inşa edilmelidir.

Toprağın ve rutubetin müsait 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.

Şekil 2.10: Örme Çit





Resim 2.13: Örne Çit Teras Tesisi, Keklikdere - Ahırdağı - Kahramanmaraş - 2011

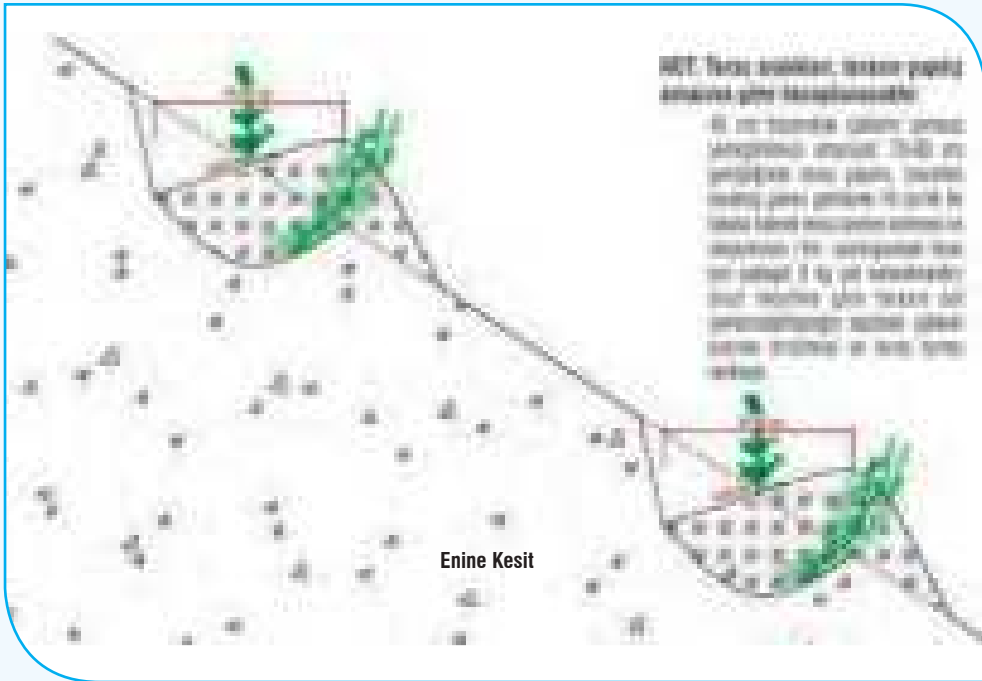
2.1.4.4. Çalı Demetli Çit Teras

Çürük yamaçların stabil hale getirilmesinde kullanılan diğer bir metottur. 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 çirpılar 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 fidanlarda ağaçlandırma yapılmalıdır.

2.1.4.5. Çalı Demetli Teras

Çalı demetli teraslar meyilli, rüzgâr erozyonuna hassas, ince kumlu yapıda, ince materyal taşınan yamaçların stabil hale getirilmesinde kullanılır. Yamaç arazide kazı tabanının içe doğru meyli %10 olacak şekilde bir teras açılır. Bu teras üzerine civardan temin edilen her türlü dallar demetler halinde yatırılır. Demetlerin ucu topraktan dışardadır. Daha sonra, bu terasın üzerine toprak çekilerek tam bir gradoni tipi terasa dönüştürülür. Teras üzerinden toprak sıkıştırılarak %35 - 40 meyil verilir. Daha sonra açılan çukurlara projesinde belirtilen fidanlar dikilir. Bu metotta kazık kullanılmamaktadır. Çalı demetli terasın üzerine fidan dikilecekse, çalı demetleri terasa yerleştirilirken, fidan dikilecek yerin çalı demetleri ile kapatılmamasına dikkat edilmelidir.

Şekil 2.11: Çalı Demetli Teras



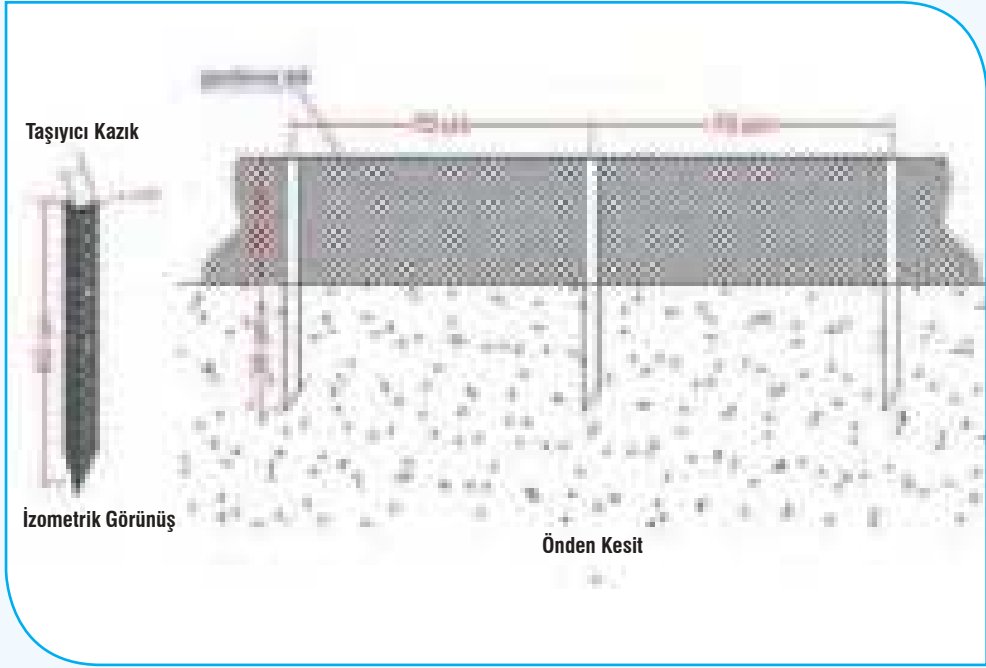
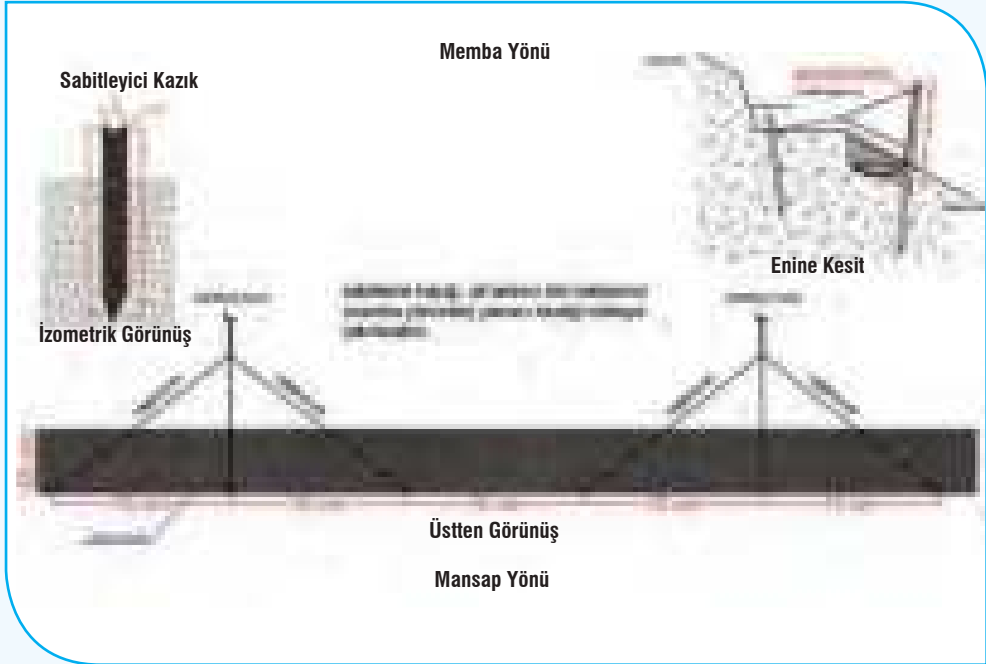


Resim 2.15: Çalı Demetli Terasla Yapılmış Yamaç Islahı, Kastamonu - 1994

2.1.4.6. Geosentetik Çit Teras

Her meyildeki akan yamaçlarda, 60 cm uzunluğunda 25 mm x 25 mm x 3 mm. ebatlarındaki köşebent kazıkların 70 cm aralıklarla tesviye eğrilerine paralel sıralar halinde 30 - 40 cm zemine çakılır. Her üç kazığın yukarıya çakılan sabitleme kazığına bağlanır. Kazık aralarına 50 cm genişliğinde (30 cm kazığa, 20 cm tabana serilecek tarzda) geonet materyalin, kazıklar arasının gergi teli ile sabitlenir. Çit arkası toprak ile doldurulur ve teras formu verilir.

Geosentetik ve Kafes tel çit yapımında, tesisin arkasına fidan dikilmesi planlanması halinde, sabitleme kazığı ve bağlama telleri yapılmayacak olup, buna karşılık taşıyıcı kazık boyları 75 cm olacak, 45 cm'si çakılacaktır.

Şekil 2.12: Geosentetik Çit (Önden Kesit)**Şekil 2.13:** Geosentetik Çit (Üstten Görünüş)



Resim 2.16: Geosentetik Çit Teras



Resim 2.17: Geosentetik Çit Teras

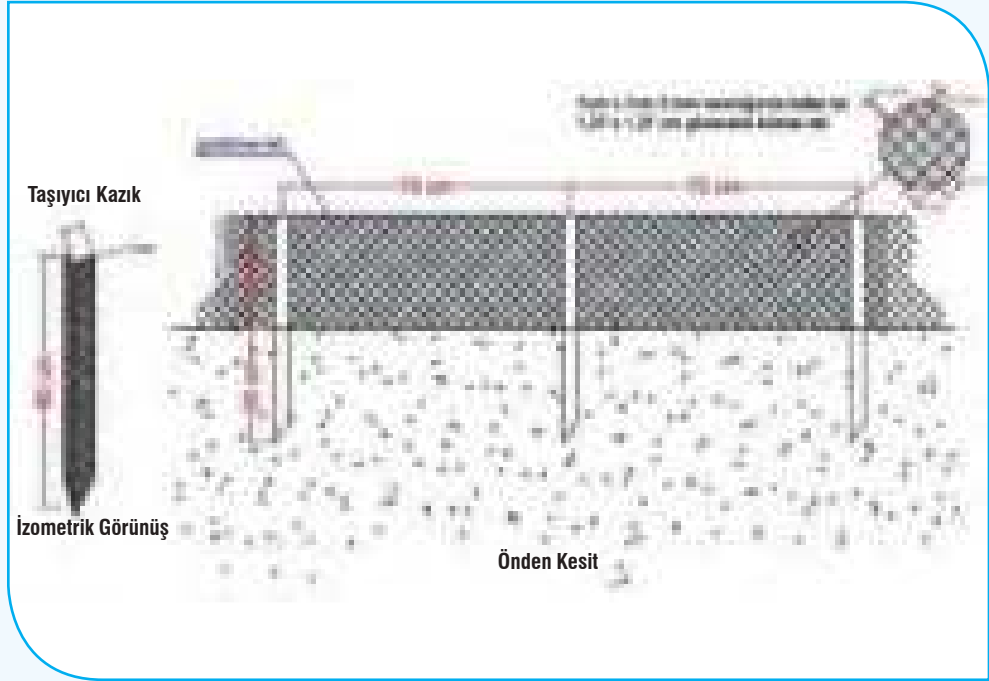
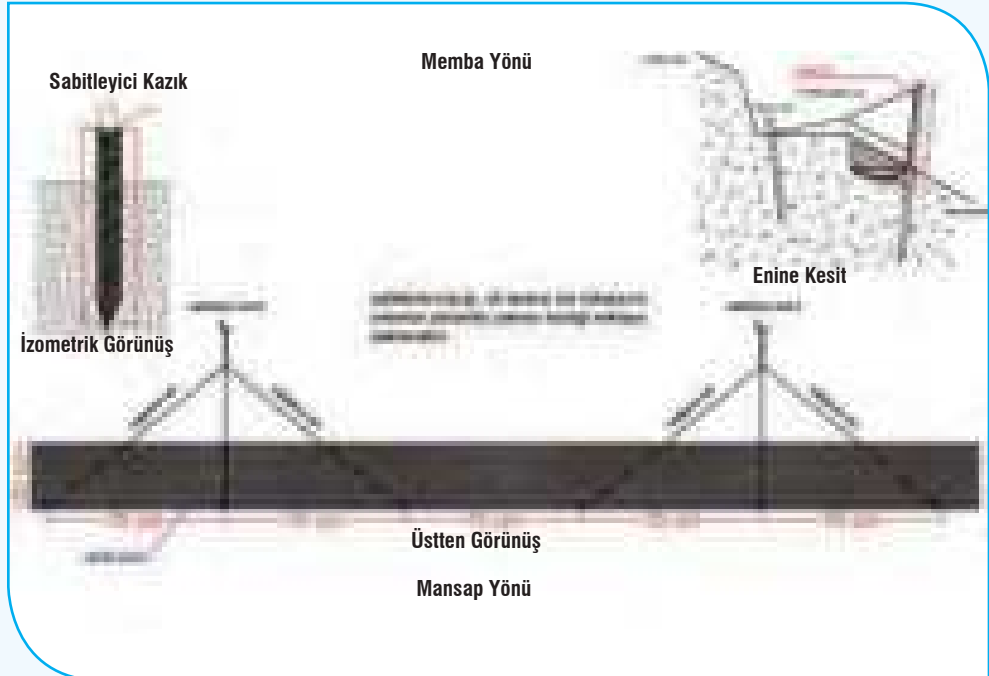
2.1.4.7. Kafes Tel Çit Teras

Dere eksenine dik şekilde birer metre ara ile dikilen kazıkların arkasına ve dere tabanına kafes yerleştirilerek yapılan en fazla 60 cm yüksekliğindeki eşiklerdir. Malzeme akan yamaçlarda, 60 cm uzunluğunda 25 mm x 25 mm x 3 mm.ebatlarındaki köşebent kazıklar 70 cm aralıklarla tesviye eğrilerine paralel sıralar halinde 30 - 40 cm zemine çakılır, her üç kazık yukarıya çakılan sabitleme kazığına bağlanır, kazık aralarına 50 cm genişliğinde (30 cm kazığa, 20 cm tabana serilecek tarzda) kafes tel çekilir, kazıklar arasının gergi teli ile sabitlenir ve bu çitin arkası toprak ile doldurulmak suretiyle teras formu verilir.

Geosentetik ve Kafes tel çit yapımında, tesisin arkasına fidan dikilmesi planlanması halinde, sabitleme kazığı ve bağlama telleri yapılmayacak olup, buna karşılık taşıyıcı kazık boyları 75 cm olacak, 45 cm.'si çakılacaktır.



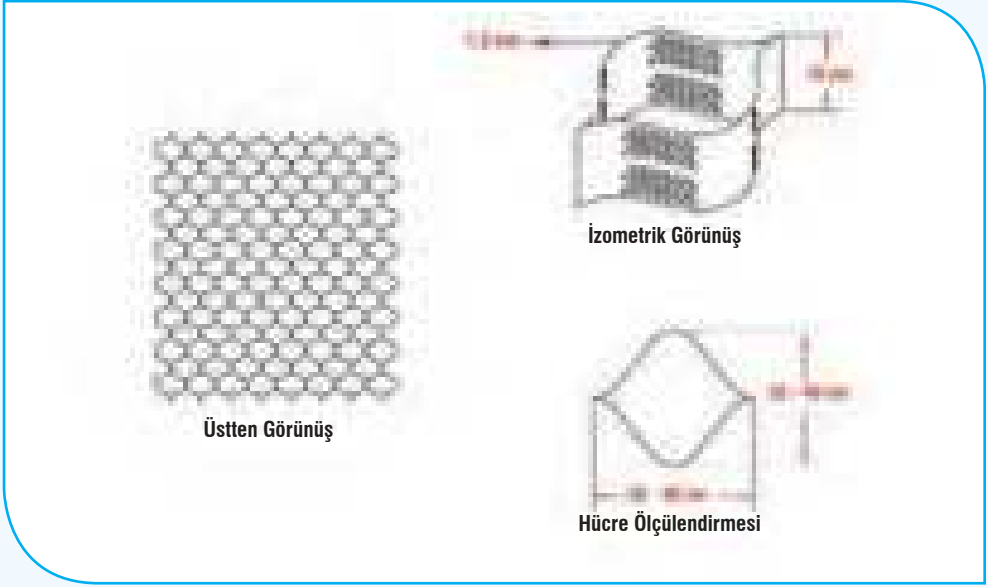
Resim 2.18: Kafes Tel Çit Teras

Şekil 2.14: Kafes Tel Çit (Önden Kesit)**Şekil 2.15:** Kafes Tel Çit (Üstten Kesit)

2.1.4.8. Geosentetik Hücre İle Yüzey Kaplama

Hücrelerin eni ve genişliği 35 - 40 cm. olan Geoseller, meyilli yamaçlara serilir ve içleri toprakla doldurulduktan sonra bitkilendirme yapılır.

Şekil 2.16: Geosentetik Hücre İle Yüzey Kaplama

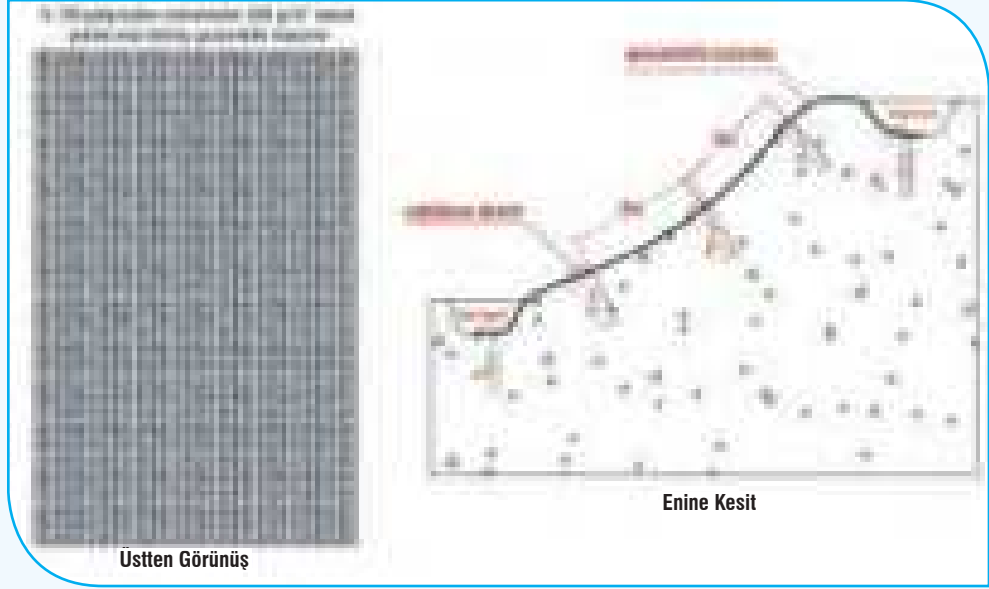


Resim 2.19: Geosentetik Hücre İle Yüzey Kaplama

2.1.4.9. Serme Geosentetik İle Yüzey Kaplama

Her meyildeki akan yamaçlarda %100 polipropilen malzemeden imal edilmiş geonet malzeme serilir ve tespit malzemeleri ile araziye sabitlenir.

Şekil 2.17: Serme Geosentetik İle Yüzey Kaplama

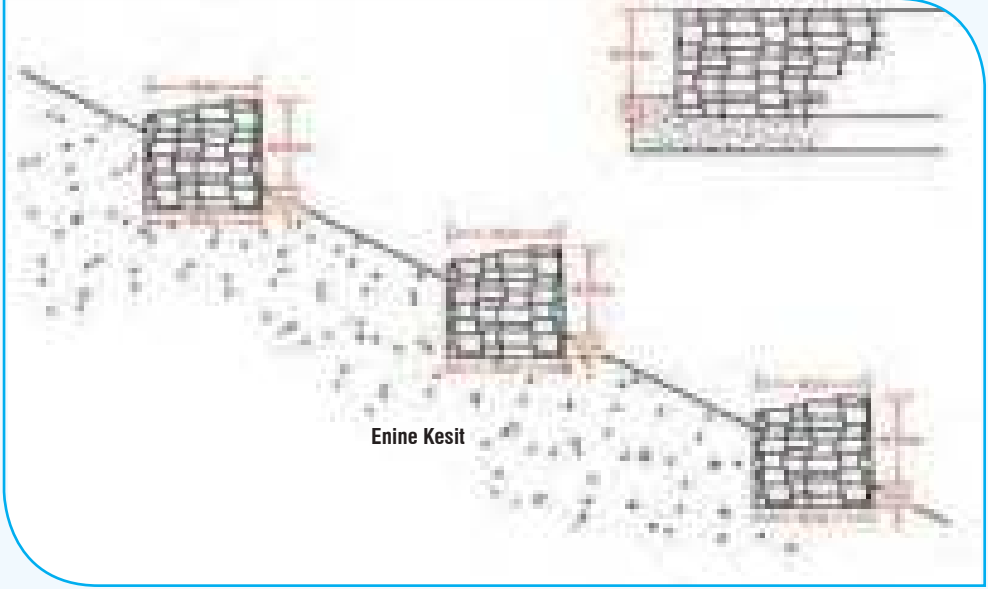


Resim 2.20: Serme Geosentetik İle Yüzey Kaplama

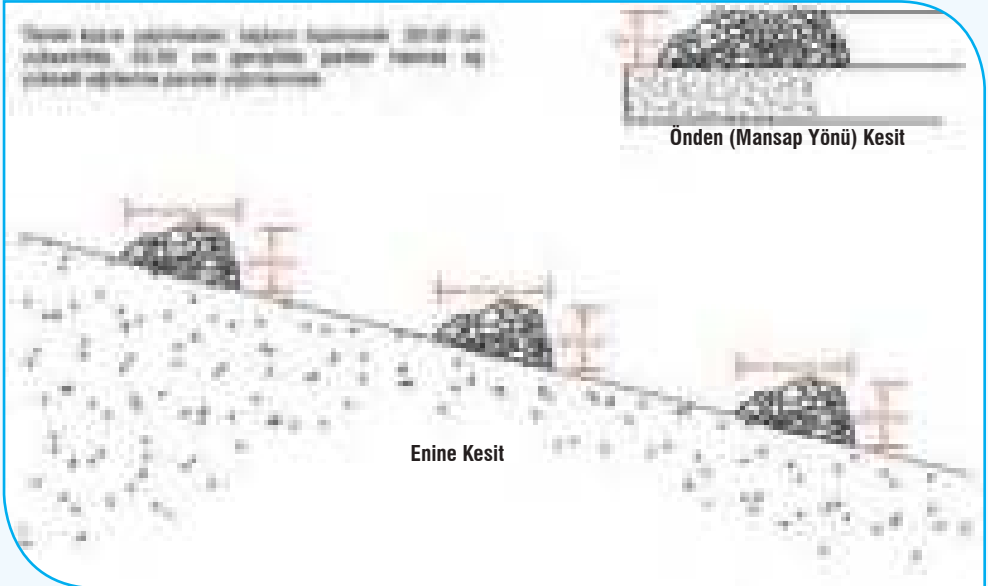
2.1.4.10. Taş Kordon Teras

Taş kordon iki şekilde tesis edilmektedir. Birincisi temel kazısı yapılarak tesis edilen taş kordon, ikincisi temel kazısı yapılmadan, taşların tesviye eğrilerine paralel toplanarak yığılması şeklinde yapılan taş kordondur.

Şekil 2.18: Taş Kordon



Şekil 2.19: Taşların Şeritler Halinde Yığılması





Resim 2.21: Taş Kordon Teras, Sorgun Havzası - Sorgun - Erdemli - 2005



Resim 2.22: Taş Kordon Teras, Mersin

2.1.4.11. Çim Kesklerinin Yerleştirilmesi İle Yüzey Kaplama

Eğimin çok dik ve yüzeysel taşınmanın fazla olmadığı iyi topraklı, çizgi ekimi yönteminin kullanılabileceği şartlara sahip çürük yamaçların ıslahında çim keseklerinin yerleştirilmesi yöntemi de uygulanabilir. Yerine göre iyi sonuç verebilecek bir yöntemdir. Ancak, bu metodun uygulanabilmesi için yakın yörede çim keseklerinin alınacağı yeterli çayırık bir alanın bulunması ve yağışın da sulama yapmayacak kadar yeterli olması gerekir. Kesklerin söküldüğü yerde erozyona sebep olunmaması için dikkatli olunması lazımdır.

Ayrıca, çim keseklerinin söküldüğü alanlarla, yerleştirildiği yamaçlar arasında, yetişme ortamı açısından benzerlik olmasına, sökümünün vejetasyon mevsiminden önce, sakın ve güneşsiz havada yapılmasına dikkat edilmelidir.

Kesklerin yerleştirileceği yamaçlarda hendekler açılır ve hendek tabanına ince ve humuslu toprak serilir. Bu toprak tabakası, keskele açılan hendeğin birleşmesine yardımcı olur. Hendek tabanları, hafifçe yukarıya doğru eğik kazılır.

2.1.4.12. Malç Tatbikatı (Mulching)

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 akması 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 kurummasını önler, toprağın strüktürünü ıslah eder ve organik madde ilave etmek suretiyle mikro-organik aktiviteyi artırır.

2.1.5. Çevirme Hendeği (Saptırma Kanalı)

Oyuntu ıslahı yapılacak yerlerde, oyuntuda toplanan suların geldiği alanda yüzeysel suların tutulması için teras, v.b. 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.

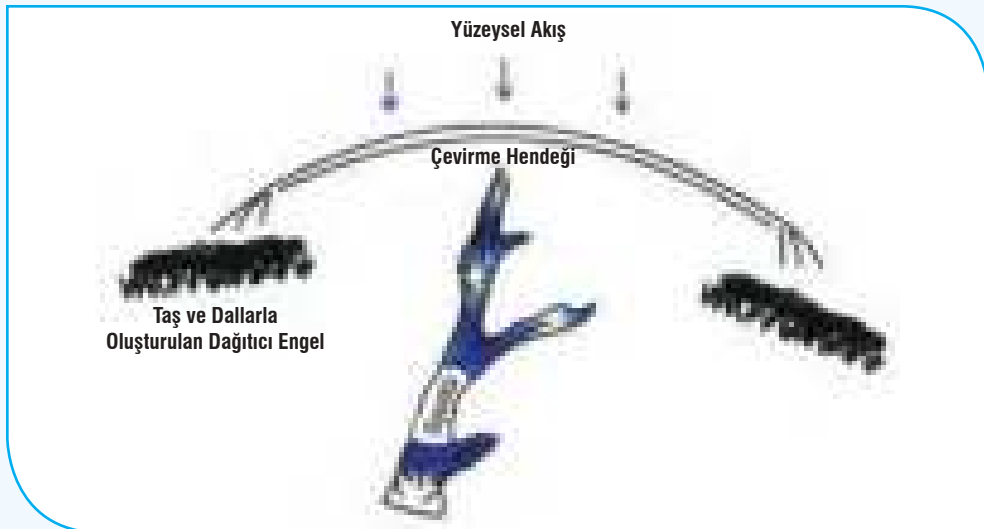
Yüzeysel akışa geçen suları toplayarak akıtan kanallardan (çevirme hendeklerinden) gelen suları toplayan dere veya boşaltma kanallarının suları bir gölette toplanıyorsa bu sulardan sulama suyu olarak da yararlanılabilir.

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 v.b. tesislerin yüzeysel akış ve erozyondan zarar görmesini önlemek,
- Yüzeysel suların belli alanlarda ve özellikle otlaklarda kontrollü bir şekilde yayılmasını sağlamak,
- Teraslanmış yamaç araziye, 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.

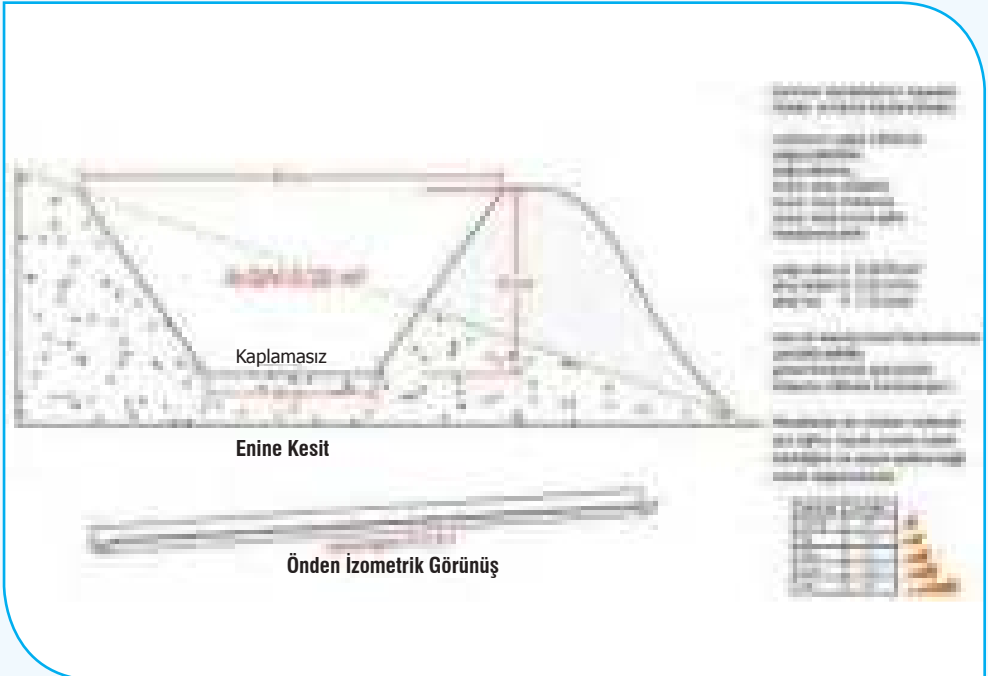
Şekil: 2.20: Çevirme Hendeği Şematik Görünüşü





Resim 2.23: Çevirme Hendeğinin Yapılacağı Arazi, Yedikuyular - Ahırdağı - Kahramanmaraş - 2010

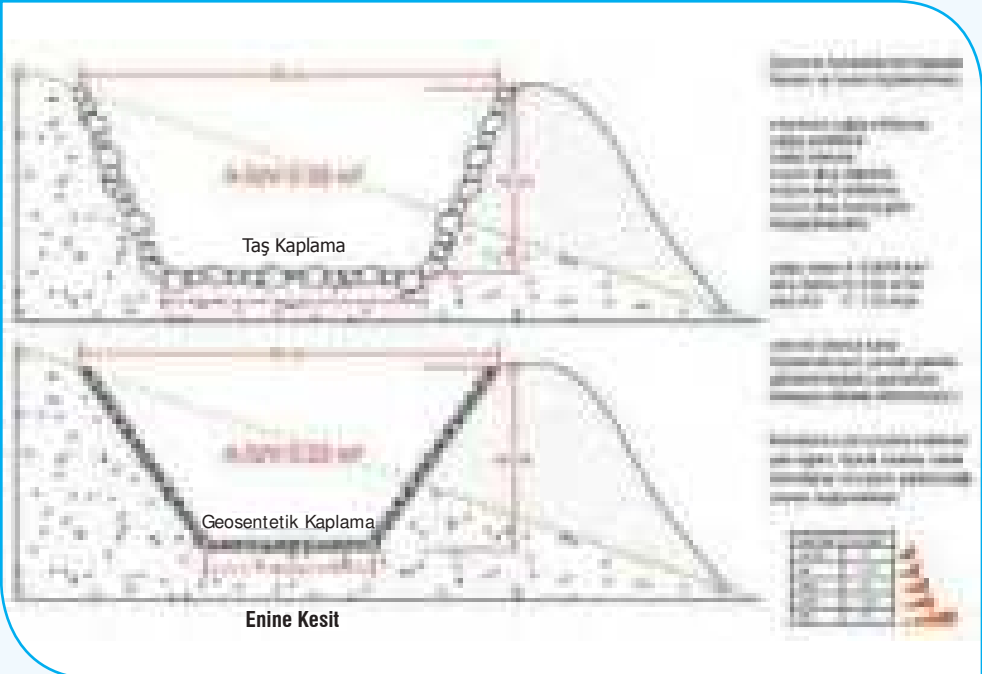
Şekil 2.21: Kaplamasız Çevirme Hendeği, Şematik Görünüşü





Resim 2.24: Kaplamasız Çevirme Hendeği

Şekil: 2.22: Taş Kaplama ve Geosentetik Kaplamalı Çevirme Hendeği, Şematik Görünüşü





Resim 2.25: Taş Kaplamalı Çevirme Hendeği, Korkuteli



Resim 2.26: 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 sıg toprak kanallarda en yüksek eğim %1 olmalıdır. Sürekli bitki örtüsü ile korunan kanallarda ise bu meyil %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, çayırılık veya çalılık olmalıdır. Sular bir dereye 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 oluşturmada akmasının sağlanması için çevirme hendeğinin boyutları belirlenmelidir
- Saptırma kanalı üstünde sediment üreten bir alan mevcutsa, burasının kültürel ve mekanik toprak koruma önlemleri ile kontrol edilerek, saptırma kanalının dolması önlenmelidir.
- Çevirme kanalı üstündeki alana devamlı bir yeşil örtü getirilmesi mümkün değilse, o zaman kanalın kapasitesi oluşacak yüzeyel akış ve sediment taşıyacak ve tutacak şekilde artırılmalı ve ayrıca mümkün olan diğer sediment azaltıcı önlemler alınmalıdır.
- Erozyon kontrolü için teraslanması gereken yerlerde, çevirme kanalları, teraslamanın yerine bir alternatif olarak düşünülmemelidir.
- Oyuntu başının kontrolü için düşünülen çevirme hendekleri, oyuntu başının göçmeyeceği stabil bir alanın oluşabileceği kadar yukarıda bir uzaklıkta inşa edilmelidir.

2.2. OYUNTU VE MECRA ISLAHI TESİSLERİ

Oyuntu, aralıklı olarak aniden gelen sel sularının oluşturduğu, dik kenarlı ve aşındırılmış bir su yolu olarak ifade edilir. Oyuntu özellikle, bitki örtüsü açısından zayıf olan, kurak ve yarı kurak meyilli arazilerde çok sık görülür.

Oyuntulardan taşınan sediment, tarım alanlarında verimi azaltır. Sulama suyu kanallarını, göletleri doldurmak ve tarım alanlarını parçalara bölmek suretiyle ekonomik zararlara neden olur. Ayrıca oyuntu, bitişindeki tarım alanlarının rutubetini azaltır, arazi kısa zamanda kuraklaşarak ürün değerinde azalma olur.

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. Bir sel deresinde oyuntu erozyonuna maruz bulunan 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 erozyonu için alınacak önlemler yamaç ıslahı için alınacak diğer önlemlerden (yüzey erozyonuna karşı alınacak önlemlerden) ayrı düşünülemez.

Yamaç ıslahının tümü içinde mütalaa edilir. Doğal dengenin bozulduğu bir yağış alanında, bu dengeyi yeniden sağlayacak kültürel önlemler alınmaksızın yalnızca oyuntuların tahkimine dönük önlemlerle bir oyuntu ıslahının gerçekleşmesi de beklenemez. Bir kere havzada kararlı dengenin bozulması halinde oyuntuyu eski haline getirmek teknik yönden zor ve pahalıdır. Genel olarak, oyuntu erozyonunun başlamasını önlemek için yapılan masraflar ıslahı için yapılandıktan daha az ve ekonomiktir.

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

Sonuç olarak, oyuntu erozyonuna karşı alınacak önlemlerin, yüzey erozyonunu önleme çalışmaları ile birlikte düşünülmesi halinde beklenen sonuç alınabilir. Bu nedenle, oyuntu erozyonu ile mücadele önlemlerinden söz edilirken, yüzey erozyonu ile mücadele çalışmalarının yapılacağı kabul edilmiştir. Oyuntuların ıslah edilebilmesi için oyuntunun su toplama alanının büyüklüğü, oyuntunun genişliği, derinliği, eğimi, bitki örtüsü durumu, su akış miktarı incelenmelidir.

Genellikle ormancılıkta ve tarımda uygulanan erozyon ve sel kontrolü, toprak muhafaza ve mera ıslahı faaliyetleri, havzaya düşen maksimum yağışın tutulmasını ve yağış sonucu oluşan yüzey akışı kontrol edebilmektedir.

Bu konuda ağaçlandırmalarda kullanılan emdirici ve akıtıcı teraslar, tarımda kullanılan teraslar ve ot gelişimini sağlayan mera rehabilitasyonu gibi çeşitli uygulamalar oyuntulara gelecek aşırı suyun azaltılmasında sebep olacak ve oyuntularda yapılacak sınai tesislerin yapımını da azaltacaktır.



Resim 2.27: Meyilin Düşük, Taban ve Yan Oyulması Olmayan Küçük Oyuntularda Sınai Tesislere İhtiyaç Olmadan Yapılan Bir Ağaçlandırma, Oyuntu Islahı İçin Yeterlidir. Şahsuvar - Elazığ - 1992



Resim 2.28: Meyilin Düşük, Taban ve Yan Oyulması Olmayan Küçük Oyuntularda Sınai Tesislere İhtiyaç Olmadan Yapılan Bir Ağaçlandırma, Oyuntu Islahı İçin Yeterlidir. Ayniyer, Şahsuvar - Elazığ - 2002

Özellikle kurak ve yarı kurak havzalarda, meyilin az olduğu küçük ve orta büyüklükteki oyuntularda, oyuntuya gelen yüzeysel akış miktarı daha az olacağı için büyük oranda oyuntu kontrolüne de ihtiyaç olmayacaktır. Sahanın korumaya alınması halinde hiçbir masraf edilmeden doğal bitki örtüsü kısa sürede sahayı kaplayacaktır. Bu nedenle çevre şartları uygun olması halinde daha masraflı olan biyolojik veya sınıai tesislerden önce sahanın doğal yolla vejetasyonla kaplanması beklenmelidir.

Bilindiği gibi bitki, toprağın aşınmasına karşı bir direnç gösterir. Ayrıca su akış hızını azaltarak toprağın taşınmasını azaltır. İyi bir sıklığa, derin ve sık kök oluşumuna sahip olan ve fazla boylu olmayan bitki türleri, mekanik önlemler alınmadan da, meyilin az ve orta büyüklükteki oyuntularda, yatak eğiminin kontrolünü genellikle sağlamaktadır. Bu açıdan bitki örtüsünün etkinliği; yatak eğimine, oyuntuya gelen su miktarına ve suyun hızına bağlı olarak değişmektedir.

Oyuntu kontrolünde çeşitli sınıai tesisler yerine bitki ile kontrol daha çok arzu edilmelidir. Ancak her oyuntunun tabanında bitki yetiştirmeye uygun toprak şartları da bulunmayabilir. Böyle yerlerde su hızının azaltılması ve selin önlenmesi açısından düşü yapılarının tesis edilmesi zaruri olabilmektedir.

Oyuntuda taban ve yan oyulmaların olması, oyuntu yan yüzeyinin çok dik olmaması, oyuntu meyilin az ve toprağın müsait olduğu küçük ölçekteki oyuntularda bitki tek başına kullanılır. Ancak bitkiler, oyuntu içerisindeki su akımına engel olmayacak yani suyun yönünü kenarlara doğru değiştirerek kenarlarda oyulmalara sebep olmayacak şekilde dikilmelidir. Bitkiler, oyuntu içerisinde tesis edilen enine yapıların korunmasında ve toprak taşınmasının azaltılmasında enine yapılara yardımcı olması şeklinde de kullanılır.

Oyuntu kontrolünde birinci öncelik, uygun olan yerlerde sadece bitki ile ikincisinde ise kafes tel eşik, kuru duvar eşik, miks eşik, şiddetli akışların olduğu yerlerde harçlı eşiklerin bitki ile kombine edilmek suretiyle ıslah edilmesidir.

Oyuntu kontrolünde yapılacak önlemler sırasıyla;

- Havzaya düşen yağışın toprakta erozyona sebep olmayacak şekilde tutulması, yüzeysel akışın toprağa intikalinin sağlanması ve azaltılması amacıyla yönetimsel, kültürel ve teknik önlemler,
- Teknik ve kültürel tedbirlerin alınamadığı ve aksine maksimum yüzeysel akışın görüldüğü yerlerde aşırı suyun oyuntudan uzaklaştırılması ve böylece oyuntu başının ilerlemesini yavaşlatan veya durduran teknik önlemler,
- Oyuntulara gelen yüzey sularının oyuntu içerisinde emniyetli bir şekilde taşınması için gerekli kültürel ve sınıai tesisler.

Yukarı Havza Oyuntularında Alınacak Önlemler

Su toplama bölgesinde yapılacak erozyon kontrolü 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.

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 sınav tesisler söz konusudur.

Genel bir kaide olarak su toplama bölgesinde yamaç arazide alınacak tedbirlerle (Ağaçlandırma, teraslama, otlandırma v.s.) yüzeysel akım tamamen önlenecek ve dere tabanında oyulma söz konusu olmayacaksa, 0,30 - 1,30 metre derinliği olan sel dereciklerinde sınav 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 bitkisel tedbirlerle stabil hale getirilmesi lazımdır. Bir dere yatağı enine sınav yapılarla tahkim edildikten sonra, bitkisel önlemlerle takviye edilmelidir.

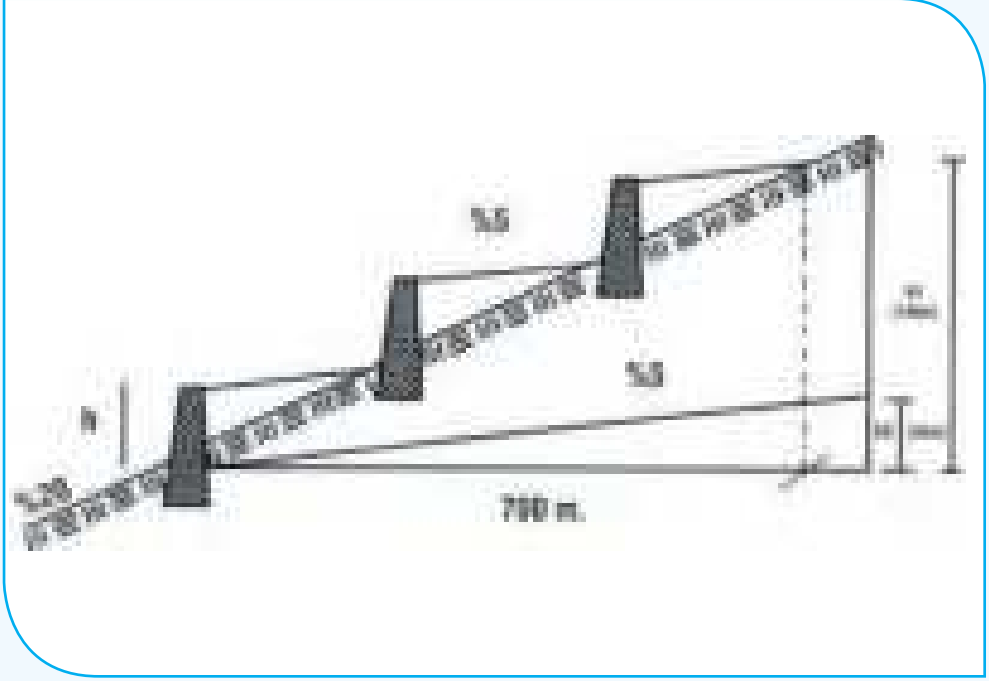
2.2.1. Harçsız Eşikler

Harçsız eşikler, oyuntularda, taban oyulmasının önlenmesi ve böylece taban meylinin düşürülerek, su 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 olacaktır.

İkinci derecedeki bir sel deresinin su toplama havzası genellikle 100 hektar kadardır. Böyle bir sel deresinde yapılacak sınav ve canlı tesisler büyüklükleri itibarıyla 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 ve buralarda herhangi bir planlama yapılmaz.

Meyilin 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 ebatları da yine inşa edilecek noktanın özelliklerine göre belirlenir.

Şekil 2.23: Eşik Görünüşü



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 içerisinde emniyetli bir şekilde taşınması için gerekli eğimdir. Denge eğimi arazide sıhhatli bir şekilde tespit edilmelidir.

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

$$n = \frac{h_1 - h_2}{h} \quad \text{formülü ile bulabiliriz.}$$

Burada;

n = İnşa edilecek eşik adedi,

h₁ = İslah edilecek dere bölümünün en yüksek ve en alçak noktaların arasındaki yükseklik farkı,

h₂ = İslahtan 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 yüksek noktaları arasındaki yükseklik farkı, $h_1 = 140$ m.dir.

Denge eğimi %5 kabul edilirse 700 metrede denge eğiminden dolayı meydana gelecek yükseklik farkı, $h_2 = 35$ m.dir.

Eşiklere verilecek yükseklik 2 metre olduğu kabul edilirse;

$$n = \frac{h_1 - h_2}{h} = \frac{140 - 35}{2} = \frac{105}{2} = 52 \text{ adet eşik yapılacak demektir.}$$

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

Bu tür sınıai 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 meyili hattı ile denge meyili 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. Bilhassa, kuru duvar eşik yapımında küçük ve yuvarlak şeklindeki taşlar kullanılmamalıdır. Büyük, kenarlı, köşeli ve yassı taşlar daha ziyade savak ve kuru duvar üstünde kullanılır. Savak veya kuru duvar üstünde 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 v.b. 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, eşğin 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 meyili (denge meyili hesabı bölümünde) belirtilen yöntemlerle tespit edilir. Eşik maliyetini düşürmek amacı ile oyuntularda yapılacak tesis sayısını azaltabilmek için denge meyilinin 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 meyili en düşük değerlere kadar düşürülebilir.

Örneğin, derenin 50 m.lik ve %20 meyilli bölümünde, enine profillerin hemen hemen aynı ve denge meyilinin %4 olarak seçildiği kabul edilerek belirlenecek kuru duvar tipine göre kullanılacak malzeme (taş) miktarının hesabı aşağıda verilmiştir.

Başlangıç ve son nokta arasında kot farkı $50 \times \%20 = 10$ m.olan bölümde, %4 denge meyiline göre ıslahı gerekli dere mecrasının başlangıç ve son noktaları kot farkının hesabı için önce denge meyili ile dere meyilinin farkı bulunur:

$\%20 - \%4 = \%16$. Bu meyil farkına göre enine objelerin toplam yüksekliğine esas olacak kot farkı hesaplanır. $50 \times \%16 = 8$ m. (Derenin tesis yapılacak bölümünün uzunluğu x Dere meyili ile Denge meyili 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 3.700 m^3 , 1.5 m.lik kuru duvarın hacmi 7.250 m^3 ve 2 m.lik kuru duvarın hacmi 11.750 m^3 olarak hesaplanmıştır.

Bu derenin ıslahında 1 m. yükseklikteki kuru duvardan 8 adet yapılması gerekmektedir ve bunların toplam hacmi $8 \times 3.700 = 29.600 \text{ m}^3$ 'tür.

2 metrelik kuru duvardan ise, 4 adet yapılması gerekir ve toplam hacmi $4 \times 11.750 = 47.000 \text{ m}^3$ olmaktadır.

Aynı derenin denge meyili %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 $50 \times \%20 = 10$ m. ve denge meyili %8 olarak kabul edilirse, ıslahı gerekli dere mecrasının başlangıç ve son noktaları arasındaki kot farkının mecraya meyili ile denge meyili arasındaki farka göre ($\%20 - \%8 = \%12$) hesaplanarak $50 \times \%12 = 6$ m. olduğu bulunur. Enine profili (V) tipine yakın mecrada, yine 1 metre yükseklikteki kuru duvarın hacmi, ortalama 3700 m^3 , 1.5 metrelik kuru duvarın hacmi 7.250 m^3 ve 2 metrelik kuru duvarın hacmi 11.750 m^3 olarak hesaplandığı belirtilmiştir.

Buna göre;

Bu derenin ıslahında 1 m. yükseklikteki kuru duvardan 6 adet yapılması gerekmektedir ve bunların toplam hacmi $6 \times 3.700 = 22.200 \text{ m}^3$ 'tür.

2 metrelik kuru duvardan ise 3 adet yapılması gerekir ve toplam hacmi $3 \times 11.750 = 35.250 \text{ m}^3$ olmaktadır.

Bu durumda, 1 m. yüksekliğinde kuru duvar eşik tesis edilmesi halinde mecranın 1 metresinin ıslahı için gerekli taş miktarı %4 denge meyiline göre $29.6 : 50 = 0.592 \text{ m}^3$, %8 denge meyiline göre $22.200 : 50 = 0.444 \text{ m}^3$ 'tür. Görüldüğü gibi %4 denge meyilinin %8 'e yükseltilmesi halinde %25 oranında taş malzeme daha az kullanılmaktadır. Kuru duvar eşik yüksekliğinin 2 m. olması halinde, 1 m. uzunluğundaki mecra tabanının ıslahı için gerekli taş miktarı, %4 denge meyiline göre $47000 : 50 = 0.940 \text{ m}^3$, %8 denge meyiline göre $35.250 : 50 = 0.705 \text{ m}^3$ '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 2 etkidir. 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 Cistus v.s) varsa eşiklerin yapılmasında bu malzemeden faydalanılmalıdır.

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

2.2.1.1. 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 maksada uygun, sağlam taş varsa sel yarıntılarının ve dereciklerinin kuru duvar eşiklerle ıslah edilmesi uygun olur. Kullanılacak taşların mahallinde bulunması gerekir. Uzak mesafelerden taş taşınarak eşik yapılmasında maliyet çok yükselir. Bu gibi hallerde, daha ekonomik olan kafes tel eşik gibi başka metotlar düşünülmelidir.

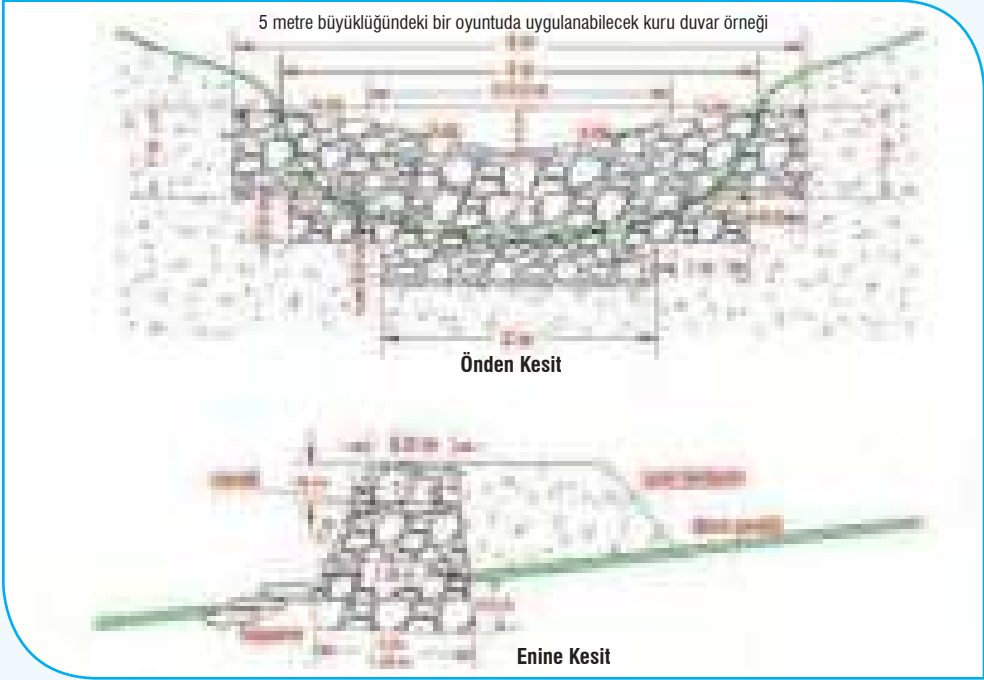
Kuru duvar eşikler, genellikle 0.70 - 2.00 metre yüksekliğinde yapılır. Temel derinliği ve kanat yükseklikleri yapının yüksekliğine dahil değildir. 2 metreden daha yüksek eşiklerin yapılması tavsiye edilmez.

Kuru duvar eşikler, dere havzalarının ve yarıntılarının 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.

Tablo 2.7: Kuru Duvar Eşik Yüksekliklerine Göre Taban ve Üst Genişlikleri

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

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

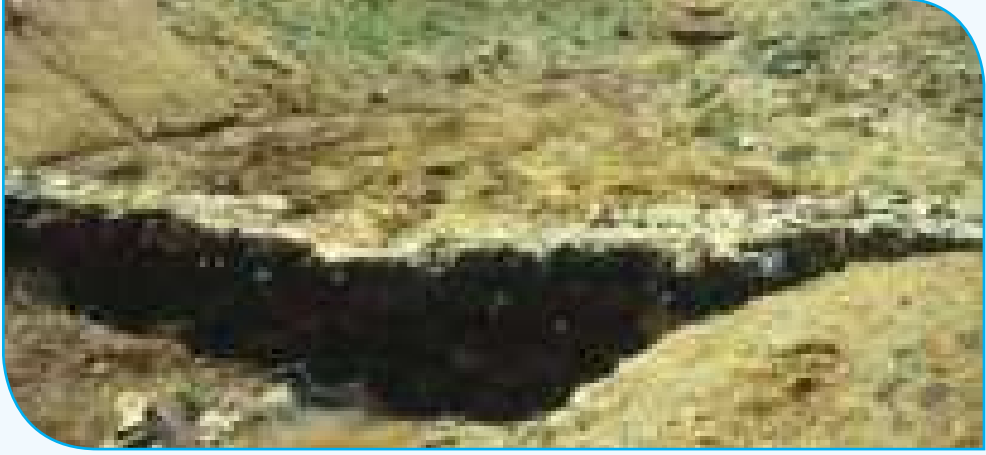
Şekil 2.24: Kuru Duvar Eşik Boyutları**Resim 2.29:** Kuruduvar Eşik Yapım Aşamaları; Temel Kazısı Yapılmış



Resim 2.30: Kuruduvar Eşik Yapım Aşamaları; Taşların Dizilmesi



Resim 2.31: Kuruduvar Eşik Yapım Aşamaları; Bitirilmiş Hali, Nazilli - Aydın - 2011



Resim 2.32: Kuru Duvar Eşik, Bitirilmiş Hali

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.
- 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. Savak kısmına taşlar uzunluğuna gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Kullanılacak taşlar köşeli olmalıdır.
- Eşiğin temelini sağlam bir zemine dayandırmalıdır 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 kısmından yani 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.



Resim 2.33: Oyuntu Islahı, Pötürge - Malatya - 1993



Resim 2.34: Oyuntu Islahı, Aynıyer, Pötürge - Malatya - 2013

2.2.1.2. Toprak Eşik

Kuru derenin su toplama alanı küçük, toprak geçirgen ve derin ise, makine ile birbirini takip eden basamaklı eşikler yapılır ve eşiklerin üzeri en kısa sürede ağaçlandırılarak saha stabil hale getirilir.



Resim 2.35: Sel Havzasının İlk Hali, Akdere - Kahramanmaraş - 1993



Resim 2.36: Aynı Havzada Toprak Eşiklerin Makine İle Tesisi - 1995



Resim 2.37: Ağaçlandırılmış Toprak Eşiklerin Bugünkü Görünüşü - 2014

2.2.1.3. Örme Canlı Eşik

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.

İslahı 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.

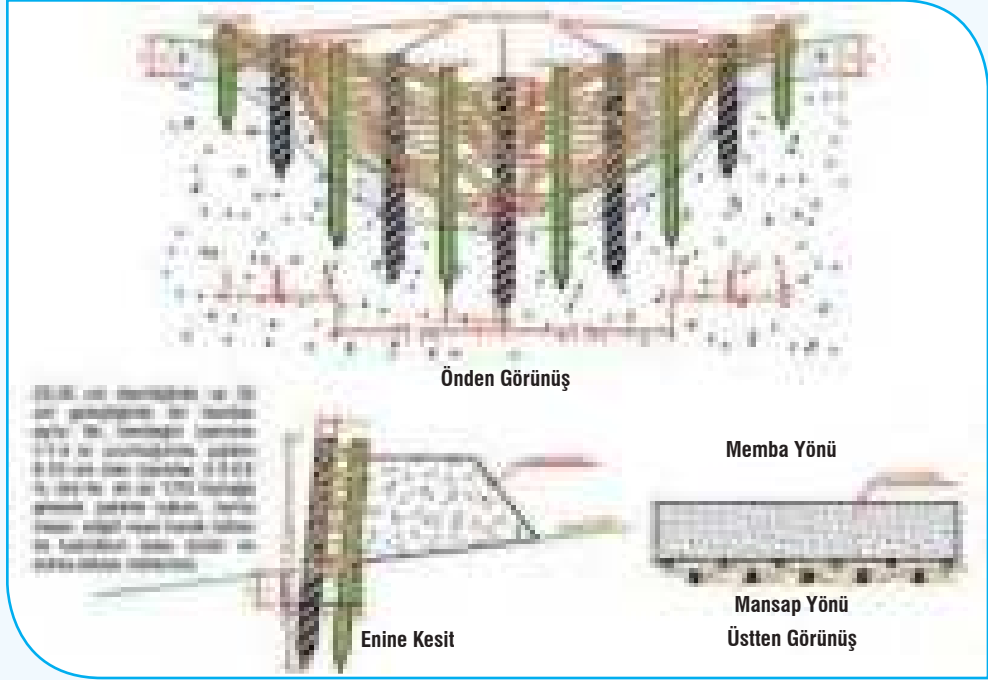
Biyolojik tesislerden, rutubetli derelerin ıslahında başarılı ve kalıcı sonuç alınmaktadır. Bu nedenle, biyolojik tesisler ekonomik olması halinde tavsiye edilir. Kazık çakımı kolay ve rutubetli derelerde, canlı eşikler olarak da, isimlendirdiğimiz biyolojik yapılar tercihan kullanılır.

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 eşiklerde 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 yarlarda oyulmalarının devam ettiği sel derecikler örme canlı eşiklerle tahkim edilebilir.

Oyuntu kenarları doğal şev açısına uygun düzeltilir. Oyuntu eksenine dik olarak 25 - 30cm. derinliğinde ve 30cm. genişliğinde bir hendek açılır. Bu hendeğin içerisine 1.00 - 1.50m. uzunluğunda, çapları 6 - 15cm. olan kazıklar, 0.30 - 0.50m. 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 ve gerekirse kazıklar latalarla veya tellerle birbirlerine bağlanır ve mansap tarafına çakılacak payandalarla kuvvetlendirilir. Suyun akacağı orta kısım kanatlardan daha düşük seviyededir.

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

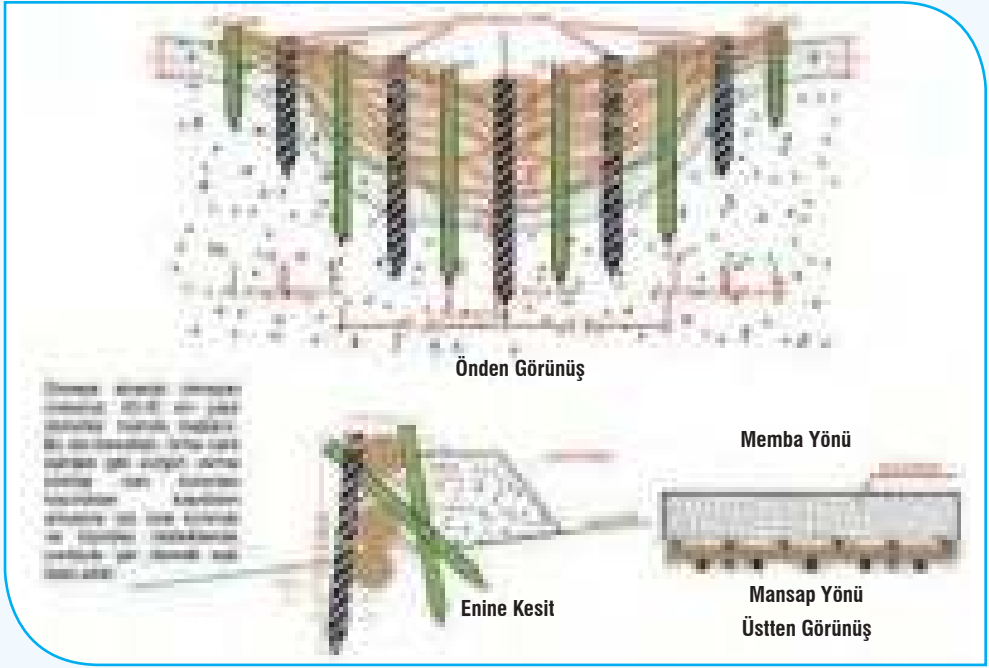
Şekil 2.25: Örne Canlı Eşik

2.2.1.4. Çalı Demetli Canlı Eşik

Çalı demetli canlı eşikler genellikle rutubetli ve topraklı 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 desteklemek 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 İğde çelikleri ve dalları sokularak canlı eşik sistemi güçlendirilir.

Ayrıca, ıslah yapılacak dere tabanında eşik yapılsın veya yapılmazın suyun akacağı yer serbest kalacağı şekilde Söğüt, Kavak veya İğde, Kuşburnu, Böğürtlen çelikleri, Dişbudak, Akçaağaç, Akasya fidanları dikilmeli uygun yerlere, Meşe ve Ceviz tohumları ekilmelidir. Ekim ve dikimler, dere tabanına 1 m. sıklıkta ve şaşırtmalı olarak yapılmalıdır.

Şekil 2.26: Çalı Demetli Canlı Eşik**Resim 2.38:** Çalı Demetli Canlı Eşik

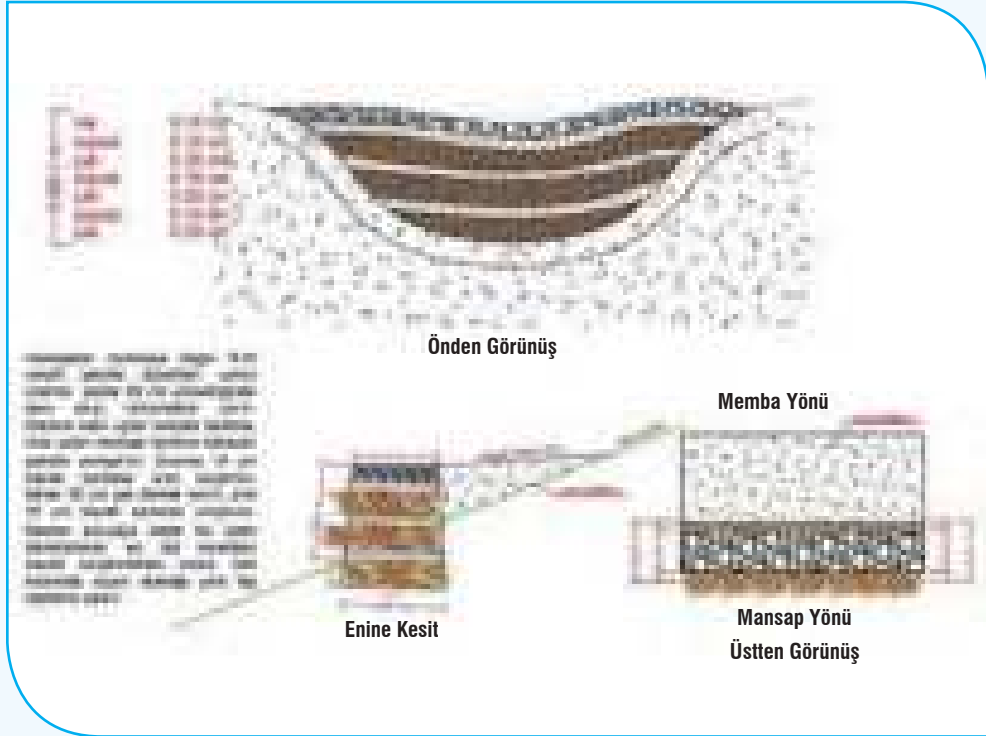
2.2.1.5. Çalı Demetli Toprak Eşik

Derenin toprak sedde yapılacağı yer, çalı demetleri uzunluğunda (0.60 - 0.70 m.), temel kazısı gibi, derin olmayacak fakat, sadece mansaptan menbaya doğru %10 meyilli 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 eşğin menba tarafı mutlaka toprakla doldurularak sıkıştırılır.

Şekil 2.27: Çalı Demetli Toprak Eşik



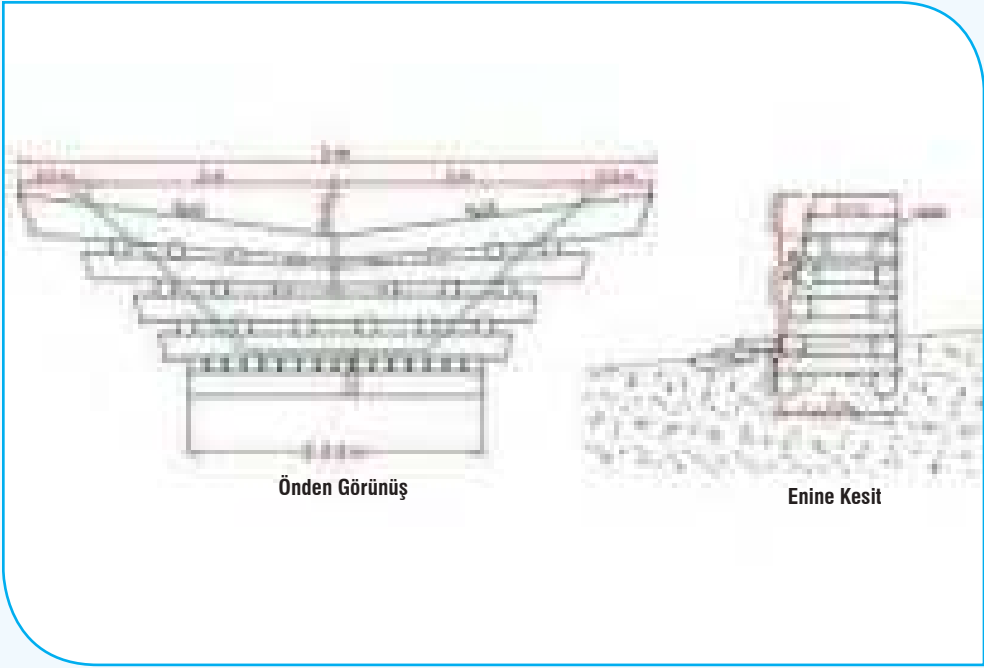
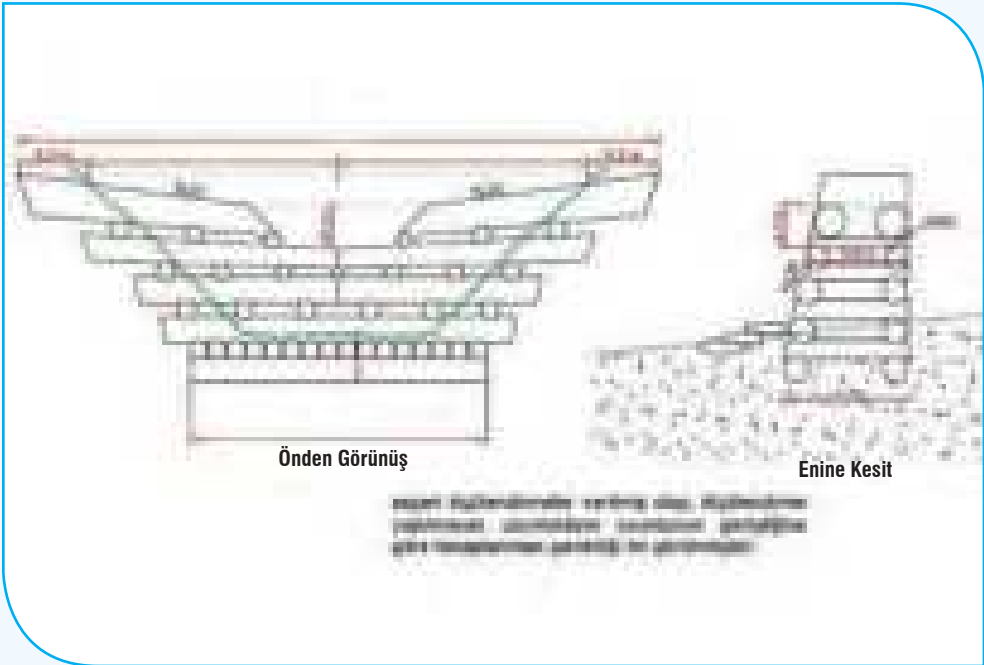


Resim 2.39: Çalı Demetli Toprak Eşik

2.2.1.6. Ahşap Eşik

Oyuntu ıslahı amaçlı 0.6 m. derinliğinde, 2 m. uzunluğunda ve 1m. genişliğinde temel kazısı yapıp 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 tekrar ederek tabanı 1,5 m. yüksekliği 1,6 m. savak uzunluğu 4,5 m. genişliği 1 m. olacaktır.

Şekil 2.28: Ahşap Eşik (Dar Oyuntularda)**Şekil 2.29:** Ahşap Eşik (Geniş Oyuntularda)



Resim 2.40: Ahşap Eşik, Taş Oluk, Afyon - 2015



Resim 2.41: Ahşap Eşik

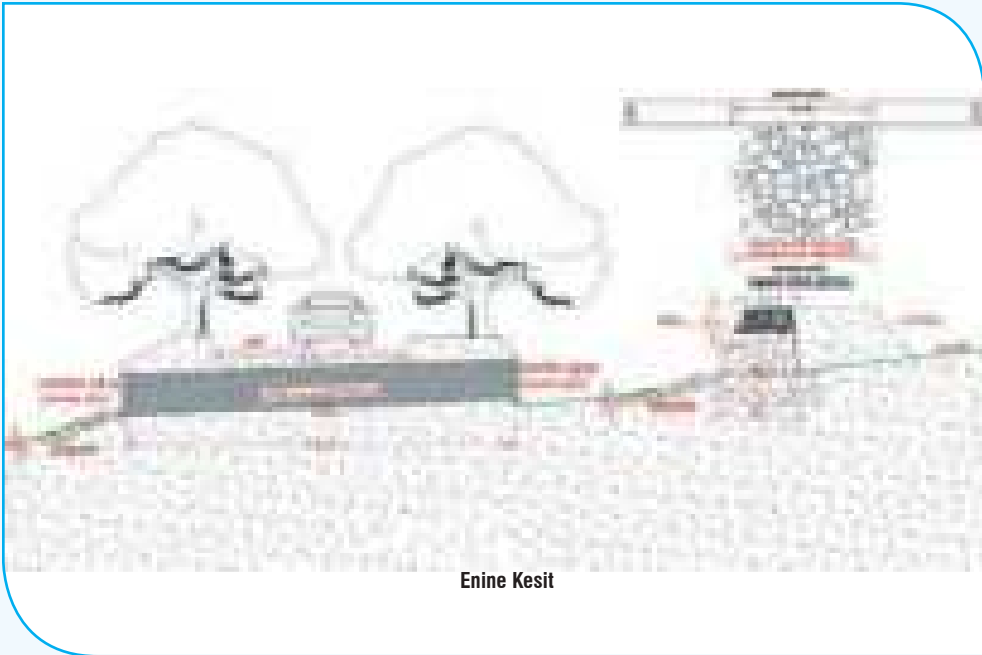
2.2.1.7. Taş Pere Kaplama

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 2.30: Harçsız Taş Pere Kaplama



Enine Kesit



Resim 2.42: Yamaç Islahında Drenaj Kanal Çıkışına Yapılan Harçlı Taş Pere Kaplama



Resim 2.43: Kanal Şevlerinin Korunması Amacıyla Yapılan Harçlı Taş Pere Kaplama

2.2.1.8. 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, Fildöfer, Gabyon sepet olarakta telaffuz edilmektedir. 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 oyulmaların 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.

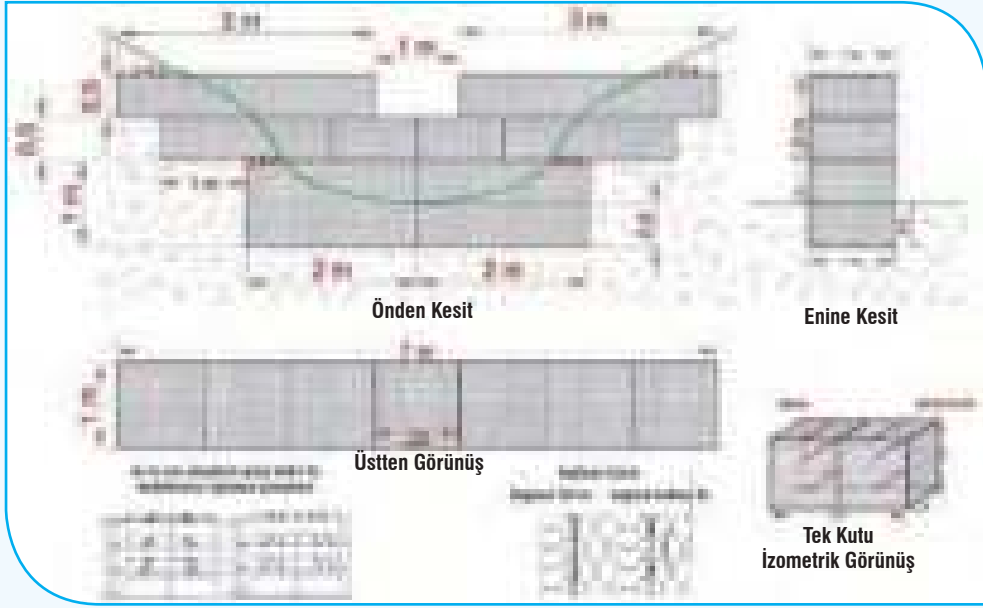
İri materyal taşıyan, meyilli ve yüksek hıza sahip sel derelerinde, materyalin çarpma etkisi ile sandıklar dağılabileceğinden, bu tür mecralarda statik hesabına çok dikkat edilmelidir. Kutu Gabionlar, çift burgulu altıgen tel örgü yapı olarak büyük kuvvetlere dayanıklıdır. Ayrıca kırılma ve çatlama yapmadan yapının bir miktar yer değiştirmesine karşı kendisini adapte eder. Galvanizli tel örgü çok uzun bir ömüre sahiptir. PVC kaplandığı takdirde faaliyet ömrü daha 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 sorunsuz bir performans sergileyebilirler. Oyuntu içerisinde gabion inşaatı için temel kazısı 50 cm derinliğinde ve kutu gabionun genişliğinde düz bir sıtış şeklinde açılmalıdır. Açılan temel kazısı içerisine gabionlar yanyana yerleştirilerek çelik tellerle bağlanır.

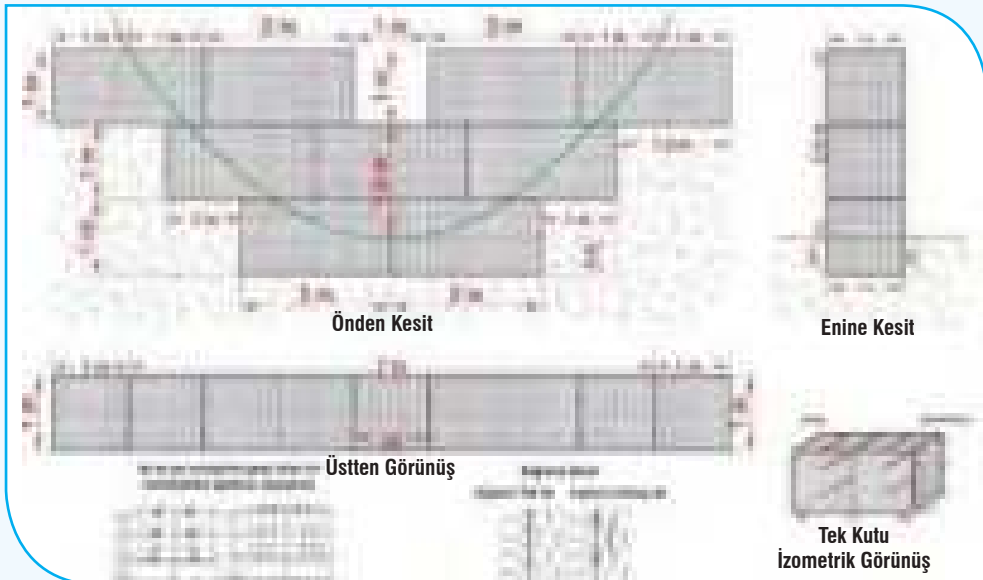
Gabion eşiğın yüksekliğı dikkate alınarak sağ ve sol sahillere kutu gabionun en az 75 cm girmesi sağlanmalıdır. Gabion içerisinde kullanılacak malzemeler, sahadan veya dere yatağından toplanan taşlar olabileceğı gibi taş ocağından getirilen taşlarda kullanılabilir. Taşların büyüklük küçüklük durumu göz önünde bulundurularak özenli bir şekilde taş dizimi yapılmalıdır. Taşların kutu gabionun yan yüzeylerinde oluşturduğu gerilimi azaltmak için 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.

Şekil 2.31: Farklı Ebatlarda Kutu Gabionlar Şema - 1



Şekil 2.32: Farklı Ebatlarda Kutu Gabionlar Şema - 2





Resim 2.44: Kutu Gabion, Taşoluk - Afyon - 2015



Resim 2.45: Gabion Eşikler

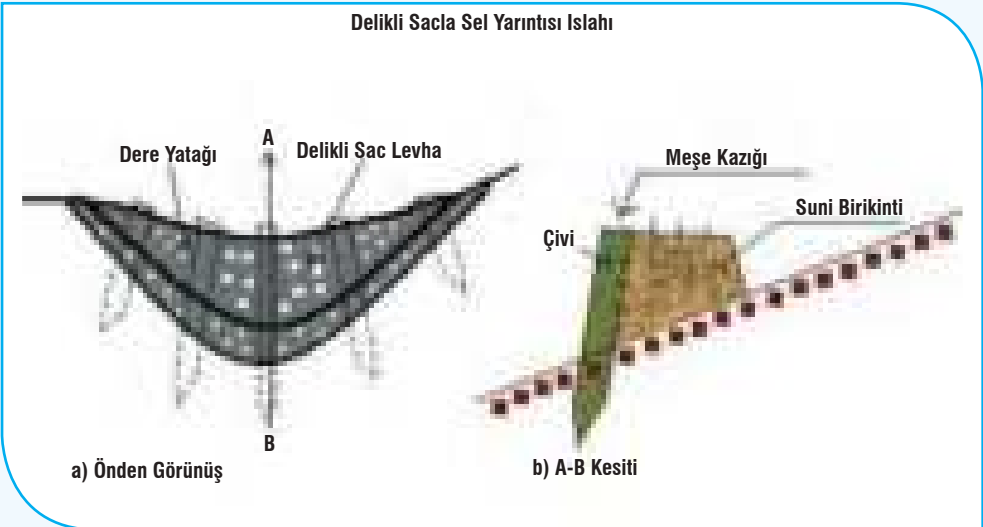


Resim 2.46: Suyun Hızını Azaltmak Amacıyla Dere Mecrasına Şaşırtmalı Şekilde Yapılmış Tel Kafes Sandıklar, Malatya - 1994

2.2.1.9. Delikli Saç Levha Eşik

Sel derelerinin tahkiminde, delikli saç levhalar, teneke, v.b. madeni malzemeler de kullanılabilir. Uygun bir maliyetle, malzeme temin edilebildiği takdirde, pratik oluşu nedeniyle tercih edilebilir. Saç levhaların dere tabanı ve kenarlarına iyice gömülerek sıkıştırılması ve mümkün olduğu kadar levhaların kazıklara (ahşap ise) çivilenmesi ve arkasının diğer metotlarda olduğu gibi hemen toprakla doldurularak sun'i birikinti teşkil edilmesi ve ağaçlandırılması gereklidir.

Şekil 2.33: Delikli Sac Levha Şeması

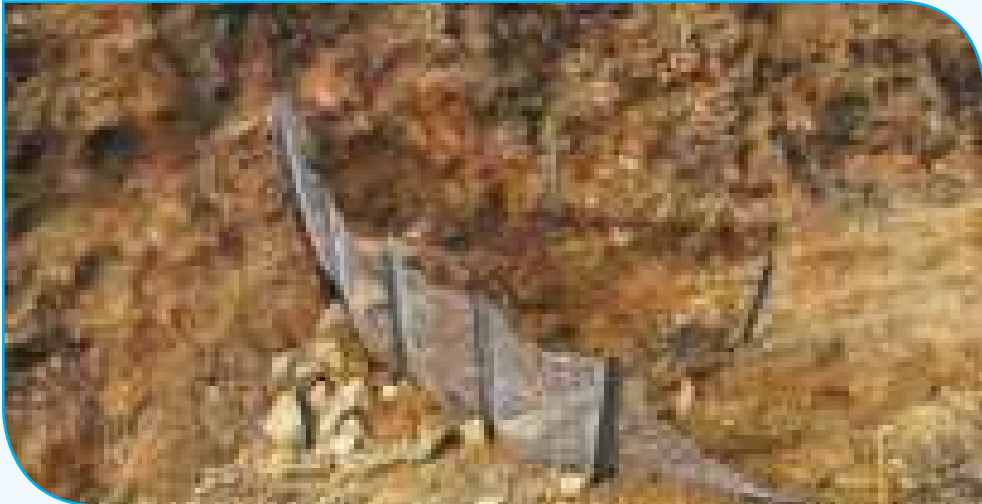


2.2.1.10. Galvanizli Kafes Tel Eşik Yapımı

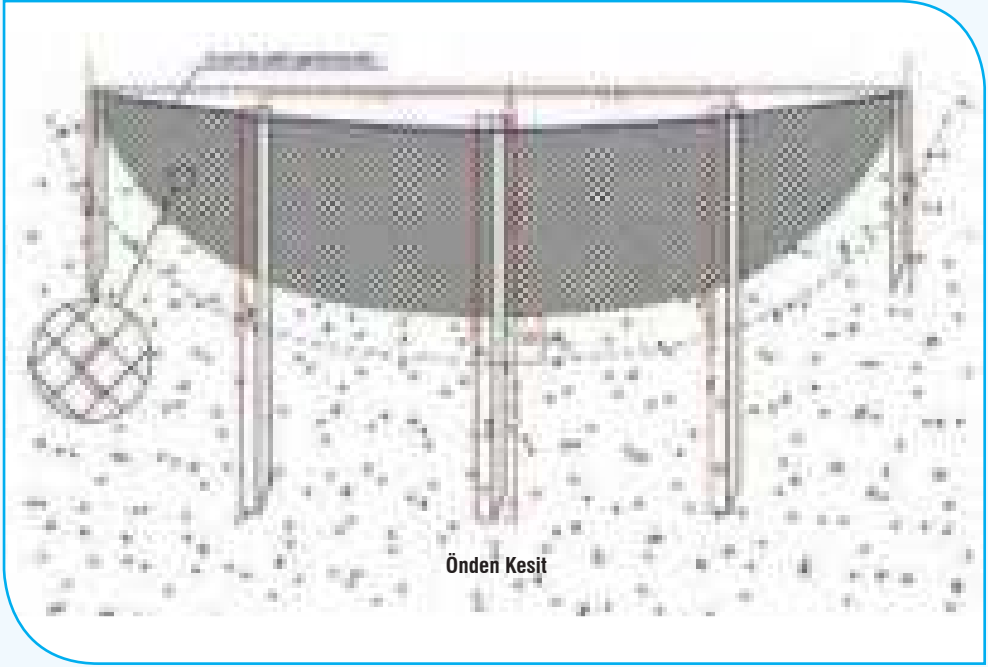
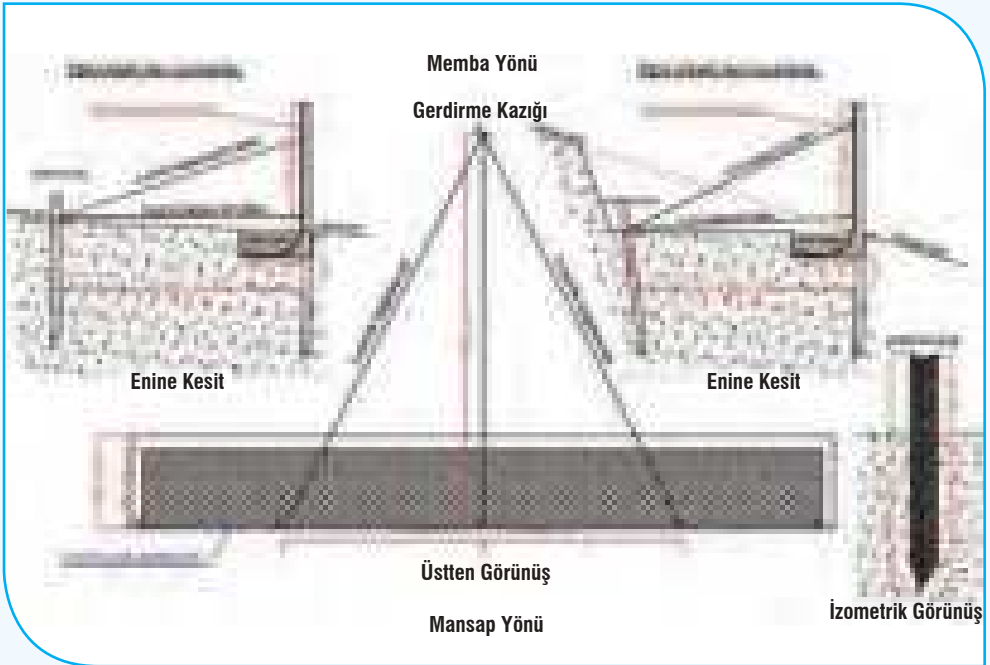
Toprak kazma ile 20 x 40 cm boyutlarında düzeltilerek temel kazılır, 140 cm boyunda L profil şeklinde uçları sivriltilmiş kazıklar 1 metre ara ile çakılır, 100 cm genişliğindeki en az 2.5 mm kalınlığındaki kafes tel, 3 mm' lik gergi teli ile kazıklara sabitlenir, kafes telin 70 cm' lik kısmından artan bölüm memba yönüne bükülerek üzerine taş, toprak çekilir. Kafes telin şevlere birleşen 2 ucu 70 cm' lik kazıkla sabitlenir. Kazıklara 1,5 metre uzaklıkta memba yönünde, 3 kazağa 1 adet olmak üzere 90 cm' lik gergi kazığı çakılarak 3 mm'lik bağlama teli ile gerdirme yapılır, tüm malzemeler sabitlenir ve gerektiği hallerde eşığın arkasına teras formu verilir. Söz konusu bu eşikler, kafes tel yerine geosentetik malzeme kullanılarak da yapılabilir.



Resim 2.47: Kafes Tel Eşik Tesisi, Ahırdağı - Kahramanmaraş



Resim 2.48: Kafes Tel Eşik Tesisi, Korkuteli - Antalya - 2015

Şekil 2.34: Kafes Tel Eşik (Önden Görünüş)**Şekil 2.35:** Kafes Tel Eşik (Üstten Görünüş)

2.2.1.11. Çuvallı Sedde

Kuruduvar 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. Kuruduvar eşiklerin yapıldığı şekilde, oyuntu tabanında temel kazısı yapılır. Dolu çuvallar, yamaçlara mümkün olduğu ölçüde sokulur. Suların ortadan akacak şekilde üst kısma kavis verilir. Temelden çıkan topraklar, eşiğin arkasına 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.



Resim 2.49: Çuvallı Sedde Tesis, Menzelet Baraj Havzası - Kahramanmaraş

2.2.1.12. Diğer Tesisler (Fransa Örnekleri)

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

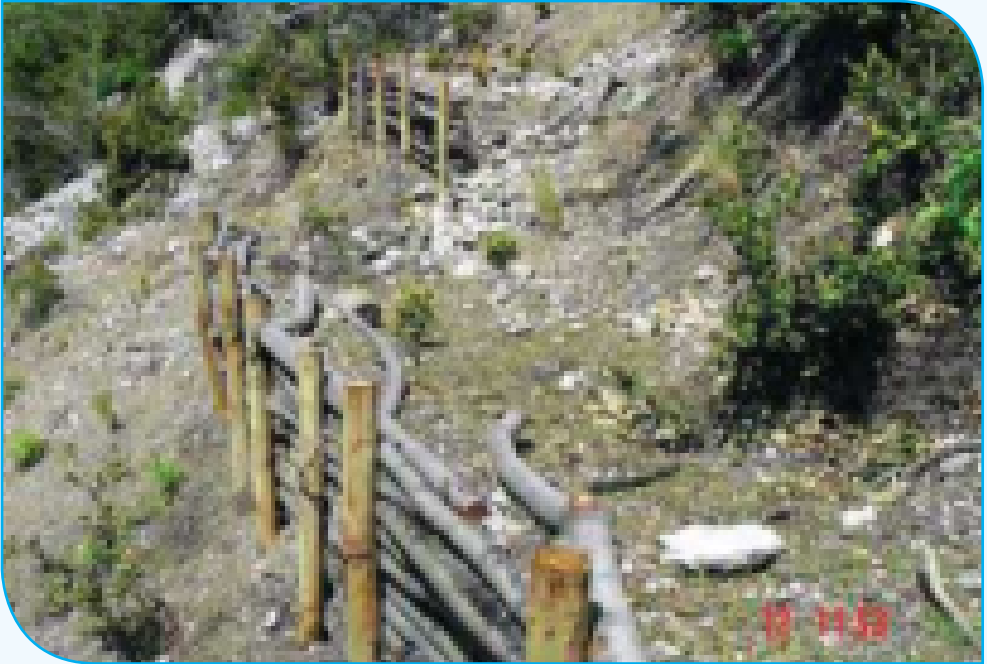
Bu metotla oyuntu ıslahı, yatağın denge eğimine göre değil, sel yatağının her bölümündeki özel duruma göre belirlenen ve her bölüm için farklı olabilen ağaçlandırma tekniği uygulanabilir.

Cansız Ahşap Eşik

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.



Resim 2.50: Cansız Kazık ve Ağaç Dalları İle Tesis Edilmiş Yamaç Islahı, Fransa



Resim 2.51: Cansız Kazık ve Ağaç Dalları İle Tesis Edilmiş Teraslar, Yöreye Uygun Fidanlarla Ağaçlandırılmalıdır, Fransa

Canlı Kazıklarla Oyuntu, Yamaç ve Mecra Islahı

Sel yatağının düzenlenmesi ve yatakta sellerin taşıdığı materyalin durdurulması amacıyla 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.

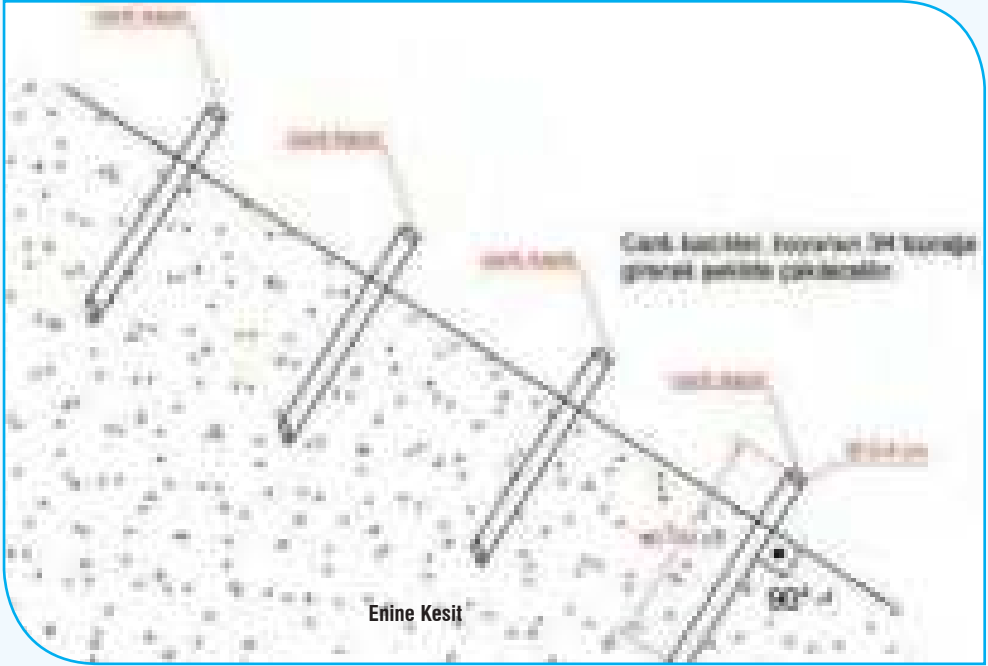


Resim 2.52: Topraklı Dere Tabanlarında Canlı Kazıklarla Tesis Edilmiş Oyuntu Islahı, Fransa



Resim 2.53: Canlı Kazıklarla Oyuntu Islahı, Fransa

Şekil 2.36: Yamaç Islahında Canlı Kazıkların Çakılması



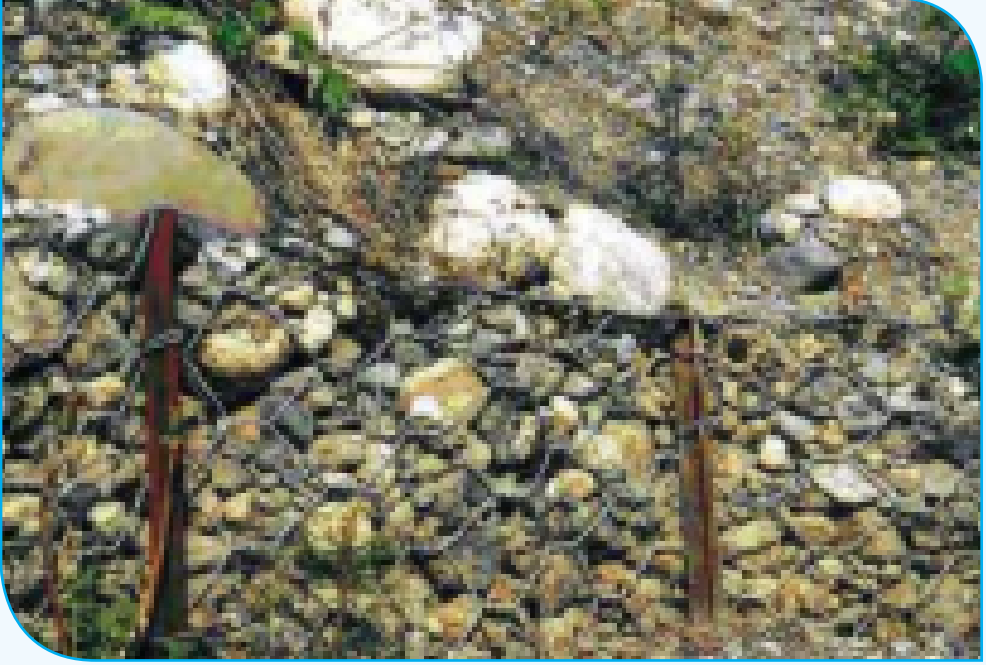
Resim 2.54: Canlı Kazıklarla Oyuntu ve Yamaç Islahında, Kazıkların Sürgün Verebilmesi İçin En Az Yarı Toprağa Girmelidir. Fransa



Resim 2.55: Canlı Kazıklarla Yamaç Islahı, Fransa



Resim 2.56: Canlı Kazıklarla Yamaç Islahı, Fransa



Resim 2.57: Kafes Tel Çit ile Yamaç Islahı, Fransa



Resim 2.58: Kafes Tel Çit İle Yamaç Islahı, Tesisten Sonra Teraslar Yöreye Uygun Fidanlarla Ağaçlandırılır, Fransa



Resim 2.59: Kafes Tel Çit İle Yamaç Islahı, Fransa



Resim 2.60: Rutubetli ve Topraklı Derelerde Canlı Kazıklarla Tesis Edilmiş Dere Islahı, Fransa

2.2.2. Harçlı Eşik

Bir su toplama havzasının, sel derelerinin 3.00 m.'den daha derin olan kısmından, birikinti konisine kadar (boğaz bölgesi dahil) olan bölümü ana sel deresidir. Ana sel deresi bölümü mecra ıslahında, havzanın en önemli bölümüdür. Dere havzasının bu bölümünde alınacak önlemlerin türü, miktarı ve boyutları, yukarı havzanın karakteristikleri ile yakından ilgilidir. Su toplama havzasının genişliği, bitki örtüsü durumu, toprak, jeoloji, eğim, hidrolojik karakteristikleri ve bu kısımda alınacak önlemler, boğaz bölgesinde ıslah çalışması yapılıp yapılmayacağı, çalışılacaksa yapılacak tesislerin niteliklerinin tayininde etken olur.

Dere havzasının ana sel deresi bölümünde, alınacak önlemler su toplama bölgesinde alınan önlemlerden beklenen sonuçlara göre belirlenir. Bu önlemler, taşıntı konisi bölümüne geçecek su ve materyal miktarını ve bu materyalin iriliğini düzenleme amacına dönüktür. Su toplama bölgesinden gelen materyal ana sel deresi bölümünde yapılan enine tesisler tarafından tutulur. Bu tesislerin arkası rusubatla dolduktan sonra, yukarıdan gelen materyal birikme konisine taşınır.

Havzada; teraslandırma ve ağaçlandırma, meşe imarı çalışmaları, koruma yoluyla diri örtünün geliştirilmesi gibi yamaç arazi ıslahına dönük tüm tedbirler alındıktan sonra ana ve yan derelere gidecek su miktarları ve oyulmaların devam edip etmeme durumuna göre ana sel derelerinde sınav tesislerinin yapılıp yapılmayacağına karar verilir.

Mecraya ıslah sekisi inşa etmek suretiyle, taban ve kıyı oyulmalarını önlemek ve yamaçlara hakim olmak mümkündür. İnşa edilen sekinin etkisi dere tabanını kestiği yere kadar devam eder. Bu durumda, sekinin yüksekliği nispetinde etki alanı da büyür. Havzanın ana sel deresi bölgesinde yapılabilecek tesislerin başlıcaları: ıslah Sekileri, Geçirgen-Süzücü Yapılar, Tersip Bentleri, Taban Kuşakları ve Britlerdir.

2.2.2.1. ıslah Sekisi

Sel derelerinde dere tabanının ve kenarının korunması, heyelanlı kıyıların ve yamaç eteklerinin desteklenmesi, yatakta biriken malzemenin taşınımının azaltılması, ya da fazla taşıntının uygun yerlerde depolanması amacıyla, dere yataklarında yapılan tek ya da bir dizi (sistematik) yapılara denir.

Yan derelerde taban eğiminin düşülerek suyun hızının, dolayısıyla sürüklenme gücünün azaltılması suretiyle mecralardaki erozyonu önlemek en etkili ıslah şeklidir. Bu amaçla, dere eksenine dik olarak inşa edilen tek ya da kademeli yapılara enine yapılar denilmektedir. Enine yapıların en etkili olanı ise ıslah sekileridir.

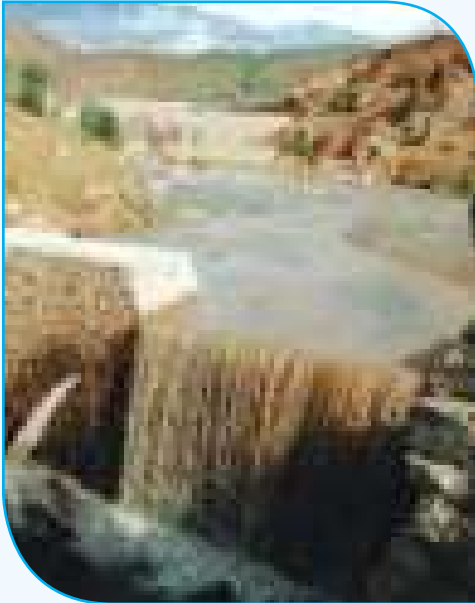
Çoğu kez tersip bentleriyle karıştırılan ıslah sekilerinin ana fonksiyonları, inşa edildikleri yerde ve menbaya doğru belirli bir mesafe içinde, dere taban ve kıyılarını erozyona karşı korumak, oyulmalar sonucu oluşan yamaç göçmesi ve heyelanları kontrol altına almaktır.

Bu ana fonksiyonlarının yanı sıra;

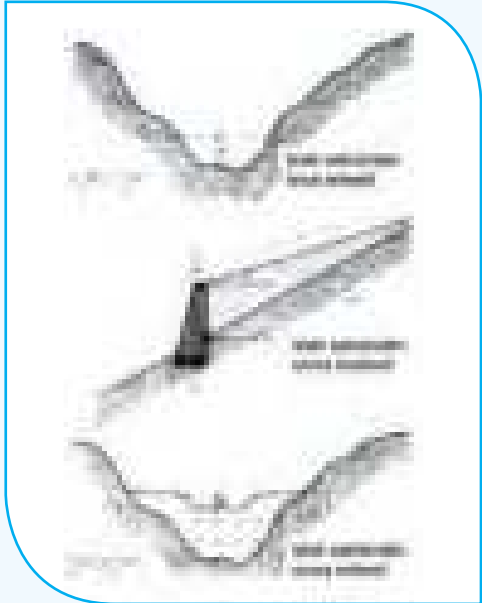
Ancak esas amaçları, önceden açıklandığı gibi toprağı olduğu yerde tutup, aşınmayı ve taşınmayı yani rusubat oluşumunu önlemektir. Islah sekileri derelerde bozulmuş olan doğal dengeyi eski haline getirerek ıslah görevi yaparlar.



Resim 2.61: Islah Sekisi, Çağlayan Dere - Buharkent - Aydın



Resim 2.62: Islah Sekisi, Uludere Havzası - Suşehri - Sivas



Şekil 2.37: Islah Sekisi Kesitleri



Resim 2.63: Islah Sekisi, Şeraabat Deresi - Nazilli - Aydın - 2011



Resim 2.64: Islah Sekisi, Aydın - 2011

2.2.2.2. Geçirgen ve Süzücü Yapılar

Suyun akması için bir açıklığa sahip bulunan, nispeten küçük boyutlu taşıntının geçip gitmesine olanak tanırken, sel akışları sırasında ise iri taşlar, kaya parçaları, odun ve dal parçalarına kadar değişen daha büyük boyutlu materyaller tuzaklanıp alıkoyan yapılara denir.

Bu açıklıkların bırakılmasının amacı iri materyalin tutulması, rezervuarın doldukça temizlenmesi ve yapının uzun yıllar fonksiyonunu devam ettirmesi, suyun ve mansaba taşınan ince materyalin hızını ve yıkıcı etkisini düşürmektir.

Sonuç olarak bu yapıların mansabında su, küçük boyutlu sedimenti taşımaya devam eder ve bu yük, akan suyun kinetik enerjisinde rüsubatın taşınmasına harcanan enerji kadar bir azalmaya yol açar. Aynı zamanda tutulan iri materyal nedeniyle mansap tesislerinin fonksiyonel olması sağlanır.

Karadeniz Bölgesi (yağışın ve ormanın çok olduğu yerler) başta olmak üzere yerleşim yerlerine direk gelen derelerde ağaç, kök, gövde, dal, taş ve kaya gibi katı materyalleri tutucu sel kontrol tedbirlerinden olan geçirgen ve süzücü yapılar kullanılmalıdır.



Resim 2.65: Geçirgen ve Süzücü Yapılar - Avusturya

2.2.2.3. Tersip Bentleri

Yukarı havzadaki yamaçlardan ve oyuntulardan kaynaklanan rüsubatı mansaba intikal etmeden depolamak amacıyla akarsu yataklarında inşa edilen enine yapılara tersip bendi denmektedir.

Tersip bentlerinin yapılış gayesi dere yağış havzalarında oluşan ve sarfiyatlarla taşınan rüsubatı depolamak suretiyle, mansaba rusubat intikalini engellemektir. Tersip bentlerinin asıl işlevi koruyucu niteliktedir. Ayrıca, dolaylı olarak arkalarında biriktirdikleri rusubatla, dere mecrası eğimini kırmaları ve yatakta su yükünü azaltmaları sonucu, suyun aşındırma ve sürüklenme gücünü düşürdükleri için, belirli bir yatak uzunluğunca mecrada oyulmaları da önlerler. Bu açıdan Tersip Bentlerinin rezervuarı tamamen rusubatla dolduktan sonra depolama görevleri sona erer.



Resim 2.66: Tersip Bentleri, Karaçay - Osmaniye

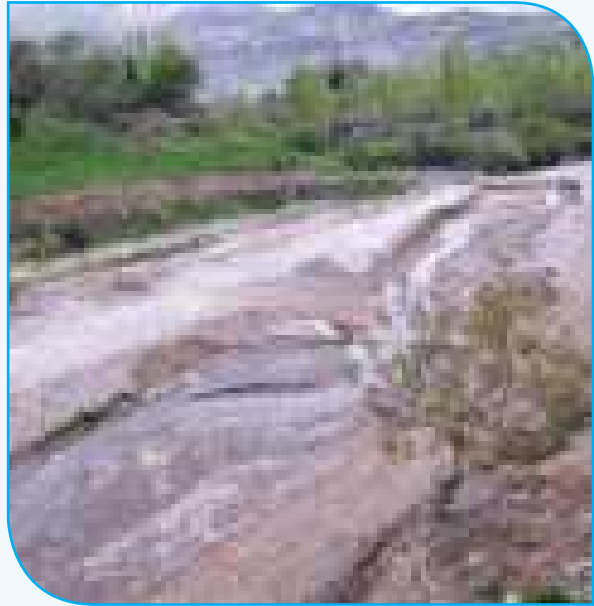
2.2.2.4. Taban Kuşakları

Geniş tabanlı doğal dere yatakları içinde malzeme hareketinin durmadığı ve mansaba intikalinin devam ettiği durumlarda, derelerde belirli bir denge eğimi oluşturarak, hareket eden malzemeyi durdurmak için yapılan yapılara denir.

Önceki yıllarda birikmiş rüsubatın oyularak mansaba taşınmasını önlemek ve yerinde tutmak, kıyı oyulmaları olan yatak kesitlerinde oyulmaları önleyip, geniş yataklarda düzenli bir akım da sağlamak gayesiyle inşa edilen enine yapılardır.



Resim 2.67: Taban Kuşakları, Kurşunludere - Salihli - Manisa



Resim 2.68: Taban Kuşakları, Soldaki Resim, 2000 - Sağdaki Resim, 2011 - Peynirdere - Kahramanmaraş

2.2.2.5. Britler

Eğer, doğal ve düzenlenmiş derelerde rusubat problemi bulunmuyor ancak dere yataklarında oyulma varsa, eğimi düşürerek dere yatağı erozyonunu önlemek amacıyla britler inşa edilir. Gelecekte britler arasında rusubat birikmesi beklenebilir.



Resim 2.69: Britler, Yassıören Dere - Senirkent - Isparta

2.2.2.6. Yarı Harçlı (Miks) Eşikler

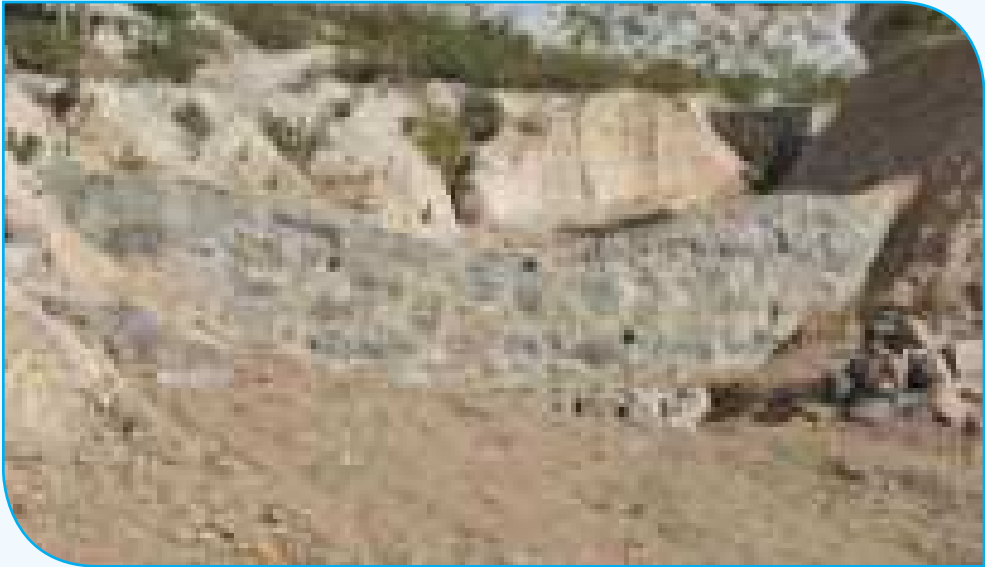
Kuru duvar eşiklerin yeterli olmayacağı daha derin veya geniş oyuntuların ($Q_{max}=15-20$ m³/sn. taşkın debileri bulunan oyuntu ve yan derelerin) tahkiminde miks eşikler kullanılır. (H. Balcı, Y. Öztan) Miks eşikler, sel deresinin yan kollarında, taban ve yan oyulmalarının devam ettiği oyuntularda harçlı 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.

Miks eşiklerin yapılmasında dikkat edilecek hususlar:

- Miks eşik inşaatına zorunlu olmadıkça başvurulmamalıdır.
- Bu eşiklerin temel üst yüksekliği en fazla 4 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.
- Kanat üst kenarları, yamaç şevlerine doğru %10 - 15 eğimli olarak inşa edilmeli ve kanat 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 gerisi, temelden çıkan kazı malzemesi ve mecra şevlerinden çıkan toprakla doldurulmalıdır.

Şekil 2.38: Miks Eşik, (5m. Genişliğindeki Bir Oyuntuda Uygulanabilecek Misk Eşik Örneği)



Resim 2.70: Miks Eşik, Afyon - 2015

Kuru duvar ve miks 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, İğde çelikleri veya Dişbudak, Akasya, Akçaağaç vb. yöreye en uygun ağaç türlerine ait fidanlar dikilir ya da Meşe, Badem, Ceviz tohumları ekilir.

Havzadaki ıslah çalışmaları tamamlandıktan sonra, enine yapıların memba taraflarının dolmasını bekleyerek 2 - 3 sene 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.

2.2.2.7. Projelendirme ve Uygulama Esasları

Harçlı Eşikler, 2. ve 3. derece sel deresi ve dereciklerinde yapılan küçük yapılardan ziyade 1.5 - 2.00 m.den daha yüksek olan çimento harçlı kargir, blok beton veya betonarme yapılardır. Harçlı barajlar, genel olarak iki şekilde inşa edilirler. Bunlar, düz ve kavisli şekillidir. Kavisli barajlar özel şartlarda ve nadiren kullanılır. Daha çok blok beton veya betonarme olarak inşa edilen büyük boyutlu eşiklerde kavisli şekillere rastlanır. Mecra ıslahında kavisli eşik inşaatı hemen hemen hiç rastlanmaz. Bununla birlikte, çok özel şartlarda mecra ıslahında da kavisli baraj tesisi söz konusu olabilir. Örneğin; derenin iki kenarı da sağlam ve kayalık olduğu zaman uygulanabilir.

Mecra ıslahında genellikle düz çimento harçlı kargir eşikler kullanılır. Bunlar, düz ve ağırlık eşiği olarak tesis edilirler.

Mecra uzunluğu kısa ise yeter yükseklikte tek bir eşik inşa edilerek tabana hakim olmak mümkündür. Islah edilecek mecra uzunluğu fazla ise sistematik bir sıra harçlı seki inşası gerekir. Harçlı seki inşa edilmek suretiyle dere ıslahı düşünüldüğü zaman, tesis edilecek ıslah ünitesi seki, radye ve kontr-sekiden oluşur.

Radye ile kontr-seki esas tesis olan barajın önünde meydana gelebilecek oyulmayı önlemeye yarayan tesislerdir. Fakat, sekiler seri halinde inşa edildiği zaman, her sekinin önüne radye ve kontr-seki yapılması gerekmez. Seri halde inşa edilmiş sekilerde bir alttaki seki bir üstteki için kontr-seki görevi yapar. Fakat genel olarak, en alttaki sekinin ya da yukarı kısımlarda olupta seri takip etmeyen ve ayak kısmının oyulma ihtimali olan sekinin önüne radye ve kontr - seki inşa edilerek konması gerekir.

Harçlı Eşikler, önemli olduğu kadar, maliyeti yüksek yapılar olduğundan, ciddi bir arazi etüdünden sonra gerekli görülürse, en uygun noktalarda, beklenen faydayı sağlayacak boyutlarda tesis edilmelidir.

Dere Uzunluk Profilinin Alınması

Dere uzunluk profili, havzanın boğaz bölgesinin birikme konisine açıldığı noktadan yukarıya doğru alınır. Birikme konisinde de tesis yapılacaksa, uzunluk profili, koninin mansap kısmından itibaren alınır.

Derenin uzunluk profili tespitinde derenin seki inşasına uygun olan ya da uygun olmayan veya oyulma olan ya da olmayan karakteristik noktaları arasındaki mesafesi, eğimi, yükseklik farkları tespit edilerek bir kâğıt üzerine kayıt edilir. Bu ölçümler için bir şerit metre ve bir klizimetre yeterlidir. Uzunluk profili kâğıt üzerine geçirilirken, ölçme noktaları arasındaki kot farklarının daha belirgin bir şekilde gösterilebilmesi açısından, yükseklik ölçeği, mesafe ölçeğinden daha büyük alınabilir. Örneğin; mesafeler için ölçek 1/1000 alındığı takdirde, yükseklik ölçeği 1/200 ya da mesafe ölçeği 1/2000 olduğu zaman yükseklik ölçeği 1/500 olabilir. Ölçeklerin ne olması gerektiğine derenin uzunluğuna ve en üst nokta ile en alt nokta arasındaki kot farkına göre profili alan teknisyen karar verir.

Uzunluk profilinin arazi etüdü esnasında, baraj yapımı ile ilgili derenin diğer karakteristikleri de tespit edilir. Örneğin; kayma ve yıkılma, şiddetli oyulma olan yerler, tesis yapılmasına lüzum görülmeyen sağlam yapıları kısımlar, baraj tesis edilecek bölümler ve buralarda tesis için uygun olan veya uygun olmayan noktalar tespit edilip, basit kroki üzerinde işaretlenir.

Eşik İnşa Edilecek Yerlerin Belirlenmesi

İslah sekisi yapılacak noktalar tespit edilirken dikkate edilecek hususlar:

- Eşiğin sağlam ve emniyetli inşa edilebilmesi için inşaat yerinde dere tabanı ve kıyılar
- sağlam olmalıdır veya yapı sağlam temele oturtulmalı, kıyı oyulması için gerekli önlem alınmalıdır.
- Eşik yüksekliğinin 6 - 7 m.'den daha fazla olmayacağı kabul edilerek, alttaki eşiğin arkasında meydana gelecek birikintinin, üstteki eşik ayağına kadar uzanması gerektiği; eşik yapılacak noktada zeminin sağlam olması, taban ve yan oyulmaların bulunmaması, derenin dikine profilinin maliyeti çok fazla artıracak kadar geniş olmaması v.b. hususlar dikkate alınarak muhtemel eşik yerleri tespit edilir. Eşik yükseklikleri belirlendikten ve kompensasyon meyili (denge meyili) tespit edildikten sonra, hangi noktalarda eşik yapılacağına karar verilir.
- Eşik inşa edilecek kısımlarda kıyılarda kayma veya kaymaya müsait yerler olmamalıdır.
- İnşaat malzemesinin naklinin mümkün olduğu kadar kolay olduğu yerler olmalıdır.
- İnşaatın sağlam ve maliyetinin düşük olması için derenin dar yerleri seçilmelidir.

Eşik inşaatı için uygun görülen yerler, uzunluk profili üzerinde işaretlenir.

Denge Meyili Hesabı

Genellikle yükseklikleri 3 m.'ye kadar olan taşıntı eşikleri için, pratikte denenmiş ve yeterliliği kabul edilmiş kesit ve boyutlarla yetinilebilir. Yüksekliği 3 m.'den fazla olan ve özellikle 5 m.'yi aşan taşıntı eşikleri için ise gerekli kesit ve boyutların statik hesaplarla bulunması uygun olur.

Yatay izdüşümü dikdörtgen biçimindeki taşıntı eşikleri ağır sıklet duvarları olarak inşa edilmektedir. Enine kesitleri trapez biçiminde olan ve ağır sıklet duvarları olarak inşa edilen taşıntı eşiklerinin, genellikle memba tarafı (su yüzü) düşey, mansap tarafı (hava yüzü) eğimlidir. Bu eşiklerde boyutları Wang'ın hesaplayarak düzenlediği tablodan alınabilir.

Tablo 2.8: Yatay İzdüşümü Dikdörtgen Biçiminde Olan Eşiklerin Dimenzionları, *Prof. Dr. Tavşanoğlu -1974*

En Büyük Eşik Yüksekliği (h) m.	Hava Yüzü Eğimi (max.)	Üst Genişlik (m)	Taban Genişliği (m)
4.50	0.25 h.	0.35 h.	0.60 h.
7.00	0.20 h.	0.41 h.	0.61h.
12.00	0.15 h.	0.46 h.	0.61 h.
28.00	0.10 h.	0.53 h.	0.63 h.
>28.00	0.05 h.	0.60 h.	0.65 h.

Mevcut topoğrafik, jeolojik ve hidrolojik şartlar altında, bir mecrada suyun erozyona (oyulmaya) neden olmadan akmasını sağlayan eğime o dere yatağının denge meyili veya kompensasyon eğimi denir. Seri halde eşik yapılması gerektiği zaman eşğin bir alttaki eşik gerisinde teşekkül edecek birikinti içine gömülmemesi açısından denge meylinin bilinmesi ve eşikler arasındaki mesafenin denge meyiline göre hesaplanması önemlidir. Denge meyili teşekkül ettikten sonra dere tabanı oyulmaz ve büyük materyalin taşınması durur.

Denge meyili, derenin doğal eğimine, suyun ve taşınan materyalin özgül ağırlığına, taşınan materyalin miktarına ve büyüklüğüne göre değişir. Denge meyili ampirik formüllerle veya dere yatağına yapılacak inceleme ve tespitlerle belirlenebilir.

Amprik formülle denge meyili hesabı;

Steiger Formülü:

Denge meyili hesabında sıkça kullanılan bir formüldür. $P = a \times L / h$

Burada;

P = Denge meyili,

a = Katsayı (0.5),

L = Derede taşınmakta olan rüsubatın en büyük tanesinin uzunluğu (cm.),

h = Tanenin bulunduğu yerdeki en yüksek taşkın izine ait dere en kesitinde bulunan suyun derinliği (cm.)

Pratik yolla denge meyili hesabı;

Dere içinde oyulmaya dayanıklı noktaların (Kaya arkası, sert zeminlerin meydana getirdiği tabii seddeler, vb.) arkasında teşekkül eden eğimler denge meyili hakkında yeterli fikir verebilir.

Tabii olarak oluşan meyillerden yararlanarak, denge meylinin tespiti için, dere yatağı tetkik edilir. Doğal denge meyillerinin bulunduğu kısımlarda basit usullerle meyil ölçülür. Dere yatağının uzunluğuna ve mecradaki eğim değişikliklerine göre tatbikatçı nerelerde ve kaç yerde eğim ölçüleceğine karar verir. Ölçülen eğimlerin ortalaması alınmak suretiyle veya tespit edilen eğimlerden en uygunu derenin genel denge meyili olarak kabul edilmek suretiyle denge meyili belirlenir. Pratik olması ve daha gerçekçi olması nedeniyle arazi tetkikleri sonucunda denge meylinin belirlenmesi daha uygundur.

Eşik Sayısının Hesabı

Eşik sayısının tespit edilmesinden önce, mecranın ıslah edilecek bölümünün en alt noktası ile en üst noktası arasındaki kot farkının hesaplanması gerekir. İki nokta arasındaki kot farkı bulunduktan sonra, şayet yalnızca 1 adet eşik inşası ile sorun halledilebilecekse, hesaplar ve arazideki tespitler ona göre yapılır. Şayet kot farkı fazla ise ve birden fazla seki yapılması gerekiyorsa sekilerin toplam yükseklikleri hesaplanır. Mecranın tabii meyli ile denge meyli arasındaki farka göre hesaplanacak en alt nokta ile en üst nokta arasındaki kot farkı aynı zamanda toplam seki yüksekliğidir. Çünkü, bir barajın etki mesafesi, savak yüksekliğinden itibaren, denge meyli hattının dere tabanını kestiği noktaya kadar devam eder.

Mecraya eşit aralıklarla bir dizi eşik yapılacaksa, dere tabanının tabii meyli, mecra genişliği, arazi yapısı, tesis maliyeti v.b. faktörler dikkate alınarak ortalama seki yüksekliği belirlenerek, bu yüksekliğe toplam seki yüksekliği bölündüğü zaman seki sayısı bulunur. Ancak, burada unutulmaması gereken bir husus, ıslah edilecek mecranın en üst noktasına tesis yapılmayacağı için, bulunan sayının bir noksanı kadar tesis yapılacaktır.

Birbirini takip eden bir dizi eşik yapılmakla birlikte eşikler farklı yükseklikte olabilir. Çünkü mecranın bazı noktaları baraj yapımına çok uygun olabilir. Böyle durumlarda, uygun noktalar tespit edilir, inşa edilecek eşiğin yüksekliği belirlenir ve etki mesafesi hesaplandıktan sonra, aralarda eşik inşa edilecek noktalar ve eşik yükseklikleri hesaplanır.

Tek eşik inşa edilecekse veya müstakil etki alanlarına sahip eşikler yapılacaksa, bu eşiklerin yerlerinin tespiti, yükseklik ve etki alanlarının hesabı için aynı yöntemler uygulanır.

Buraya kadar olan açıklamalardan anlaşılacağı gibi eşik inşasına karar vermeden önce ve eşik yerlerinin tespiti, yüksekliklerinin hesaplanması aşamalarında, tesis maliyetinin karar vermede en önemli etken olduğu da dikkate alınarak, çok iyi arazi etüdü yapılması gerekmektedir.

Eşik Yüksekliklerinin Hesabı

İnşa edilecek bir dizi eşik toplam yüksekliğinin hesabı ile tek inşa edilecek eşiğin yüksekliği aynı yöntemle ve aynı formülle yapılabilir.

Eşik yüksekliği denince savak tabanı ile eşik yapılacak yerde dere tabanının en alçak noktası arasındaki mesafe anlaşılmalıdır. Bu yükseklik tesisin amacına, ekonomik hesaplara ve inşa edilecek eşiğin, dere yatağında oyulması mümkün olmayan noktaya olan veya bir üstteki eşiğe kadarki mesafesine göre değişir.

Eşik yüksekliği, dere yatağının doğal meylinde denge meylinin düşülmesi ile elde edilecek eğim değeri ile iki baraj arasındaki mesafeden veya oyulması mümkün olmayan noktaya kadar olan mesafeden yararlanılarak aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$h = \frac{L (P_1 - P_2)}{100} \quad \text{Formülde;}$$

h = Eşik yüksekliği,
L = İslah edilecek mecra uzunluğu (m.), (veya iki eşik arasındaki mesafe),
P₁ = Mevcut mecra eğimi (%),
P₂ = Denge meyili (%) 'dir.

Örneğin; L = 50 m., P₁ = %14, P₂ = %4

$$h = \frac{50 (14 - 4)}{100} = \frac{50 \times 10}{100} = 5 \text{ m.}$$

Birbirini takip eden, bir dizi ıslah sekisi inşa edilecekse, (L) değeri olarak, sekilerle ıslah edilecek mecra uzunluğu alınacaktır. Bu tür uygulamalarda ortalama eşik yüksekliği ekonomik ve teknik etkenler dikkate alınarak belirlenir.

Islah edilmesi gereken mecra uzunluğu, tesis edilecek eşiğin etkili olabileceği yatak mesafesine bölünmek suretiyle baraj sayısı hesaplanabilir.

Eşik sayısı mecranın en alt ve en üst noktaları arasındaki tabii meyile ve arazide karar verilen denge meyiline göre hesaplanmış iki ayrı kot farkı arasındaki fark, ortalama seki yüksekliğine bölünmek suretiyle de hesaplanabilir. Bunun için aşağıdaki formül kullanılır.

Kot Farkına Göre Seki Sayısının Hesabı

$$n = \frac{h_1 - h_2}{h}$$

n = Eşik sayısı (adet),

h₁ = Mecranın en alt noktası ile en üst noktası arasındaki kot farkı (m). (Mevcut mecra eğimine ait ordinat). Bu değer tesviye eğrileri arasındaki kot farkından bulunur.

h₂ = Denge eğimine ait ordinat (m.). Denge meylinin, mecra eğimi olarak kabul edilmesi halinde, mecra uzunluğunun (L) iki ucu arasındaki kot farkı olup, denge meyiline göre hesaplanarak bulunur.

h = Ortalama eşik yüksekliği (m.)

Seri halinde eşik inşa edilecekse, aynı yükseklikteki eşiklerin, eşit aralıklarla araziye applike edilmeleri için, çoğu zaman muntazam ve elverişli mecra bulunamaz. Böyle durumlarda, eşik tesisi için uygun görülen noktalarda, inşa edilecek eşiklerin yükseklikleri birbirini kontrol edecek şekilde tespit edilmelidir. Ancak, eşik yükseklikleri belirlenirken, yüksek eşiklerin inşasının teknik bakımdan daha güç olması, inşa ve onarım masraflarının fazla olması nedeniyle, sel derelerinin ıslahında özel durumlar dışında, eşikler 10 - 12 m.'den daha yüksek yapılmaz. Taş ve beton olarak inşa edilen eşiklerin yüksekliği genellikle 5-6 m.'yi, ahşap olanların ki ise 2 m.'yi aşmaz.

Seri halde inşa edilen eşiklerde bir alttaki eşik bir üstteki için kontr-eşik görevi yapar ve bunun birikintisi ön oyulmasına meydan bırakmaz. Fakat genel olarak en alttaki birinci eşiğin ya da yukarı kısımlarda olupta seri takip etmeyen ve ayak kısmının oyulması muhtemel olan hallerde bir kontr - eşik ve radye inşa etmek zorunluluğu hasıl olabilir.

Savak Kapasitesi ve Boyutunun Hesabı

Eşik (Baraj) savak kapasiteleri, en yüksek taşkın debisine göre hesaplanır. Aksi halde taşkın sularının savaktan taşması durumunda, eşik kısa sürede tahrip olur ve yıkılabilir. Bu yıkılma, sel sularının kanat önlerini oyması sonucu meydana gelir.

Savak boyutlarının belirlenebilmesi için, belirli bir periyoddaki azami taşkın debisinin bilinmesi lazımdır. Debi hesabı için Rasyonel formülden yararlanılabilir.

Rasyonel Formül: $Q = C \times I \times S / 3.6$

Q = Savak hesabına esas olacak maksimum debi (m^3/san),

C = Akım katsayısı (Yağışın akım haline geçen yüzdesi),

I = Suların toplanma süresi içindeki yağış yoğunluğu ($mm/saat$),

S = Yağış alanı (km^2) 'dir.

C 'nin değeri yağış alanının topoğrafik yapısına ve arazideki bitki örtüsü yoğunluğuna göre değişir. Toprağa inen yağışın tamamının yüzeysel akışa geçtiği kabul edilirse, C değeri 1 olarak kabul edilir. Bitki örtüsü yoğunluğu ve diğer etkenler sebebiyle, toprağa sızan veya buharlaşan suyun oranı arttıkça C değeri küçülmektedir. Muhtelif şartlarda, C değeri olarak alınabilecek rakamlar aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 2.9: Yağış Alanının Özelliğine Göre Yüzeysel Akış Katsayısı, *Prof. Dr. F. Tavşanoğlu -1974*

Yağış Alanının Özelliği	C Değeri
Su Sızdırmayan Satırlar	0.95
Dik Çıplak Satırlar	0.90
Dalgalı Çıplak Satırlar	0.80
Düz Çıplak Satırlar	0.70
Dalgalı Otlaklar	0.65
Yapraklı Ormanlar	0.60
İbrelili Ormanlar	0.50
Meyve Bahçeleri	0.40
Vadi İçi Tarım Arazisi	0.30

Bu katsayılar, arazinin geçirgenlik ve diğer özelliklerine göre bir miktar değişebilir.

Ancak Yüzeysel Akış Katsayısı ile ilgili değerlerde, toprak, hidrolojik durum, arazi kullanım durumu ve yamaç eğimi gibi değişkenliklerden kaynaklanan farklılıklar göz ardı edilmektedir. Dünyada Rasyonel Yöntemde kullanılan yüzeysel akış katsayısının belirlenmesine; özellikle, havza hidrolojik toprak grupları, arazi kullanım durumu ve arazi bitki örtüsüyle toprak koruma yöntemleri gibi etmenler ağırlıklı olarak dikkate alınmaktadır.

Bu açıdan yapılacak erozyon kontrolü projelerinde, Tablo 2.10. da belirtilen U.S Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Servisin 1986 da hazırlamış olduğu, Arazi Kullanım Biçimlerine Göre Yüzeysel Akış Katsayısı değerlerin kullanılmasında yarar görülmektedir.



Resim 2.71: Eşik Yapımında Savak Boyutu İyi Hesap Edilmelidir.

Tablo 2.10: Arazi Kullanım Biçimlerine Göre Yüzeysel Akış Katsayısı

ÖRTÜ TİPİ	HİDROLOJİK DURUM		Hidrolik Toprak Grubu			
			A	B	C	D
Mera – Otlak – Çayırılık (Otlatmaya Açık)	Zayıf	< 50% (bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranı), ağır otlatma yapılan, malçlama yapılmayan	0.68	0.79	0.86	0.89
	Orta	50 – 75% (bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranı), ağır otlatma yapılmayan	0.49	0.69	0.79	0.84
	İyi	> 75% (bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranı) , hafif veya mübadeleli otlatma yapılan	0.39	0.61	0.74	0.80
Mera – Otlak – Çayırılık (Otlatılmayan – Biçirilerek İşletilen)	İyi	>75% (bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranı)	0.30	0.58	0.71	0.78
Çalılık – Otlak Mera – Yem bitkileri	Zayıf	<50% (bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranı)	0.48	0.67	0.77	0.73
	Orta	50 – 75% (bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranı)	0.35	0.56	0.70	0.77
	İyi	>75% (bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranı)	0.30	0.48	0.65	0.73
Ormanlık – Mera Alanlar (%50 Ormanlık %50 Mera alanlar)	Zayıf	<50% (bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranı)	0.57	0.73	0.82	0.86
	Orta	50 – 75% (bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranı)	0.43	0.65	0.76	0.82
	İyi	>75% (bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplama oranı)	0.32	0.58	0.72	0.79
Ormanlık Alanlar	Zayıf	0 ve 1 Kapalı Ormanlar (Orman ağaçlarının toprak yüzeyi örtüş oranı %40'a kadar olan alanlar), (Orman ağaçlarının diri örtüsünün yoğunluğunda %40' dan düşük alanlar),	0.45	0.66	0.77	0.83
	Orta	2 Kapalı Ormanlar (Orman ağaçlarının toprak yüzeyi örtüş oranı %41 – 70 arası olan alanlar), (Orman alt tabakasının diri örtüsünün yoğunluğunda %40' dan fazla olduğu alanlar),	0.36	0.60	0.73	0.79
	İyi	3 Kapalı Ormanlar (Orman ağaçlarının toprak yüzeyi örtüş oranı %70' den fazla olan alanlar),	0.30	0.55	0.70	0.77
Ekili Alanlar	Zayıf	Koruma Önlemleri Alınmayan (Eş yükselti eğrilerine paralel tarım, tarım terasları v.b. yapılar olmayan),	0.72	0.81	0.88	0.91
	İyi	Koruma Önlemleri Alınan (Eş yükselti eğrilerine paralel tarım, rotasyonlu tarım, tarım terasları v.b. yapılar olan),	0.62	0.71	0.78	0.81
Nadas – Çıplak Satırlar	Zayıf	Bitki örtüsünün toprak yüzeyini kaplamadığı alanlar	0.77	0.86	0.91	0.94
Havza Hidrolik Toprak Grubu Toprakların üzerindeki bitki örtüsü tipi değerlendirilmeden, içerdikleri kum, kil, toz oranlarından yararlanılarak, infiltrasyon kapasitesine göre yüzeysel akış Potansiyelin belirlenmesi esasına dayanılarak topraklar A,B,c ve D hidrolojik gruplara ayrılmaktadır. A tipi topraklarda geçirgenlik fazla, yüzeysel akış nispeten azdır. D sınıfı topraklarda ise geçirgenlik çok düşük olduğundan yüzeysel akış oranı çok fazladır. (U.S. Soil Conservation Service, 1986)		TOPRAK TİPİ	TOPRAK TİPİ ÖZELLİKLERİ			
		A	Düşük yüzeysel akış potansiyelli, derin, çok kumlu, az kil ve toz içeren, geçirgenlikleri yüksek ($I = 11.4 - 7.8 \text{ mm/saat}$) olan topraklar, Kum, Kumlu Balçık, Balçıklı Kum			
		B	Orta yüzeysel akış potansiyelli, kumlu balçık, balçık, killi balçık bünyeli, derin, geçirgenliği orta ($I = 7.6 - 3.8 \text{ mm/saat}$) olan topraklar, Balçık Topraklar			
		C	Yüksek yüzeysel akış potansiyelli, az derin, önemli düzeyde kil ve kolloid içeren, geçirgenliği düşük ($I = 3.8 - 1.3 \text{ mm/saat}$) olan topraklar, Killi Kumlu Balçık Topraklar			
		D	Çok yüksek yüzeysel akış potansiyelli, şişme özelliği gösteren kil içeren, geçirgenliği çok az ($I = 1.3'$ den az) alt katmanlar geçirimsiz olan topraklar, Killi Balçık, Tozlu Balçık,			

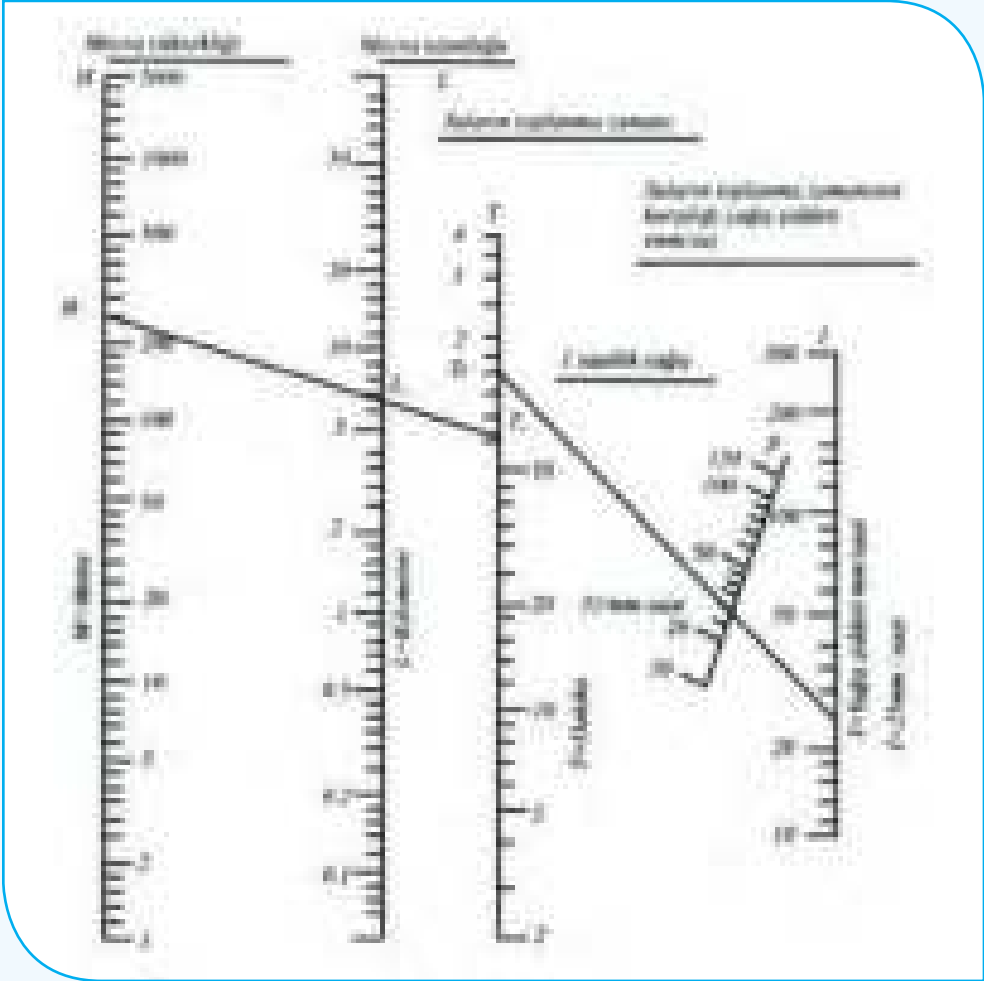
Rasyonel Formülündeki (i) değeri, suların toplanma zamanı (T_c) içindeki yağışın şiddeti (mm/saat) olarak ifade edilmektedir. Suların toplanma zamanı bir su damlasının havzanın en uzak noktasından dere yatağında belli bir profile gelinceye kadar geçen süredir.

Yağış şiddeti (i) değerinin hesabı için aşağıdaki sıra takip edilmelidir.

Havzanın en uzak noktasından seki yapılacak profil noktasına olan mesafe (L) ve bu iki nokta arasındaki yükseklik farkı (H), 1/25000 ölçekli ve tesviye eğrili haritadan veya bizzat arazide ölçme yapmak suretiyle tespit edilebilir.

Suların toplanma zamanı (T_c), ABAK yardımıyla bulunabilir.

Şekil 2.39: Belirli Mecralarda Suların Toplanma Zamanı ve Bu Zamana Karşı Gelen Yağış Şiddetleri Hesabı İçin ABAK



Rasyonel formülü kullanabilmek için 10 veya 100 yıl frekanslı 1 saatlik yağış şiddetinin bilinmesi gereklidir. Daha yeni meteorolojik tespitler bulunmadığı takdirde, 1 saatlik yağış şiddeti tablosundan alınabilir.

Bir saatlik yağış şiddeti (i) bulunduktan sonra 1 saatten başka zaman sürelerine tekabül eden yağış şiddetleri ABAK'dan tespit edilebilir. Bazen (i_{10}) ve (i_{100}) 'den birisi bilinmeyebilir. Bu durumda 100 yıl frekanslı yağış şiddeti (i_{100}), 0.60 - 0.70 arasında bir katsayı ile çarpılmak suretiyle 10 yıl frekanslı yağış şiddeti (i_{10}) veya tersi bir işlemle (i_{100}) bulunabilir. Bu katsayı kara iklimi hüküm süren yerlerde, deniz iklimi hüküm süren yerlere oranla büyük alınmalıdır. Sonuç olarak, (i_{100}) değeri bilindiği takdirde katsayı ile çarpılarak (i_{10}) değeri tespit edilebilir.

$H=250m$, $L_1=6,7km$, $T_2=62dak$, $T_c=104dak$, $P_{100}=31mm/saat$, $i_{100}=25mm/saat$
Rasyonel formüldeki havza alanını ifade eden (S) faktörü tesviye eğrili, 1/25000 ölçekli haritadan bulunabilir.

Rasyonel Formül ile Q max Hesabına Dair Örnek: Formülde;

Akım Katsayısı $C = 0.70$ kabul edilmiştir.

Su Toplama Havzasının Alanı $S = 10 km^2$ Haritadan ölçülerek tespit edilmiştir.

Mecra uzunluğu L tesviye eğrili haritadan ölçülerek bulundu.

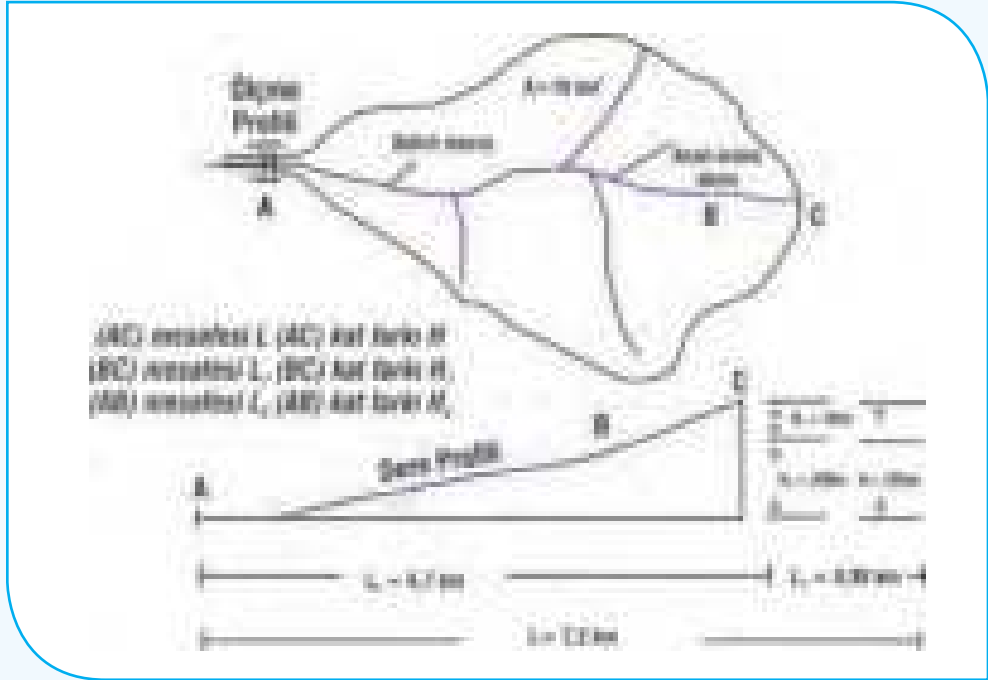
Burada, Q_{max} hesabı için belirlenen profil noktasından mecranın belirgin olduğu noktaya kadar olan mesafe:

$$L_2 = L - L_1$$

(L) Profilden (Tesis yapılacak kesitten) mecranın uzantısındaki havzanın en uzak (Su ayırım çizgisi üzerindeki) noktasına kadar olan mesafedir.

$L = 7.2 km$ olarak ölçülmüştür. (L_1) ise mecranın bittiği yerden havzanın en uzak noktasına olan (Arazi üstü) mesafedir ve $L_1 = 0.500 km$ olarak tespit edilmiştir. (L) ve (L_1) değerlerinden yararlanılarak;

belirli mecra uzunluğu $L_2 = L - L_1 = 7.2 - 0.5 = 6.7 km$. olarak bulunmuştur.

Şekil 2.40: Yağış Şiddeti Şeması

(L) ve (L1) değerleri olmadan da mecranın sona erdiği nokta işaretlendikten sonra harita üzerinde ölçüm yapmak suretiyle belirli mecra uzunluğu ($L_2 = 6.7$ km) tespit edilebilir.

Ölçme yapılan profille belirli mecranın başlangıç (yukarı) noktası arasındaki kot farkının; $H=250$ m. olduğu, harita üzerinden tespit edilmiştir.

ABAK'daki (H) ıskalasısı üzerinde kot farkı ($H = 250$ m.) ve (L) ıskalasısı üzerinde belirli mecra uzunluğu ($L_2 = 6.7$ km) işaretlendikten sonra, iki noktayı birleştiren doğrunun (T) ıskalasını kestiği nokta, suların belirli mecrayı kat ettiği süreyi vermektedir. Bu süre (T) ıskalasında görüldüğü gibi 62 dakikadır. ($T_2 = 62$ dakika).

Suların toplanma zamanını (T_c) bulabilmek için (T_2) süresine, suların, en uzak noktadan, belirli mecranın başlama noktasına gelene kadar geçen sürenin eklenmesi gerekmektedir. Daha önce belirtildiği gibi, en uzak noktadan belirli mecranın başlama noktasına kadar olan mesafe $L_1 = 500$ metredir. İki nokta arasındaki kot farkı ise harita üzerinde yapılan tespite göre $H_1 = 50$ metredir.

Suların; mecranın devamındaki en uzak noktadan, mecra üzerinde tesis yapılacak profil noktasına, gelinceye kadar geçen (T_1) süresi, L_1 ve H_1 değerlerinin yardımı ile hesaplanabilir. Bunun için önce, L_1 ve H_1 değerlerinden ortalama meyil hesaplanır.

Mecranın başlangıç (yukarı) noktası ile devamındaki en uzak nokta arasındaki;

$$\text{Ortalama arazi meyili} = \frac{H_1}{L_1} = \frac{50}{500} = \%10 \text{ 'dur.}$$

Hesapla bulunan ortalama meyile göre, havzanın su ayırım çizgisi üzerindeki en uzak nokta ile mecranın başlama noktası arasındaki akış halindeki suların hızı tespit edilebilir.

Tablo 2.11: Değişik Eğimli Alanlarda Yüzeyden Akan Suların Hızı, *Prof. Dr. Faik Tavşanoğlu -1974*

Alanın Eğimi	Su Hızı (m/san)
%4'den fazla	0.15 - 0.30
%2 ile 4 arası	0.11 - 0.21
%2	0.18 - 0.09
%2'den az	0.15 - 0.08

Tabloda, meyili %4'den fazla olan arazilerde su hızı 0.15 - 0.30 arasındır. Mecranın devamındaki arazinin ortalama meyili, %10 olarak hesaplandığı için bu kısımda, yüzeysel akışa geçen suların hızının $V = 0.20$ m/saniye olarak alınması uygundur.

Buna göre;

$$T_1 = \frac{L_1}{V} = \frac{500}{0.20} = 2500 \text{ saniye} = 42 \text{ dakika}$$

Suların toplanma zamanı; $T_c = T_2 + T_1 = 62 + 42 = 104$ dakikadır.

(T_c) değeri olan 104 dakika, (T) iskalası üzerinde işaretlenir.

100 yıl frekanslı yağış şiddeti $\dot{I}_{100} = 31$ mm/saat (Ankara için) Yağış miktarları Tablosundan alınmıştır. $\dot{I}_{100}$ değeri 1 saatlik yağış şiddeti (P) iskalasında işaretlenir.

(T) iskalasında işaretlenen 104 dakika noktası ile (P) iskalası üzerindeki 31 mm. noktasını birleştiren doğru uzatılır, (i) iskalasını kestiği nokta (T_c) süresine tekabül eden 100 yıl frekanslı yağış şiddeti $\dot{I}_{100} = 25$ mm/saat olarak bulunur.

Bulunan değerler rasyonel formülde yerine konulduğu takdirde;

$$Q_{100} = C \times i \times S / 3.6$$

$$\begin{aligned} C &= 0.70, \\ i &= 25 \text{ mm/saat}, \\ S &= 10 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

$$Q_{100} = 0.70 \times 25 \times 10 / 3.6 = \frac{175}{3.6} = 48.6 \text{ m}^3/\text{san}.$$

$Q_{100} = 48.6 \text{ m}^3/\text{san}$ olarak bulunur.
10 Yıl Frekanslı Akım Miktarı (Q_{10}) 'nın Hesabı:

Değişik frekanslı yağış şiddetlerinin oranları (i_a / Q_a), aynı frekanslardaki akım miktarlarının oranına (i_b / Q_b) eşittir. Bunu bir örnekle açıklamak gerekirse; 10 yıl rekanslı yağış şiddeti (i_{10}) nin, 100 yıl frekanslı yağış şiddeti (i_{100}) ne oranı, 10 yıl frekanslı akım şiddeti (Q_{10}) nün 100 yıl frekanslı akım şiddeti (Q_{100}) e oranına eşittir. Bu eşitliği formüle ederek gösterirsek;

$$\frac{i_{10}}{i_{100}} = \frac{Q_{10}}{Q_{100}} \text{ olur.}$$

Bu orantıdan yararlanılarak 10 yıl frekanslı akım miktarı hesaplanır.

$$Q_{10} = \frac{i_{10}}{i_{100}} \times Q_{100}$$

$$\text{Çevirme katsayı } \left(\frac{i_{10}}{i_{100}} \right), 0.65 \text{ kabul edildi.}$$

Buna göre;

$$Q_{10} = 0.65 \times 48.6 = 31.6 \text{ m}^3/\text{san} \text{ olarak elde edilir.}$$

Tablo 2.12: Max Yağış Miktarları, *Prof. Dr. F. Tavşanoğlu - 1974*

Max. Yağış Miktarları				Max. Yağış Miktarları			
İstasyonlar	2 Yıllık (mm)	10 Yıllık (mm)	100 Yıllık (mm)	İstasyonlar	2 Yıllık (mm)	10 Yıllık (mm)	100 Yıllık (mm)
Adana	29.4	44.1	62.6	Çatak	23.4	38.6	57.5
Adapazarı	20.5	31.8	45.8	Çatalca	21.6	32.4	46.0
Adıyaman	22.1	36.5	54.4	Çelteke	19.7	31.5	46.3
Afyon	16.1	27.4	41.1	Çemişgezek	12.6	20.2	29.7
Ağrı	15.4	26.2	39.6	Çivril	16.4	28.7	43.9
Ahlat	27.6	44.5	65.4	Çorlu	19.0	29.5	42.5
Akhisar	18.9	28.4	40.3	Çorum	13.1	21.6	32.2
Aksaray	12.5	21.3	32.2	Çubuk	12.3	20.3	30.2
Akşehir	26.3	46.0	70.4	Denizli	17.0	25.5	36.2
Alaçatı	20.6	30.9	43.9	Dikili	23.2	36.0	51.8
Alanya	38.2	59.2	85.2	Diyadin	13.5	23.6	36.1
Alaşehir	14.9	22.4	31.8	Diyarbakır	15.8	25.3	37.2
Amasya	9.0	14.9	22.2	Doğubayazıt	11.9	20.8	31.8
Anamur	40.4	60.6	86.1	Dörtöyöl	31.5	47.3	67.2
Ankara	11.6	20.3	31.1	Dumlupınar	19.6	31.4	46.2
Antalya	58.2	90.2	129.9	Dursunbey	15.8	25.3	37.2
Antakya	52.7	84.3	123.9	Düzce	20.7	31.1	44.2
Ardahan	13.2	21.1	31.0	Eskişehir	26.1	39.2	55.7
Artvin	25.3	40.5	56.5	Edirne	20.9	34.5	51.4
Aydın	24.5	38.0	54.7	Edremit	22.7	34.1	48.4
Bafra	17.9	26.9	38.2	Elazığ	13.2	21.1	31.0
Balıkesir	17.6	26.4	37.5	Elbistan	8.0	14.0	21.4
Bandırma	18.9	28.4	40.3	Emet	16.0	26.4	39.3
Bayburt	14.8	23.7	34.8	Emiralemi	19.3	29.9	43.1
Bergama	23.1	34.7	49.3	Erbaa	10.9	17.4	25.6
Besni	19.7	32.5	48.4	Erzincan	12.8	22.4	33.7
Beypazarı	11.5	19.0	28.3	Erzurum	15.1	24.9	37.1

Max. Yağış Miktarları				Max. Yağış Miktarları			
İstasyonlar	2 Yıllık (mm)	10 Yıllık (mm)	100 Yıllık (mm)	İstasyonlar	2 Yıllık (mm)	10 Yıllık (mm)	100 Yıllık (mm)
Beyşehir	15.8	25.3	37.2	Eskişehir	8.0	13.6	20.5
Biga	21.6	32.4	46.0	Feke	23.2	36.0	51.8
Bilecik	11.2	18.5	27.6	Fethiye	40.9	63.4	91.3
Bingöl	22.9	36.6	53.8	Fırat	7.7	12.3	18.1
Birecik	9.1	14.6	21.5	Florya	18.7	29.0	41.8
Bitlis	26.1	43.9	67.2	Gaziantep	13.7	21.9	32.2
Bodrum	22.7	35.2	50.7	Gelibolu	21.4	33.2	47.8
Bolu	14.9	24.6	36.7	Gemlik	13.2	19.8	28.1
Bolvadin	14.5	23.2	34.1	Geyve	15.2	25.8	39.0
Boyabat	17.8	29.4	43.8	Giresun	30.9	46.4	65.9
Bucak	29.8	47.7	70.1	Gölcük	15.6	23.4	33.2
Burdur	21.0	34.7	51.7	Göztepe	17.9	26.9	38.2
Bursa	19.0	29.5	42.5	Gülşehir	10.3	17.0	25.3
Büyükdere	22.9	34.4	48.8	Gümüşhane	16.7	26.7	39.2
Ceyhan	26.8	41.5	59.8	Güney	16.4	26.2	38.5
Cihanbeyli	11.3	19.3	30.3	Gürün	10.2	16.8	25.0
Cizre	17.7	28.3	41.6	Halkalı	17.7	28.3	48.6
Çamlıca	20.1	30.2	42.9	Haymana	18.6	30.7	45.7
Çanakkale	19.7	29.6	42.0	Hayrabolu	17.2	25.8	36.6
Çankırı	14.3	24.3	36.7	Muğla	40.9	63.4	91.3
Çarşamba	19.5	29.4	41.7	M.K.Paşa	20.4	32.8	47.9
Hınıs	19.5	33.2	50.1	Muş	23.5	37.6	55.3
Hopa	41.3	62.0	88.0	Nazilli	17.6	26.4	37.5
İlgın	17.1	29.1	43.9	Nazımiye	27.9	48.8	74.7
İsparta	25.9	42.7	63.6	Niğde	12.2	20.1	29.9
İnebolu	24.5	38.0	54.7	Niksar	8.8	14.5	21.6
İnönü	11.8	19.5	29.1	Ordu	30.6	47.4	68.3
İskenderun	26.8	40.2	57.1	Orhangazi	17.0	25.5	36.6

Max. Yağış Miktarları				Max. Yağış Miktarları			
İstasyonlar	2 Yıllık (mm)	10 Yıllık (mm)	100 Yıllık (mm)	İstasyonlar	2 Yıllık (mm)	10 Yıllık (mm)	100 Yıllık (mm)
İslahiye	25.8	38.7	55.0	Osmaniye	26.8	40.2	57.1
İzmir	26.0	39.0	55.4	Ödemiş	19.3	29.9	43.1
İzmit	14.2	22.7	33.4	Pınarbaşı	11.1	18.3	27.3
Kağızman	11.2	17.9	26.3	Pınarhisar	18.2	27.3	38.8
Kalecik	15.5	26.4	39.9	Polatlı	11.8	19.5	29.1
Kangal	11.4	19.4	29.3	Rize	48.2	74.7	107.6
Karacabey	16.2	24.3	34.5	Salihli	13.8	20.7	29.4
Karaman	14.9	24.6	36.7	Samandağ	37.6	56.4	80.1
Kars	15.1	24.9	37.1	Samsun	15.4	23.1	32.8
Kartal	18.4	28.5	41.0	Sandıklı	14.5	23.2	34.1
Kastamonu	22.6	38.4	58.0	Sapanca	22.2	33.3	47.3
Kayseri	10.9	19.1	29.2	Sarayköy	14.1	22.6	33.2
Kemah	5.8	9.9	14.9	Sarıkamış	20.5	34.9	52.7
Kemalpaşa	41.3	62.0	88.0	Sarıyer	22.9	34.4	48.8
Kepsut	20.0	30.0	42.6	Silifke	27.8	43.7	64.2
K.Ereğlisi	10.9	19.1	29.2	Siirt	23.4	39.8	60.1
Kestelek	22.1	35.4	52.0	Simav	20.9	32.4	46.7
Keşan	22.3	34.6	49.8	Sinop	20.4	32.6	47.5
Kırklareli	17.5	30.6	46.5	Sivas	11.5	19.0	28.3
Kırıkhan	25.2	39.1	56.3	Siverek	14.6	24.1	35.9
Kırşehir	11.8	19.4	28.9	Sivrihisar	12.5	21.3	32.2
Kızılcahamam	15.2	25.8	39.0	Suçatı	10.4	16.6	24.4
Kızıltepe	11.9	19.3	28.8	Susurluk	22.0	33.0	46.9
Kilis	19.6	32.3	48.1	Şarkışla	11.1	18.3	27.3
K.Maraş	17.3	28.5	42.5	Ş.Karaağaç	17.7	30.1	45.5
Kocaeli	20.5	32.8	48.2	Şile	21.1	32.7	47.1
Konya	12.4	21.7	33.2	Ş.Urfa	13.3	21.9	32.6
Kula	20.6	30.9	43.9	Tarsus	24.5	36.9	52.4

Max. Yağış Miktarları				Max. Yağış Miktarları			
İstasyonlar	2 Yıllık (mm)	10 Yıllık (mm)	100 Yıllık (mm)	İstasyonlar	2 Yıllık (mm)	10 Yıllık (mm)	100 Yıllık (mm)
Kuşadası	25.4	38.1	54.1	Tavas	16.5	24.8	35.2
Kütahya	12.3	19.7	29.0	Tekirdağ	17.9	26.9	38.2
Ladik	16.7	28.7	42.9	Terme	21.5	32.3	45.9
Lüleburgaz	20.0	34.0	51.3	Tokat	11.2	18.5	27.6
Malatya	9.1	14.6	21.5	Tosya	18.5	29.6	43.6
Manavgat	45.9	68.9	97.8	Trabzon	25.4	38.1	54.1
Manisa	25.2	40.3	59.2	Tunceli	26.4	42.2	62.0
Mardin	17.1	28.2	42.0	Turgutlu	19.9	30.8	44.4
Mekiköy	12.2	20.7	31.3	Yalova	19.7	29.6	42.0
Mengen	12.9	21.9	33.1	Yenişehir	11.3	17.5	25.2
Mersin	27.6	44.2	65.0	Yeşilköy	16.9	25.4	36.1
Merzifon	12.9	21.9	33.1	Yozgat	16.5	28.1	42.4
Milas	25.0	37.5	53.3	Zir	12.5	21.3	32.2
Turhal	9.5	15.2	22.3	Zonguldak	35.5	56.8	83.5
Ulubat	17.0	27.2	40.0	Uşakbükü	8.9	15.1	22.8
Ulukışla	13.4	22.8	34.4	Vakfıkebir	31.6	47.4	67.3
Urla	34.5	53.5	77.0	Van	13.2	21.1	31.0
Uşak	17.7	28.3	41.6	Viranşehir	18.0	29.7	44.3

Not

Bu tablodaki miktarlar yukarıda gösterilen frekanslara karşılık olmak üzere 1 saatte düşen yağmur miktarlarını mm. olarak gösterir

Rasyonel formülle debi hesabı yapılırken, baraj yapılacak noktaya 10 yılda bir gelen en yüksek su miktarının, barajın akım seksiyonunu doldurduktan sonra 20 cm.'den daha fazla yükselmediği ve 100 yılda bir tekrarlayan en yüksek suların, barajın üst yan kenarlarını aşmadığı düşünülmektedir.

Rasyonel formül 1000 hektara (10 km² 'ye) kadar gerçeğe yakın değerler vermektedir.

Savak Boyutunun Hesabı:

Savak boyutlarını ve m² olarak ıslak kesit alanını aşağıdaki formül yardımı ile bulabiliriz.

$$S = \frac{Q}{V} \quad \text{Burada;}$$

S = Islak kesit ((m²),

Q = Debi (m³/san),

V = Suyun hızı (m/san) 'dir.

Q rasyonel formülle daha önce hesaplanmıştır. Bu formülde ıslak kesit alanını (S) bulabilmek için (V) akım hızının bilinmesi lazımdır. (V) akım hızı ise Chezy formülü ile hesap edilir.

V = $C \times \sqrt{R \times P}$ Burada;

V = Su hızı (m/san),

C = Derenin veya akım kanalının pürüzlülük katsayısı,

R = Hidrolojik yarı çap (m),

P = Derenin denge eğimi'dir.

Bunlardan C değeri Bazin'e göre tabloda verilmiştir.

Derenin denge eğimi (P) önceden hesaplanmıştır.

Hidrolojik yarıçap (R) ise ıslak kesitin, ıslak çevreye oranıdır. Aşağıdaki formülle hesaplanır.

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

Burada;

S = Islak kesit (m²),

U = Islak çevre (m)'dir.

S ve U değerleri su yüksekliğinin (H) birer fonksiyonudurlar. Dere içinde yapılacak etütlerle su yüksekliği (H) bilindikten sonra S ve U tespit edilebilir.

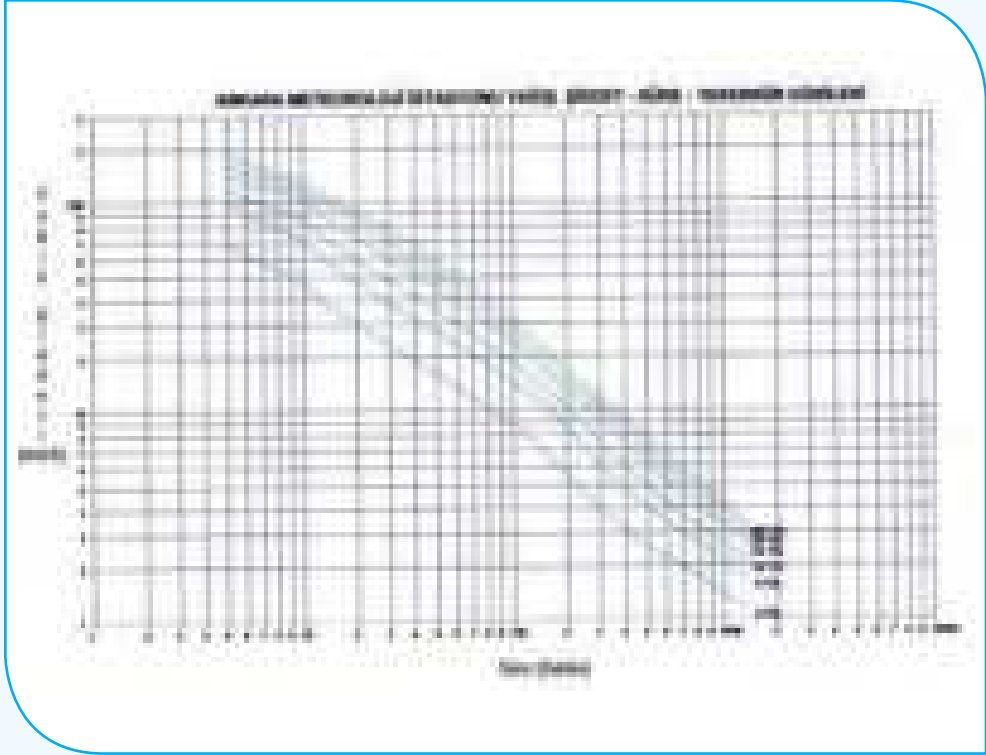
Tablo 2.13: Bazin Formülündeki C Katsayı Değerleri, *K. AŞK - Erozyonla Savaş El Kitabı*

Hidrolik Yarıçap R m	Çokdüz cıdar (beton, rendelenmiş ahşap) Y = 0.06 C	Düz cıdar (ahşap), tuğla yontma taş Y = 1.30 C	Harçlı moloz taşlı cıdar Y = 0.46 C	Karışık tabiatlı cıdar (perre yamaç) Y = 0.85 C	Tabii şartlarda toprak kanallar Y = 0.16 C	Çok gayri muntazam to- prak kanallar Y = 1.75 C
0.05	68.5	50.7	28.4	18.1	12.8	9.9
0.06	69.8	52.2	30.2	19.4	13.8	10.7
0.07	70.9	54.2	31.7	20.6	14.7	11.4
0.08	71.8	55.6	33.1	21.7	15.5	12.1
0.10	73.1	57.7	35.5	23.6	17.0	13.3
0.12	74.1	59.5	37.4	25.2	18.3	14.4
0.14	75.0	60.9	39.0	26.7	19.4	15.3
0.16	75.6	62.1	40.5	27.8	20.4	16.2
0.18	76.2	63.2	41.8	29.0	21.4	17.0
0.20	76.7	64.1	42.9	30.0	22.3	17.7
0.22	77.1	64.9	44.0	30.9	23.1	18.4
0.24	77.5	65.5	44.8	31.8	23.8	19.0
0.26	77.8	66.2	45.7	32.6	24.5	19.6
0.28	78.1	66.8	46.5	33.4	25.2	20.2
0.30	78.4	67.3	47.3	34.1	25.8	20.7
0.35	79.0	68.4	48.8	35.7	27.2	22.0
0.40	79.4	69.4	50.4	37.1	28.5	23.1
0.45	79.8	70.2	51.6	38.4	29.6	24.1
0.50	80.2	70.9	52.7	39.5	30.6	25.0

Hidrolik Yarıçap R m	Çokdüz cidar (beton, rendelenmiş ahşap) $Y = 0.06 C$	Düz cidar (ahşap), tuğla yontma taş $Y = 1.30 C$	Harçlı moloz taşlı cidar $Y = 0.46 C$	Karışık tabiatlı cidar (perre yamaç) $Y = 0.85 C$	Tabii şartlarda toprak kanallar $Y = 0.16 C$	Çok gayri muntazam to- prak kanallar $Y = 1.75 C$
0.55	80.4	71.5	53.7	40.5	31.6	25.9
0.60	80.7	72.1	54.6	41.4	32.5	26.7
0.65	80.9	72.6	55.4	42.3	33.3	27.4
0.70	81.1	73.0	56.1	43.1	34.1	28.1
0.80	81.5	73.8	57.4	44.6	35.5	29.4
0.90	81.8	74.4	58.6	45.9	36.7	30.6
1.00	82.0	75.0	59.6	47.0	37.8	31.6
1.10	82.2	75.4	60.5	48.0	38.8	32.6
1.20	82.4	75.9	61.3	48.9	39.7	33.5
1.30	82.6	76.3	62.0	49.8	40.6	34.3
1.50	82.9	76.9	63.2	51.3	42.2	35.8
1.70	83.1	77.5	64.3	52.6	43.6	37.1
2.00	83.4	78.1	65.6	54.3	45.3	38.9
2.50	83.7	79.0	67.4	56.6	47.7	42.2
3.00	84.0	79.6	68.7	58.3	49.7	43.3
3.50	84.2	80.1	69.8	59.8	51.3	44.9
4.00	84.4	80.5	70.7	61.0	52.7	46.4
5.00	84.7	81.2	72.1	63.0	55.0	48.8
10.00	85.3	82.8	75.9	68.5	61.6	56.0
15.00	85.6	83.5	77.7	71.3	65.1	60.9
20.00	85.3	84.0	78.0	73.0	67.3	62.5

Yağış şiddetini belirlemek için Yağış Şiddeti - Süre - Tekerrür Eğrilerinden de faydalanılabilir. Bunun için kinematik teori ve benzeri kabul gören toplanma ve/veya geçiş süresi hesapları da kullanılabilir.

Şekil 2.41: Örnek Yağış Şiddeti - Süre - Tekerrür Eğrileri



Havzanın Geçiş Süresi Hesabında Kinematik Teoriye göre farklı yağış yükseklikleri için geçiş süreleri (Bayazit, 1995) hesaplanmıştır. Kinematik Teoriye göre farklı yağış yükseklikleri için geçiş süreleri $T = 6,92(Ln)^{0,6} / (i^{0,4}S^{0,3})$ formülü ile hesaplanabilir. Burada, T : dakika cinsinden geçiş süresi, L : m cinsinden akarsuyun veya havza uzunluğu, n: manning pürüzlülük katsayısı, S: yaklaşık havza eğimi ve i yağış yüksekliğidir (Bayazit, 1995). Bu teorinin çeşitli koşullar altında yeterliliği çok sayıda araştırmacı tarafından gösterilmiştir (Woolhiser ve Liggett, 1967).

Havzadaki farklı yağış yüksekliklerine karşılık gelen geçiş süreleri, Yağış Şiddeti-Süre-Frekans eğrisinden, örneğin 50 yıl tekerrür aralığı farklı yağış şiddetleri için geçiş süreleri hesaplanır. Uyumlu olan geçiş süresi ile yağış şiddeti çifti, yani hem grafikte hem de formülde aynı yağış şiddeti - geçiş süresi ikilisi yaklaşık olarak elde edilerek yağış şiddeti belirlenir.

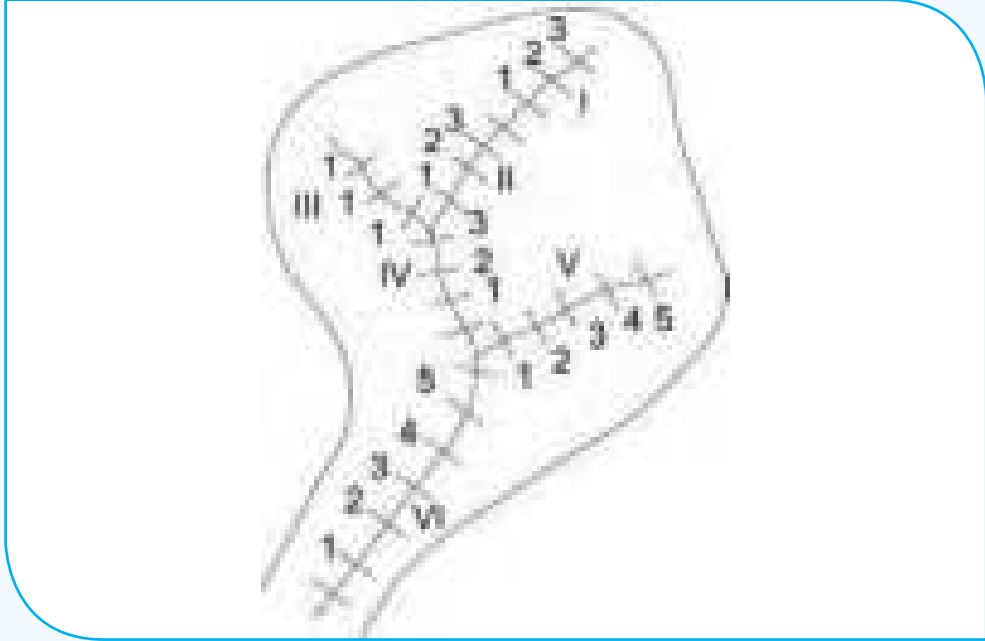
Uygulamada Dikkat Edilecek Diğer Hususlar

- Eşik yükseklikleri, mecburiyet yoksa fazla olmamalıdır. Çünkü, eşik yüksekliği arttıkça inşaa ve onarım maliyeti yükselmektedir. Yine rusubat depolama kapasitesi açısından eşik maliyeti değerlendirildiğinde, azami tutabileceği rüsubatın birim miktarının maliyeti, yüksek eşiklerde daha fazladır. Yüksek bir eşik inşası yerine, aynı maliyet tutarına 2 veya daha fazla alçak eşik yapıldığı takdirde, bu küçük eşikleri toplam rusubat depolanma kapasitesi, daha yüksek olan aynı maliyetteki bir eşiğin depolama kapasitesinden daha fazladır.
- Dere profilinin kayalık, dar ve sarp olduğu, sağlam yamaçlar arasında, inşaa edilecek eşikler, yayvan ve çürük arazide inşaa edilecek geniş eşiklere oranla daha yüksek olabilir.
- Eşik yüksekliğini etkileyen diğer bir faktör de eşik yüksekliğinin artırılması veya azaltılması halinde eşiğin rusubat depolama kapasitesinin ne ölçüde etkileneceği hususudur. Bu bakımdan, eşik yüksekliğine karar verirken, mecra eğimi ve depolama hacminin ne kadar artacağı veya azalacağı da dikkate alınmalıdır.
- Temel ve kanat kazıları yapılırken, eşiğin temelde veya yanlarda sağlam zemine oturmasına dikkat edilmelidir. Şayet, 1.5 - 2.00 metre kazıldığı halde sağlam zemin bulunamıyorsa, temele 30 - 40 cm. kalınlığında, bir demirli beton atılarak eşik bunun üzerine oturtulmalıdır.
- Dere tabanında aşırı oyulmalar sonucu yamaç araziler denge kaybederek vadiye kaydıklarından ve mecrada akmakta olan su tarafından kolaylıkla taşındıklarından rusubat artışına sebep olmaktadır. Bu durumun önlenmesi için kayan veya kaymak üzere olan toprak kitlesini durdurmak, rusubat artışını önlemek için, ıslah sekisinin vadinin uygun bir kesitinde, membanda birikecek rüsubatın kayan ve kayacak kısmını tutabilecek yükseklikte olması sağlanmalıdır.
- Enine objeler, taşkın sularını depolayarak yüksek akışları hafifletmek, taşkın akımını daha uzun bir zaman dilimine yaymak ve suyun akım ekseninde akışını sağlayarak kıyı oyulmalarını önlemek suretiyle sel zararlarının önlenmesi amacıyla inşaa edildikleri gibi, rusubat biriktirmek amacıyla da inşaa edilirler. Bunun için, mecra içinde daha fazla depolama kapasitesi kazandıracak uygun yerler aranır. Burada önemli olan 1 m³ sınaı tesise karşılık tutulacak rusubat miktarının yüksek olmasıdır.
- Mecra ve oyuntularda birbirini takip eden ve kontrol eden birden fazla tesis yapılacaksa genel prensip (Oyuntulardaki canlı eşik tahkimatlar hariç) ıslah çalışmasının aşağıdan yukarıya(Mansaptan menbaya) doğru yapılmasıdır. Mansapta sağlam bir kesit bulunarak ilk yapı buraya inşaa edildikten sonra, ıslah çalışması membaa doğru devam eder. Ancak, bazı özel durumlarda bunun tersi inşaa yöntemi uygulanabilir. Örneğin; mecra içinden geçen yol dışında başka ulaşım imkânı yoksa ıslah mecburen membadan mansaba doğru olur.
- Taban suyunun ve rusubat birikmeden önceki taşkın sularının eşiğe zarar vermeden kontrollü akışının sağlanması için savağın azami akım şiddetine göre yapılmasından başka barbakanların da mutlak tesisi gereklidir.

- Islah çalışmasına havzanın durumuna göre ana mecradan veya yan dere havzasından başlanabilir. Rüşbatın büyük kısmı yan dere havzasındaki oyuntulardan oluşuyorsa ıslaha yan dere havzasından başlanması daha doğrudur. Çünkü, ana mecradan başlandığı takdirde, buraya tesis edilen yapılar, yan dere havzasından gelen yoğun rusubatla gömülebilir. Bunun tersi de olabilir, ana mecrada oyuntu ıslahına öncelik verilerek inşa edilen yapıların arkası boş kalabilir ve bu tesisler fonksiyonlarını yerine getiremezler. Bu bakımdan mecra ve oyuntu ıslahındaki önceliklerin, her havzanın kendi öz şartları dikkate alınarak dengeli bir şekilde gerçekleştirilmesi uygun olur.

Bir sel deresi havzasında ıslah çalışmalarının sırasına ilişkin örnek aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi ıslah çalışmalarına havzanın yukarı bölümünden başlanılmalı, ancak tesisler, aşağıdan yukarıya doğru yapılmalıdır.

Şekil 2.42: Sel Deresinde Islah Çalışmalarının Sırası



- Dere içinde akarsu varsa, bu durum inşaatı güçleştireceğinden mümkün olduğu kadar inşaatın kurak mevsiminde başlatılıp bitirilmesi gerekir. Yarım kalmış inşaatın kışın su ve taşkınlardan zarar görmemesi için kurak mevsimde tamamlanacak şekilde iş planı yapılmalıdır.
- Çimento harçlı kargir yapılarda temel ve gövdede 250 dozlu, savak inşaatı ve derzlerde 400 dozlu harç kullanılmalıdır.

- Savak önüne 20 cm. lik bir çıkıntı bırakılması hem suyun, hem de derenin getireceği büyük taş bloklarının eşik gövdesine düşerek tahrip etmesini önleme yönünden faydalıdır.
- Mecra ıslahında sınai tesislerin arkası suyunu kapamayacak şekilde kavak, söğüt, iğde, akasya gibi toprağı bağlayıcı türlerle ağaçlandırılmalıdır.



Resim 2.72: 1995 Yılında Meydan Gelen Sel Felaketinden Sonra, Sel Zararının Önlenmesi Amacıyla, Senirkent Doğru ve Suyolu Deresinde Yamaçlarda Ormanlaştırma, Oyuntularda Tersip Bentleri, Islah Sekileri, Taban Kuşakları İnşa Edilmiştir. Senirkent İlçesi - 2001

2.2.3. Kıyı Tahkimi Tesisleri

Kıyı erozyonunun söz konusu olduğu kısımlarda, kıyıların stabilizasyonunun sağlanması gerekir. Kıyıda mevcut sürüklenme gücüne, oyulmanın şekline, derinliğine, kıyıda sürekli sarfiyatın bulunup bulunmamasına ve düzeyine, taşıntı maddesinin miktarına göre kıyıda alınacak önlemin tipi kararlaştırılır.

Mecranın düz kısımlarında her iki kıyıda da tahkim yapılmasına karşılık, kurplarda yalnızca, dış tarafta yapılır. Kararlılık kazanmamış derelerde; değişmelere uyabilen ve buna göre şekil alabilen taş dolgu anroşman, fildöfer gibi yapılar, kararlılık kazanmış derelerde ise kıyı duvarları, kazıklı iksa gibi yapılar kullanılır.

2.2.3.1. Kıyı Duvarları

Mecra tabanının erozyon sebebiyle oyulması veya suyun doğrudan doğruya kıyıları oyması sonucunda yamaç göçmelerini önlemek için kıyıların önüne kıyı duvarları yapmak suretiyle kıyı ve yamaçların emniyeti sağlanabilir.

Kıyı duvarları, maliyetinin yüksek olmasına karşılık etki alanı sınırlıdır. Ayrıca, yalnızca bu tesisleri inşa ederek boğaz bölgesinin ıslahı mümkün değildir. Kıyı duvarları, ıslah sekileri ile tahkim edilmiş bir sel deresinde fazla miktarda yan yıkılmalar varsa bunların önlenmesi ya da dere üzerindeki kıvrımların düzeltilmesi amacı ile inşa edilebilir. Uygulamada en çok kullanılan kıyı duvarları tipleri de gösterilmiştir.

Kıyı duvarları, aynı zamanda dere içinde ve yamaçlarda yapılacak diğer tesislere dayanak teşkil ederler.

Yüksek dağlık arazilerdeki derelerde kıyıların (taşınıtı konileri hariç) duvarlarla tahkimi imkanı, dere profillerinin dar olması gibi nedenlerle sınırlıdır. Dağlık kesimlerde kıyıların tahkimi yalnızca göçmekte olan yamaçların tutulması için söz konusu olabilir.

Genellikle, kargir, beton ve betonarme kıyı duvarları en çok kullanılan duvar tipleridirler.



Resim 2.73: Kıyı Duvarları, Dadak Köyü - Şuhut - Afyon - 2015

Kıyı tahkimatında, duvar yüksekliği maksimum su seviyesinin en az 0.50 m. üstünde, temel derinliği ise yatak tabanının 1 m. altında kalacak şekilde (projesinde sağlam zemine soketilmesi belirtilerek) projelendirme yapılmalıdır.

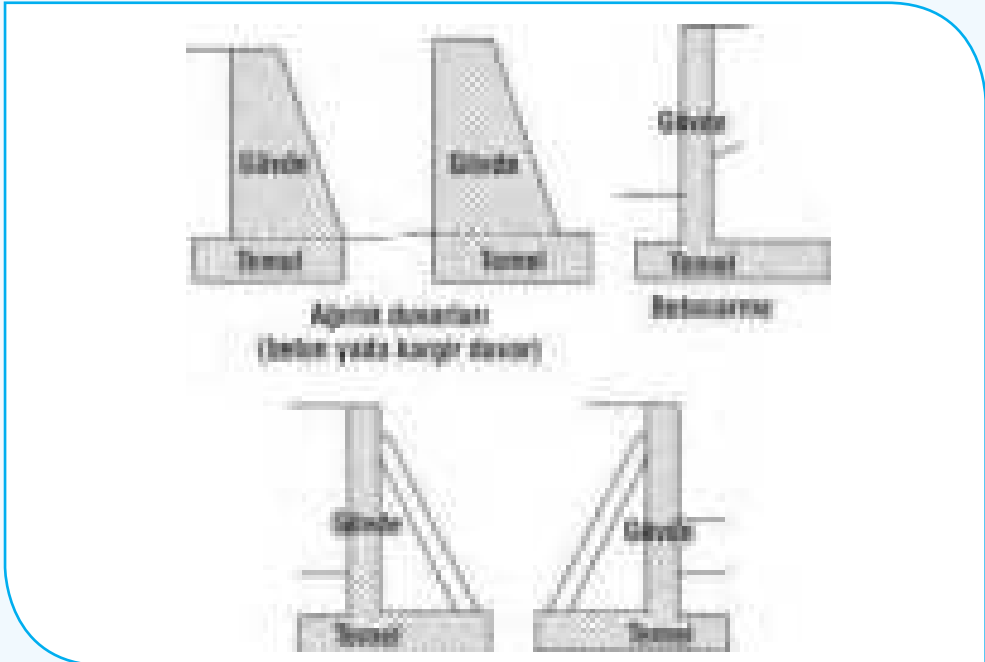
Ayrıca, yatak tabanındaki oyulmalara karşı uygun kesitte taş dolgu taş pere veya anroşman ile temel direnci artırılmalıdır.

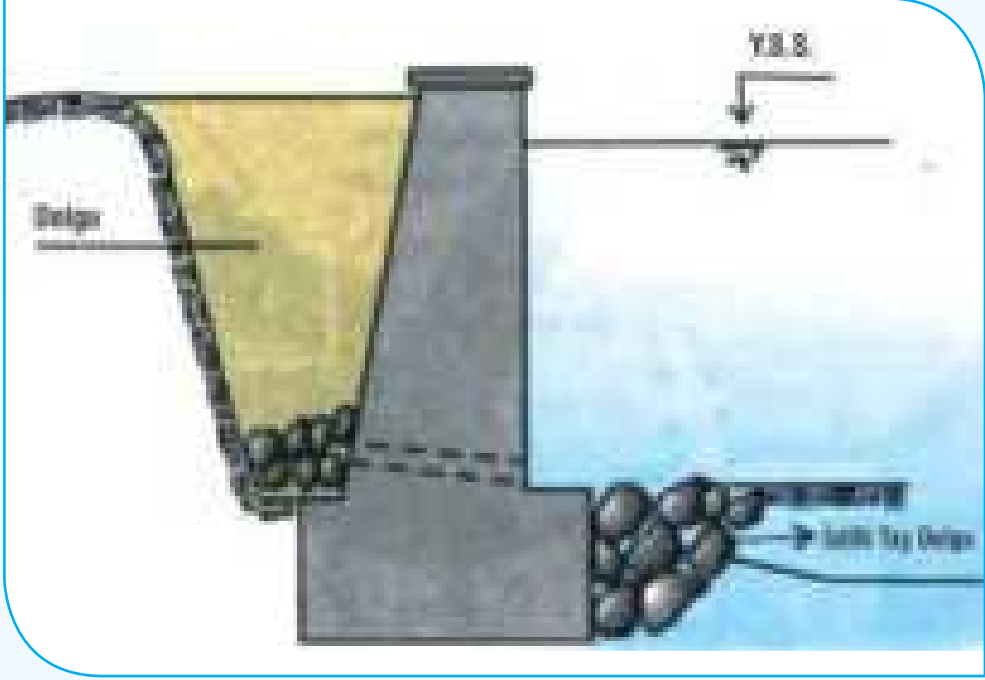
Kıyı duvarlarının boyutları istinat duvarlarında olduğu gibi statik esaslara göre hesap edilir.

Kıyı duvarlarının yapımında duvarlarla yamaçlar arasında uygun bir boşluk bırakılmalıdır. Böylece, zamanla yamaçlardan aşağıya yuvarlanacak materyalin duvarın arkasında toplanıp, kalması ve dereye zarar vermemesi sağlanmış olur. Kıyı duvarlarının inşasında dikkat edilecek diğer hususlar:

- Duvar arkasında en az 0.30 m. kalınlıkta bir blokaj tabakası oluşturulmalıdır.
- Blokajdan sızacak suların atılması için alt tarafına drenaj büzleri yerleştirilmelidir.
- Duvar harcı en az 250 dozlu, derz harcı ise 400 dozlu olarak hazırlanmalıdır.
- Duvar üst yüzü 5 cm. kalınlıkta bir şap harcı ile örtülmelidir.
- Kıyı Duvarları dere kenarına belli bir mesafede yapılmalı ve üzeri yukarıdan yıkılmalarla gelebilecek kaya çarpmalarına (arazinin yapısına göre kaya parçalarının gelme ihtimali üzerinde durulur) dayanabilmesi için toprakla muhafaza edilir.

Şekil 2.43: Uygulamada En Çok Kullanılan Kıyı Duvarları



Şekil 2.44: Kıyı Duvarı En Kesiti

2.2.3.2. Taş Dolgu ve Anroşman

Taş dolgu ve anroşman şeklindeki tesisler dere yatağı eğiminin fazla olduğu kısımlarda kıyı tahkimatında uygulanır. Orta irilikteki (Ortalama 60 kg.) ocak taşlarının şev topuklarında ve şevlerde istifsiz (dökme) veya istifli (düzenli biçimde yerleştirilmiş) olarak kullanılması suretiyle yapılan tahkimata taş dolgu, aynı işin büyük taş ve kaya parçaları (Ortalama 150 kg.) ile yapılması halinde anroşman adı verilir. Suyun sürüklemeye gücü $10 - 15 \text{ kg/m}^2$ 'ye kadar olan mecralarda taş dolgulu, daha fazla ise anroşmanlı tahkimat yapılır.

Bu tesisler, genel olarak hemen şevin dibinde veya şeve yakın ve paralel olarak, korunması gereken şev boyunca inşa edilirler. Ahşapla kombine edilmiş taş dolgular daha dayanıklı olur.

Şev topuğunda istifsiz taş dolgu yapıldıktan sonra, şev biraz düzeltilerek, bir vejetatif çalışma (Örneğin; Söğüt çelikleri dikimi) ile takviye edildiği takdirde daha başarılı sonuç alınabilir.



Resim 2.74: Harçlı Seki İle Kombine Edilmiş Taş Dolgu Kıyı Tahkimatı, Arizona - Amerika - 1996

2.2.3.3. Mahmuzlar

Kıyı erozyonuna neden olan hızlı ve tahrip edici akımları kıyıdan uzaklaştırmak amacı ile kullanılan bir önlem çeşididir. Genellikle, geniş ve fazla eğimli olmayan mecralarda iyi sonuç alınır. Göreceği işleme göre mahmuzlar koruyucu, çevirici ve doldurucu olmak üzere üç türdür.

Normal veya koruyucu mahmuzlar akım yönüne doğru, çevirici mahmuzlar mansaba yönelik ve doldurucu mahmuzlar menbaya yönelik olarak düzenlenir.

Mahmuzlar, taş beton ve fildöferler inşa edildikleri gibi canlı ve cansız kazıkların taş ve malzeme ile kombinesi suretiyle de inşa edilebilirler.

Söğüt dal ve kazıkları ile yapılan ucu eğik mahmuzların rutubet şartları elverişli ve oyulma derinliği fazla olmayan tabii mecralarda kullanılması uygundur.

Taş, beton ve fildöfer olarak inşa edilen mahmuzlar, bitkilerle kombine edilmediği takdirde kısa ömürlü olmaktadır. Bitkilerle kombine edilen mahmuzlarda bitkiler gelişip büyüdükçe mahmuzların fonksiyonuna katılır, onları korur ve zamanla bu yapıların yerini alır.



Resim 2.75: Mahmuz

2.2.4. 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, tesviye eğrilerine paralel tarım alanlarında, teraslı arazilerde, çevirme teraslarda ve sulanan sahalarda, yüzey akış sularını, erozyon olmayacak bir hızla, uygun bir boşaltma noktasına taşıyan tesislerdir. Suyollarının boyutları 10 yılda gelmesi muhtemel en yüksek maksimum yağışa göre hesap edilmektedir. Suyolları daha çok yağışın fazla ve sık, yüzeysel akışın yüksek, nemli bölgelerdeki sahalarda ile toprak infiltrasyon kapasitesinin düşük, ağır topraklı, yüzeysel akışın fazla olduğu yarı kurak sahalarda kullanılır.

Suyolları akış halindeki suyun olası aşınma ve oyulmaları önlemek için otlandırma yapılabilir. Ekim yoluyla yapılacak otlandırmalarda bölgede tabii olarak bulunan ve yayılma kabiliyeti 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 önlenabilir.

Boşaltma kanallarının bitki örtüsü ile takviyesi, yapılan eşiklerin etkisini artırır. Bazen canlı barajlar veya otlandırmalar da boşaltma kanallarının oyulmasını önleyebilir.

Eğimi az ve geniş tabanlı boşaltma kanallarının enine şeritler şeklinde otlandırılması suretiyle kanalın oyulması önlenabilir. Bu şekilde tahkim edilen kanal birkaç yıl sonra tamamen otlanarak otlu kanal teşekkül eder.

Boşaltma Kanallarının Tesis Amacı ve Kullanıldığı Yerler;

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 tahkim edilmiş suni suyollarına yöneltmek,
- Yamaç üzerindeki terasları ve diğer tesisleri güvence altına almak,
- Yüzeysel akışı önleyerek, yamaç üzerinde oluşacak erozyonu önlemek veya en düşük düzeye indirmek.

Kullanıldığı Yerler

- Şiddetli ve sürekli yağışların olduğu, dolayısıyla aşırı yüzeysel akışların sık meydana geldiği, sellerin yaşandığı nemli iklim bölgeleri,
- İnfiltrasyon kapasitesi düşük ağır veya sıg 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 alanları,
- Çeşitli teras sistemlerinin uygulandığı ve fazla suyun drenajla uzaklaştırılmasının gerektiği tarım alanları,



Resim 2.76: Tarımsal Teras İçerisinde Tesis Edilen Su Yolu, Taiwan

BÖLÜM III

“EROZYON VE SEL KONTROLÜ
UYGULAMA YÖNTEMLERİ”

3. EROZYON VE SEL KONTROLÜ UYGULAMA YÖNTEMLERİ

3.1. ORMANLIK VE AÇIK ALANLAR

TANIM

Ağaç

Ormanlarda doğal olarak yetişen veya emekle yetiştirilen, en az sekiz metre boy yapabilen, kökü, gövdesi ve tepesi olan odunsu bitkilerdir.

Ağaç Sınırı

Ağaçların büyüme yeteneğini muhafaza edebildikleri habitatın sınırıdır. Ağaçlar, bu sınırın ötesindeki çevresel koşullara (düşük sıcaklık, nem yetersizliği, gibi) dayanamazlar. Ağaç sınırı, ağaçların tepe çatısı kapallılığı ile bir orman oluşturabildiği sınırı/hattı ifade eden orman sınırı terimi ile karıştırılmamalıdır. Ağaç sınırı, ağaçların yetiştiği ortamın üstünden veya altından geçen sınırdır. Bazı yerlerde kuraklık ve vejetasyon devresinin kısalmasına neden olan aşırı soğuklar ağacın yetişmesini engeller.

Doğal Bitki Örtüsü

Bir bölgede doğrudan insan etkisi olmadan devam eden süksesyon sürecinin herhangi bir evresinde yer alan vejetasyondur. Bir başka ifade ile insan müdahalesi olmaksızın, kendi kendine doğal yolla gelişen bitkilerdir.

Yaban Hayatı ve Yaban Hayatı Koruma Sahası

Yaban hayatı, yaban ortamında büyüyen veya yaşayan, o sahaya insanlar tarafından getirilmemiş tüm hayvan, bitki, mantar ve diğer organizmaları kapsar. Yaban hayatı, tüm ekosistemlerde bulunmakta olup, çöller, ormanlar, ovalar, otluk alanlar ve kentsel sahalar dahil diğer alanlar, hepsi bir şekilde bazı yaban hayatı formlarını barındırır. Yaban hayatı koruma sahası ise, yaban hayatı değerlerine sahip, korunması gerekli yaşam ortamlarının bitki ve hayvan türleri ile birlikte mutlak olarak korunduğu ve devamlılığının sağlandığı sahalardır.

Korunan Alan

Hedeflenen koruma amaçlarını gerçekleştirmek için belirlenen veya düzenlenen ve yönetilen, bölgesel, ulusal ya da uluslararası düzeyde önemli doğal, kültürel, tarihi, arkeolojik, biyolojik çeşitlilik ve peyzaj kaynak değerlerinin korunması, geliştirilmesi ve uzun dönemde devamlılığının sağlanması için hukuki, teknik, idari, sosyal ve ekonomik tedbirlerin uygulandığı, coğrafi olarak tanımlanan ve resmi statü ile ilan edilen alanlardır.

Özellikle, biyolojik çeşitliliğin, doğal ve ilgili kültürel kaynakların muhafazası ve yasal veya diğer etkin araçlar vasıtasıyla yönetimi için tahsis edilmiş bir arazi veya deniz alanıdır. Bir koruma alanı kamu mülkiyeti yanında özel mülkiyete konu sahalar üzerinde de tesis edilebilir.

Ekzotik Türler

Kasıtlı veya tesadüfi insan faaliyetleri nedeniyle, tarihsel olarak doğal yayılış gösterdiği alanın dışındaki alanlarda yayılış gösteren türlerdir.

Hassas Türler

Doğada nadir olarak bulunan, fakat insan etkisi altında son derece azalmış türlerdir. Bu türler tehlikelere karşı son derece hassas olup yok olma riski taşırlar.

Kalıntı (Relik) Türler

Daha önceki iklim koşullarında geniş alanlara yayılmış olan fakat günümüzdeki iklim koşulları altında belli alanlarda hayatini sürdüren bitkilerdir. Bu bitkilerin çeşitli yönlerden korunmaya alınması gerekir.

Nadir Türler

Çok az raslanan, ender görülen bitki ve hayvan türlerini ifade eder. Tehdit altında veya yok olma tehlikesi altındaki türler tanımından farklıdır.

Hidrofit Türler

Su ortamında veya su ile doymuş topraklarda yetişebilen bitkilerdir.

Ekotip

Ortamin özelliğine bağlı olarak, oluşmuş bir ekolojik toplumdur. Geniş bir alanın farklı özelliklerine bağlı olarak türler, ekolojik hoşgörülükleri oranında ortama yayılır ve yerel ortam koşullarında birbirlerinden farklı alt popülasyonlar oluşturur.

Ekosistem

Bitki, hayvan ve mikroorganizma toplulukları ile bunların cansız çevrelerinin işlevsel bir birim olarak karşılıklı etkileşim içinde bulunan dinamik birlikteliğidir.

Ekosistem Hizmetleri

Ekosistemler tarafından gerçekleştirilen ve yer küre çevresinin dengeli ve kararlı bir durumda devam etmesinde, tedarik edici, düzenleyici, destekleyici ve kültürel faydaları ve hizmetleri sağlayan etkinlikler ve süreçlerdir.

Ekosistem Bozulumu

Ekosistem hizmetlerini sağlama kapasitesinde meydana gelen azalmanın devam etmesidir.

Ekosistemin Sürdürülebilir Kullanımı

Ekosistemlerin insanlar tarafından, mevcut nesillere devamlı faydalar sağlarken, potansiyellerinin gelecek nesillerin ihtiyaç ve isteklerini karşılayabilecek şekilde korunmasını sağlayacak şekilde kullanılmasıdır.

Endemik Türler

Dünyanın sadece belli bir yerinde bulun türlerdir. Endemikler, iklim değişimleri ve izolasyon koşullarına göre oluşurlar. Daha önce geniş sahalara yayılmış olan bir bitki topluluğu, iklim değişikliği sonucu ekolojik özelliklerine uygun belli bir yer çekilerek hayatsal faaliyetlerini sürdürür.

Doğaya Yakın Ormancılık

Ormanın bir ekosistem olarak ele alınmasına ve buna göre yönetimine dayalı bir anlayış ve uygulamadır. Doğaya yakın ormancılık, insan müdahalesinin mümkün olduğunca azaltılmasını ve bunun yerine daha yavaş da olsa doğal süreçlerin tercih edilmesini öngörür.

Gen Rezervleri

Uzun yıllar tahribat sonucu çok az kalmış olan canlı türlerin ve ırkların ortadan kalkmasını önlemek ve bunların bir kısmının üretilmesini ve yetiştirilmesini sağlamak amacıyla belirlenmiş ve koruma altına alınmış nadir bitkisel ve hayvansal canlı topluluklardır.

Habitat ve Habitat Restorasyonu

Habitat, herhangi bir organizma ve popülasyonun doğal olarak bulunduğu özel yaşam ortamıdır. Habitat restorasyonu ise, bir habitatın, orijinal toplum yapısına, türlerin ve doğal işlevlerinin orijinal bütünlüklerine dönmesidir.

Rehabilitasyon

Mevcut ekosistemlerin çeşitlilik, fonksiyon ve dinamiğinde, gerek insanlar tarafından verilen hasarların gerekse doğal etkenler sebebiyle ortaya çıkan olumsuzlukların çözümü amacıyla, alana özgü türlerin ve doğaya uygun yöntemlerin kullanılması ile belli bir alandaki yapı ve koşulları daha önceki doğal durumuna getirmeye yönelik olarak yapılan iyileştirme çalışmalarıdır. Rehabilitasyon, ekosistemden sağlanan mal ve hizmetlerin belirli bir bölümünü elde etmek amacıyla arazinin kapasitesinin yeniden oluşturulmasını amaçlar. Arazi rehabilitasyonu, araziye bozulma öncesi koşullarına tam olarak döndürmez.

Antropojen Bozkır

İnsan etkisi ile ormanların tahrip edildiği yerleri istila eden ve o alanlarda yetişen bozkır bitkileridir. Türkiye’de İç ve Doğu Anadolu bölgelerindeki alanların büyük bölümü, burada yetişen kurakçıl ormanların tahrip edilmesiyle meydana gelmiş antropojen bozkırlarla kaplanmıştır.

Antropojen Ekosistemler

İnsanların çeşitli etkileriyle tamamen değiştirilmiş doğa koşullarının ve insan yapısı varlıkların yer aldığı çevrelerden oluşan ekosistemlerdir.

Rakımı Yüksek Ormanlık Alanlar

Rakımı yüksek ormanlık alanlar, orman kuşağında yer alan, kendine özgü biyolojik, fizyolojik, sosyolojik yetişme ortamı özelliklerine sahip olan ve ekstrem yaşama şartları sürdürülen yerlerdir. Bu yerlerde artan yükseltiye bağlı olarak, kısa mesafeler içerisinde iklim değişimleri vuku bulmaktadır. Bu özelliklere sahip orman alanlarının tahrip edilmesi halinde bu sahaların yeniden rehabilite edilmeleri sel kontrolü açısından son derece önemlidir.

Türkiye topoğrafik yapısında dağlık alanlar önemli bir yer tutar. Kuzey ve güneyde denize paralel olarak uzanan dağ sıraları ile çevrelenmiş Orta Anadolu Platosu, batıdan doğuya doğru gittikçe yükselir. Araziler, engebeli, rakımı yüksek, dağlık ve eğimlidir.

Türkiye dağları, özellikle Anadolu'nun kuzey ve güney kenarları boyunca geniş bir yay çizerler. Bu yayların kuzeydekine Kuzey Anadolu, güneydekine Toros Dağları adı verilir. Kuzey ve güneydeki dağlar, İç Anadolu Bölgesi'nde genişler, yüksek düzlüklerle birbirinden ayrılır, Doğu Anadolu Bölgesi'nde birbirine yaklaşır ve sıklaşır. Batı Anadolu'da ise birbirine uzaklaşma eğilimi gösterir. Bu bölgede kıyıya paralel dağ sıraları görülmez ve yükseklikleri de fazla değildir.

Türkiye'nin ortalama yükseltisi 1132 metredir. Bu yükseklik, Asya Kıtasının ortalama yüksekliği olan 1050 metreden daha fazladır. 1000 metrenin üzerinde olan araziler ülke yüzeyinin %56'sını oluşturmaktadır. Ayrıca eğimi %15'den fazla olduğu yerler, ülke alanının %62,5'den fazladır.

Türkiye yükselti kuşakları açısından incelendiğinde yüzölçümünün %29'u orta yüksek dağlık arazi, %27'si yüksek dağlık arazi olduğu görülecektir. Böylece Türkiye arazisinin %56'sı gerçek anlamda dağlık alanlardan oluşmaktadır.

Dağlık su havzalarında doğal bitki örtüsü ve yaban hayatı çok çeşitli, karmaşık ve zengindir. Çünkü yükseklik farkından dolayı çok kısa mesafelerde, sıcaklık, ışık, rüzgâr ve nemlilik miktarlarında farklılık ortaya çıkmaktadır. Yağış genellikle düşük rakımlı yerlere göre daha fazladır.

Tek bir kayanın gölgesi bile yükseklerde yetişen ve başka hiçbir yerde bulunmayacak bir çiçek türü için küçük bir yaşama ortamı oluşturabilir. Bu nedenle, dağ ekosistemi, bir gen bankası durumunda olup, bitki ve hayvan türleri için bir sığınak ve etrafı insanlarla çevrili birer biyoçeşitlilik adasıdır.

Bu açıdan dağ ormanları, kendine özgü yetişme ortamı özelliklerine sahip, ekstrem yaşama ve var olma koşulları altında yaşamını sürdürebilen, tahriplere karşı çok belirgin tepki gösteren ormanlardır. Bu nedenle, dağlık alan ekosistemleri hassas bir yapıya sahip olup, yoğun baskı ve tahribatlara dayanma güçleri azdır.

Dağ ekosisteminde tahribat ortaya çıkarsa, ekosistemin kendisi tahribata karşı dengeleyici tedbirleri geliştirmede yetersiz kalır. Çünkü meyilin fazlalığı toprak oluşumunu engellemekte ve erozyonu da artırmaktadır. Bu yüzden özellikle, dağlık alanlardaki her türlü tarımsal üretim sistemleri kolayca elden çıkabilecek kırılgan bir yapıya sahiptir.

Yüksek dağlık alanlarda jeolojik yapı karışık, meyil fazla ve toprak fazla derin değildir. Bu nedenle ana kayanın çok az ayrıştığı az bir toprağa sahiptir. Sel ve taşkınların önlenmesi açısından meyilin fazla ve toprağın zayıf olduğu böyle sahaların mutlaka bir vejetasyon örtüsü ile kaplı olması gereklidir. Ayrıca, bu alanlardaki odun üretimi, aynı şartlara sahip daha düşük rakımdaki engebeli arazilere göre daha zor ve daha az karlıdır.

Bu yerlerde, artan yükseltiye bağlı olarak, kısa mesafeler içerisinde iklim değişimleri vuku bulur. Sıcaklık azalır ve yağış artar. Rüzgâr daha hızlı eser, ısınma daha fazla olup, vejetasyon süresi kısadır. Kar örtüsü, daha uzun süre toprak yüzeyinde kalır. Toprak türce fakirdir. Buna karşılık toprakta rekabet gücü yüksek bazı türler egemendir. Topraktaki organik tabakanın mineralizasyonu yavaştır. Farklı üst toprak horizonları ve küçük rölyefin güçlü ekolojik etkisinden dolayı belirgin olarak “küçük yetişme ortamı mozaiği” oluşur.

Özellikle yüksek dağ iklimi; iklim ve arazi yapısından dolayı, ormanların gençleşebileceği ve gençleşemeyeceği çeşitli mikro yetişme ortamlarına neden olur. Bu sebepten dolayı, bazı yerlerde hiç ağaç yokken, bazı yerlerde kümeler halinde ağaç grupları ortaya çıkar. Ağaç grupları yüksek rakımdan aşağıya doğru, yani tam kapalı ormanlara doğru inildikçe grup sayısı azalır ve yapısında da farklılıklar ortaya çıkar.

Ormanda bitki toplumlarının iklimsel farklılaşmalara göre dikey yönde sıralanması yükselti basamakları olarak isimlendirilir. Her basamak karakteristik özellikleriyle diğerinden ayrılabilirdiği gibi, kısa mesafelerde birden fazla basamak iç içe geçmiş halde bulunabilir. Bakı, jeomorfolojik durum ve lokal iklim farklılıkları basamak oluşumunda etkilidir. Ormana sınır çeken en önemli faktör, sıcaklık ve nem yetersizliğidir. Ancak, ekstrem toprak ve iklim faktörleri de ormana sınır çekebilir.

Ormanların üç adet sınırları vardır. Bunlar; dağ, kutup ve bozkır orman sınırlarıdır. Dağ orman sınırı; doğal koşullar altında ormanın kapalılığı kaybolmadan yani, doğal gençleştirme koşullarının devam ettiği en son rakıma denir. Türkiye’de dağ orman sınırı özgün yerinde değildir. Antropojen etkiler mevcuttur. Bu nedenle dağ orman sınırı kuzeye doğru, rakım olarak aşağıya düşer. Dağ orman sınırı, deniz iklimi etkisindeki ortamlarda karasal iklimin yaşandığı ortamlara göre daha düşüktür.

Dağ orman sınırındaki ağaçlar olumsuz iklim ve toprak faktörleri nedeniyle yaşama mücadelesi vermektedirler. Yaşama mücadelesinin en önemli sınırı dağ ağaç sınırıdır. Mücadele zonu, dağ orman sınırı ile dağ ağaç sınırı arasında kalan bölümdür. Bu iki sınır arasındaki yükselti farkı genellikle 100 - 150 metredir.

Dağ orman sınırı; Akdeniz’de 2100 - 2200 metre, Ege’de 1900 - 2000 metre, Doğu Karadeniz’de 2000 - 2050 metre, Doğu Anadolu’da 2800 - 2900 metre ve Marmara’da 2000 - 2050 metre’dir.

Doğa’da orman sınırları kesin bir hat olmayıp, genelde bir geçiş zonları bulunur. Orman sınırlarına doğru gidildiğinde, önce ormanın kapallılığı azalır. Daha sonra kapallılık kaybolur ve ağaçların boyları kısaltmaya başlar (Bozkır orman sınırında bu duruma nadiren rastlanır). Daha sonra, ağaç formunu kaybetmiş çalılışmış türlerle karşılaşılır (Bozkır orman sınırında bu olguya rastlanmaz). Daha yukarıda ise otsu bitkiler, yosun ve likenlerden oluşan alpin tundra vejetasyonu başlar.

Bozkırlarda, ilkbaharda yeşillenen diğer mevsimlerde ise kurumuş otlardan ibaret bir bozkır vejetasyonu ortaya çıkar. Bozkır orman sınırı, nemdeki azalmaya bağlı olarak ortaya çıkar. Bozkırda ağaç vardır. Ancak orman kuruluşunda değildir. Kapallılık yoktur. Bozkırda kötürüm ağaç sınırı görülmez. Bozkırda, bozkır orman sınırı ile bozkır ağaç sınırı arasındaki bitki toplumuna “bozkır ormanı” adı verilir. Bozkırlarda, doğal bozkır ağaç sınırları genellikle tahrip edilmiştir. Doğal ve yapay orman sınırları arasında antropojen bozkır sahaları bulunmaktadır. Bozkırlar; daha çok İç Anadolu’da, Güney Doğu Anadolu’da ve Trakya Bölgesi’nde bulunmaktadır

Rakımı fazla dağ ikliminde, ağaçlar başlangıçta, çok daha yavaş büyürler. Ağaç yaşı da bu açıdan daha yüksektir. Buralarda 300 yıllık ağaçlar çok görülür. Bir meşcere içerisinde bütün ağaçların yaşları çok farklı olmasına rağmen, bütün ağaçlar hemen hemen aynı boyda ve çaptadır. Bir ağaç grubu içerisinde yaş farklılığı 100 yılın üzerinde olabilir. Gruplarda, yaşlı ağaçlar boy büyümesini çok yavaş gerçekleştirirler. Bunların altındaki genç ağaçlar bu boya hızla ulaşırlar. Bu basamaklanma çok belirgin şekilde ormanların değişik yaşlılığını oluşturarak dayanıklılığını ve sürekliliğini sağlar.

Kar hareketleri ve kar mantarları vardır. Çimlenme yeteneğinde tohum azlığı ve ender tohum yılları mevcuttur. Uygun olmayan yetiştirme ortamı mozaiki hakimdir (rüzgar koridorları, çığ yatakları, ıslak yerler, karın geç eridiği arazi çukurları, çok yıllık otsu bitkilerin bulunduğu alanlar v.s.). Gençlik için kuraklık tehlikesi mevcuttur (kalın bir humus ve diri örtü tabakası olması durumunda önemlidir). Don ve don kuraklığı görülebilir.

Bu sahaların bozuk ve 1 kapalı ormanlarında, adım başı değişen orman kuruluşları ile karşılaşmak mümkündür. Doğal gençlikler ile yer yer sıklık, sınırlılık, direklik, ağaçlık çağlarında münferit, grup küme halinde meşcere kuruluşlarına rastlanabilir. Her biri ayrı özellik gösteren bu orman alanlarında ayrı silvikültürel işlemler uygulanır.

Ormancılık çalışmalarında odun üretiminden çok ormanın koruyucu etkileri ön plana çıkar. Bu ormanlar doğal çevrenin korunmasında, tabii afetlere karşı mücadelede ve hidrolojik dönüşümün düzenlenmesinde, hayati öneme sahiptir. Bu nedenle dağlık alanlardaki ormanların koruma ve üretim amaçlarını kesin çizgilerle ayırmak zor olup, özellikle daha yüksek rakımlarda ormanların fonksiyonel görevlerinde çok çeşitlilik mevcuttur.

Bu açıdan, Türkiye’de dağlık alan kullanımı yoğun araştırmalara ve dikkatli bir kaynak planlamasına göre yapılmalıdır.

Yüksek dağlık alanlar, daha düşük rakımdaki alt bölgelerin çatısı durumundadır. Bu nedenle dağlar, ovalardaki tarımsal ve sanayi üretim sistemlerini korur ve yaşayan insanlara sürekli gelir sağlar. Dağlar, yağışın çoğunu bünyesinde toplar ve yerleşme yerleri için su kaynağı durumundadır. Ancak yüksek dağ vejetasyonunun tahrip olması sonucunda çok önemli zararlar ortaya çıkar. Bunlar; sel, taşkın, heyelan ve çığ tehlikesi ile kaliteli içme ve kullanma suyunun, dengeli ve maksimum üretiminde gerilemedir.

Yüksek dağ ormancısının en önemli ödevi; ormanın korunmasının sağlanması, gençliğin gelişiminin teşviki ve gelen gençliğin güvence altına alınmasıdır. Dağlarda çok uzun gençleştirme süresinde oluşan doğal gençlik büyük olasılıkla çok büyük bir genetik tabana sahiptir. Basamaklı değişik yaşlı servetlerde (örneğin; seçme ormanlarında) özellikle büyük bir “gen akışı” söz konusudur.

3.1.1. Yüksek Rakımlı Ormanlık Alanların (Orman Üst Sınırına Yakın) Rehabilitasyonu ve Ağaçlandırılması

Türkiye su havzaları; iklim, topoğrafya, sosyal ve ekonomik açıdan çok farklılıklar gösterir. Bu farklılıklar, havzanın doğal kaynak yönetiminde de görülmektedir. O halde havzalarda kaynak yönetimi; her havzanın kendine özel, her havzada çözümü gerektiren, havza bazında entegre çalışmayı öngören niteliktedir.

Bu bölgelerde yaşayan küçük çiftçiler ve küçükbaş hayvan sahipleri genellikle şehirlerde ve verimli ovalarda yaşayan insanlara göre, yaşam koşullarının gereği olarak, çevrenin avantajlarına ve problemlerine uyum sağlayabilen bilgi ve yeteneğe sahiptirler. Tarımda, hayvancılıkta, ormanın sürdürülebilir üretim tekniklerinde ve diğer çeşitli konularda, binlerce yıllık deneyime sahiptirler.

Yıllarca toprakları ile beraber yaşayan insanlar, geçimini sağladıkları tarım alanlarında gerekli toprak muhafaza çalışmalarını kendi denemelerine uygun olarak yapmaktadırlar. Ancak bu çalışmalar, kendi ekonomik durumlarına göre uyguladıkları gözlem ve deneyimlere dayalıdır. Yöre insanı zaten yetersiz olan mali kaynaklarını, havzanın ıslahına daha fazla harcamadıkları için, bir noktada ıslah tedbirlerini ihmal edebilmektedirler.

Kırsal fakirliğin yoğun olduğu bozulmuş yüksek rakımlı su havzaları, yurdumuzun önemli bir bölümünü kapsamaktadır. Böyle havzalarda yapılacak rehabilitasyon faaliyetlerine harcanan yatırımların geri dönüşümü için, havza içerisindeki orman, tarım ve mera alanları, koruma ve kullanma dengesi içerisinde rehabilite edilmelidir. Ayrıca havzanın tarımsal ekonomisi çeşitlendirilerek, yöre insanların gelir artırıcı tarımsal faaliyetlerle güçlendirilmesi gerekmektedir.

Dağlık su havzalarında orman, mera ve tarım kaynaklarının yanlış kullanılması ve bunun sonucunda oluşan sel ve taşkınların önlenememesi ancak, sürdürülebilir bir havza yönetimi ilkelerine uygun bir planlama ve uygulama ile mümkün görülmektedir.

Bu açıdan rehabilitasyon çalışmalarında, sürdürülebilir havza yönetim modeline ihtiyaç vardır. Havzada bulunan her bir doğal kaynak, bulundukları ortam itibarıyla farklı ekonomik, sosyal ve kültürel değerlere sahiptir. Bu değerlerin ve farklılıkların mevcudiyeti, bazı doğal kaynakların çok yönlü faydalanılmasını, planlanmasını ve yönetimini gerektirir.

Yüksek dağlık alanlardaki planlamalar, her havzada farklılıklar arz eder. Daha önce de ifade edildiği gibi bu farklılıkların ortak olan tarafı ekosistemin kırılgan, marjinal ve ekstrem olmasıdır. Havzaların rehabilitasyonu farklı olsa da, tedavilerinde hassasiyet vardır. Bu açıdan çok yönlü doğal kaynak faydalanmasının ve planlamasının yapılacağı havzalarda amaçlar çok iyi belirlenmelidir. Eğer havzadaki amaç veya amaçlar baştan iyi belirlenmişse, doğal kaynakların rehabilite edilmesiyle elde edilecek fayda masraf, çok daha iyi ortaya konulacak ve sonuçta sürdürülebilir bir havza yönetimine daha çabuk ulaşılacaktır.

Bu açıdan ormanın çok farklı işlevlerinin, yüksek dağ ormanlarında da en iyi şekilde yerine getirilmesinde doğru çözüm yine doğaya yakın silvikültürdür. Doğaya yakın orman işletmeciliği her şeyden önce biyolojik çeşitliliği güvence altına alır. Bu ise ormancılar tarafından ancak sürekli ve çok fonksiyonlu orman işletmeciliği ile yerine getirilebilir. Doğaya yakın silvikültür ile ormanda yapılacak bütün işlemler her şeyden önce doğal yapıyı ve ekosistemin dengesini koruyacak niteliktedir.

Bu ormanlarda yararlanılabilir ve yararlanılamaz ağaçlar ve ağaç grupları mozaik şeklinde iç içe girmiştir. Ormanların sürekli olarak işletilmesi ilkelerine göre, ormanın işlevlerinin sürekli olarak güvence altına alınması kaçınılmazdır. Ormanlarda yapılacak silvikültürel işlemler her şeyden önce şematik olmamalıdır. Yüksek dağ ormanı, silvikültürel işlemlere, çok uzun yaşam süresi içinde, çok yavaş olarak tepki gösterir.

Açık alanlarda yapılacak ağaçlandırma, rehabilitasyon, bakım ve odun üretimi çok sıkı bir şekilde iç içe geçmiştir. Bu nedenle farklı küçük alanlarda değişen şartlara ve amaca göre çalışmalar önceden iyi bilinmeli, doğru zamanda ve doğru yerde düzenli ve dikkatli yapılmalıdır.

Bu ormanlık alanların rehabilitasyonunda, ağaçlandırılmasında ve erozyonun ve selin önlenmesinde mevcut ağaçlar, genç fidanlar ve tohumdan gelen gençlikler korunur, geliştirilir. Böylece bakım ve gençleştirme, birlikte yapılmak suretiyle, bozuk orman verimli orman yapısına dönüştürülür. Silvikültürel tekniğe ihtiyaç bulunmayan alanlar korumaya alınır.

Meşcere yapısının çok kötü olduğu boşluklarda toprak şartları iyi ise ağaçlandırmalarla yeni ormanlar kurulur. Bu çalışmalarda adım başı şartlar değişebilir, ağaçlandırma, erozyon kontrolü ve rehabilitasyon faaliyetleri ayrı ayrı veya iç içe olabilir. Her faaliyet ayrı bir teknik çalışmayı gerektirse de tek bir iş nevi gibi çalışmalar toplu halde yürütülür.

Bu sahalar odun üretimi bakımından fakir olsalar bile, flora ve fauna bakımından zengindirler. Ayrıca odun dışı orman ürünleri yönüyle geniş bir potansiyele sahiptirler. Bu açıdan sahalar içerisindeki bozuk olan türler canlandırma kesimleri ile iyileştirilir. Gerekğinde aşılama yapılır. Bozuk yapıdaki bitkiler budanarak verimliliği artırılır.

Bu sahalarda, odun üretimine dayalı ormancılık planlamasının yanında çok yönlü ormancılık planlamasına da yönelmelidir. Yüksek dağlık alan ormancılığının birinci önceliği doğal kaynakların; toprak, su ve biyolojik çeşitliliğin korunmasıdır. Odun üretimi bu öncelikler içerisinde yer almalıdır. Orman kaynakları, ekosistem bütünlüğü içerisinde, disiplinler arası katılımcı yaklaşım anlayışı ile çok amaçlı olarak, planlanmalıdır. Bu plan içerisinde üretim, koruma ve sosyal kültürel ormanların yerleri belirlenmelidir.

Yüksek dağlık alan ağaçlandırmalarında ise yüksek hâsıla almaktan ziyade, ormanın kolektif faydası ön plandadır. Bu nedenledir ki, ormanda devamlılık esastır. Ayrıca, yetiştirme ortamının sınırladığı türlere ve yöreye uygun hazırlanan amenajman esaslarına bağlıdır.

Bir başka ifade ile yüksek dağ ağaçlandırması, ülkenin ihtiyaç duyduğu, çeşitli çap ve kalitedeki odun, reçine, sığla ve mantar gibi çeşitli yan ürünlerinin üretilmesini, yaban hayatının korunmasını, kaliteli içme suyu teminini, erozyonu ve seli önleme ve toplum sağlığı gibi çok çeşitli amaçları sağlamak için tesis edilir.

Yüksek dağ ağaçlandırma çalışmalarında, mevcut doğal ormanların işletme politikasının belirlenmesi ve özellikle ağaçlandırma çalışmalarında yetiştirme muhiti verimliliğine dayalı olarak, potansiyel ağaçlandırma sahalarının; biyolojik, sosyal ve ekonomik nitelikleri itibarıyla sınıflandırılmasının yapılması gerekmektedir.

Bu açıdan yüksek dağlık ormanlarda rehabilitasyon ve ağaçlandırma çalışmalarının amacı aşağıdaki şekildedir:

- Doğal ormanlarımızın bulunduğu yüksek dağlık alanlarda, çeşitli tahribatlar nedeniyle orman üst sınırı aşağı itilmiş olabilir. Böyle yerlerde ortaya çıkan bozuk orman alanlarını yeniden verimli ormana dönüştürerek, Orman Peyzaj değerini artırmak,
- Çığlar, kaya yuvarlanmalarını, toprak kaymalarının önlemek,
- Toprak erozyonunu ve seli durdurmak,
- Su ekonomisinde denge sağlamak, yani sürekli ve maksimum içme-kullanma suyu temin etmek,

Bu sahalardaki ağaçlandırmalar, doğal gençleştirmenin tamamlanması olarak düşünülmeli ve ağaçlandırmada doğal gençleştirme taklit edilmelidir.

Öncelikle ağaçlandırmaya uygun olmayan küçük yetiştirme ortamları tespit edilmelidir. Tohum ve fidanın orijini ile dikim yeri arasındaki yükselti farklılığı en fazla 100 metre olmalıdır. Fidan üretim yeri ile dikim yeri arasındaki yükseklik farkı 500 metreyi geçmemelidir.

Grup dikimi yapılmalıdır.(Fidan grupları ortalama 35 fidandan oluşur ve ortalama 50 cm aralıkla dikilir. Grupların çapı ortalama 2,5 metre ve grup uzaklıkları da 2-3 metredir.) İlkbahar dikimi yapılmalıdır. Dikimlerde mümkünse tüplü fidan, yoksa çıplak köklülerde şaşırtılmış fidan kullanılmalıdır.

Ağaçlandırmaya Uygun Olmayan Alanlar

- Karca zengin, uzun süre karlı kalan yerler (mantar zararlıları, kısa vejetasyon süresi)
- Ekstrem karca fakir ve karın çok erken eridiği yerler (don, don kuraklığı, yaban hayvanların tahribatı).
- Kuvvetli kar hareketlerinin olduğu yerler (pala büyümesi, gövde kırılması, dal kırılmaları vs.)
- Sık vejetasyonla kaplı yerler (vejetasyon rekabeti, ışık eksikliği)
- Kalın humus tabakası (sıcaklık, oksijen ve besin maddeleri eksikliği)
- Kuvvetli rüzgâr altında kalan araziler (don kuraklığı, yaban hayvanların tahribatı)
- Soğuk gölgeli yerler (sıcaklık eksikliği, yavaş büyüme)
- Sürekli ıslak olan, soğuk ve sıkı oturmuş topraklar.

Ağaçlandırmaya Uygun Alanlar

- Karın erken eridiği az karlı yerler (uzun vejetasyon süresi),
- Seyrek bitki örtüsüne sahip araziler,
- Sıcak arazi kısımları,
- Küçük arazi yükseltilerinin bulunduğu yerler, sırtlar, daha kurak yamaçlar.

Ağaçlandırma Yöntemi

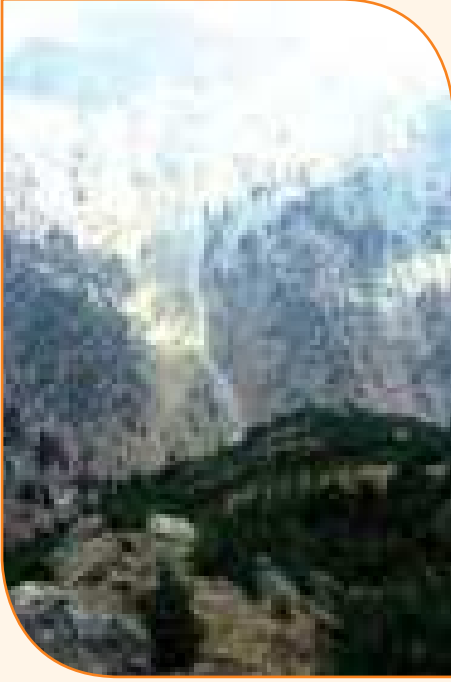
- Sahada mevcut orman vejetasyonunun geliştirilmesi,
- Bozuk ormanların korunması ile doğal tohumlama,
- Ağaçlandırma için drenajı iyi, verimli ve kumlu killi derin toprak,
- Derin bir toprak işlemesi,
- Yöreye uygun tür seçimi,
- Yüksek rakımdan toplanan tohumla, yüksek rakımlı fidanlıklarda yetiştirilen sıhhatli tüplü fidan.
- Ağaçlandırmaya uygun alanlarda, zamanında yapılan dikim.



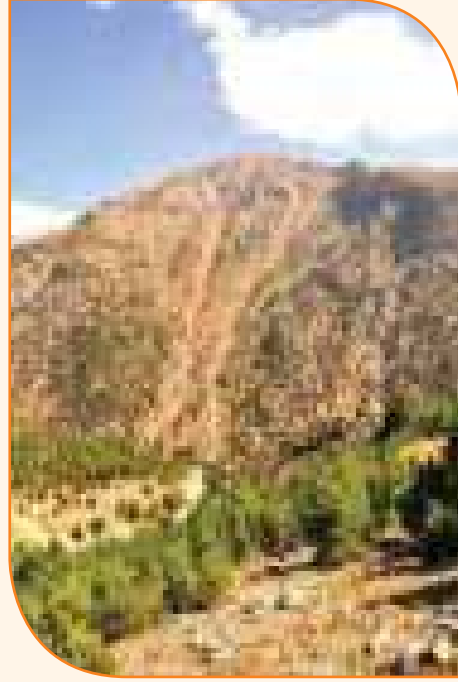
Resim 3.1: Rakımı Yüksek Bozuk Ormanların Korunması Sonucu, Tohumdan Doğal Yenilenme ile Yeni Gençliğin Gelmesi, Bıçakcılar Havzası - Yusufeli - 2014



Resim 3.2: Rakımı Yüksek Bozuk Ormanların Korunması Sonucu, Tohumdan Doğal Yenilenme ile Yeni Gençliğin Gelmesi, Bıçakcılar Havzası - Yusufeli - 2014



Resim 3.3: Yüksek Dağlık Ormanlık Alanların Rehabilitasyonu, İnköy Havzası - Tarsus - Mersin - 2001



Resim 3.4: Yüksek Dağlık Ormanlık Alanların Rehabilitasyonu, İnköy Havzası - Tarsus - Mersin - 2012



Resim 3.5: Yüksek Dağlık Ormanlık Alanların Rehabilitasyonu, İnköy Havzası - Tarsus - Mersin - 2012

3.1.2. Karstik Bozuk Ormanlık Alanların Rehabilitasyonu

Karstik sahalar, ana kayanın yarık ve çatlaklar gösterdiği ve keskin kenarlarla parçalandığı kalker taşlarından oluşan yerlerdir. Karst formasyonu, jeolojik açıdan huni şeklinde çöküntüler, basen şeklinde arazi şekilleri, mağaralar, toprak altı su kaynakları ve toprak üstü su kaynaklarının yokluğu veya azlığı ile karakterize edilir.

Vejetasyonu tahrip edilmiş karstik sahalarda; Ağaçlar seyrek yapıda veya hiç yoktur. Toprağın beslenme gücü zayıftır. Arazi taşlı ve oluşan yeni topraklar kolayca taşınabilmektedir. Tahribata uğramamış yerlerdeki topraklar ise, iskeletçe zengin, permeabilitesi yüksek, sıcak ve faaldir. Bitkiler, yarık ve çatlaklar arasında bulunan bu topraklardan kolayca su ve besin maddelerini temin ederler.

Kireç taşlarından oluşan topraklar, taşların çatlaklık durumuna, taşın bünyesinde bulunan kil miktarına ve tabakaların eğim durumuna göre değişir. Kalsiyum karbonat miktarı fazla olan ve çatlaklı kireç taşlarımızın bulunduğu karstik sahalardaki topraklar, taşların çatlak ve tabakalaşma yüzeyleri boyunca veya tabaka aralarında bulunmaktadır.

Eğimli sahalardaki toprak yüzeyde oluşmadığı için arazi kayalık saha görünümündedir. Bu kayalık durum toprak aşınmasının bir sonucu değildir. Çünkü su, çatlaklı alan kireç taşlarının yüzeyinde tutulmakta ve yağış suları çatlak ve tabaka aralarındaki zayıf boşluklar boyunca derinlere sızmaktadır. Toprak ise suyun tutulduğu çatlaklarda oluşmaktadır.

Rehabilitasyon Yöntemi

Karstik sahaların rehabilitasyonunda aşağıdaki teknik esaslar uygulanır.

- Bozuk doğal vejetasyonun canlandırma kesimleri ile geliştirilmesi, ormanın yeniden optimal orman kuruluşuna kavuşmasının sağlanması,
- Mevcut bozuk ormanların korumaya alınması ile doğal tohumlama,
- Uygun doğal ağaçların aşılınması,
- Boş alanlara serpme şeklinde tohum ekimi ile ağaçlandırma.
- Eğimin uygun, yeterli toprağın mevcut olduğu açık alanlarda ağaçlandırma amacıyla makineli veya işçi ile toprak işleme, kesik teras, ay teras yapımı, uygun olan yerlerde derin ve geniş çukur açılması ve dikim,
- Dikimde yöreye uygun tür seçimi, sıhhatli tüplü fidan,



Resim 3.6: Karstik Sahaların, Ekim Yoluyla Ağaçlandırılmasında Karpelli Sedir Tohumu Bol Miktarda Kullanılmaktadır. Tekir Fidanlığı - Kahramanmaraş



Resim 3.7: Karstik Sedir Sahasının Rehabilitasyonunda, Sedir Tohumu Ekimi ve Fidan Dikimi İçin Riperli Toprak İşleme, Sorgun Havzası - Erdemli - 1999



Resim 3.8: Kayın Tohum Ekimi İçin Toprak İşlemesi



Resim 3.9: Tohum Ekimi Yoluyla Rehabilitasyon Edilen Saha, Sorgun Havzası - Erdemli - 2013



Resim 3.10: Tohum Ekimi ve Fidan Dikimi Yoluyla Rehabilit Edilen Saha, Sorgun Havzası - Erdemli - 2015

3.1.3. Orman Ağaçlandırması

Ağaçlandırma, orman olarak sınıflandırılan, daha önce taşıdığı orman örtüsü özellikleri bozulmuş veya kaybolmuş, ormancılıktan başka kullanımların yer almakta olduğu alanlar üzerinde orman ağaç ve bitkilerinin dikimi, ekimi veya diğer iyileştirme faaliyetleriyle ormanın yeniden oluşturulmasıdır.

Bir başka ifade ile ağaçlandırma, bozuk orman alanları veya orman rejimi dışındaki uygun alanlar üzerinde orman ağacı bitkilerinin dikimi ile oluşturulan orman örtüsüdür. Ağaçlandırma, yetişme ortamının sınırladığı türlere ve yöreye uygun hazırlanan amenajman esaslarına bağlıdır. Amaç, yüksek hasıla almaktan ziyade, ormanın kolektif faydası ön plandadır. Bu nedenle ki ormanda devamlılık esastır.

Bir başka ifade ile orman ağaçlandırmaları, ülkenin ihtiyaç duyduğu, çeşitli çap ve kalitedeki odun ile reçine, sığla ve mantar gibi çeşitli yan ürünleri, yaban hayatının korunmasını, kaliteli içme suyu teminini, erozyonu önleme ve toplum sağlığı gibi çok çeşitli amaçları sağlamak için tesis edilir.

Orman ağaçlandırmalarında, doğal ormanların işletme politikasının belirlenmesi ve özellikle ağaçlandırma çalışmalarında yetişme muhiti verimliliğine dayalı olarak, potansiyel ağaçlandırma sahalarının biyolojik, sosyal ve ekonomik nitelikleri itibarıyla sınıflandırılmasının yapılmış olması gerekmektedir.

Amenajman planlarında, kapalılıkları %0 - 10 olan bozuk orman sahaları, Ot sahaları ve bozuk baltalık meşcereleri, ağaçlandırılması gerekli alanlar olarak kabul edilmiştir.

Bir yerde yapılacak ağaçlandırma faaliyetleri için uygun tür tespiti çok önemlidir. Bitkiler yetiştikleri ortamın bazı özelliklerini bünyelerine alırlar. Bu nedenle tür seçiminde, türün doğal yetiştiği ortamındaki ekolojik koşullar ile yetiştirileceği alanın ekolojik koşullarının aynı, en azından benzer olması gerekir.

Bu durum yeterince dikkate alınmadan yapılan ağaçlandırma ve bitkilendirme çalışmaları genel olarak başarısız olur.



Resim 3.11: Orman Ağaçlandırması, Akhisar - Manisa - 2014

3.1.4. Endüstriyel Ağaçlandırma (Entansif Kültür Metotları ile Yapılan Ağaçlandırma)

Endüstriyel Ağaçlandırma, yuvarlak odun işleyen veya yuvarlak odunlardan elde edilen yarı mamul ürünleri hammadde olarak kullanan, endüstriye materyal sağlayan ağaçlandırmalardır. Genellikle hızlı büyüyen iğne ve yapraklı ağaç türleri ile kurulan bu plantasyonlarda orman kurma, bakım ve üretim işleri mekanizasyona dayalı entansif işletmecilik koşullarına göre yapılır.

Diğer bir ifade ile Endüstriyel Ağaçlandırma, yağışı fazla, verimli, derin ve meyili az arazilerde tekniğine uygun toprak işleme ve bakım çalışmaları uygulanarak hızlı gelişen ağaç türleri kullanılarak tesis edilen ağaçlandırmalardır.

Hızlı büyüyen iğne ve yapraklı ağaç türleri ise tekniğine uygun yapılacak ağaçlandırmalarla bir hektar alanda yılda ortalama en az 10 m³ hacim artımı oluşturacak veya bir bölgede diğer türlere nazaran daha hızlı büyüyen ağaç türleridir.

Hızlı gelişen tür ağaçlandırmaların (Endüstriyel Plantasyonlar) sürdürülebilirliği ekonomik şartlara bağlıdır. Bir başka ifade ile endüstriyel plantasyonlarda doğal süreklilikten ziyade ekonomik süreklilik daha önemlidir. Hızlı gelişen tür ağaçlandırmalarında, hızlı büyüyen ve adaptasyon denemeleri tamamlanmış yerli ve yabancı türler kullanılmaktadır.

Tür seçimini yetiştirme ortamına uygun olarak piyasa talepleri belirler. İşletme modeli ise, traşlama kesimi ve dikime dayalı yıllık alan metodudur.

Bu plantasyonlarda idare süresi, salt genel ortalama artışa göre değil, kullanım yerlerinin gerektirdiği teknik uygunluk ve ekonomik açıdan sürdürülebilirlik de dikkate alınacak şekilde çok kriterli olarak belirlenir.

Hızlı gelişen tür ağaçlandırmalarında daha çok potansiyel alanların bulunduğu Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde, Pinus Nigra, Pinus Pinea, Cupressus Arizonica, Kızılcım ve Kavak değerlendirilebilecek türler olarak görülmektedir. Hızlı gelişen tür ağaçlandırmaları, orman ağaçlandırmalarından farklı olup aralarında en önemli farklar şunlardır.

Orman ağaçlandırmalarının idare süresi, hızlı gelişen tür ağaçlandırmalarına göre çok uzundur. Orman ağaçlandırmaları, entansif ormancılık şartlarına (verim gücü yüksek, az meyilli arazi, yüksek yağış vs.) ihtiyaç duymaz.

Hızlı gelişen tür ağaçlandırmalarında tek amaç yüksek odun hâsılasıdır. Orman ağaçlandırmalarında ise amaç tek değil, çeşitlidir.

Uygulama Yöntemi

- Kurulu orman ürünleri sanayinin mevcudiyeti ve buna bağlı olarak iç ve dış pazar talepleri,
- Hızlı gelişen türlerin ekolojik ve ekonomik bazda fayda masraf analizlerinin yapılmış olması,
- Kalite üretiminden çok kitlesel üretim, kerestede yüksek odun değeri ön planda,
- Yangına az riskli, uzun vejetasyon periyoduna sahip, yağışı fazla bölgeler,
- Toplu çalışma yapılabilecek genişlikte, sosyal baskıdan uzak, az meyilli sahalalar,
- Ağaçlandırma için verimli ve derin toprak,
- Entansif makineli toprak işleme,
- Kaliteli ve ıslah edilmiş tohum
- Hızlı büyüyen tür,
- Diğer ağaçlandırmalardan daha kısa idare süresi,
- Aralama ve budama.



Resim 3.12: Endüstriyel Amaçlı Ağaçlandırma, Kahramanmaraş - 2007



Resim 3.13: Endüstriyel Ağaçlandırma, Aynı Saha - Kahramanmaraş - 2011



Resim 3.14: Endüstriyel Amaçlı Ağaçlandırma, Makineli Diri Örtü Temizliği Yapılmıştır.



Resim 3.15: Endüstriyel Amaçlı Ağaçlandırma, Meyilin Yüksek Olduğu Yerlerde Ekskavatörle Teras, Daha Düşük Meyilli Yerlerde Makinalı Örtü Temizliği Yapılmıştır. Demirciler - Manisa - 2015

3.1.5. Suni Gençleştirme

Amenajman planlarında gençleştirme periyoduna alınmış alanlarda, doğal gençleştirme koşulları bulunmayan veya tür değişikliğine gidilmesi zorunlu görüldüğü haller bulunan sahalarda yapılacak ağaçlandırma faaliyetleri, suni gençleştirme olarak adlandırılmaktadır.

Uygulama Yöntemi

- Derin ve daha az meyilli toprak ve yağışın daha iyi olduğu yöreler,
- İdare süresini doldurmuş bozuk ormanlar,
- Yabanlaşmış toprakla kaplı yeterli kalite ve kantide ve uygun dağılıшта tohum ağaçlarının yetersizliği,
- Tohumların olgunlaşmasından önce çıkan yangınlarla tohum ağaçlarının tamamen yanmış olması,
- Diri örtünün çok yoğun olması ve doğal gençleştirmenin çok pahalıya mal olacağını hesap edilmesi,
- Doğal gençleştirmenin başarılı olduğu alanlardaki boşlukların tamamlanmasına ihtiyaç duyulması,
- Tür değişikliğine gidilmesinin zorunlu olduğu durumlar

3.1.6. Yeşil Kuşak Ağaçlandırması

Amaç

- Kent etrafındaki doğal ve yarı doğal ortamları korunmak,
- Yeni ormanlar kurmak,
- Kentsel yerleşim alanlarında hava kalitesinin iyileştirilmek,
- Kentsel alanlarda yaşayan insanlar için bu alanların yakınında rekreasyon ve doğa eğitimi imkanları oluşturmak,
- Kırsal alanların kendine has karakterinin, kentsel alan yayılımı ile yok olma tehdidine karşı korumaktır.

Kent içinde veya çevresinde mevcut tabii ormanlardan kalma koruluklar ve sonradan tesis edilen ormanlar “kent ormanı” olarak tanımlanmaktadır. Kent ormancılığı ise, şehirlerin yakın çevresinde doğal olarak bulunan veya yapay olarak tesis edilen orman alanlarının kamu yararına uygun olarak planlanması, tesisi, korunması ve yönetimidir.

Sanayileşme ile birlikte artan kent nüfusu, kentleşme olgusunda önemli değişiklikler ortaya çıkarmıştır. Köylünün toprağını terk ederek kente akın etmesi kent yaşamını oldukça sarsmış ve sonuçta yeşilden yoksun kentleşme ortaya çıkmıştır. Günümüzde kent peyzajında, kent ormanları yoktur. Üstelik “hava kirliliği” sorunuyla da kent insanı sürekli mücadele etmek zorunda kalmaktadır. İşte Yeşil Kuşak Ormancılığı, kent insanının psikolojik, sosyolojik ve ekonomik refahı için ağaç yetiştirmeyi amaç edinen spesifik bir ormancılık branşıdır.

Kent ormancılığı kavramının ormancılık literatüründe yer alması oldukça yenidir. Ancak ilişkili olduğu ve dayandığı bilimler oldukça eskidir. “Kent ormancılığı” kavramının şehir plancılığının bir parçası olarak ele alınması ancak, son yıllarda ortaya çıkmış ve park-bahçe tesisi ve yol kenarı gibi münferit ağaç dikimi şeklinde gelişmiştir.

Yeşil Kuşak veya Kent Ormancılığı, ormanların işlevsel özellikleri yanı sıra işletme ormancılığını da kapsamaktadır. Ancak kent ormancılığını üretime dönük işletme ormancılığı ile bir tutmak doğru olmadığı gibi tamamen de ayrı düşünmek de mümkün değildir. Günümüzde kent ormanlarının çevresel fonksiyonları ön plandadır.

Kent için bir orman tesis edilirken ağaç cins ve türlerinin “Tesis Kabiliyetleri” ve “Tesis Ehliyetlerini” dikkate almak gerekir. Herhangi bir ağaç türünün o yörenin iklim ve toprak şartlarında yetişip yetişemeyeceği türün tesis kabiliyetini gösterir. Bir yöre için tesis kabiliyetinde olan çok sayıda tür arasından amaca dönük şartlara en iyi cevap veren tür veya türler, tesis ehliyetine sahip türlerdir.

Bir ağaç türünün tesis kabiliyetinde olup olmadığını anlaşılabilmesi için türün iklim ve toprak özelliklerinin araştırılarak tür tanımının yapılması gerekir. Bu türün istekleri tesis yerinin özellikleri ile karşılaştırılarak o türle orman tesis edilip edilmeyeceğine karar verilir. Böylece türün tesis ehliyetinin olup olmadığına da karar verilmiş olur.

Ormancılıkta ağaç türlerinin iklim, toprak gibi yetişme ortamı istekleri, onların doğal olarak yata ve düşey yayılışlarından yararlanılarak ortaya çıkarılmaktadır.

Bilindiği gibi peysaj, taşıdığı ekolojik, kültürel ve sosyoekonomik özellikleri itibarıyla etrafındaki alanlardan belirgin farklılık gösterir. Büyüklük bakımından da eko bölgeden daha küçük alandır.

Peyzaj Mimarlığı ise doğal ve kültürel kaynakları ve fiziksel çevreyi, insan yararı, mutluluğu, güvenliği, sağlığı ve konforu için estetik ve bilimsel ilkeler çerçevesinde ele alır. Mekan ve yaşam ortamı oluşturur. Biyoçeşitliliği destekler. Arazi planlaması, tasarımı, yönetimi, korunması, onarılması ve denetlenmesi konularını kapsayan eğitim ve araştırmalar yapar.

Ülkesel, bölgesel, kentsel ve kırsal ölçekte fiziksel planlar içerisinde yer alarak kültürel ve doğal değerlerin korunması ve sürdürülebilirlik adına ekolojik öncelikli projeler üretilmesini sağlar.

Bu açıdan Peyzaj Mimarlığı’nda kent ormanı tesisinde kullanılacak türlerin estetik özelliklerine göre tespit edilmesi gerekir. Türlerin süslenme-dekoratif değerleri hesaba katılmalı, işletme ormanında göz önünde tutulan yüksek odun verimi kıstas olarak alınmamalıdır.

Uygulama Yöntemi

(1) Amaca Uygun Kent Ormanları Tesisi: Çevre sorunlarının çözümüne yönelik, toprak ve su korumasını temel olan ağaçlandırmalar.

(2) İyi Bir Peyzaj Planlaması: Yapraklı ve ibreli türler, çalı formları ile desteklenip gruplar halinde, renk ve görünüm itibarıyla uyum içinde karışımı sağlanmalı, çayırliklar korunmalı.

(3) Uygun Tür Seçimi: Yoğun trafiğe dayanan, tozu ve gürültüyü maskeleyen türler seçilmelidir. Yol kenarlarına tepe çatısı geniş yapraklı türler düşünölmeli ve manzara güzelliği için, renk ve tür zenginliği amacıyla ibreli ve yapraklı türlerden oluşmuş karışık orman kurulmalıdır. Av sahaları tesisinde ise yabani meyveli orman ağacı türlerine önem verilmelidir.

(4) Aktif Rekreatyon Saha Tesisi: Regreasyon, ev ve yerleşim alanı dışında boş zamanları temiz hava soluyarak, dinlenerek, yürüyüş yaparak değerlendirme ve bununla ilgili etkinliktir. Bu etkinlikler için, piknik yerleri, koşu ve gezi yolları, kamp yerleri, spor alanları tesis edilmelidir.

(5) Pasif Rekreatyon Saha Tesisi: Seyir tepeleri, bitki ve hayvanları inceleme alanları vs.



Resim 3.16: Yeşil Kuşak Ağaçlandırması, Kahramanmaraş

3.1.7. Toprak Muhafaza Ağaçlandırması

Toprak muhafaza ağaçlandırması, ileride alınacak ürün dikkate alınmaksızın, bir an önce toprağı en iyi koruyacak şekilde bir bitki örtüsü tesisi amacıyla yapılan ağaçlandırmalardır.

Türkiye'nin büyük bir bölümünü kaplayan erozyon ve sel havzalarında yağış yetersiz olup, aynı zamanda istikrarsızdır. Bazı yıllarda yağış bol olduğu halde bazı yıllarda ise çok düşüktür. İlkbahar ve yaz aylarında ise yağışlar, genellikle ani ve şiddetli olup, toprağı nüfuz etmeden yüzeysel akış şeklinde kaybolur. Toprak da A horizonu çok yerde yok olmuştur. Toprak verimsizdir. Toprak üzerinde vejetasyon çok seyrek veya hiç bulunmadığından erozyon ve sel de şiddetlidir.

Bir havzanın erozyon ve sel havzası olup olmadığı anlaşılmaması için bazı kriterlere ihtiyaç vardır. Bu kriterden en önemlileri aşağıda verilmiştir.

Kriterler

- Doğal afetlerin (sel, taşkın vb.) mevcudiyeti, sıklığı ve tahribatı,
- Mevcut erozyon durumu, şiddeti, havzadan taşınan sediment miktarı,
- Verimli ve bozuk ormanların durumu,
- Verimli ve bozulmuş meraların durumu, bitkinin toprağı kaplama oranı,
- Havzanın iklim değerleri,
- Havzanın nüfusu, nüfus yoğunluğu, yöre halkının doğal kaynaklara bağımlılığı, erozyon ve selin azaltılmasına dönük çalışmalara ilgisi ve isteğı
- Havzada açık alanda (orman, mera, tarım alanı) otlatılan küçük ve büyükbaş hayvan varlığı

Uygulama Yöntemi

(1) Bu bölgelerde arazi yönetimi genellikle, faydalanma ağırlıklı ormancılığa, marjinal sahalarda tarıma, engebeli ve dağlık arazilerde de hayvan otlatmacılığına dayanmaktadır. Bu açıdan sel havzalarının rehabilitasyonu karmaşık olup çok sayıda sorunları bulunmaktadır. Sorun çözümü; konu araştırmalarına, kapsamlı etütlere ve uzman görüşlerine dayalı olmalı ve bu konuda hazırlanacak planlar ekosistemi koruyacak ve geliştirecek şekilde hazırlanmalıdır.

Toprak, su ve vejetasyon arasındaki önemli ilişki dikkate alındığında, doğal kaynaklarla ilgili tüm kuruluşların havza bütünü çerçevesinde çalışmalarının gerekliliğı ortaya çıkar. Çünkü doğal kaynak aşınmasının önlenmesi bir tek kurumun gücü dışındadır.

Erozyon kontrolü ve selle mücadele bölümünde anlatıldığı gibi toprak muhafaza ağaçlandırmaları da, halkın ve bütün kuruluşların ortak çabaları ile gerçekleştirilmelidir. Çünkü dağlık havzalarda yaşayan insanların ekonomik güçlüğü ve tarımsal gelir azlığı, ekosistemin bozulmasına neden olmaktadır.

Doğal kaynakların korunmasından, geliştirilmesine kadar her türlü uygulamalarda, havzada yaşayan insanların görüşlerini etraflı bir şekilde ele alan, halkın yaşam seviyesini yükseltecek çoklu bitkisel üretim, sulu tarım, seracılık gibi gelir artırıcı tarımsal faaliyetlerle desteklenen katılımcı ve entegre havza projeleri yürürlüğe konulmalıdır.

(2) Çevrecilik ortak bir dünya görüşü ve insanların uyması gereken bir yaşam biçimidir. Bu yaşam biçiminde insanlar kendi yaşamını düşündüğü kadar gelecek kuşakların da yaşamlarını düşünmek zorundadırlar.

Özellikle son yıllarda çevre değerlerinin korunmasında önemli oranda mesafe kaydedilmiştir. Ormancılık çalışmalarında, Entegre ve Katılımcılık çok konuşulmaya başlanmıştır. Bu çerçevede ormanların önemi, korunması ve geliştirilmesi daha iyi anlaşılmıştır. Bu amaçla, Biyolojik çeşitlilik, ormanın karbon değeri, orman, mera ve su kaynaklarının çok amaçlı kullanımı ve yönetimi, korunan alanlar, odun dışı ürünler, yaban hayatı, eko turizm gibi konular çeşitli yayın metotları ile topluma izah edilmeli ve bu konuda çeşitli eğitimler verilmelidir.

(3) Yarıkurak sel havzalarında yapılacak havza iyileştirme çalışmaları, genelde toprak ve su koruma, bozuk ormanların ve meraların ve marjinal tarım alanlarının iyileştirilmesi şeklindedir. Ağaçlandırmalar ise; üretime dönük olmayan, kar amacı gütmeyen, erozyonu ve sel önleme gibi sosyal bir amaca dönük çalışmalar bütünüdür. Bu havzalarda endüstriyel orman kurmak, ekonomik ve ekolojik şartlar açısından da genelde mümkün görülmemektedir. Söz konusu ağaçlandırmaların amacı yüksek hâsıla almaktan ziyade, kurulacak ormanın kolektif faydası ön plandadır.

Böyle yerlerde havza içerisinde eski orman kalıntıları korunmalı ve iyileştirilmelidir. Bu ormanlardan mümkün olduğunca tek ağaç yahut grup şeklinde yararlanılmalı ve tıraşlama kesimleri yapılmamalıdır. Bozuk ormanların iyileştirilmesi uzun vadede, doğal gelişim dinamiği içerisinde, yani orman ekosisteminin kendisini yenilemesinin teşviki ile yapılmalıdır.

(4) Türkiye’de, erozyonun etki alanı çok geniştir. Bu gerçek Devletin erozyonu önleyici çalışmalarını öncelikle, ekosistemin aşırı derecede bozulmuş ve çölleşmeye son derece duyarlı bölgelerde yoğunlaştırmasını gerektirmektedir. Bu amaçla erozyon ve sel havzalarında, erozyonu ve seli önleyici sinai ve kültürel tedbirler alınmalı ve saha stabil hale getirilmelidir. Böyle sahalarda kültürel tedbirler alınmadığı takdirde başarı sağlamak güçtür. Kültürel tedbirlerden maksat sahanın otlandırılması, çalılandırılması ve toprak muhafaza ağaçlandırılmasının yapılmasıdır. Bu nedenle çeşitli kök sistemi yapan bir meşcere tesisine gidilmesinde sayısız fayda vardır.

(5) Erozyon ve sel havzalarında yapılacak ağaçlandırmalar yanında, alanda mevcut diri örtünün korunması ve geliştirilmesi esas olmalıdır. Yapılacak uygulamalarla, sahada bulunan doğal bitkilerin kendilerini yenilemeleri ve yayılış alanlarını genişletmeleri sağlanmalıdır.

Ayrıca bozuk olan yapraklı türler tek tek olsalar bile korunmalı ve bakım kesimleri ile canlandırılmalıdır. Kurak mintikalarda bilhassa, erozyon sahalarında bulunan doğal olarak yetişmiş, Quercus, Pyrus (armutlar, ahlatlar), crataegus (alıçlar) vb. gibi derin kök yapan ağaçlar korunmalı ve bozuk olanları canlandırma müdahalelerine tabi tutulmalıdır.

(6) Bu yerlerde mevcut yapraklı türler kaldırılarak, yerine ibrelili türler getirilmemelidir. Dere işlerinde ve diğer yerlerdeki kümeler halindeki yapraklı ağaçlar, baltalıktan gelmiş olsalar dahi olduğu gibi bırakılmalıdır. Bu gruplara yapılacak bir bakım kesimleri ile koruya dönüştürülmesine gayret sarf edilmelidir. Çünkü kurak ve yarı kurak sel havzalarında doğal olarak yetişmiş yapraklı türler, dikimle getirilen türlerden çok daha sağlıklı meşcere teşkil ederler.

(7) Ağaçlandırmalar büyük alan, grup, küme veya tek ağaç halinde bulunan doğal diri örtünün dışındaki boşluklarda yapılmalıdır. Tür seçiminde yetişme muhiti verimliliğine dayalı olarak, yetişme ortamının sınırladığı türlerin dışına çıkılmamalıdır. Dikimlerde, yöreye uygun, derin kök yapan bitkiler kullanılmalıdır.

(8) Toprak muhafaza sahalarında, yalnızca toprak koruma ağaçlandırmaların yapılacağı, hiçbir zaman odun üretimine dönük orman yetiştirilemeyeceği düşüncesinde olunmamalıdır. Ağırlık erozyon ve sel önlemede olduğu için projenin adı “Erozyon ve Sel Kontrolü Uygulama Projesi” olabilir. Ancak, sahanın boniteti yüksek yerlerinde, üretime dönük orman tesisi amaçlanmalıdır. Böyle yerlerde, teras aralıklarının saptanmasında yapılacak çalışmanın orman amaçlı ağaçlandırma veya erozyon ve sel kontrolü çalışması olup olmadığına göre karar verilmelidir.

Bir havzada, selin ve erozyonun önlenmesinde en önemli ve kalıcı tedbir ağaçlandırmadır. Yetişme muhiti şartlarının ağaçlandırmaya uygun olması halinde ağaçlandırma diğer yöntemlere tercih edilmelidir. Diğer biyolojik ve mekanik önlemler, ağaçlandırmaya elverişli şartların bulunmaması halinde ağaçlandırmayı takviye için düşünülmelidir.

(9) Havza ıslahı amacı ile yapılacak ağaçlandırmalar, endüstriyel orman tesisi amacı ile yapılacak ağaçlandırmalardan farklıdır. Toprak muhafaza amacına dönük ağaçlandırmalarda, ileride alınacak hasıla önemli ise de ilk sırada değildir. Bitki örtüsünün biran evvel, en iyi bir şekilde toprağı koruyacak duruma gelmesi göz önünde bulundurulur. Bunun için sahada bulunan mevcut her türlü bitkinin geliştirilmesine gayret edilir. Mevcut örtünün ıslahı için müdahale edilebilir. Örneğin; meşe baltalıklarının imar-ıslahı yoluna gidilebilir. Ancak, mevcut örtü kaldırılarak yerine yenisinin ikamesi düşünülmaz.

Bu arada, boşluklar ve arazi kullanım sınıflandırmasında ağaçlandırmaya ayrılmış çıplak sahalara uygun türler ve metotlarla ağaçlandırılır. Erode olmuş sahaların ağaçlandırılmasında genellikle yetişme muhiti şartları yüzünden kanaatkâr ağaç ve ağaççıklar tercih edilir.



Resim 3.17: Toprak Muhafaza Ağaçlandırmalarında Sahada Mevcut Türler Korunmalı, Ağaçlandırma Doğal Bitki Örtüsünün Dışındaki Boşluklarda Yapılmalıdır. Burdur - 2007



Resim 3.18: Toprak Muhafaza Ağaçlandırmaları, Entegre Havza Rehabilitasyon Projesi İçerisinde Düşünüldüğünde Fayda Vardır. Çaylağancerit - Aksuçayı Havzası - Kahramanmaraş - 2013

(10) Ağaçlandırma metodunu belirlerken, toprak ve su muhafazasını da sağlayacak metot olmasına önem verilmelidir. Bu tür bir ağaçlandırmada yüzey erozyonu ile mücadele bölümünde açıklanan eğimsiz teras yapımı, örme çit, vb. gibi metotlar da yerine göre kullanılır.

Genel bir kural olarak hareket halindeki topraklar üzerinde yapılacak dikimlerde, yetiştirme muhiti şartlarına uygun türler tercih edilmelidir.

(11) Bilindiği gibi, yurdumuzun muhtelif iklim bölgeleri içerisinde çok çeşitli yersel iklim bölgeleri vardır. Yurdumuzun, dağlık bir yapıya sahip olması, yükseklik farklarının kısa aralıklarla değişmesine ve böylece farklı yersel iklim bölgelerinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum daha ziyade dağlar arasında bulunan derelerde özellikle kendini gösterir. Yamaç arazilerde farklı anakaya ve toprak ve buna uygun olarak ibreli ormanların bulunmasına karşılık dere içlerinin çok daha çeşitli ve farklı ibreli, yapraklı türlerle kaplı olduğunu görürüz.

Özellikle kurak sahalardaki dere içlerinin yamaç arazilerden daha uygun yetiştirme şartlarına sahip bulunması, dolayısıyla bu sahaların dere vejetasyonu dediğimiz ve bilhassa juglans (ceviz), acacia (akasyalar), populus (kavaklar), salix (söğüt), alnus (kızılağaçlar) ve fraxinus (dişbudak) gibi yapraklı türlerle kaplanmasına neden olmuştur.

Özellikle, kurak sahalarda, dere vejetasyonu iyi yetiştirme özellikleri dolayısıyla yamaç vejetasyonuna göre daha hızlı büyürler. Hatta erozyon sahalarda dere içleri, elde kalmış yegâne ağaçlandırılacak sahalardır. Dere içleri, mutlaka yapraklı türlerle ağaçlandırılmalıdır. Dere içi vejetasyonu, yangına hassas olan mntıklarda yangın emniyet yolu gibi yangın önleyici görev yapar. Bunun yanında, dere içlerinde sürünge bitkilerin bulunması halinde Kavak, Söğüt, Dişbudak, Kızılağaç gibi yapraklı türlerle bu sahaların ağaçlandırılması çok uygundur. Ancak sürgün verme kabiliyeti plan bu türlerin dikim olan sonra toprak seviyelerin hemen üstünden kesilmesinden fayda bulunmaktadır.

Yapraklı türler, yağışın iyi veya sulama imkanlarının olduğu yerlerde servis yollarının ve yangın emniyet yollarının ağaçlandırılmasında özellikle kullanılmalıdır. Çünkü servis yolları ile yangın emniyet yolları yangınların önlenmesinde çok önemli bir iç taksimat şebekesidir. Koyu gölge yapabilen ve ibreliye nazaran daha süratle büyüyen bu ağaçlar sayesinde yangının hızı kesilmiş olur.

Üst toprağı taşınmış ve fakirleşmiş arazilerin tekrar üretime sokulması toprak şartlarının uygun olduğu yerlerde yapraklı türlerin kullanılması ile mümkün olacağı unutulmamalıdır. Yağışın iyi olduğu yerlerde, toprağın vasfını iyileştirici ve toprağı azot veren Akasya gibi ağaç türlerine öncelik verilmelidir. Kıyı erozyonunun durdurulmasında yöreye uygun türlerden faydalanılmalıdır. Bilindiği gibi, kurak ve yarı kurak mntıklarda prodüktif orman tesis etmek güç olduğundan toprak muhafaza ağaçlandırmaları, genellikle, hidrolojik, erozyon kontrolü, sel, rekreasyon ve yeşil kuşak gibi amaçlarla yapılmaktadır.

Bu tip sahalarda ibrelî türler kadar yapraklı türlere de ağırlık verilmelidir. Yapraklı türlerden ise Quercus, klimaks tür olması nedeniyle, kurak bölgelerde daha fazla önem verilmelidir.

(12) Meşe baltalıkları ıslah edilmelidir. Meşe grupları arasındaki çıplak alanlar meşe türleri ile ağaçlandırmalıdır.

Meşe ağaçlandırmaları, fidanlıklarda yetiştirilen 1 - 0 yaşlı fidanlarla yapılabilirse de maliyet düşüklüğü, pratik oluşu ve açık alan ekimlerinde başarılı sonuçlar alındığı takdirde ekim yolu ile ağaçlandırma yöntemi tercih edilmektedir.

3.1.8. Tuzlu Toprakların Rehabilitasyonu ve Ağaçlandırılması

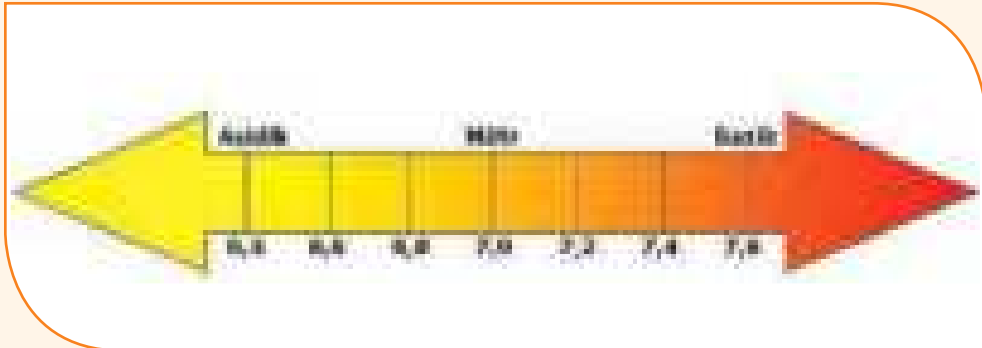
TANIM

Toprak Reaksiyonu

Toprak reaksiyonu, toprağın asitliliğini, alkaliliğini veya nötr durumunu ifade etmektedir. Yani toprakta bulunan hidrojen iyonlarının az veya çok olduğunu göstermektedir. Toprak reaksiyonu (pH) ile gösterilir. Suda H^+ ve OH^- iyonları birbirine eşit olduğu takdirde su nötr durumdadır. Saf suyun pH'ı 7'dir. pH değerinin bir rakam artışı veya eksilişi, H^+ ve OH^- konsantrasyonunun 10 misli artmasına veya eksilmesine sebep olur. Yani pH 7'den 8'e çıkarsa, topraktaki OH^- grubu 10 misli artmaktadır. H^+ ve OH^- konsantrasyonlarının çarpımı daima sabit olup biri arttığında diğeri azalır. Toprak çözeltisinde serbest hidrojen (H^+) iyonlarının konsantrasyonu, hidroksit (OH^-) iyonlarından fazla ise çözelti asittir. Bu durumun tersi olursa çözelti alkalidir. Yani pH 7'den küçük ise asit, 7'den büyük ise alkalî, 7 ise nötr durumu gösterir.

Nemli bölge topraklarında pH, 7'in altında, kurak bölge topraklarda ise 7'nin üzerindedir. Yağışlı bölgelerde, toprak yıkanır. Böylece sudaki hidrojen katyonları topraktaki metal katyonların yani Ca, Mg, K ve Na gibi katyonların yerine geçer ve hidrojen iyon konsantrasyonu artarak toprak asitlenir. Kurak bölgelerde ise, topraktaki bazların yıkanması son derece sınırlıdır. Bu yüzden kurak bölge toprakları alkalî reaksiyon gösterir.

Şekil 3.1: PH Çizelgesi



Kireçli topraklar fazla miktarda kalsiyum Karbonat (CaCO_3) ihtiva eder. Kalsiyum karbonatın suda çözülmesi ile OH^- artışı meydana gelir ve pH 8.3 kadar yükselir.

Kurak bölgelerde Sodyum (Na), Sodyum Karbonat halinde toprakta birikir ve pH 10'a kadar yükselebilir (Alkalileşme). Nemli bölgelerde toprağın yıkanması sonucunda, sodyum topraktan uzaklaşır. Tuz, topraklarda eriyik halde bulunur ve toprak çözeltisinin osmotik basıncını artırır. Böylece suyun yukarı doğru çıkmasını güçleştirir.

Tuzlanma

Tuzlanma, toprağın alt horizonunda veya ana materyalde bulunan tuzların toprak yüzeyine kadar çıkması ile meydana gelir. Bu tip topraklar, bol miktarda Na, Ca, Mg ve K tuzları ihtiva eder. Tuzlu topraklarda, toprak profil yapısı olmadığı için toprak strüktürsüzdür. Yani toprak parçacıkları kesek, kırıntı, blok ve prizma şeklinde birleşip taneli, küremsi, levhamsı ve blokumsu gibi şekiller halinde sınıflandırılmazlar. Toprak strüktürü, topraktaki boşlukların şekillenmesi açısından önemli olup, toprakta su ve havanın dolaşımı ile hava hareketliliğini tayin eder. Tuzlu topraklarda, toprağın verim kapasitesi düşer ve tuz, bitkiler üzerinde zehirleyici etki yapar.

Drenajı iyi olmayan ve ana materyalde tuz bulunan tarım alanlarında yanlış sulama sonucunda tuzlanma olayı ortaya çıkmaktadır. Toprağın alt katlarına inen fazla sular, burada bulunan tuzları eriterek bünyelerine alırlar ve kapilarite ile yüzeye çıkarlar. Suyun buharlaşması sonucunda toprak içerisinde ve yüzeyinde birikirler.

Ormanların tahribatı ile bitkilerin kullandığı ve buharlaştırdığı yağış suları azalır ve suyun önemli bir bölümü toprağa intikal ederek yer altı su tablasını yükseltir. Gerçekten toprağa aşırı su verilirse, önce ana materyal, daha sonra da toprağın tamamı su ile doymun hale gelir. Toprak yüzeyine yükselen su beraberinde tuzları da getirir ve suların buharlaşması ile de tuzlanma olayı ortaya çıkar.

Düz havzaların alçak kısımlarında bulunan göllerin kenarlarında bulunan topraklarda taban suyu seviyesi yüksektir. Kapilaritenin etkisi ile de tuzlu sular yüzeye kadar gelir ve buharlaşmanın etkisi ile de toprakta birikir. Drenajı iyi olan yüksek yerlerde yıkanmadan dolayı tuzluluk görülmez veya bu sahalarda tuz birikimine toprağın derin kısımlarında rastlanır.

Erozyon sonucunda evaporit kökenli killi - milli - kumlu ana materyalin yüzeye çıkması ile tuzlu topraklarda ortaya çıkar. Bu toprakların bünyesinde bol miktarda çözülebilir bikarbonat, sülfat, klor ve diğer katyonlar bulunur.

Tuzlu Topraklar

Yüksek miktarda çözünebilir tuzlar ihtiva eden topraklardır. Bu topraklar kurak ve yarı kurak bölgelerde drenajın yetersiz olduğu alanlarda yaygındır.

Yüksek miktardaki sodyum değeri ile diğer topraklardan ayrılır. Yağışlı bölgelerde toprak, su ve bitki arasında doğal dengenin bozulması halinde daha fazla su toprağa intikal etmekte ve bu da taban suyunun yükselmesine sebep olmaktadır. Bu durum genellikle düz yerlerdeki tarım ve mera alanlarında ortaya çıkmaktadır.

İşte asıl amaç, doğal dengenin bozulması ile toprağa intikal eden ilave suyu azaltacak tedbirler almaktır. Bu tedbirler içerisinde en önemlisi ağaçlandırmalardır. Böylece tuzlu taban suyundan etkilenen topraklar rehabilite edilir ve tuzlanmanın genişlemesi önlenmiş olur.

Tuzluluk yarı kurak ve kurak bölgelerde daha yaygındır. Bu bölgelerde yağışın yetersiz olmasından dolayı araziler alkali alt toprağa, nötr veya alkali üst toprağa sahiptirler.

Halofit

Tuzlu topraklara karşı dayanıklı olan bitkilerdir. Bu bitkilerin hücre özsuu konsantrasyonu, tuzlu sudan fazla olduğu için tuzlu suyu çekme kudretine sahiptir.

Uygulama Yöntemi

(1) Ekolojik açıdan hassas bir dengeye sahip tuzlu ve potansiyel tuzlu geniş sahalarda arazi kullanımı genellikle tarım ve mera şeklinde olmalıdır. Yani böyle sahalarda zorunlu olmadıkça ağaçlandırma yapmamalıdır.

Çünkü mera ve tarla kültür bitkilerinin;

- Yetiştirme masrafları daha azdır.
- Ekonomik geri dönüşleri daha kârlıdır.
- Tuza dayanıklı çok türleri vardır.
- Kök ve anızları sayesinde, toprağa daha fazla organik madde verirler.

(2) Tuzlanmaya müsait sahalarda, su isteği fazla, tuza dayanıklı çok yıllık bitkilerle suni mera tesis etmeli veya yüksek verimli tarım bitkisi kullanılmalıdır.

Çok yıllık bitkiler derin kök yapısı ile, toprağın derinliklerinden bulunan suyu bütün yıl boyunca kullanabilirler. Yüksek verimli tarım bitkilerinin de daha fazla su kullandıkları tespit edilmiştir. Mesela, düşük verimli bir tarım bitkisi yılda sadece 236 mm su kullandığı halde, yüksek verimli bir tarım bitkisi 391 mm su kullanabilmektedir (Frenchve Schulz, 1984). Tuzlu topraklara en fazla dayanan mera bitkileri: Çilek üçgülü (*Trifolium fragiferum*), Kılçıksız brom (*Bromus inermis*), Çayır yulafı (*Avena elafior*), Otlak ayrığı (*Agropyron elongatum*)

(3) Potansiyel tuzlu meralarda hayvan otlatmacılığı çok iyi planlanmalı yani aşırı otlatmanın önüne geçilmelidir.

(4) Gerekli yerlerde drenaj kanalları inşa edilmelidir.

(5) Uygun sahalarda ağaçlandırmalar yapılmalıdır. Ancak tarım ve mera alanlarında yapılacak ağaçlandırmalar küçük alanlarda uygulanmalıdır.

Ağaçlandırma çalışmalarında şunlara dikkat etmelidir

- Toprağın tuzluluk derecesi ölçülmelidir.
- Tuzluluk derecesine uyan türler tespit edilmelidir.
- Maksimum su kullanan türler seçilmelidir.
- Seçilen Türler, tarım ürününü ve hayvanları rüzgârdan en iyi şekilde korumalı, ilave yakacak ve kereste üretimini en iyi şekilde sağlamalıdır.
- Yapılacak ağaçlandırma miktarı, kapladığı alan olarak, meranın ve tarımın üretim kapasitesini azaltmamalıdır.

Ağaçlandırılması düşünülen sahalarda genellikle şunlardır

- Yağışın kolayca taban suyuna inebildiği kumlu sahalarda,
- Dikilmesi düşünülen fidanların kökleri taban suyuna ulaşabileceği meyilli sahalarda,
- Islak alanlar,
- Erozyona müsait sahalarda,
- Yol ve tel örgü kenarları,
- Rüzgâr şeritleri için düşünülen araziler,

Dikimde tuzun kolayca yıkanabilmesi amacıyla çıplak tuzlu alanlar tekli riperle yırtılmalı ve daha sonra buharlaşmayı azaltmak, vejetasyonu geliştirmek ve erozyon riskini azaltmak için de, çalı ve ot gibi materyalle kapatılmalıdır. Böyle yerler için tuza dayanıklı türleri seçmek gerekir. En uygun türler; İğde, Akkavak, Gladiyca, Dişbudak, Okalıptus, Akasya vs. dir.

1.1.9. 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 imkânı sağlar,
- Tesis ve bakım maliyetlerini azaltır,
- Köyleri birbirine bağlar. Pazarlamayı ve kültürel kaynaşma artırır.
- İmkânı doğar,

Riski

- Tedbir 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.

Dağlık ormanlık alanlarda yapılacak yollar, ormanlara en fazla zarar veren, kalıcı iz bırakan ve geri dönüşümü çok uzun zaman alan faaliyetlerdir. Bu nedenle orman, tarım, mera arazilerinde çeşitli amaçlarla yapılmış yollarda tedbir alınmadığı zaman su erozyonu ile derin oyuntuların oluşmasına ve suların rusubatla birlikte hızla aşağılara taşınarak sel ve taşkın zararlarını artırabilmektedir.

Özellikle bazı bölgelerde yamaçlardan gelen yüzeysel suların yol güzergâhı 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.

Yol yapımında ise genelde dozerlerin kullanılması sonucu orman yollarında gereğinden fazla ve kontrolsüz şekilde kazı ve dolduru alanları oluşmakta, çevreye verilen zarar artmaktadır. Su hendeklerinin usulüne uygun olarak yapılamaması halinde suyun drene edilmesinde sorunlar yaşanmakta, bunun sonucunda da her çalışma döneminde yol bakım ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Benzer olumsuzlukların önüne geçilebilmesi amacıyla yol yapımında mümkün olduğunca ekskavatörler kullanılmalı, su hendeklerinin ve gerektiğinde sanat yapılarının uygun şekilde yapılması sağlanmalıdır. Boyuna eğim bulunmayan yollarda mutlaka enine eğim verilmeli ve suyun su hendekleri aracılığıyla kontrollü şekilde drenajı sağlanmalıdır.

Ayrıca, orman yollarında hidrolik sanat yapısı gerektiren yerlerde mümkün olduğunca yolun yapımı sırasında veya yol yapımından hemen sonra sanat yapısı ihtiyacı mutlaka giderilmeli, suyun kontrolsüz şekilde akmasının önüne geçilmelidir.

Yol yapımı sırasında doğal zeminden yararlanmanın yolları aranmalı, aşırı kazı ve dolduru gerektiren güzergâhlardan kaçınılmalıdır. Yolların drenaj alt yapısının bakımları da ihmal edilmemelidir. Yollarda tahribatı oluşturan sebepler gözlemlenmeli ve ortadan kaldırılacak şekilde bakım çalışmaları tamamlanmalıdır.



Resim 3.19: Alt Yapısı Tamamlanmamış Orman Yolu



Resim 3.20: Alt Yapısı Tamamlanmamış Orman Yolu



Resim 3.21: Alt Yapısı Tamamlanmış Orman Yolu



Resim 3.22: Alt Yapısı Tamamlanmış Orman Yolu

3.1.10. Ağaçlandırmalarda Makine İle Toprak İşleme Tekniği

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 neticesinde sıkışmış ve keçeleşmiş yarı kurak ve yarı nemli sahalarda ağaçlandırma yapmak ancak toprağın iyi bir şekilde işlenmesi ile mümkündür.

Ağaçlandırma sahalarında toprağın işlenmesi ile toprak gevşetilmekte, karıştırılmakta ve toprakta bulunan gözenek miktarı artırılmakta, dolayısıyla su tutma miktarı çoğaltılarak toprak kırıntı bünyesine 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 husus, 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 yapmaktır. Bunun içinde Ağaçlandırılacak sahalarda yeterli sayıda toprak profilleri açılmalıdır.

Ağaçlandırma sahalarında, topografyanın elverişli, meylin %40 - 60'a kadar olduğu uygun alanlarda makineli toprak işleme 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.

Üst Toprak İşlemesi

Üst toprak işlemesi, genellikle alt toprakta sorun bulunmayan sahalarda %30 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 meyilinin %20'den, yüzeysel taşlılığın %25'den az olduğu sahalarda toprağın tesviye eğrilerine paralel olarak tam alanda disklenerek işlenmesidir.

Kurak ve yarıkurak toprak muhafaza ağaçlandırmaları için, makineli toprak işlemlerinde, %0 - 40 meyilde, ağır bünyeli, problemlili topraklarda, paletli traktörle ikili veya üçlü ripperle alt toprak işlemesi, kapilariteyi kırmak için de diskaro ve pullukla üst toprak işlemesi yapılmaz.

Paletli traktörle alt toprak işlenmesi, lastik tekerlekli traktörle üst toprak işlenmesi yapılamayan, %35 - 40 den fazla eğimli sahalarda ekskavatörle derin toprak işlenmesi 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.



Resim 3.23: Lastik Tekerlekli Traktörle Gradoni Şeklinde Üst Toprak İşlenmesi



Resim 3.24: Alt Toprak İşlenmesi Yapılmış Sahalarda Kültüvertörle Üst Toprak İşlenmesi

Alt Toprak İşlemesi

Alt toprak, yaklaşık 30 - 35 cm. derinlikten ana kayaya kadar olan derinliği içine almaktadır. Alt topraklar, özellikle hacim ağırlıkları fazla ve bundan dolayı da fiziksel özellikleri üst topraklara nazaran 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. Bu çeşit topraklarda riper, alttaki kireç taşlarını toprağın üstüne taşır, mevcut toprak, taş parçalarının arasına karışır. Toprak süratle kurur. Yağış suları derinlere sızar, çatlaklarda kaybolur. Bunun yanında vertisol, podsol ve sert kalker katmanlı topraklar ile orta derinlikte yer alan gevşemiş ana kayanın riperlenmesi faydalı görülmektedir.

Ağaçlandırma sahalarında riper kullanmadan önce arazinin iyi bir etüdünün yapılması gerekir. Bunu anlamak içinde sahanın muhtelif 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 meyilin müsait olduğu ve yağışın uygun olduğu yerlerde sadece pullukla üst toprak işlemesi yeterli görülmektedir. Bilhassa 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 sınırlandırılmış bulunmaktadır. Sert tabaka, fidan köklerinin derinlere gitmesini önler, bitki köklerinin gelişim alanı daralır, toprağın havalanmasına mani olur.



Resim 3.25: Ağaçlandırma Çalışmalarından Önce, Arazinin Muhtelif Yerlerinde Uygun Ölçülerde Toprak Profilleri Açılmalı ve Toprak Yapısı İncelenmelidir.

Sadece üst toprak işlenmesi yapılmış bu tip arazilerde dikilen fidanların kökleri bu sert tabakaya gelerek daha aşağılara inmesi mümkün olmadığından fidanın gelişmesi yavaşlamakta ve daha ileri ki yaşlarda kurumalar kendini göstermektedir. Bu çeşit arazilerde riperle toprak işlenmesi 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 işlenmesi gerekli olabilir.

Orman ağaçlandırmalarında, alt toprak işlenmesi, 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 işlenmesi, kazayağı takılmış vaziyette yapılmalıdır. Riperle toprak işlenmesinde riper ucu sert tabakanın altından geçecek şekilde riper derinliği ayarlanmalıdır. Sert tabakanın parçalanması yağışsız mevsimde ve arazinin kuru olduğu dönemde yapılmalıdır.

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



Resim 3.26: Üçlü Riperle Tam Alanda Alt Toprak İşlenmesi



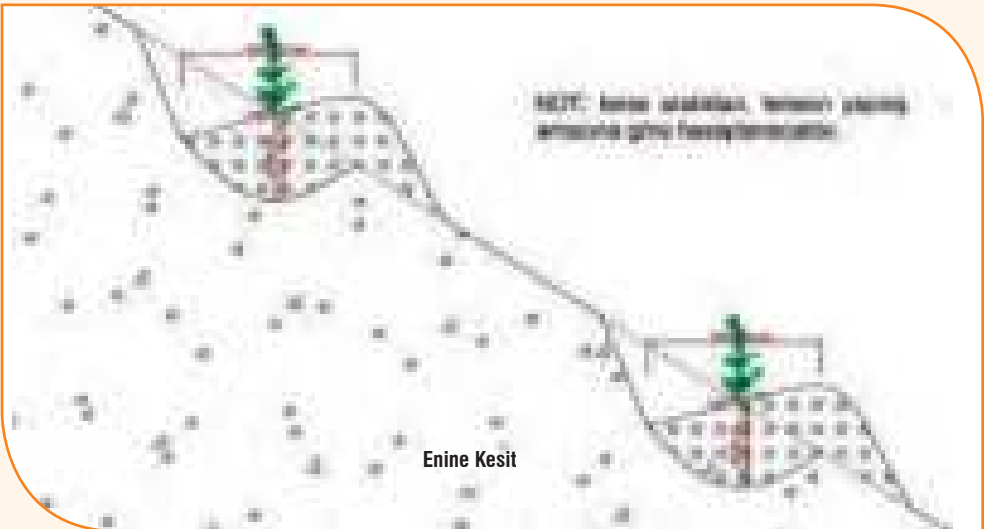
Resim 3.27: İkili Riperle Tam Alanda Alt Toprak İşlemesi

Ekskavatörle Toprak İşlemesi

Meror Tipi Teras

Paletli traktörle alt toprak işlemesi, 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.

Şekil 3.2: Meror Tipi Teras





Resim 3.28: Tek Riper Ekskavatörle Meror Tipi Toprak İşleme Ekipmanı



Resim 3.29: Meror Tipi Toprak İşlemesi ve Ağaçlandırma Sahası, Erdemli - Mersin - 2014

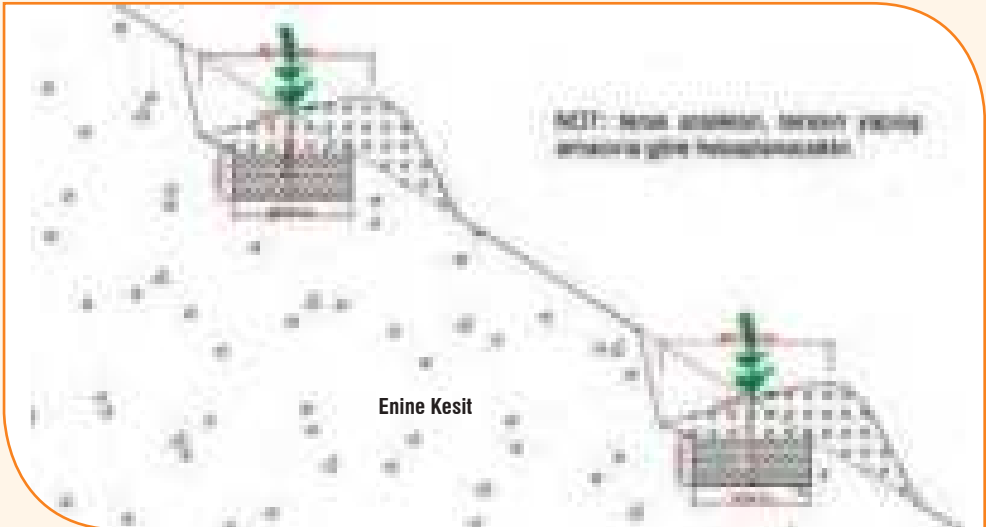


Resim 3.30: Meror Tipi Toprak İşlemesi ve Ağaçlandırma Sahası, Erdemli - Mersin - 2014

Örümcek Ekskavatörle Teras

Ekskavatör ile iki kova genişliğinde 60 - 80 cm genişliğinde 45 - 50 cm. derinliğinde şeritlerde yan kazı şeklinde alt toprak işlemesi yapılmaktadır. Bu şeridin üst sınırından bir kova genişliğinde alınan toprağın kırıntılı bünye kazandırılarak alt toprak işlemesi yapılmış şerit üzerine çekilmesi, sonuçta; 60 - 100 cm. derinlikte, 80 - 100 cm. genişlikte, içeriye doğru %20 - 40 eğim olacak şekilde teras formu verilmektedir.

Şekil 3.3: Örümcek Ekskavatörle Teras



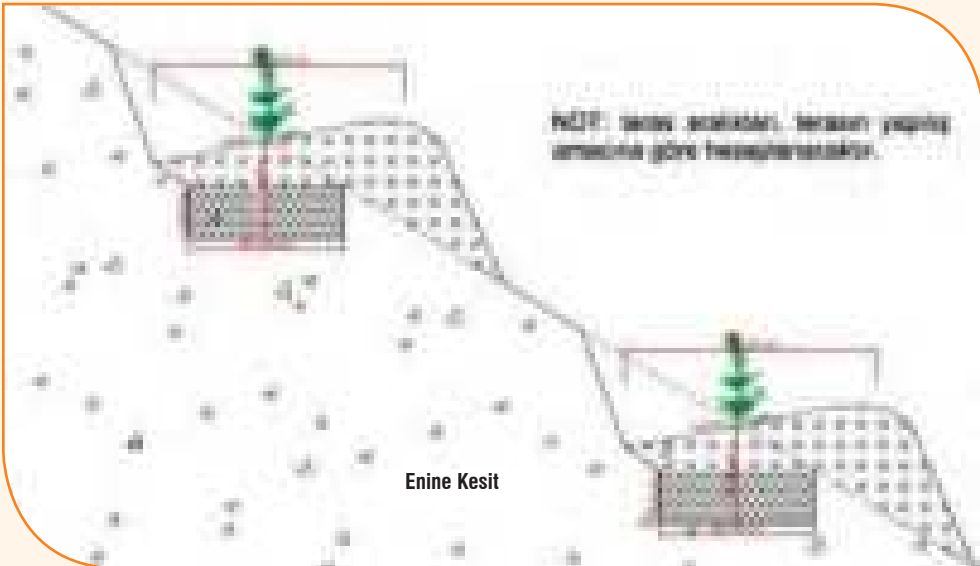


Resim 3.31: Örümcek Ekskavatörle Toprak İşlemesi

Buror Tipi Teras

20 - 50 HP gücünde, 1,20 - 1,70mt. palet izine sahip ekskavatör ile 90 - 100 cm. genişliğinde, 45 - 50 cm. derinliğinde, şeritlerde yan kazı şeklinde alt toprak işlemesi yapılması, bu şeridin üst sınırından bir kova genişliğinde alınan toprağın kırıntılı bünye kazandırılarak alt toprak işlemesi yapılmış şerit üzerine çekilmesi ve sonuçta; 60 - 100 cm. derinlikte, 100 - 120 cm. genişlikte, içeriye doğru %20 - 40 eğim olacak şekilde teras formu verilmektedir.

Şekil 3.4: Buror Tipi Teraslar (100 - 120 cm Genişliğinde)





Resim 3.32: Mini Ekskavatörle Buror Tipi Teras Yapımı, Samandağı - Hatay - 2013



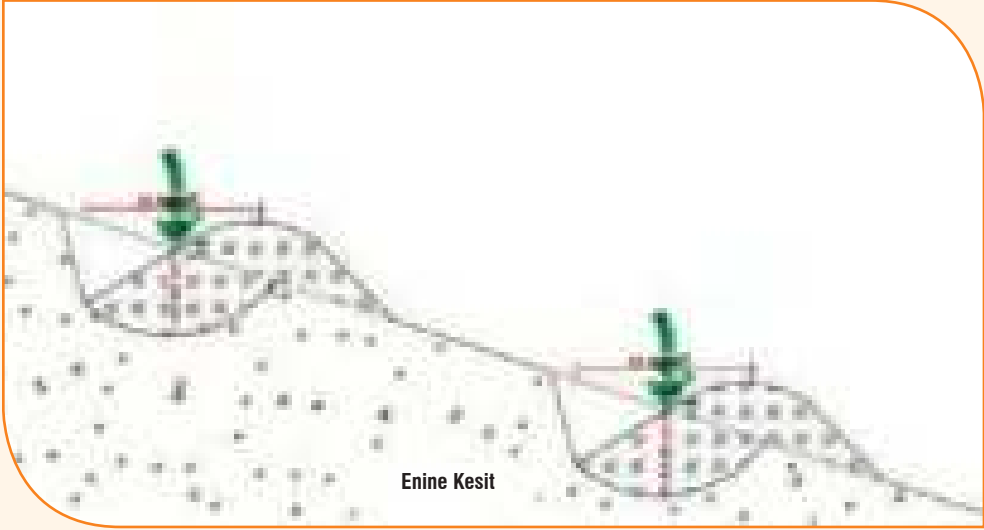
Resim 3.33: Mini Ekskavatörle Yapılan Buror Teras Şekli ve Ağaçlandırma Sahası, Samandağ - Hatay - 2013

Kayor Teras

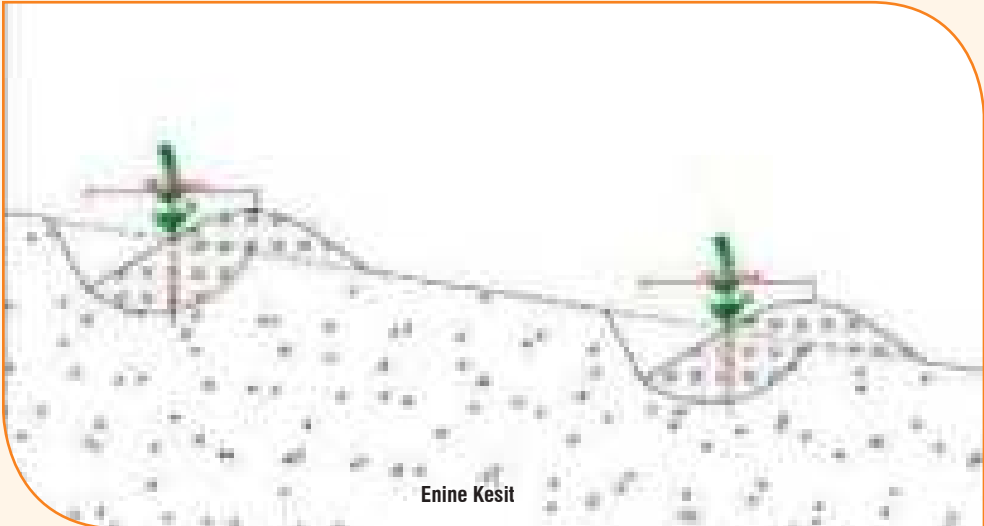
Meyili %40'a kadar olan sahalarda; mikro topografyanın makinalı çalışmaya uygun olduğu, 180 - 230 HP gücünde paletli traktör ile toprağın, 60 - 80 cm derinlikte ve 80 - 100 cm genişlikte riper + soklu pulluk ile gradoni şeklinde işlenmesidir.

Meyili %20'ye kadar olan sahalarda; mikro topografyanın 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 3.5: Paletli Traktör İle Yapılan Kayor Teras



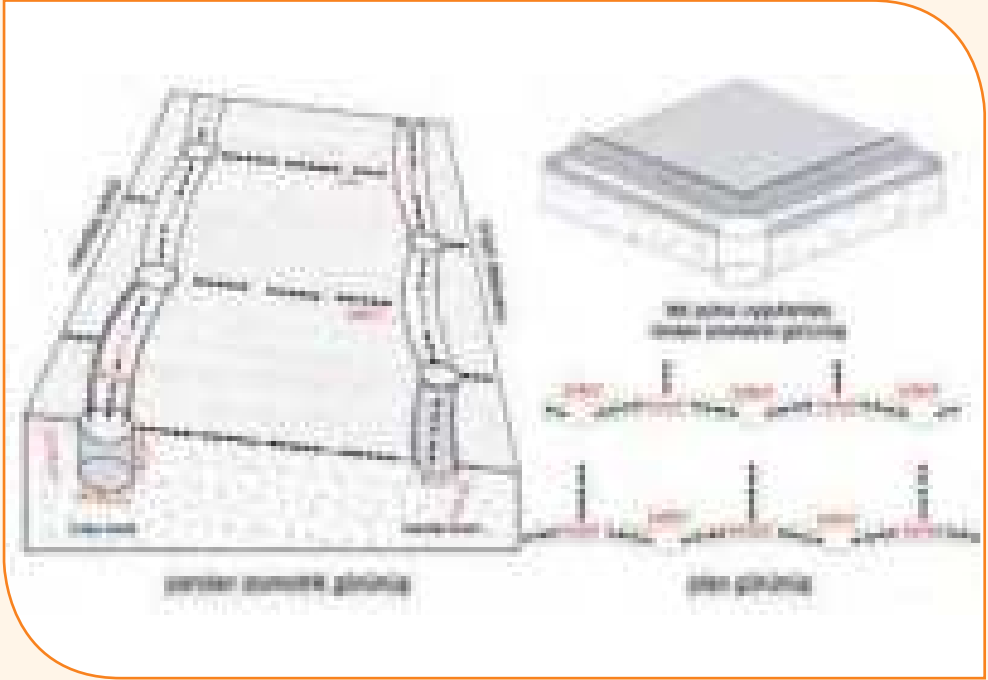
Şekil 3.6: Lastik Tekerlekli Traktör İle Yapılan Kayor Teras



Hendekli Çukur Teras

Kurak sahalarda, kalker anakaya sahip sığ topraklarda, tesviye eğrilerine paralel ve şaşırtmalı olarak dikilecek fidan aralıklarına göre, kırıcı ile 60 x 60 x 60 cm ebadında çukurlar açılır. Çukurlar arası, belirli bir meyilde, ekskavatörle 15 - 25 cm. derinlik ve 20 - 30 cm. genişlikte kanal açılmak ve kanala teras formu verilerek suretiyle çukurlar birleştirilir. Böylece kanallara gelen yüzeysel yağış suları süratle fidan çukurlarına ulaşır ve çok az yağıştan azami istifade edilmiş olur.

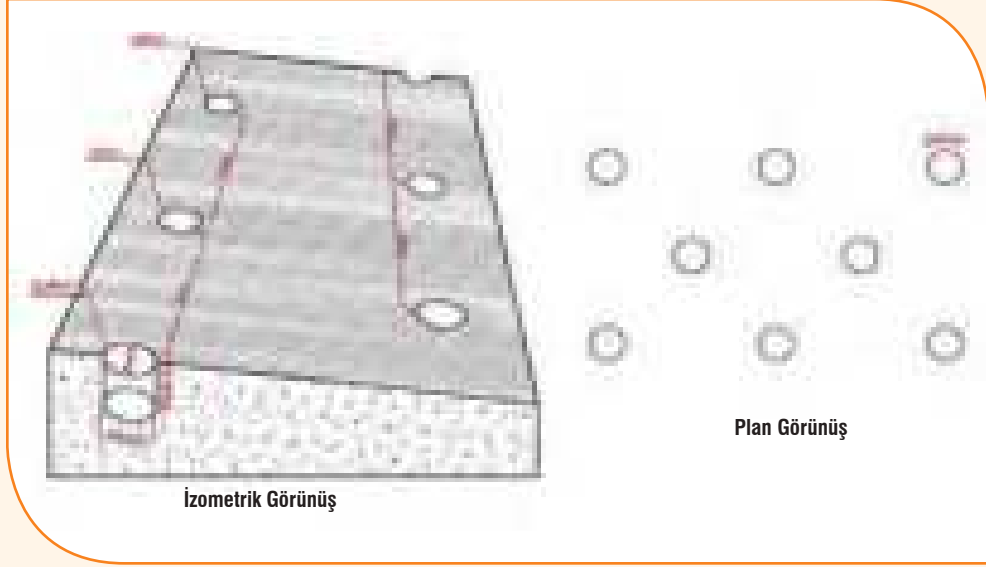
Şekil 3.7: Hendekli Çukur Teras



Ekskavatörle Çukur Şeklinde Teras

Yağışın bitki gelişmesi için bir sınır oluşturduğu alanlarda ağaç veya diğer ürün bitkilerinin dikimi için, yarım ay veya tam ay şeklinde kazılarak oluşturulan ve su tutumunun artmasına katkı sağlaması amaçlanan teraslardır.

Şekil 3.8: Çukur Şeklinde Toprak İşleme

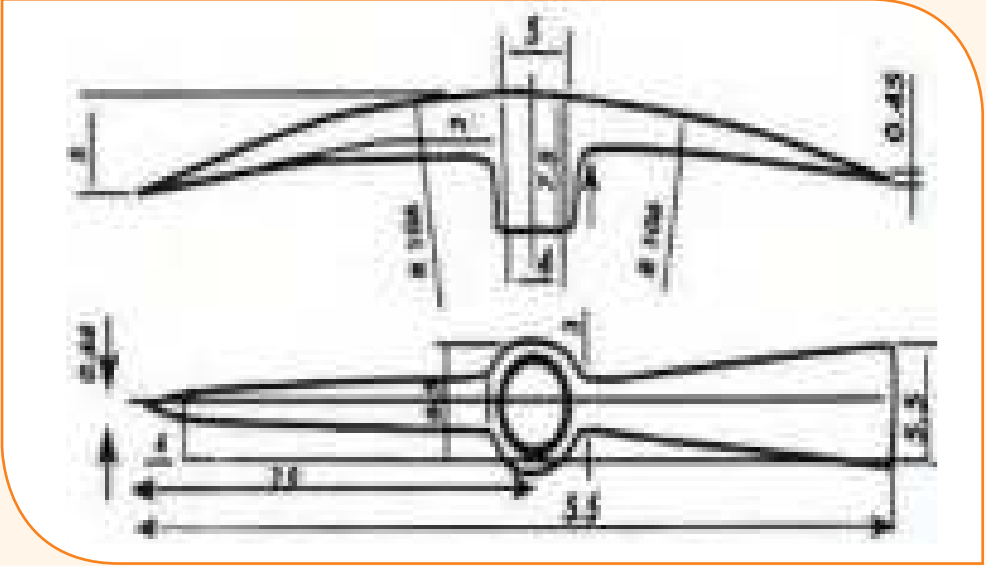


Resim 3.34: Ekskavatörle Çukur Şeklinde Toprak İşlemesi - Gaziantep - 2013

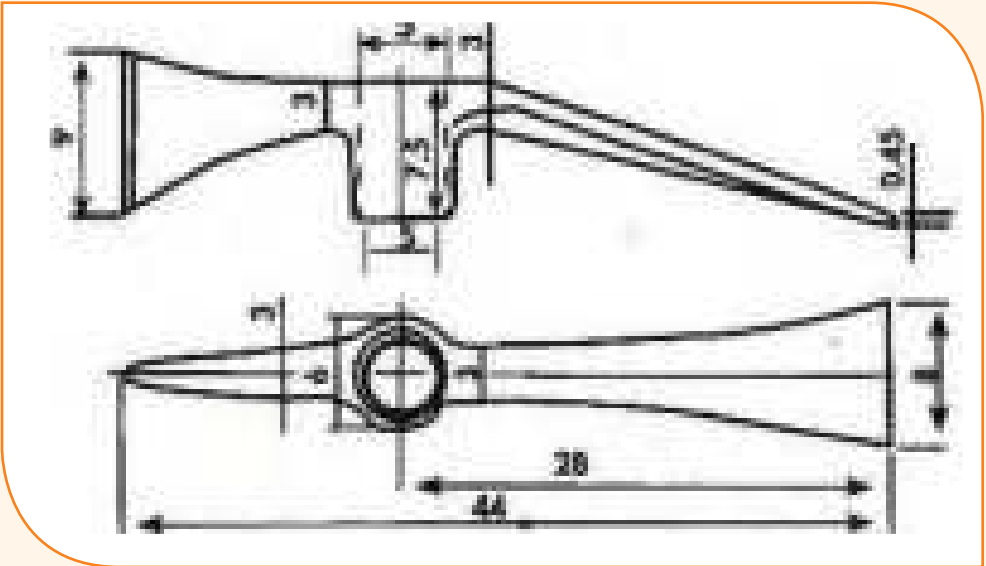
İşçi Gücüyle Toprak İşleme

Genelde eğimi %60'dan fazla olan ve makinaya uygun olmayan sahalarda insan gücü ile teraslar halinde toprak işlenmesi yapılmaktadır. 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 sivri kazma kullanılır.

Şekil 3.9: Sivri Kazma Şekli



Şekil 3.10: Baltalı Kazma Şekli





Resim 3.35: İşçi İle Teras Yapımı, Ahırdağı - Kahramanmaraş - 2010



Resim 3.36: İşçi İle Terasda Kompartuman Tesisi

3.1.11. Dikim Metotları ve Dikim Tekniği

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

- Rutubet 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 yapılan ambalajlanarak sahalara gönderilen fidanlar, ayrıca ağaçlama işinde çalışan işçiler tarafından selekteye tabi tutulmamalıdır.
- Sahada selekte edilmek üzere gerekli tedbirler (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 tepiklenerek sıkıştırılmamalı, bu sıkıştırmanın çok kuvvetli yapıldığı özellikle ağır topraklarda fidan çevresinde farklı yoğunlukta kerpiç gibi bir ortam oluştuğu ve bunun neticesinde 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 işleminin işçi gücüyle teraslar halinde yapıldığı sahalarda fidanlar, arazi meyilinin terası kestiği üst orta noktaya dikilmelidir.
- Fidanlar sökünden hemen sonra dikilmeyecekse gömüye alınırlar. Gömü, esas itibarıyla yapraklı türler için uygundur. İbrelili türler kısa bir zaman gömüde kalabilirse de tavsiye edilmez.
- İbrelili 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 müteakip dikim mevsiminde dikim yapılması sağlanacak ve dikimin gecikmesi halinde yeniden toprak işlemesi yapılması zorunluluğundan dolayı gereksiz masraflara sebebiyet verilmeyecektir.

Dikim metodunun tespiti ağaçlandırmının 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 Metodu” ucuzdur. Topraklı dikim metodu pahalıdır, fakat başarı şansı daha fazladır.

Bu bölümde memleketimizde uygulanan ibrelili ve yapraklı türlerinin dikim tekniği anlatılmıştır.

Plantuvar Dikimi

1/0, 2/0 gibi küçük yaşlı ibrelili 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 yarığın 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 tepikliyerek dikimi tamamlamış olur. Bu dikim şeklinde, açılan yarığın fidan kökü uzunluğuna uygun derinlikte olmasına dikkat edilir.

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

Çapa İle 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 tepikleme 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 kılcık köklerin su ve besin maddelerinden yararlanamamasına, boşluklarda biriken suyun dolması ile köklerin zedelenmesine sebebiyet verir.

Adi Çukur Dikimi

İbrelili 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 bilhassa 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 yığılır. 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 süratli 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 tertibatla çalışan çukur açma burgularından faydalanmak gerekir.



Resim 3.37: Çukurda Tüplü Fidan Dikimi, Türkoğlu Gavurgölü Ağaçlandırma Sahası, Kahramanmaraş - 2007



Resim 3.38: Çukurda Tüplü Fidan Dikimi, Türkoğlu Gavurgölü Ağaçlandırma Sahası - Kahramanmaraş - 2007



Resim 3.39: Çukurda Çıplak Köklü Fidan Dikimi, Türkoğlu Gavurgölü Ağaçlandırma Sahası, Kahramanmaraş - 2007



Resim 3.40: Çukurda Çıplak Köklü Fidan Dikimi, Türkoğlu Gavurgölü Ağaçlandırma Sahası, Kahramanmaraş - 2007

Devamlı Islak Alanlarda Dikim

Yağışın fazla olduğu ağaçlandırma sahalarında yılın önemli aylarında devamlı ıslak olan arazilerde yapılacak dikim tekniği oldukça farklıdır. Böyle arazilerde;

- Toprak tahlili,
- Drenaj sistemi,
- Taban suyuna ve tuza dayanıklı türler (karaağaç, okaliptus, söğüt, kavak, tamerix vs.)
- Çok su kullanan türler
- Tepe ve set dikimleri, düşünülmeli ve planlanmalıdır.



Resim 3.41: Islak Alanlarda Tepe ve Set Dikimleri



Resim 3.42: Islak Alanlarda Tepe ve Set Dikimleri, Tarsus

3.1.12. Bakım ve Tel Örgü

Tesis çalışmalarının başarısı yapılacak bakım çalışmalarına bağlıdır. Endüstriyel orman tesis etme veya erozyon kontrolü amaçlı faaliyet gösterilen 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 sahanak 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 zayıt varsa tamamlama dikimleri mutlaka yapılacaktır. Çünkü, oyuntu erozyonu olan kısımlarda veya dere mecralarında oyulmalara karşı kalıcı önlemler otlandırmalar veya canlı engellerdir.

Ot Alma, Çapa, Sürgün Kontrolü ve Teras Onarımı

Akdeniz, Ege ve Marmara 'da dikimden sonra gerek görülen kısımlarda ilk iki yıl, ot alma + çapa + sürgün kontrolü + teras onarımı, şeklinde bakım yapılır. Üçüncü yılda, 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 ediliş edilmeyeceğine karar verilir.

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 boşasının 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 tatbik edilir. Ot alma ve çapalama, toprağa kırıntı bünye verir, topraktaki suyu ve besin maddelerine ortak olan otsu bitkilerin zararlarını yok eder.

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 hayatîyetlerini devam ettirebilmeleri ve iyi bir gelişme gösterebilmeleri, toprağın rutubeti ile çok yakından ilgilidir. Fidanlar için gerekli rutubet, topraktaki kapiler sudan sağlanır.



Resim 3.43: Çapa ile Ot Alma, Nurdağı - Gaziantep

Kurak mıntikalarda 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 ettiğı ince kanallar vasıtasıyla suyun yüzeye ulaşması dolayısıyla buharlaşma önlenir. Bu suretle, topraktaki sudan fidanın azami olarak faydalanması sağlanmış olur. Ayrıca, toprağı kırıntı bir bünye kazandırılması, vejetasyon devresinde düşecek yağışın, yüzeyde buharlaşmadan toprağın derinliklerine süzülmesini sağlar.

Burada dikkat edilmesi gereken husus, çapalamanın derinliğidir. Çapa derinliğini toprağın türü dikte eder, özellikle kumlu topraklarda çapa sathi yapılmalıdır. Zira, bu tip topraklarda, kapiler su miktarı azdır, derin çapa buharlaşma yüzeyini artıracğından rutubet kaybına sebebiyet verir. 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 diğey zayıf şüceyrat kaldırılmış olacağından, yağmur sularının toprağı geçmesi kolaylaşacak, ayrıca topraktaki sudan fazla miktarda kullanan bu örtünün bertaraf edilmesiyle rutubetten yalnız fidanların istifade etmesi sağlanmış olacaktır. Çapa, izah edildiğı üzere rutubet ekonomisini düzenlemesinin yanı sıra, toprağın havalanmasını, oksijen miktarının artmasını ve neticede mikroorganizma faaliyetini arttırarak fidan için lüzumlu azotun oluşmasını temin eder ve bu azotun alınmasını kolaylaştırır.



Resim 3.44: Ot Alma ve Çapası Yapılmış Ağaçlandırma Sahası



Resim 3.45: Ot Alma ve Çapası Yapılmış Ağaçlandırma Sahaları

Makinalı Bakım

Tam alanda makinalı çalışma alanlarının bakımı ise, bakım tekniğine uygun olarak yapılmalıdır. Makinalı toprak işleminin yapıldığı hemen her yerde bakımın da makinalı yapılması, makinalı toprak işleme metotlarının gereğidir.

Ancak, dikim sırasında yanlış uygulanan bir aralık-mesafe, buna imkân vermemektedir. Bakım çalışmaları yeni tesis çalışmalarından çok daha önemlidir. Bakımını ve korunmasını yapamayacağımız bir ağaçlandırmayı hiç yapmamak daha iyidir. Bakım çalışmalarının toplamı, yeni saha çalışmaları kadar zaman, emek ve masrafi gerektirmektedir. Her yıl yenilerinin de katılmasıyla bakım sahaları daha da büyümektedir.

Bakımın zamanında ve yeterli entansitede yapılabilmesi için tam alanda makinalı arazi hazırlığı yapılan sahaların bakımının da makinalı olması şarttır. Bunun gerçekleşmesi için şeritler halinde toprak işleme yapılması veya teras formu ya da tekli veya çiftli ripeler sürümlerde sıra aralarının bir traktörün fidanlara zarar vermeden bakım ekipmanını çekebileceği genişlikte olmasıdır. Bu mesafe genellikle 3 m. dolayındadır. Tam alan toprak işleminin yapılan sahalarda ise, jalon veya piketaj ipleri ile dikim sıra ve yerlerinin belirlenmesiyle dikim yapılmalıdır.

Dikim anında maliyet yükselse de ileri yıllardaki bakımın ekonomikliği ve hızlı büyümeden sağlanacak faydanın yanında bu artışın hiç önemi olmayacaktır. Uygulama projesinde bakım tekniği, zamanı, hangi yıllarda hangi bakım şeklinin uygulanacağına, bakımın süresi, iklim, toprak, vejetasyon örtüsü özelliklerine göre belirlenmiş olacağından bakım çalışmaları projenin ön gördüğü esaslar çerçevesinde yürütülmelidir. Bakım program teklifleri, projesi üzerinde gerekli tetkik yapıldıktan, saha gezilip görülerek bakıma ihtiyaç gösterip göstermediği saptandıktan ve ona göre uygun bakım şekli tespit edildikten sonra yapılmalıdır.



Resim 3.46: Uygun Meyillerde Tam Alanda Makineli Toprak İşleminin Yapıldığı Ağaçlandırma Sahalarında Makineli Bakım Yapılmalıdır.

Tamamlama Dikimleri

Her türlü toplu kurumalar ve dağınık haldeki %15'i aşan kurumlarda tamamlama dikimleri ile sahanın tümünde başarılı bir ağaçlandırma yapılması sağlanır. Tamamlamanın tesisten sonraki ilk 2 yıl içerisinde bitirilmesi düşünülmelidir.

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 cm. 25 cm. 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 nispette tel örgü tesisinin mukavemetini arttıran köşe kazıkları, takviyeli yapılacaktır.

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 meyilli olarak üçüncü bir payanda kazığı ile takviye edilecektir.

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 meyilli olacak, istenilen derinlik çukur ortasında sağlanacaktır. Uzun süre ıslak kalan zeminlerde çukur ebadı daha fazla alınmalıdır.

Evvela 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 izah edilen şekildeki tespitleri müteakip çukurlar açılacaktır. Çukurlar açıldıktan sonra, kalın düz başları çukurun ortasına gelecek şekilde evvela 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.

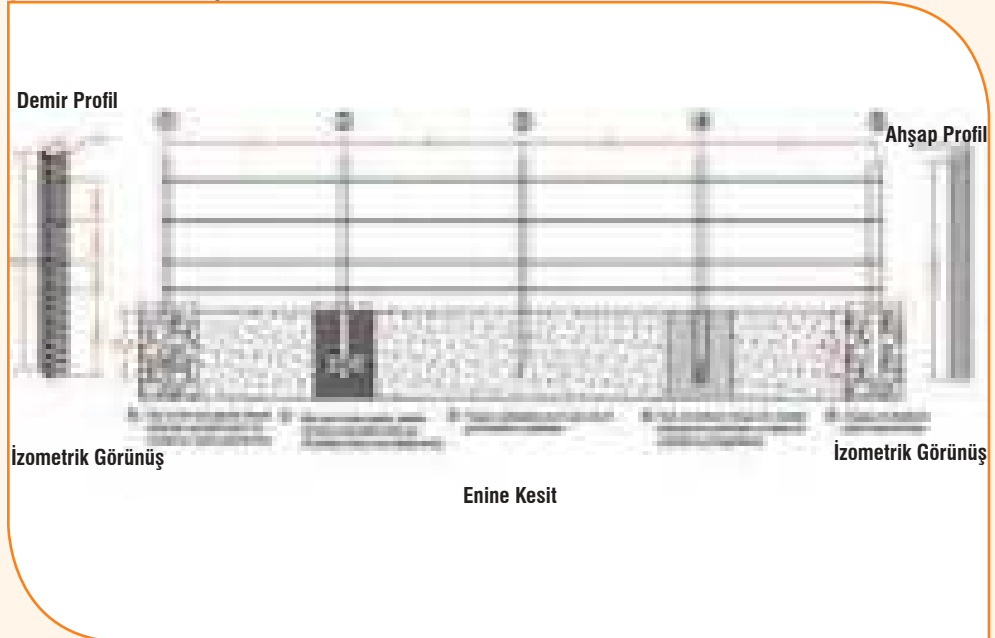
Dikenli telin çekilmesine köşe kazığından başlanır. Verilen tel aralıklarını gösterir tırnaklar bulunan (15 - 25 - 30 - 35 cm.) işaret levhası kazığın yanına konarak tellerin kazıklara tespit edileceği noktalar işaretlenir. Telin ucu, köşe kazığı etrafında iki defa dolandırılarak köprü çivileri ile tespit 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.

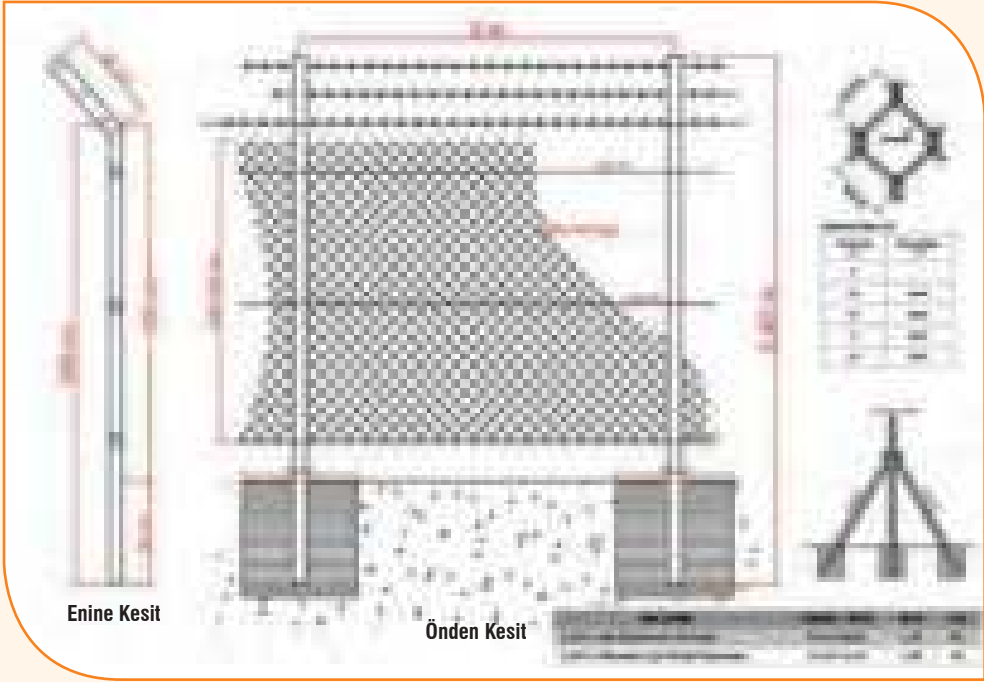
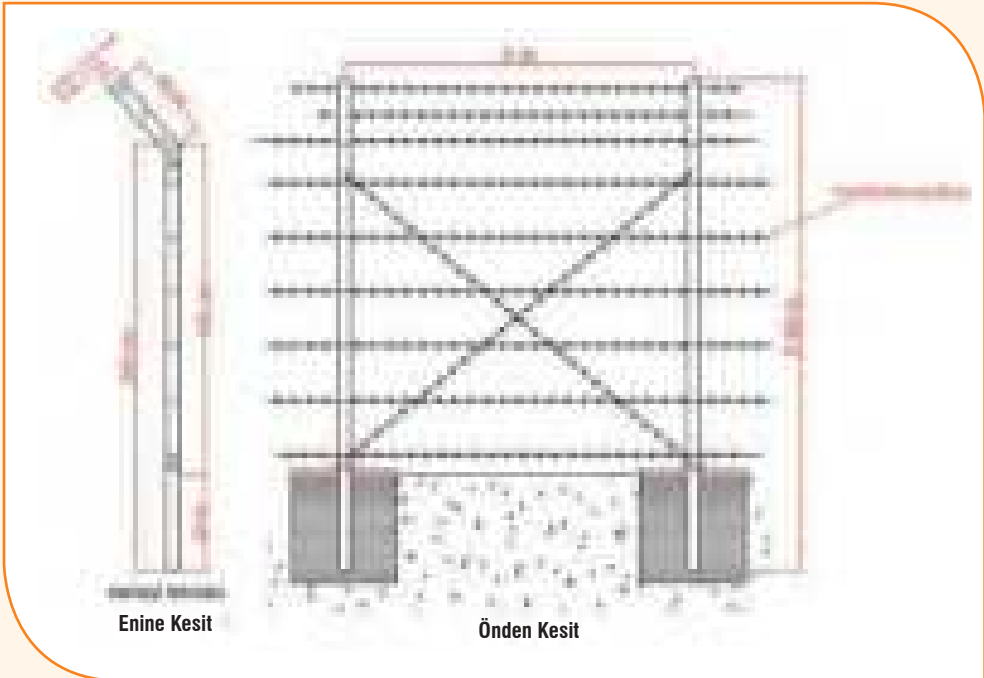
Bundan sonraki tel sıraları da aynı derecede gergin olarak kazıklara tespit edilir.

Bu tesislerin lüzum görülen yerlerinde, tellerin gerginliğini muhafaza edebilmek 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 3.11: Dikenli Tel Çit İhata



Şekil 3.12: Beton Direkli Kafes Tel Çit İnata**Şekil 3.13:** Boru Direkli Dikenli Tel Çit İnata



Resim 3.47: Tel Çit ve Geçit Merdiveni



Resim 3.48: Dikenli Tel Çit

Arazide iniş istikametinde meyilin değiştiği noktalara konacak kazıkların, telin gerilme kuvvetiyle yukarı kalkmasını önlemek için şekilde görülen takviye şekli yapılacaktır. Ayrıca, meyilin 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 tedbir alınmadan kullanılan ahşap kazık veya direkler 3-5 sene dayanmakta, bu takdirde kısa bir zamanda tel örgü tesisinin tamiri için büyük masraflar yapılmaktadır. Tel örgü tesisinde kullanılan ahşap kazıkların ömürlerini uzatmak suretiyle hem ahşap zayiâtını önlemek ve hem de fuzuli masraflardan kaçınmak için, kazıkların empenye edilmesi lazım gelmektedir.

Ahşap kazıkların empenyesinde, Prof. Dr. Adnan BERKEL ve Dr. Yılmaz BOZKURT'un "Çit Malzemesinin Empenyesinde Pratik Metotlar" adlı broşüründen faydalanılabilir.

Mıntika hususiyetleri itibariyle en pratik, en kolay ve en ekonomik empenye metodu seçilecek ve empenyenin tesis mahallinde yapılması temin edilmek suretiyle, taşıma masrafları bertaraf edilecektir. Empenye işleminde kullanılacak maddelerin, kolaylıkla ve daimi surette temini için, memleketimizde imal olunan maddeler olması gereklidir. Halen memleketimizde Kreozot ve Volmanit C.b. (Volman tuzlarından) imal edilmektedir. Kazanda tazyik suretiyle yapılan empenyede, 1 m³ ahşap için 45 kilogram Kreozot veya 8 kilogram Volmanit C.b.'ye ihtiyaç bulunduğu tecrübelerle sabit olmuştur.

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

Bugün için odun maddesi kullanılan birçok müesseseler (PTT, DDY, İller Bankası, Etibank, TKİ gibi) gün geçtikçe empenye işlemine önem vermekte ve bu ihtiyaç artışı sebebiyle de empenye maddelerinin yurdumuzda imali genişlemektedir. Bu itibarla, empenye maddesi yokluğu gibi mülahazalarla bu işlemde kaçınılması gerekmektedir. Empenye işleminde karşılaşılabilecek güçlüklerin izalesi bakımından lüzum halinde merkezden bilgi istenmelidir.

Empenye maddesinin zamanında temin edilmemesi veya sahanın süratle örgüye alınması zarureti gibi hallerde kazıklar mutlak surette katranlanmalıdır. Devlete ait arazilerdeki ağaçlandırma sahalarına dikenli tel çit çekilmesi fidanların dışarıdan gelebilecek tehlikeleri önlemektedir. Ancak asıl olan ağaçlandırma sahalarının yörede yaşayan köylü tarafından korunmasıdır. Bu konunun proje yapım aşamasında köylerde yapılacak proje toplantılarında konuşulmalı tel örgüsüz ağaçlandırmalarda yapılabilir. Bunun çeşitli örneği köylüye ait özel ağaçlandırmalarda vardır. Köylü ve çiftçi, şahsına ait ağaçlandırmalarını en ucuz yöntemle koruyabilmektedir.



Resim 3.49: Tel Örgüsüz Fıstık Çamı Özel Ağaçlandırması, Kozak Mevkii - Balıkesir - 1999

3.2. BOZUK BALTALIK ORMANLIK ALANLAR

Bozuk baltalık ormanların iyileştirilmesi; mevcut kök sistemi itibariyle yeterli yoğunluk ve dağılışı aranmaksızın bozuk 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.

- Tabii 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 çabuk ayrışan bir ağaç türüdür.

Sürgün verme ve kesim yaralarının süratle iyileşme özelliğinden dolayı tipik baltalık ağaç türüdür. Baltalıklar tabii yoldan ve sürgün vermek suretiyle gençleştirildiklerinden ormancıya koru işletmelerinde olduğu kadar fazla iş düşmez. Ancak, daha üstün vasıflı sürgün vermelerini sağlamak için bazı hususlara 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 bozuk orman olarak sınıflandırılmış olan bu alanlar, (BM, BBt, ÇBM, ÇBBt.) gibi rumuzlarla gösterilmektedir. Bozuk yapıdaki meşe alanları rehabilite edilerek verimli hale getirilebilir.

3.2.1. Canlandırma Kesimleri

Baltalıkların kesiminde, motorlu testere, balta ve nacak gibi aletler kullanılmalıdır. Kesimlerde, köklerin sarsılmasına ve bilhassa 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 sathından yapılmalıdır. Çünkü toprak sathına yaklaştıkça yeni kök teşekkülü yapabilecek sürgünler meydana gelmektedir. 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 beşikörtüsü şeklinde yapılmalıdır.

Baltanın vurulduğu yerin karşı tarafındaki kabuğun yırtılmaması için de, kesme darbesinden evvel mukabil 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.



Resim 3.50: Meşede Canlandırma Kesimleri, Göksun - Çardak - 2006

3.2.2. Meşe Tohum Ekimi ile Yapılacak Ağaçlandırmalarda Dikkat Edilecek Önemli Hususlar

- 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 meyilli yerlerde küçük ocak ekimi metodu tercih edilmelidir.
- Ekim yapılan ocaklarda en az 30 cm. derinlikte toprak işlenmesi yapılması gerekmektedir. Kurak ve yarı kurak yörelerde olabildiğince derin toprak işlenmesi yapılmalıdır.
- Meşe tohumları genellikle mayıs ayı içerisinde çimlenirler. *Quercus infectoria* (mazi 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 doldurmuş vaziyettedir. 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, 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 1°C'de 3 yıla kadar saklanabilir. Ancak, birçok meşe türü, özellikle akmeşe grubuna ait tohumlar, 6 aydan fazla saklanamazlar.

Akmeşe grubundaki (*Quercus robur*, *Q. Frainetta*, *Q. Petraea*, *Q. Vulcanica*, *Q. Infectoria*, v.s.) tohumların hemen hemen hiç çimlenme engeli yoktur ve kolayca çimlenirler. Kırmızı meşelere (*Q. Cerris*, *Q. İthaburensis*, *Q. Brantii*, *Q. Libani*, v.s.) ait tohumlarda ise embriyo engeli mevcuttur. İlkbahar ekimlerinden önce tohumların katlanması gerekir. Nemli iyi drene olan kum, kum+turba karışımı veya benzeri materyal içinde 0°C ilâ 3°C sıcaklıkta 30 - 90 günlük katlama birçok tür için yeterlidir.

Polietilen torbalarda 0°C ilâ 3°C'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, 3°C'de 60 günlük katlamadan sonra, soğuk hava deposunda çimlenmeye başlamaktadır. Bu bakımdan, 0°C civarında katlanmalıdır.

Tohumların Ağaçlandırma İçin 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, ilkbaharda ekilecekse, sudan alınan nemli tohumlar polietilen torbalar veya az hava alan plastik bidonlara gevşek bir şekilde doldurulur ve 0°C ilâ 1°C civarındaki soğuk hava deposuna konulur. Ancak, tohumların donması zararlıdır. Ara sıra aktarılmalı 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 - 20°C 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.



Resim 3.51: Toprak İşlemesi Yapılmış Sahalarda Meşe Tohumları Her Ocağa 2 - 3 Adet Konulmalı ve Üstü Tohum Boyunun İki Katı Toprakla Kapatılmalıdır.



Resim 3.52: Aynı Yılda Meşe Ekimi, Elderika ve Sedir Fidanı Dikimi İle Yapılan Ağaçlandırma, Malatya - 2014



Resim 3.53: Meşe Ekimi ile Yapılmış Ağaçlandırma, Pötürge - Malatya - 1993

3.2.3. Rehabilitasyon Yöntemi

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 çalılışmış bozuk yapraklı ağaçlar dipten kesilmek suretiyle gençleştirilmelidir
3. Uygun olan yaban ağaçlar aşılmalıdır
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 önlenmelidir.
6. Gençliğin korunması ve geliştirilmesi için saha, belirli bir süre korunmalıdır.



Resim 3.54: Bozuk Ormanların İyileştirilmesinde Saha İçerisindeki Aşıya Uygun Ağaçlar Aşılmalıdır. Menengiç (Pistacia) Antep Fıstığı Aşılması, Gölbaşı - Adıyaman - 2012

3.3. MERA ALANLARI

TANIM

Mera

Genellikle doğal olarak yetişen, yerel bitki toplulukları ile tanımlanan, otlatılmaya elverişli, sürekli ve canlı bir bitki örtüsü ile kaplı, hukuk ta konu olan arazilerdir.

Hayvanların otlatılması ve otundan yararlanılması için tahsis edilen veya kadimden beri bu amaçla kullanılan yerlerdir (Mera Kanunu).

Mera, hayvanlar tarafından otlanan, üzerinde tabii olarak teşekkül etmiş bir vejetasyon taşıyan ve genel olarak yetiştirme şartlarının elverişli olmaması sebebiyle diğer tarımsal bitkilerin istihsalı yapılmayan geniş sahalardır (Ömer BAKIR).

Mera, oldukça eğimli, engebeli ve taban suyu derinde olan kıraç arazilerde oluşmuş, çayirlara göre daha seyrek ve daha kısa boylu bitkilerden meydana gelen ve genellikle hayvan otlatılarak yararlanılan kaba yem alanlarıdır (Tuncay TÜKEL).

Çayır

Taban suyunun yüksek bulunduğu veya sulanabilen yerlerde biçilmeye elverişli, yem üretilen ve genellikle kuru ot üretimi için kullanılan yerlerdir (Mera Kanunu).

Yaylacılık, Yayla Hayvancılığı

Düşük rakımlı sahalarda başlayan otlatmayı, yüksek kesimlere intikal ettirmek üzere, sürülerin gittikçe yükseklerle çıkarılması esasına dayanan bir otlatma sistemidir. Ülkemizde Yörüklerin yaptıkları hayvancılık buna örnektir. Yörükler, hayvanlarını kışın Akdeniz Bölgesinde otlaklarda ve makiliklerde, yazın ise Toros dağlarındaki orman içi meralarda ve orman üstü yarı alpin ve alpin sahalarda hayvan otlatmaktadırlar.

Kışlak

Hayvanların kış mevsiminde barındırılması ve otundan yararlanılması için tahsis edilen veya kadimden beri bu amaçla kullanılan yerlerdir.

Otlak

Hayvanların otlatıldığı çayır ve diğer otlarla kaplı, mera ile aynı niteliklere sahip olan yerlerdir.

Mera Vasfı ve Kapasitesi

Meraların verimliliklerine göre sınıflandırılmasıdır (Mera Kanunu).

Yaylak

Çiftçilerin hayvanları ile birlikte yaz mevsimini geçirmeleri, hayvanlarını otlatmaları ve otundan yararlanmaları için tahsis edilen veya kadimden beri bu amaçla kullanılan yerlerdir.



Resim 3.55: Orman İçi Yayla, Şavşat - 2012

Otlatma Hakkı

Bir veya birden fazla köy veya belediyeye tahsis edilmiş olan mera, yaylak ve kışlaklarda, çiftçilerin her birinin müşterek otlatılabileceği büyükbaş hayvan birimi sayısıdır. (Mera Kanunu).

Otlatma Kapasitesi

Belli bir alanda ve eşit zaman aralıkları ile uzun yıllar bitki örtüsüne, toprak, su ve diğer doğal kaynaklara zarar vermeden otlatılabilecek büyükbaş hayvan birim miktarıdır (Mera Kanunu).

Göçer

Belirli bir otlatma alanına sahip olmayan, yılın her mevsiminde aile bireyleri ve hayvanları ile birlikte başka yerlere geçici olarak konaklayarak hayvancılık yapan insanlardır (mera yönetmeliği).

Tahsis

Çayır, mera, yaylak ve kışlakların kullanımlarının verimlilik ve sosyal adalet ilkelerine uygun şekilde düzenlenerek, münferiden ya da müştereken yararlanılmak üzere bir veya birkaç köy ya da belediyeye bırakılmasını, ifade eder (Mera Kanunu).

Tahdit

Çayır, mera, yaylak ve kışlak arazisi olduğuna karar verilen sınırlarının usulüne uygun olarak ülke nirengi sistemine dayalı 1/5000 ölçekli haritalar üzerinde belirtilmesini ve bu sınırların arazi üzerinde kalıcı işaretlerle işaretlenmesidir (Mera Kanunu).

Tespit

Bir yerin mera, yaylak ve kışlak arazisi olup olmadığının resmi evrakla ve bilirkişi ifadeleri ile belgelendirilmesidir (Mera Kanunu).

Mera, Yaylak ve Kışlak Olarak Tahsis Edilecek Yerler

Mera komisyonca tespit edilecek ihtiyaca göre aşağıda belirtilen yerler mera, yaylak ve kışlak olarak, köylere veya belediyelere tahsis edilir.

- Kadimden beri mera, yaylak ve kışlak olarak kullanılan yerler ile aynı amaçla kullanılmak üzere köy veya belediyelere tahsis ya da terk edilen yerler,
- Devletin hüküm ve tasarrufunda veya Hazine'nin mülkiyetinde bulunan arazilerden, etüt sonucu; mera, yaylak ve kışlak olarak yararlanılabileceği anlaşılan yerler,
- Mera, yaylak ve kışlak olarak kullanılmak amacıyla kamulaştırılacak yerler,
- Tapu kayıtlarında mera, yaylak ve kışlak olarak görülen ve halen işgal edilen yerler.

3.3.1. Meraların Sınıflandırılması

Doğal Meralar

Uzun bir süksesyon sonucu oluşmuş ve tabii bitki örtüsüne sahip meralardır.

Suni Meralar

Bitki örtüsü insan eliyle oluşturulmuş meralardır.

Taban Meraları

Düz ve taban suyuna yakın arazilerdeki meralardır. Çayırlıklar olarak da vasıflandırılır.

Dağ Merası

Dağlık alanlarda teşekkül etmiş meralardır.

Alpin Mera

Ormanın üst sınırından sonra oluşmuş meralardır. Rakımın fazla olmasından dolayı ekstrem şartlara sahiptir. Bu sahalarda doğal olarak ağaç yetişmez. Otsu ve bodur çalı, alpin meraların doğal vejetasyonudur.

Orman İçi Meralar

Orman sınırları içerisinde kalan tabii meralardır. Ağaçların sık olduğu yerlerde gölgeye dayanıklı bitkiler yaygındır.

Çalı Meraları

Makilikler bunlara örnektir. Yazın yeşil kalan çalılar hayvanlara yem temin eder.

3.3.2. Mera Bozulması

Bitkiler bulundukları ortamla denge haline gelmeleri çok uzun yıllar süresince mümkün olmuştur. Bu süre içinde meranın taşıyabileceği en yüksek bitki topluluğuna **klimax vejetasyon** denilmektedir. Böyle bir merada, çevre şartları olan iklim, toprak, yükseklik ve biotik şartlar değişmedikçe meranın klimax bitki topluluğu da değişmez. Bu şartlardan birinde bir değişiklik olduğu takdirde, merayı meydana getiren bitki topluluklarında da değişiklik başlar.

Şartlar bozulunca mera bitki topluluğu da bozulur. Meraya, yeni çevre şartlarına uygun bitki toplulukları gelmeye başlar. Merayı terk eden bitki topluluklarının yerine hayvanlar için daha az değerli, fakat yeni şartlara kendini adapte edebilen bitkiler gelir. Mera bozulması olayında iyi cins otlar hayvanlar tarafından devamlı tercih edildiğinden bu türler, devamlı otlatmayla, büyüme kuvvetleri azalır ve zamanla meradan çekilirler.

Bu bitkiler yerine, rekabet gücü fazla ve hayvanlar tarafından sevilmeyen ot ve çalı türleri merayı istila ederler. Kaybolan bitkilerin yerine, önce tek yıllık bitkiler daha sonra da çok yıllık ot ve çalı türleri yer yer merayı kaplarlar. Bu bitkilerin hayvan besleme değerleri düşük olduğundan meranın yem değeri de zayıf olur.

Mera Bozulmasının Sebepleri

Aşırı Otlatma

Bir meranın bir mevsimde üretmiş olduğu otun yarısından fazlası hayvanlar tarafından tüketilirse buna aşırı otlatma denilmektedir

Erken Otlatma

Mera bitkileri, vejetasyon devresinin başında, yeni büyümeye başladıkları zamanda, yedek besin maddeleri ile beslendikleri için otlatmaya karşı son derece hassastırlar. İşte vejetasyon devresinin başında otlatma yapıldığı takdirde bitkiler kolayca büyüyemez ve zayıf kalırlar.

Kuraklık

Meradaki otlar aşırı ve erken otlatmayla zayıf düşmüş ise bu arada kurak bir yazda geçirildiği takdirde kuruyup yok olabilirler.

Kontrolsüz Otlatma

Hayvan sahipleri meraya istedikleri zaman ve istedikleri kadar hayvan sokarlarsa, bitkiler kolayca büyüyemez ve zayıf düşerek yok olurlar.

Yakma

Hayvan sahipleri, meradaki çalı ve dikenleri, yok etmek için kontrolsüz yakarlarsa, meranın klimax türleri kolayca yok olur.

3.3.3. Sürdürülebilir Bir Otlatma Sisteminin Önemli Unsurları

Toprak Durumu

Verimliliği, derinliği, biyolojik canlılığı, zengin su kaynağı, faydalı element miktarı, tuzluluğu ve alkaliliği, pH durumu, erozyon durumu, drenaj durumu

Bitki Durumu

Mera yönetimi, çoğunluklu baklagil bitkiler, alternatif bitki türleri, kuru yem ve silaj imkânı, silvo - pastoral sisteme uygunluğu

Hayvan Durumu

Pazar ekonomisine uygunluğu, ikincil ürün değeri, ekolojik koşullara uygunluğu, sayısı, verim gücü yüksek cinsi

Pazarlama Durumu

Hayvansal üretimin değeri, halk ihtiyacı, alternatif pazar durumu

3.3.4. Mera Yönetimi ve Mera Islahı

Mera Yönetimi, merada, su, toprak, vejetasyon ve yaban hayatı dengesini bozmadan, meralarda maksimum hayvansal üretimi sağlama sanatına “mera yönetimi” denilmektedir. Bir başka ifade ile mera yönetimi, meraları uygun zaman diliminde, yeme uygun, üretim tüketim dengesini kuracak kadar, hayvanla düzenli şekilde otlatmadır. Yani, merada otlatma kapasitesine uygun sayıda hayvan ile otlatılma, otlatma mevsimi süresi içerisinde otlatılma ve otlatmanın uniform şeklinde yapılması ile meranın ürettiği yem tipine uygun otlatılma esasına dayanır. Ancak bu ideal durum genellikle uygulamada mümkün olmamaktadır. Sonuçta meralar bozulmakta ve daha az hayvanı besler hale gelmekte ve böylece meraların ıslah edilme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Ekonomik, sosyal ve kültürel yapıya, iklim ve olumsuz çevre faktörlerine bağlı olarak olarak, meraların yaygın bir şekilde aşırı kullanılması, mera bozulmasının temelini oluşturmaktadır. Bu durumda mera yönetimindeki yanlışlıklar meraların ıslahını ortaya çıkarmakta, bu yönüyle de mera yönetimi ile mera ıslahı birbirinden ayrılmaz hale gelmektedir.

Mera yönetimi, yukarıda da ifade edildiği gibi, mera uygulamalarının temelini oluşturur. Mera yönetimine uyulamayacak durumlarda, mera ıslahı yapmanın da bir faydası bulunmamaktadır. Çünkü büyük emek, para ve zaman harcayarak yapılan mera ıslahı sonucunda, meraların mutlaka doğru yönetim ilkelerine uygun olarak kullanılması gerekmektedir.

Mera yönetiminde sürdürülebilirlik temel amaçtır. Sürdürülebilirlik, sadece ot veriminin artırılması ve biyoçeşitliliğin korunması değildir. Verimin artırılması ve çeşitliliğin korunması da meraları kullanan yerel halkın ekonomik ve sosyal yönden gelişmesiyle yakından ilgilidir.

Mera ıslahı ise, Mera, yaylak, kışlak il umuma ait çayır ve otlakların yem verimini ve kalite yönünden yükseltmek için sulama, gübreleme, zararlı ot mücadelesi, tohumlama ve benzeri biyolojik tekniklerle birlikte, otlatmayı ve kolaylaştırıcı tesislerin yapılması, toprak ve su muhafaza gibi çeşitli fiziksel ve teknik tedbirlerin alınarak uygulanmasıdır (mera yönetmeliği).

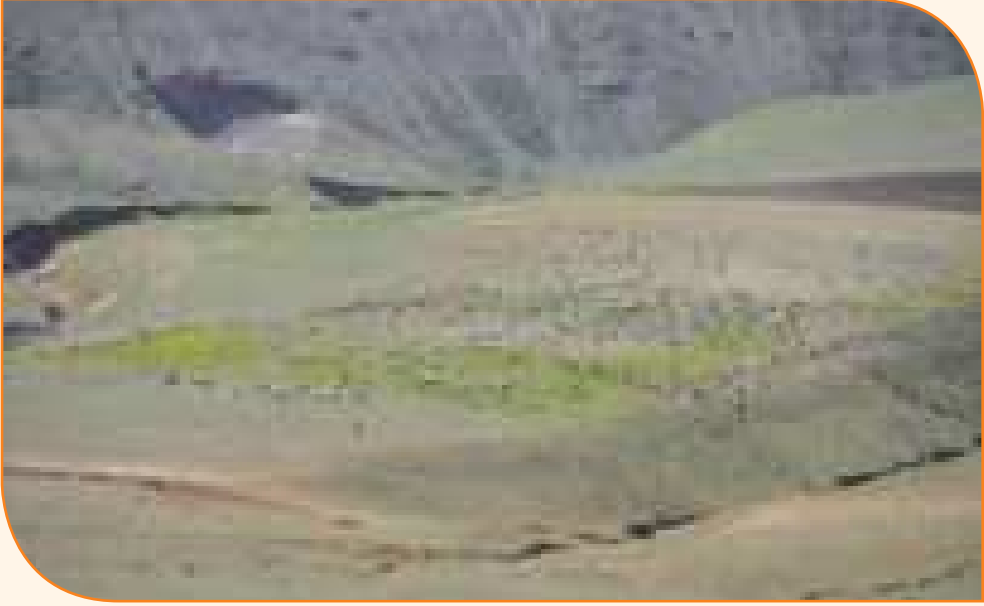
Bu açıdan mera ıslahı, meranın yem potansiyelini geliştirmek ve meradan faydalanan hayvanların bu yemden yararlanmasını kolaylaştırmak için mera üzerinde uygulanan özel işlemlerin uygulanması ve bu amaçla bazı tesislerin kurulmasıdır.

Mera ıslahı, meraya sokulacak hayvan miktarı ve süresi ile meranın ot verimi arasındaki dengenin kurulması ve gelecekte meranın daha çok hayvan besleme gücüne kavuşturulmasına yönelik çalışmalardır. Kapasitesinin üzerinde hayvan sokulan mera bozulabileceği gibi, yeterince otlatılmayan meralarda bozulabilir. Bunun sonucunda merayı yabancı otlar istila edebilir.

Mera ıslahının ilk şartı otlatmanın düzenlenmesidir. Otlatmanın düzenlenmesi ise, yem kaynaklarının geliştirilmesi, yem üretiminin artırılması ve yemden yararlanmayı kolaylaştıran uygulamalardır. Otlatmanın düzenlenmediği hallerde, mera ıslahına başlanmamalıdır. Çünkü, mera ıslahı ile elde edilen gelişmeler düzensiz otlatma ile elden çıkar.

Türkiye doğal meraları, ekolojik çevre, engebeli topografya nedeniyle, daha çok küçükbaş hayvan otlatmacılığına uygundur. Bu açıdan bakıldığında ülke meralarının büyük bir kısmı, küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde, önemli ölçüde kaba yem üretim kaynağıdır. Meraları sadece hayvanlara yem sağlayan ve ulusal ekonomiye katkısı olan alanlar olarak görmek yeterli değildir. Doğal meralar biyolojik çeşitlilik ve gen kaynakları açısından, öncelikle korunması gereken alanlar durumundadır.

Meralarımızın su ve rüzgâr erozyonunu önleyerek topraklarımızı koruma, toprak verimliliğini artırma, çeşitli av ve diğer yaban hayvanlarına yaşama ortamı sağlama, akarsularımızı zenginleştirme, temiz hava kaynağı gibi birçok faydası vardır. Bu kaynağın korunması, bakımı, ıslahı ve yem veriminin artırılması, bugünkü ve yarınki varlığımız için çok önemlidir.



Resim 3.56: Islaha Muhtaç Mera, Van - 2014



Resim 3.57: Islaha Muhtaç Alpin Yayla, Bozkır - Konya - 2015



Resim 3.58: Merada Şiddetli Erozyon, Başköy Merası - Taşkent - Konya - 2014



Resim 3.59: Yüksek Rakımlı Meralarda Küçükbaş Hayvancılık Köyün Tek ve Önemli Bir Geçim Kaynağıdır. Ağrı - 2014

Mera Islahı Faaliyetleri

Otlatma Kapasitesinin Belirlenmesi

Otlatma kapasitesi, meranın ürettiği yem miktarı ile onun üzerinde otlayan hayvan sayısı arasında uygun bir denge kurmadır. Bu denge kurulmadığı takdirde ya mera tahrip edilir yahut ta meranın ürettiği yem israf edilmiş olur. Bir başka ifade ile otlatma kapasitesi, bir otlatma mevsimi içinde mera alanındaki toprak ve bitki örtüsüne zarar vermeden otlatabilecek en fazla hayvan sayısı olarak tanımlanmaktadır.

Otlatma kapasitesinin belirlenmesinde faydalanılabilir yem miktarı tespit edilmelidir. Hayvanlar tarafından alınan ot miktarı faydalanılabilir ottur. Bu ot, yörenin sahip olduğu mera durumuna, vejetasyon tipine ve yağış miktarına göre değişir. Ortalama bir değer için faydalanılabilir ot olarak meranın ürettiği otun yarısı alınır. Bunun için de merada değişik birkaç yerden birer m²'lik kısımlar belirlenir ve bu alandaki otlar 1 - 2 cm. yükseklikten kesilir. Biçilen bu otlar 60°C de 24 saat bekletilerek kurutulur. Süre sonunda otlar soğutularak tartılır, ortalaması alınır ve hektara çevrilir.

Münavebeli Otlatma

Münavebeli otlatma ile yorulan, zayıflayan, yıpranan ve büyüme güçlerini yitiren mera bitkilerinin devamlılığı sağlanmaktadır. Dinlenme periyotlarının uzunluğu ve tekrarlanma sıklığı, önemli mera bitkilerinin yaprak alanı genişliklerini artırma, fotosentez yolu ile daha fazla miktarlarda besin maddesi üretme ve böylece daha fazla büyüme imkânı sağlama esasına dayanmaktadır. Bütün bu hususlar, dinlendirerek otlatma sistemlerinin, mera bitkileri yönünden elverişli otlatma yöntemleri olduklarını açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Bizim meralarımız bir taraftan otlatılırken diğer taraftan ıslah edilmelidir. İşte birçok otlatma planlama sistemleri arasında dinlendirerek otlatma, en çok uygulama alanı bulacak olan sistemlerdir. Sistemin esası; mera'yı kısımlara ayırarak, bu kısımları sıra ile üst üste iki yıl geç otlatmak suretiyle bitki örtüsünün gelişmesini artırmaya dayanır. Otlatma sonbahara kaydırılarak bitkilerin üreme ve çoğalması sağlanmış olur.

Mera düzenlemeleri kısa bir dönemde sonuçlanmayıp uzun yıllar istemektedir. Dinlendirerek otlatma sistemleri bizim Ülkemiz meraları için kaçınılmaz bir sistemdir. Ancak çok bozulmuş arazilerde ot ekimi ile mera ıslah edilmelidir.

Bütün otlatma sistemleri uygulamalarında; köylüyle iletişim kurarak onların da katılımı sağlanmalıdır. Köylü ile işbirliği olmadığı sürece bu işin başarıyla sonuçlanması çok zordur. Köylüyü bilinçlendirmek suretiyle ortaya çıkan ortak mutabakat sonucunda otlatma uygulamalarına geçilmelidir. Katılımcılığın sağlanması için uygulamalar yöre halkıyla birlikte yapılmalıdır.

Meralarımızda özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitki gelişimi yavaş cereyan etmektedir. Bitki gelişimini hızlandırmak ve merayı ıslah için gübreleme, yabancı ot savaşı, sulama, drenaj vs. kültürel önlemler de alınabilir. Bu önlemlerle birlikte mutlaka otlatma düzenlemesine gidilmelidir. Otlatmanın planlamasında yararlanacağımız diğer önemli yapılar da alt yapı tesisleridir. Bu tesisler, mera üzerindeki hayvanların sevk ve idaresini kolaylaştırır. Bu yapılara örnek olarak; içme suyu tesisleri, mera çitleri, çoban ve hayvan barınakları, kaşınma kazıkları vb. dir.



Resim 3.60: Merada Münavebeli Otlatma, Güzelyurt - Malatya - 1999

Otlatma Mevsimi ve Tarihi

Meralarda otlatmaya, ilkbaharda, önemli bitkiler otlatma olgunluğu safhasına eriştiklerinde ve topraktaki yaşlılık durumu kalktığında başlanılmalıdır. Bu safhada otlar genellikle 10-20 cm boyundadırlar. Bu safhada başlayan otlatmaya, aralıklı veya aralıksız olarak, kış aylarından 3 - 4 hafta öncesine kadar devam edilebilir. Bu süre içerisinde usulüne uygun otlatmalar mera bitkilerine zarar vermez.

Üniform Otlatma

Mera'nın her tarafının ve her bitkinin istenilen aynı oranda otlatılmasını ifade eden bir kuraldır. Üniform Otlatmanın yerine getirilmesi için merada; su, tuz ve ilave yemlerin uygun yerlere konulması gerekmektedir.

Yem Tipine Uygun Hayvanla Otlatma

Bu kural, mera vejetasyonunu en iyi değerlendirebilecek hayvan cinsi ile otlatılması esasına dayanır. Sığırlar buğdaygilleri, koyunlar baklagilleri ve diğer geniş yapraklı otları, keçiler çalı türlü ağaçları en iyi şekilde değerlendirirler.

Yabancı Ot Savaşı

Yabancı otlar, hayvanların sağlığına zararlı olan, hayvansal ürünlerin kalitesini olumsuz yönde etkileyen, ortamın verimli bir şekilde kullanılmasını engelleyen ve yönetim planlarının uygulanmasını zorlaştıran bitkilerdir. Yabancı bitki türleri çok çeşitli olup en önemlileri, sütleğen, sığırkuyruğu, deli çakşır, kantaron, imam kavuğu vs. dir. Meralarda ortaya çıkan yabancı otlar, zehirli bitkiler ve çalılar erozyona sebep olmayacak şekilde mekanik ve kimyasal yolla yok edilmelidir.

Yakma

Bazı ülkelerde yakma bir mera ıslah yöntemidir. Yabancı otları öldürmek, yem verimini artırmak ve otlatma kapasitesini yükseltmek için meralar yakılmaktadır. Bu yöntem genellikle yağışlı ve ılıman bölgelerde uygulanmaktadır. Kurak ve yarı kurak olan ve çoğunluğu serin mevsim bitkilerinden meydana gelen ülkemiz meralarında bu yöntem elverişli değildir.

Tohumlama

Sadece otlatmanın düzenlenmesiyle ıslahı mümkün olmayan meralarda suni tohumlama ile meralar ıslah edilir. Bu işlem çeşitli şekillerde yapılabilir. Kısmi toprak işlemesi ile tohum takviyesi yapılabilir veya vejetasyon tamamen sürülerek yeniden tohum ekilmek suretiyle yeni bir bitki örtüsü ile suni mera tesis edilebilir.

Gübreleme

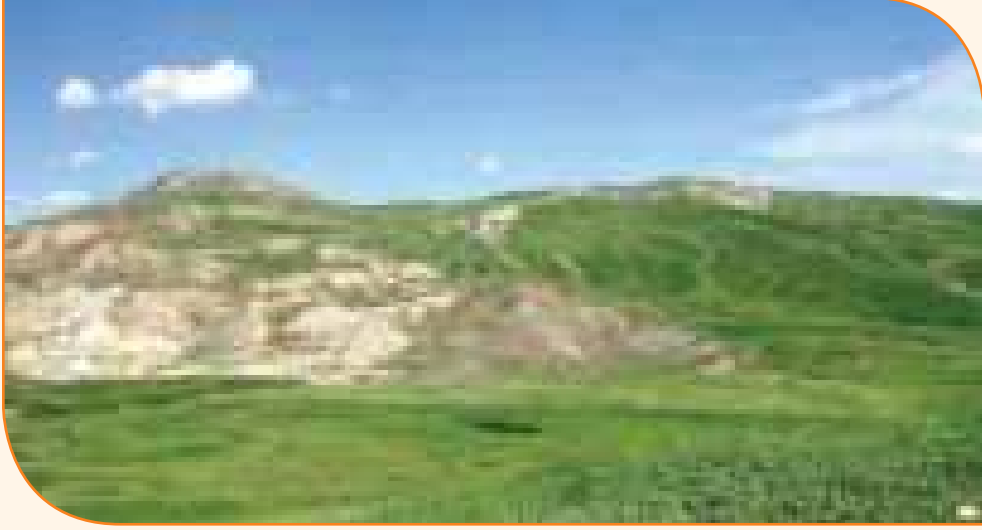
Çayır ve meraların gübrenmesi en iyi ıslah metotlarından birisidir. İyi ve çok iyi durumdaki meralarda verimi artırmak için yapılır. Orta ve zayıf durumda bulunan meralarda da olumlu sonuçlar verebilir. Ancak kurak ve yarı kurak bölgelerde her zaman ekonomik olmayabilir.

Teraslar

Merada yüzey erozyonunda en etkili önlem, bitki örtüsünün geliştirilmesidir. Birçok buğdaygil bitkileri toprağın su tutma kapasitesini önemli ölçüde artırır. Ancak aşırı tahrip edilmiş, erozyon sahasına dönüşmüş meralarda kısa sürede ot vejetasyonun geliştirilmesi mümkün olmadığında, erozyonun ve selin önlenmesi için teraslamalara ihtiyaç olabilir. Teraslar, eğimli arazilerde yağış sularının aşağı doğru akarak kaybolmasının önlenmesi, yağışın yüzeysel akışa geçmeden olduğu yerde tutulması amacıyla yapılan su koruma tesisleridir. Meralarda, arazi eğimi, yüzeysel akış hızı ve belirli bir zamandaki yağış miktarları, teras sisteminin kurulmasında en önemli verilerdir. Mera bir taşkın havzasının içinde bulunuyorsa meranın uygun yerlerindeki teraslama, selin ve taşkının önlenmesinde en önemli faaliyet olarak görülmelidir.

Teraslamalar, yamacın yukarısından başlamalı ve aşağı doğru devam etmelidir. Mera terasları hayvanların otlamasına mani olmamalıdır. Dik tümsekli teraslar yerine yassılaştırılmış teraslar, devamlı teraslar yerine şaşırtmalı kesik teraslar yapılmalıdır.

Teras sistemi, başlangıçta geçici bir süre ot miktarını azaltır. Bu olumsuz etkiye karşılık meranın uygun yerlerine ot ekimi yapılmalı ve tarım alanlarında fiğ, yonca ve korunga gibi yem bitkileri üretimi teşvik edilmelidir.



Resim 3.61: Merada Yamaç Islahı, Teraslama, Ağrı - 2014



Resim 3.62: Merada Yamaç Islahı, Teraslama, Hayvan Geçit Yerleri, Ağrı - 2014

Hendekler

Yüzey akışının engellenmesi ve yağış sularının toprakta daha çok tutulması amacıyla toprak yüzeyinde belirli şekil ve sıklıkta çukurlar açılmasına hendek veya gözleme denilmektedir. Açılan bu çukurlar suyun toprak yüzeyinde birikimini ve toprağa girişi için uygun süreyi uzatır ve topraktan olan buharlaşmayı azaltır.

Hendekler, özellikle kurak ve yarı kurak meralarda doğal tohumlamada başarının temel şartıdır. Hendek açılan meralarda zaman içerisinde erozyon azalır, üretim gücü yüksek bitkiler %30 - 50 oranında çoğalmaya başlar ve böylece doğal tohumlamaya uygun bir ortam hazırlanır. Ancak aşırı otlatma yapılan meralarda uygulamadan sonuç alınabilmesi için otlatma planlamasına ihtiyaç vardır.

Hendekler, meranın durumuna, yağış miktarına ve toprak işleme makinesine bağlı olarak, 100 - 150 cm aralıklarda, 50 - 60 cm uzunluğunda, 15 - 20 cm genişliğinde ve 10 - 12 cm derinliğinde tesviye eğrilerine paralel bir şekilde açılırsa yağış suları bu hendeklerde tutulur. Hendekler, kumlu ve çok kumlu arazi yapılı meralarda, çok taşlı, kayalık, çalılı, yabancı otlara sahip mera sahaları ile iyi ve çok iyi meralarda uygun değildir.

Derin Yırtma

Yüzey akışını ve sel oluşumunu önlemek, toprakta depolanan su miktarını artırmak, sıkışmış toprakları havalandırmak ve daha iyi kök ve bitki gelişmesini temin etmek amacıyla tesis edilirler. Riperle sert toprak tabakası belirli aralıkla yırtılır. Böylece hem toprakta suyun muhafazası sağlanır hem de bitki kökleri kolayca toprağa, girer ve sonuçta meranın verimi artar.

Yapılan bir araştırmada, derin yırtma ile sık bitki örtüsü 106.5 kg/dekardan 158.1 kg/dekara, seyrek bitki örtüsü de 36.6 kg/dekardan 84.6kg/dekara yükselmiştir (White ve ark.). Ancak arazi, toprak ve iklim şartlarının iyi olmadığı meralarda, derin yırtma ile her zaman iyi sonuç alınmamaktadır. Bu durumda yırtma ile birlikte tohumlama yapılmasında fayda görülmektedir.

Su Yayma

Su yayma setleri, az meyilli meralarda yüzey akışı ile meydana gelen taşkın sularının zararını önlemek, taşınan toprak miktarını azaltmak, merayı sulamak amacıyla tesis edilirler. Böylece, erozyon ve sel önlenir. Derelerden gelen fazla sular zararsızca daha geniş bir alana yayılarak bitkilerin kullanımına sunulur. Bu uygulama ile meraların ot verimi 4 - 10 kat artırılmakta ve merada yeşil yem dönemi 1 ay uzatılmaktadır (Bakır, 1985).

Su yayma setleri, 100 - 120 cm uzunluğunda ve 50 cm yüksekliğinde tesis edilirler. Setlerin bozulmaması için otlandırılır ve arkası mevcut taşlarla sağlamlaştırılır.

Taş Toplama

Erozyonla yüzey toprağını belirli ölçüde kaybetmiş meralarda alttaki taşlar yüzeye çıkmaktadır. Bu taşlar bitkilerin normal gelişimini engellemek suretiyle meranın bitki ile kaplı alanını azaltır.

Ayrıca, merada otlayan büyük baş hayvanların hareket faaliyetlerini engeller. Keçi ve koyun gibi küçükbaş hayvanlar fazla etkilenmese de özellikle, kültür ve melez sığırlar, yüzey taşlarından daha çok etkilenirler.

Az sayıdaki taşlar genellikle toprak neminin yükselmesine ve nemin toprakta daha uzun süre kalmasına ve bitkilerin daha gür gelişmesine yardım ederken, büyük ölçüde ve yaygın halde bulunan çok sayıdaki taşlar, merada oldukça geniş yer tutar, işgal ettikleri yerlerde ot bitmesine engel olurlar. Ayrıca ani sağanaklarda yüzey akışını çoğaltırlar. Bu durumda taşların toplanarak uygun yerlere yerleştirilmesinde fayda görülmektedir. Taşlık alan düz ise toplanan taşlar, meranın kayalık ve sığ topraklı kısmına yerleştirilir, mümkünse meranın oyuntu rehabilitasyonun da kullanılır. Toplanan taşların meradan uzaklara taşınması ekonomik değildir.

Taşlık alan meyilli ise, toplanan taşlar tesviye eğrilerine paralel ve şaşırtmalı olarak, 10 metre uzunluğunda, 40 - 60 cm eninde ve yüksekliğinde 4 metre aralıklarla yerleştirilmelidir. Böylece yüzeyden akan sular taş kordonlar tarafından tutularak hızı kesilir, erozyon azalır ve bitkiler çok daha iyi gelişir.



Resim 3.63: Merada Taş Temizliği, Hayvanların Rahatça Dolaşabilmesi İçin Taşlar Aralıklı Dizilimlidir. Erzurum - 1999

Oyuntu Tahkimi

Oyuntu, yüzeysel akıma geçen suların aşındırmasıyla oluşmuş, bazen derinliği ve genişliği birkaç metreye ulaşan meyilli çukurluklardır. Oyuntular özellikle yarı kurak bölgelerde daha sık görülen, bitki örtüsünden mahrum kumlu, milli ya da gevşek malzemeden oluşan yamaçlarda, suyun yüzeysel akıma geçmesi ve kum ve mil boyutundaki malzemeleri kolaylıkla taşınmasıyla oluşur.

Merada derinliği 30 cm geçmeyen küçük boyuttaki oyuntu erozyonu teraslama veya taş kordon yapımı ile önlenabilir. Orta boyuttaki oyuntularda harçsız, daha büyüklerinde ise harçlı tesislerle erozyon ve sel önlenir. Bu konuda geniş bilgi 2.2. de verilmiştir.



Resim 3.64: Merada Oyuntu Rehabilitasyonu, Ağrı - 2014

İçme Suyu

Yaylada yaşayan insanların ve hayvanların içme, kullanma ve temizlikleri için temiz ve bol suya ihtiyaç vardır. Meralarda su ihtiyacı genellikle su kaynaklarından ve akarsulardan temin edilir. Hayvanlar temiz ve uygun mesafede içme suyu bulamazlarsa meradan tam olarak yararlanamazlar. Genel olarak sığırlar günde 2 - 4, koyun ve keçiler ise 1 - 2 defa su içler. Otlayan hayvanların su tüketimi ile gelişmeleri arasında sıkı bir ilişki vardır.

Akarsular gibi içme suyu kaynağı bulunmayan meralarda daha uzaklardan su getirmek üzere sıvatlar yapılır. Kar ve yağmur suyundan faydalanmak için göletler inşa edilir.

Su kaynakları meradan çok uzak olması halinde borularla getirilmelidir. Getirilen su meranın uygun bir yerine depo yapılmak suretiyle evlere ve sıvatlara içme suyu olarak verilmelidir.

Su içme sıvatları meranın her tarafından kolayca gidilecek bir uzaklıkta ve uygun bir dağılımda olmalı ve su için uzak mesafelere yürümemelidir. Su içme yerleri bir yere toplanırsa suya yakın yerler fazla otlatılır ve mera bozulur.

Sıvatlar, gölgelik yakınlarına ve meranın zayıf yerlerine inşa edilmelidir. Suyun son yalaktan aktığı, biraz uzak mesafeye, suyu seven ve gölge oluşturabilecek bitkiler dikilmelidir. Böylece hayvanlara hem gölgelik oluşur, hem de bataklık ve çamur oluşması engellenir.

Şayet fidan dikilmeyecekse su içme çevrelerinin çamur ve bataklık haline gelmemesi için fazla sular bir boru ile daha uzak bir yer akıtılmalı ve sıvat kenarları da beton bir döşeme ile kapatılmalıdır.

Sıvatlara konulacak oluk sayısı, oluğun hacmine, suya gelecek hayvan sayısına ve sıvata gelecek suyun miktarına bağlıdır. Su yeterli ise, olukların miktarı ve hacmi, hayvanların suya indiği andan itibaren dinlenme süresinin sonuna kadar içme suyu ihtiyacını karşılayabilmelidir. Hayvan sayısı fazla ve su miktarı az ise oluk sayısı artırılmalıdır. Sıvata gelen su fazla ise oluk sayısı azaltılabilir.

Ancak oluk sayısının hesabında kaynak sularının azaldığı ve hayvanların su ihtiyacının arttığı yaz aylarında su kaynağının bir günde sağladığı suyun doldurabileceği oluk sayısını geçmemelidir. Sıvatların boyu ve derinliği, küçükbaş hayvanların da rahatlıkla su içebileceği yükseklik ve derinlikte olmalıdır.

Memba suyu bulunmayan, buna karşılık yer altı suyu bulunan yerlerde, su kuyusu açılmalı, sular güneş panelli dalgıç pompa ile sıvata akıtılmalıdır. Yüzeysel yağmur sularının sarnıçlarda toplanması veya küçük göletler inşa edilmesi suretiyle de meraların su ihtiyacı karşılanabilir.



Resim 3.65: Merada Mevcut Su Kaynaklarına Sıvatlar Yapılmalıdır. Berendi Köyü Yaylası - Ayrancı - 2014



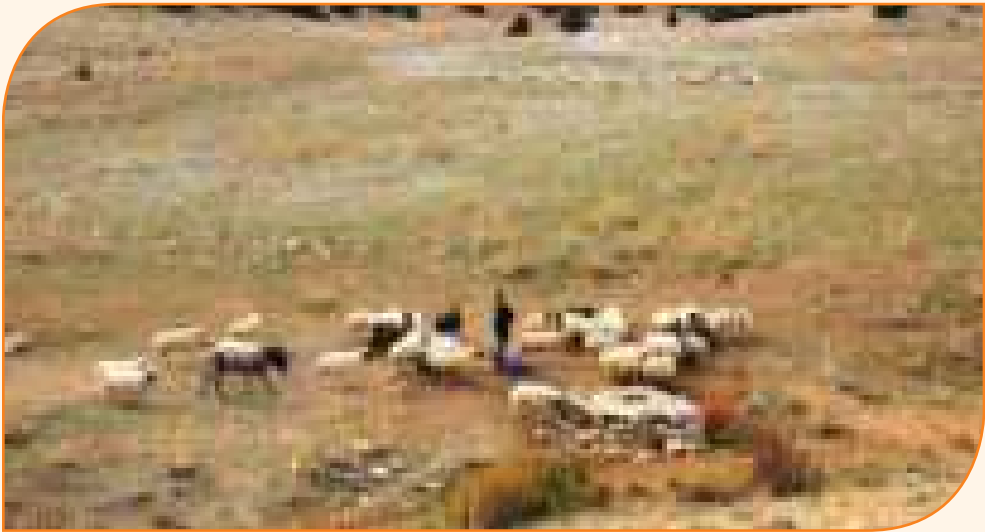
Resim 3.66: Betondan Yapılmış Sıvat, Göksu Havzası - Taşkent - Konya - 2014



Resim 3.67: Kütükten Yapılmış Sivat, Şavşat Merası - 2013

Su Kuyuları

Yüzey suları bulunmayan veya suyu çok kıt olan meralarda, hayvan suyu ihtiyacı için kuyu açmak suretiyle, yüzeye yakın taban sularından faydalanmak mümkündür. Merada en az sayıda kuyu açılmalı, kuyuların meraya dağılımına iyi karar verilmelidir. Kuyudan çıkarılan sular kuyunun yakınına yapılacak bir sivata akıtılmak suretiyle hayvanlara verilmelidir. Kuyudan su çıkarmada güç kaynağı olarak güneş enerjisinden faydalanmalıdır. Bu sistemde su, önce bir depoya alınmalı, daha sonra da sivatlara akıtılmalı veya su, doğrudan sivata akıtılmalıdır. Su depoları, merada ihtiyaç duyulan 2 - 3 günlük su ihtiyacını karşılamalıdır.



Resim 3.68: Meradaki Mevcut Su Kuyularına El Tulumbası veya Güneş Panelli Dalgıç Pompa Konulmalı ve Önünede Su Deposu ve Sivat Yapılmalıdır. Tulumbası Olmayan Su Kuyusu, Çatköy Yaylası - Ayrancı - Karaman - 2014



Resim 3.69: Su Tulumbası ve Sıvıtı Bulunan Su Kuyusu, Ahırdağı Merası Yedikuyular Mevkii - Kahramanmaraş - 2008

Göletler

Göletler, akan suların önüne bir set çekilmek suretiyle tesis edilirler. Kışın toplanan su, suyun kıt olduğu mevsimde hayvanlara verilir. Yapılacak gölet, merada otlayan hayvanların su ihtiyacını karşılayacak büyüklükte olmalıdır.

Hayvanların su içmesini kolaylaştırmak ve kolayca suya ulaşımı sağlamak amacıyla göletin uygun yerine taş veya betondan rampa yapılmalıdır. Ancak hayvanlar su için gölete gireceklerinden suyun kirlenmesine ve bazı hastalıkların ortaya çıkmasına neden olunacaktır. Bu nedenle göletteki suyun bir boru ile gölet dışında inşa edilen bir sıvata akıtılması çok daha faydalıdır. Bu şekildeki sıvatlara bir vana konulması halinde sudan azami tasarruf da sağlanmış olur.



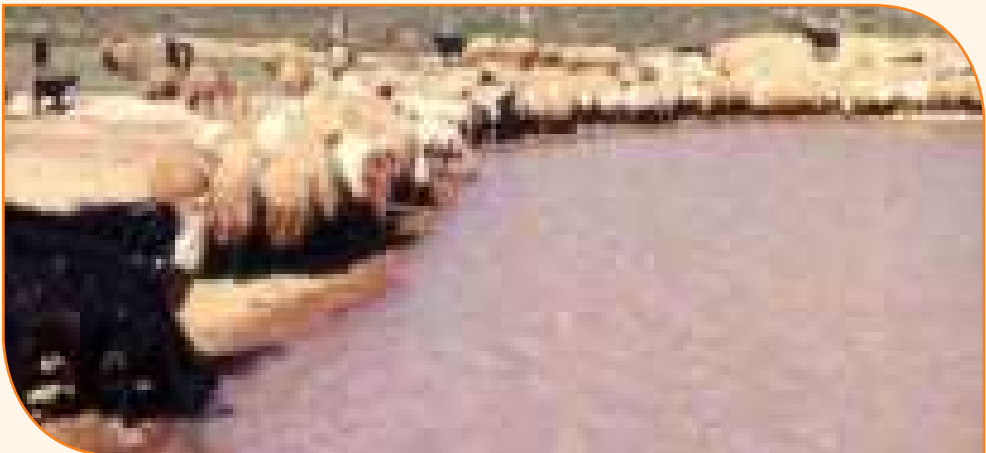
Resim 3.70: Küçük Boyutta İnşa Edilen Hayvan İçme Suyu Göletti, Sorgun Merası - Erdemli - 2015



Resim 3.71: Meranın Su İhtiyacının Sağlamak Amacıyla İnşa Edilen Hayvan İçme Suyu Göletinin İnşa Edildiği Zamanı, Ahırdağı - Kahramanmaraş -1998



Resim 3.72: Göletin bitirilmiş Durumu, Ahırdağı - Kahramanmaraş - 1998



Resim 3.73: Bugünkü Kullanılma Durumu, Ahırdağı - Kahramanmaraş - 2003

Drenaj

Drenaj, aşırı suyun topraktan veya toprak yüzeyinden doğal ve yapay olarak uzaklaştırılmasıdır. Mera ve çayırda aşırı su, yüzey ve yer altı drenajı şeklinde boşaltılır. Taban meralarının bazı yerlerinde su akıntısı olmadığından bataklık şeklinde su birikintileri bulunur, bu gibi yerlerde hayvanların yemediği yabani bitkiler yetişir.

Bu suların bir kanal vasıtası ile akıtılması ile toprağın yapısı ıslah edilir, yarayışlı bitkiler gelişir, meranın ot verimi artar, tahliye edilen suyun bir sıvata akıtılması ile hayvanların içme suyu da temin edilmiş olur. Yer altı drenajı, yüzey drenajından daha fazla suyu topraktan uzaklaştırır. Bu drenaj, bitkilerin kullandığı suyu değil, yalnızca aşırı suyu tahliye eder.

Kapalı drenaj, tarımsal faaliyetleri engellemez, taban suyu seviyesini düşürür, toprak yapısını ıslah eder, toprakta havalanma artar.

Hayvan Ağılı

Ağıllar genellikle uzun çatısı uygun bir malzeme ile kapatılmış, tabanda ortaya doğru hafifçe eğimli iki platformlu ve ortada hem gezmeğe hem de temizliğe elverişli bir kanalı bulunan yapılardır. Duvarlara yemlik ve hayvanların bağlanmasına yarayan halkalar yerleştirilmiştir.

Yaylada ağıllar açık ve kapalı olarak yapılabilir. Yazlık ağıllarda kapalı alan genellikle yoktur. Ağılın etrafı taş duvar, demir veya tahta çitle çevrilir ve gece hayvanlar burada tutulur. Böylece sürünün gece bir yer gitmesi engellenir ve yırtıcı hayvanların saldırılarından korunur. İklimin müsait olduğu yerlerde küçükbaş hayvanlar merada bütün yıl kalabilir. Bu durumda kapalı ağıllara ihtiyaç vardır.

Sıcak havalarda hayvanların kapalı alanın dışında yatabilmesi ve ilave yemlemenin yapılabilmesi için de kapalı alanın dışına bir de uygun bir malzeme ile avlu tesis edilir.

Ağılın eni ve genişliği, barınma sistemine hayvan sayısına ve ağılın havalandırmasına bağlı olarak inşa edilmelidir. Ağılın tabanı beton olabileceği gibi ahşap da olabilir. Taban yıkandığı zaman sular bir kanalla akıtılacak şekilde yapılmalıdır.

Yaylalarda ağılların bulunması merada kalma süresini uzatır, böylece meradan daha fazla yararlanılmış olur ve kışlık yem ihtiyacı da azalmış olur.



Resim 3.74: Kapalı Alanı ve Önünde Açık Avlusu Bulunan Hayvan Ağılı, Taşkent - Konya - 2014



Resim 3.75: Yaylada Taştan Yapılmış Hayvan Ağılı, Taşkent - Konya - 2014



Resim 3.76: Uygun Malzemelerle Yapılmış Hayvan Ağılları, Sorgun Yaylası - Erdemli - 2015



Resim 3.77: Merada Doğal Olarak Bulunan Mağaraların Genişletilmesi İle Tesis Edilen Kapalı Hayvan Barınakları, İlyaslı Köyü Merası - Şuhut - Afyon - 2014



Resim 3.78: Yaylada Yazlık Hayvan Ağılı ve Ev, Şavşat - 2013

Mevcut Hayvan Ağılarının Modern İhtiyaca Göre Yenilenmesi

Yetersiz olan hayvan ağılarına havalandırma, ışıklandırma, yemlik ve suluk yapılmalı ayrıca köylerde uygun yerlere de gübre toplama merkezi tesis edilmelidir.



Resim 3.79: Yenilenmeye İhtiyacı Olan Hayvan Ağılı, Taşkent - Konya - 2013

Sundurma

Sundurmalar, çatısı ve üç tarafı kapalı ön tarafı açık yapılardır. Güneye bakan ve iyi drene edilen sundurmalar, hayvanları soğuk ve yağıştan korurlar. Sundurma tesisinde büyükbaş için 2.8 m², küçükbaş hayvanlar için 1.4 m², alana ihtiyaç vardır.

Gölgelik

Sıcak bölgelerde mera hayvanlarının günün sıcak saatlerinde dinlenmeleri ve serinlemeleri için gereklidir. Hayvanlar, otladığı yere yakın serinleyeceği bir yer bulamazsa uzun mesafe yürüyerek serin bir ararlar. Bulamadıkları takdirde strese girerler ve sonuçta verim güçleri olumsuz etkilenir.

Doğal gölgelikler, merada bulunan mevcut ağaçlar gölgelik olarak kullanılır. Bu ağaçların uygun yerlerde bulunması halinde gölgelik için en ucuz ve en iyi olanıdır.

Sabit ve taşınabilir gölgelik, üstü uygun malzeme ile kapatılmış ve dört tarafı açık tesislerdir. Bunlar sabit yapılacağı gibi hayvan hareketlerine bağlı olarak yerleri değişebilen şekilde yapılabilir. Bu durumda çatı ve direkler sökülüp taşınabilecek malzemeden tesis edilirler. Taşınabilir gölgeliklerin bir faydası da hayvan gübresi birikimini de önler. Sabit ve taşınabilir gölgeliklerin çatısı yöreye uygun malzemelerden yapılmalıdır. Çatı malzemesi olarak ahşap, bez ve branda en iyisidir. Çatı örtüsü kışın toplanabilir ilkbaharda tekrar kurulur.

Gölgelik için yer seçimi önemlidir. Normal olarak hayvanların otlamada pek tercih etmedikleri yerleri cazip hale getirmek için buralara gölgelik yapılabilir. Hayvanlar gölgeliğe gelip giderken buraları otlayabilir. Ancak bu durum çobanla otlatılan meralar için geçerli olabilir. Mümkün olduğu ölçüde gölgeliklere sıvat da eklenmelidir.

Gölgeliklerin büyüklükleri hayvan cinslerine göre değişir. Genel olarak büyükbaş hayvanlar için 3,7 - 4,7 m² alan yeterlidir.

Meraya Ulaşım Yolu ve Mera İçi Yolları

Yaylaya göçün çıkması ve inmesi, yaylada kalanların çeşitli ihtiyaçlarının sağlanması, yaylada üretilen süt ve peynir gibi üretilen ürünlerin pazara taşınması, hastalanan hayvanlara ve insanlara rahatça veteriner hekimin ve doktorun gelmesi için meraya ulaşım yollarına ihtiyaç vardır.

Ayrıca, merada hayvanların su kaynaklarına, gölgeliklere ve ulaşamadıkları alanlara gidebilmeleri için de mera içi yollara ihtiyaç vardır. Ancak mera içi yollarının yapımında çok dikkatli olunmalıdır. Lüzumsuz yol yapımları mera alanlarını azaltır ve meyilli yerlerde ise erozyonu artırabilir.

Tuzluk ve Yemlikler

Merada otlayan hayvanlardan optimum düzeyde hayvansal ürün sağlamak için ihtiyaçları olan tuzu düzenli bir şekilde almaları gerekmektedir. Hayvanların tuz ihtiyacı, içtikleri suyun ve yedikleri yemin tuz kapsamı ile yedikleri otun büyüme çağına göre değişir. Tuz ihtiyacı karşılanmayan hayvanlarda diğer ihtiyaçlar tam olarak sağlansa bile hayvanlardan yeterli verim alınamamaktadır. Hayvanlarda tuz ihtiyacı, sığırlarda yıllık 10 - 12 kg, koyun ve keçilerde yıllık 1 - 2 kg'dır.

Tuzluklar mera üzerinde uygun bir şekilde ve uygun mesafelerle dağıtılmalıdır. Hayvanlar merada tuzluk, suluk ve gölgeliklerin çevrelerinde daha çok vakit geçirirler. Tuzluklar sabit veya hareketli olarak yerleştirilir. Hareketli olması sabit olmasına nazaran daha iyidir. Bu sayede hayvanlara daha düzenli otlatma yaptırılır. Merada suluk ve tuzluk arasındaki mesafe, meranın durumuna bağlı olmakla birlikte genellikle düz alanlarda 500 metre, engebeli arazilerde 300 metre olmalıdır.

Merada ot miktarının ve ot kalitesinin düştüğü dönemlerde hayvanlara ilave yem verilmelidir. Bu dönemler genellikle otların kuruduğu yaz ve kışır. Düşen yem kalitesinde en fazla eksikliği hissedilen besin maddesi proteindir. Bu amaçla ilave yem, tuzla birlikte verilmelidir. Yurdumuzda tuz ve ilave yem genellikle hayvan barınaklarında verilmektedir.

Tuzluk ve yemlik, tahta, demir, taş ve beton gibi değişik maddelerden yapılmalı ve hayvanların kolayca ulaşabilecekleri yükseklikte, yemlerin ve tuzların yerlere dökülmemesi içinde belirli bir derinlikte tesis edilmelidir. Tuz ve yemliklerin büyüklükleri genellikle mevcut hayvan varlığına yetecek boyutta ve sayıda olmalıdır. Tuzluk ve yemliklerin tabanı yerden 20 - 30 cm. genişliğinde, 20 - 30 cm. derinliğinde ve 3 - 4 m. uzunluğunda inşa edilmelidir.



Resim 3.80: Saçtan Yapılmış Yemlik, Sorgun Yaylası - Erdemli - 2015



Resim 3.81: Betondan İmal Edilmiş Tuzluk

Çitler

Meranın çitle çevrilmesi, otlatmanın planlamasında ve meraya dışarıdan yabancı hayvanların girmesinin önlenmesi amacıyla tesis edilirler. Meraların parsellere ayrılması ve parseller şeklinde münavebeli otlatma yapılması, özel mülkiyetli, geniş arazili, zengin çiftliklere sahip, işgücünün pahalı ekonomik yönden gelişmiş ülkelerde daha yaygındır.

Kurak ve yarı kurak sahalarda Devlet ait arazilerde orta malı şeklinde, çobanla otlatılan düşük verimli köy meralarında, parselleme şeklinde çit tesisi, çitin sürdürülebilirliği ve önemli ölçüde yüksek maliyeti açısından zor, bu nedenle de gereksiz olabilir.

Ancak, meraların çitle çevrilmesi ve parseller şeklinde otlatma yapılması, maliyetin temin edilmesini ve köyde anlaşma sağlanmasını gerektirirse de meranın daha etkin kullanılması açısından, çok çeşitli faydaları bulunmaktadır.

Çitlerin çeşitli türleri bulunmaktadır. Bunlar içerisinde en önemlisi, demir ve beton direkli dikenli tel çitler, elektrikli çitler, tel kafes çitler, taş duvar çitler, canlı çitler v.s.

Koyun Banyoluğu

Mevcut koyunların temizliği ve yönlerinin kırpılmadan önce yıkanması için uygun yerlerde koyun banyoluğu gereklidir.



Resim 3.82: Koyun Banyoluğu

Kaşınma Kazığı

Merada otlayan hayvanlar yedikleri ottan en yüksek faydayı sağlayabilmek için mümkün olduğu kadar stresten uzak olmalıdırlar. Hayvanlar değişik haşerelerden rahatsız olduklarında huzursuz davranışlarda bulunabilirler ve kaşınma ihtiya ı duyarlar.

Kaşınma ihtiya ı hayvanlarda fizyolojik olarak oluşabildiği gibi sinek, arı ve diğer böceklerin etkileriyle de ortaya çıkabilmektedir. Bu ihtiya ını gideremeyen hayvanlar huzursuz olmakta ve meradan yararlanma randımanı düşerek verim güçleri azalmaktadır. Hayvanların bu ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla sağlam bir şekilde toprağa tespit edilmiş 1,5 - 2 metre boyunda, 0,25 - 0,30 metre çapında emprenye edilmiş kazıklar kullanılmalıdır. Kazıklara ve bunlara bağlı tellere, hayvana bulaşan ilaçlı yağlı materyal kullanılmalıdır.

Kaşınma kazıkları, hayvanların böcekten gidemedikleri yerlere, sıvatların yakınına, gölgeliklerin, ağılların girişine ve günün belirli saatlerinde hayvanların toplandıkları yerlere birden fazla yerleştirilmelidir.



Resim 3.83: Kaşınma Kazığı, Erzurum - 1996

Hastalık ve Zararlılarla Savaş

Mera bitkileri de diğer kültür bitkileri gibi hastalanabilir. Bunlarla mücadele etmek mera vejetasyonunun iyileştirilmesi için gereklidir.

Elektrik

Yaylada geçici bir süre kalan insanların bu süre içerisinde buzdolabının ve televizyonun çalıştırılması ile cep telefonun şarj edilemesi şeklindeki küçük boyutta elektrik ihtiyacının sağlanmasında çok çeşitli faydalar vardır. Elektrik ihtiyacı temin edildiği zaman yaylaya daha çok insan çıkar ve çıkan insanlar da daha uzun süre merada kalırlar. Bu ihtiyacın temin edilmesinde ise güneş panelli elektrik üretim tesislerinden faydalanılmalıdır.



Resim 3.84: Yaylada Güneş Panelli Elektrik Üretimi, Ahırdağı Merası - Kahramanmaraş - 2011

3.4. TARIM ALANLARI

TANIM

Tarım Alanı

Tarım alanı, toprak, topografya ve iklimsel özellikleri tarımsal üretim için uygun olup, hâlihazırda tarımsal üretim yapılan veya yapılmaya uygun olan veya imar, ihya, ıslah edilerek tarımsal üretim yapılmaya uygun hale dönüştürülebilecek arazilerdir.

Erozyon ve Sel Kontrolü Önlemleri

Erozyon ve Sel kontrolü tedbirleri, toprağın parçalanmasını ve sürüklenmesini önleyecek şekilde, bitkisel ve yapısal tedbirlerin uygulandığı bir arazi yönetimidir. Erozyon ve sel kontrolü tedbirleri, toprağın muhafazası için çok önemlidir. Çünkü sürdürülebilir arazi yönetimine toprak muhafaza çalışmaları sonucunda ulaşmak mümkündür.

Toprak Muhafaza Önlemleri

Toprak muhafaza, bozulmuş ve verimi kaybolmuş toprakların korunması ve yeniden üretime sokulması için uygun tedbirlerin alınmasıdır. Toprak muhafaza, sadece erozyon kontrolü tedbirlerini içermez, uygun arazi kullanımı ile başlayarak pek çok toprak koruma faaliyetlerini kapsar.

Toprak Muhafaza, toprağı doğru biçimde kullanmak demektir. Yani, toprağın vasfını ve devamlılığını tehlikeye atmadan kullanmaktır. O halde, toprak muhafaza, toprak verimliliğinin sürdürülebilir olmasıdır.

Toprak verimliliğinin sürdürülebilir olması ise erozyon kontrolü tedbirlerine, topraktaki organik maddenin varlığına ve toprağın uygun fiziksel özelliklerinin devamına bağlıdır.

O halde esas olan toprağın muhafazasıdır. Bu itibarla, toprak muhafaza, toprak verimliliğinin devamlılığıdır. Bunu başarmak için erozyon kontrolü gereklidir, fakat bu etkili olmayıp, buna ilave olarak, toprağın verimliliğini ihtiva eden, besin maddelerinin durumu, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin devamı da önemli görülmektedir. Ancak, bir toprakta bu özelliklerin tümünün devamı halinde, toprak muhafaza düşüncesinden bahsetmek mümkündür.

Toprak Muhafaza olayındaki prensipler, diğer doğal kaynaklar içinde geçerlidir. Mesela orman koruma ve muhafaza, ormanı kendi haline bırakarak, mevcut ağaçların tabii ömürlerinin sonuna kadar yaşatıp çürümelerine terk etmek değildir.

Korumanın amacı sistemli bir orman amenajman metodu ile ormanın devamlılığının sağlanarak düzenli bir şekilde üretimidir. Aynı şekilde ormanın muhafazası, ormanın yangından, aşırı otlatmadan, böcek ve mantar zararlılarından korumaktır.

Aynı olay meralar içinde geçerlidir. Meraların muhafazası, meraya hayvan sokulmasının önlenmesi demek değildir. Meraların otlatma kapasitesinin tayini ile meraların verimliliğinin tespit edilmesi ve meraların verimliliklerinin tehlikeye sokulmadan hayvan otlatılmasının yapılmasıdır.

Doğal kaynağı muhafaza etmek, onu kullanmak demektir. Fakat doğal kaynağı israf etmeden, vasfını bozmadan ve devamlılığını ve verimliliğini tehlikeye sokmadan kullanmaktır. O halde; Toprak Muhafaza, toprakların erozyonla taşınmasının önlenmesi, toprak verimliliğinin devamlılığı ve artırılması çalışmalarıdır.

Tarım Alanlarında Alınacak Önlemler;

3.4.1. Karma Üretim Sistemlerinin Uygulanması

Karma üretim sistemleri, bir arazi parçasında ekolojik ve ekonomik etkiler ve ilişkiler dikkate alınarak tarım, ormancılık ve hayvancılık uygulamalarının farklı yoğunlukta ve değişik kombinasyonlarda bir arada kullanılmasıdır.

Karma üretim sistemlerinde amaç; tarım, orman ve hayvancılığın bir arada aynı alan üzerinde veya yan yana yapılmasıyla araziden çok yönlü yararlanmak ve gelir düzeyini artırmaktır.

Bir başka ifade ile yerli halkın geleneksel ve kültürel yapısına uygun olarak, arazilerin verimliliğini ve üretimini artıracak şekilde, tarımı, ormancılığı ve hayvancılığı aynı zaman mekân düzeni içerisinde veya birbiri peşinden gelecek şekilde uygulayan bir **“arazi yönetim”** sistemidir.

Literatürde karma üretim sistemleri olarak; tarım ve ormancılığı kapsayan Agroforestry, ormancılık ve hayvancılığı kapsayan silvopastoral, her üç alanı kapsayan şekilde agrosilvopastoral sistemleri yerleşmiş bulunmaktadır.

Agroforestry, Aynı alan üzerinde tarımsal ürünler ve ağaçların beraberce kullanıldığı, sosyal, ekonomik ve çevresel faydalar sağlayan bir sistemdir. Agroforestry sistemlerinde kullanılan ağaçların çoğunluğu çok amaçlıdır. Bu ağaçların amacı, toprağı islah eder, meyve, hayvan yemi, yakacak ve yapacak odun sağlar ve rüzgar etkisini azaltır.

Silvopastoral sistem, aynı saha üzerinde ağaçlarla otlatma alanlarının birlikte bulunduğu ve her iki kaynaktan beraberce yararlanmayı öngören yönetim sistemidir. Ağaçlar, odun ihtiyacını temin eder ve aynı zamanda, hayvanlara gölge ve koruma sağlar.

Agrosilvopastoral sistem, aynı arazide tarım, ormancılık ve mera faaliyetlerinin bir arada yürütüldüğü bir sistemdir.



Resim 3.85: Karma Üretim Sistemine (Silvopastoral) Bir Örnek - 2012

3.4.2. Havza Bazında Entegre Planlama ve Uygulama

Toprak muhafaza ve sel kontrolü uygulamaları; iyi bir koordinasyon, havza bazında, entegre ve katılımcı planlama çalışmaları ile yürütülmelidir. Havza bazında entegre planlamada, sürdürülebilir bir yönetime ulaşmak üzere çeşitli yatırımlar yaparak havzalar iyileştirilmektedir. Bunlar, degrade olmuş alanlarda doğrudan doğruya erozyon ve sel kontrolü tesisleri ve yeniden ormanlaştırma yatırımlarından, kuru ve sulu teraslar yaparak, tarımda verimin artırılmasına yönelik çeşitli yatırımlara kadar değişebilmektedir. Genel olarak bu çeşit projelerde, yatırım maliyetleri proje tarafından karşılanmaktadır. Bazı şahıs arazilerinin geliştirilmesi ile ilgili faaliyetler ise, havzadaki arazi sahiplerinin azami katılımı öngörülerek maliyetler paylaşılmaktadır. Amaç, çalışmalar tamamlandıktan sonra köylü ve çiftçilerin o tesislere sahip çıkmasıdır.

Planlama ve uygulamada, tarımda yenilik, ileri hayvancılık teknikleri ve toprak işleme yöntemlerinin tanıtımı ile havza insanının gelir ve refahını artırmak ve uzun vadede sağlıklı bir çevrenin sürdürülebilmesine yardımcı olacak diğer değişimler tanıtılmakta ve öğretilmektedir. Bu şekildeki “bilgiye dayanan” gelişmeler önceden belirlenen hedef gruplara yöneltilmekte ve öğretilmekte ve sürdürülebilir olma niteliğine önem verilmektedir. Havza halkının bu gelişmeleri uygulaması ve kabulü yaşamsal öneme sahiptir. Böylece proje sona erdikten sonra da bu yöntemlerin ve değişimlerin kullanılmaya devam edileceği düşünülmektedir.

Entegre havza planlaması, yerelde talep bazında, tabandan-yukarıya doğru, katılımcı ve sürdürülebilir bir sel kontrolü ile ormanların, meraların ve tarımın geliştirilerek yörede yaşayan insanların gelirlerinin artması ile ilgili çeşitli faaliyetlerin tasarım ve uygulama yöntemlerinin geliştirilmesini yaygınlaşmasını da sağlayacaktır.

Bu açıdan gelir artırıcı ve seli önleyen çalışmalar entegre faaliyetler olup Devlet kuruluşları ile havza insanları arasındaki katılımın odak noktasıdır.

3.4.3. Arazilerin Kabiliyet Sınıfına Göre Kullanılması

Arazi sınıflaması, toprak bozulmasına neden olmayacak şekilde, arazinin en uygun kullanım şeklini belirlemek için kullanımı ve korumayı bir araya getirerek temel toprak etütlerine ve iklim koşullarına dayalı yapılan bir arazi planlamasıdır.

Arazilerin, arazi kabiliyet sınıflamasına göre kullanılması durumunda, arazilerin bozulmaması ve niteliklerinin kaybolmaması gerekir. Uygun arazi kullanımında, arazilerin kabiliyet sınıflandırılmasına göre kullanılması, yani arazi tarım alanı ise tarım, orman alanı ise orman, olarak kullanılması, uygun arazi kullanımı için ön şarttır. Uygun arazi kullanımı, arazinin en karlı şekilde kullanımı değil, belli gelir ve üretim seviyesini sürdürebilme şeklinde kullanımıdır.



Resim 3.86: Sürdürülebilir Bir Havza İçin Arazilerin Kabiliyet Sınıflarına Göre Kullanılması Gerekir.
Göksu Havzası - Taşkent - 2014

3.4.4. En Az Düzeyde Toprak İşlemeli Tarım

En az düzeyde toprak işleme; yetiştirilecek bitkinin gelişmesini önlemeyecek şekilde en uygun zamanda ve sayıda yapılan toprak işlemesidir. Toprak işlemesinde, toprağı alt üst etmeyen ve devirmeyen toprak işleme aletleri kullanılmalıdır. Kısmen toprak yüzeyinde sırtlar ve kesekler oluşturarak toprak işlenmelidir. Sıkça toprak işlenmemelidir. Tohum yatağı hazırlamada tek bir sürüm yapılır.

3.4.5. Tesviye Eğrilerine Paralel Tarım

Eğimli arazilerde toprak tesviye eğrilerine paralel olarak sürülmelidir. Tesviye eğrilerine paralel sürüm, ekim ve dikim dolayısıyla, yüzeysel akış ve toprak ve bitki besin element kaybı azalır, toprak rutubeti ve ürün verimi artar.

3.4.6. Şeritsel Tarım

Birbirini takip edecek şekilde eğime dik yönde şeritler halinde bitkilerin yetiştirilmesi esas alan bir üretim metodudur. Şeritlerin her birinde başka bir bitki ekimi(baklagil-hububat veya nadas-hububat) planlanır.

Şeritsel tarım, %15 eğime kadar uygulanmalıdır. Şerit tarımında şerit genişlikleri, arazinin eğim derecesine, uzunluğuna ve toprağın geçirgenliğine bağlı olarak değişir. Şeritsel ekim yolu ile yüzey akış ve dolayısıyla toprak kayıpları azalır.

3.4.7. Ürün Rotasyonu

Rotasyonlu ürün yetiştirmek, sık bir örtü oluşturarak toprağı koruyan buğdaygil ve baklagil bitkileri ile toprağı daha az koruyan çapa ve endüstri bitkileri nadas sisteminin uygun bir sıra halinde yenilenecek uygulanmasıdır.

3.4.8. Bitki Artıklı Tarım

Hasattan sonra tarlada kalan bitkisel artıklar toprak üzerinde tutularak ya da toprak içerisine karıştırılarak olursa anızın toplanarak yakılmasına göre toprağın korunması açısından önemli yararlar sağlamaktadır.

3.5. RÜZGÂR EROZYONUNDAN ETKİLENEN ALANLAR

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

Tarımsal ürünün baş düşmanı rüzgârdır ve onunla mutlaka savaşılmalıdır. Rüzgârın zararlı etkilerini, bitkinin büyümesi esnasında toprağın hızla kurumasında aramalıdır. Saniyede 3 metre üzerinde esen şiddetli rüzgârlar, buharlaşmayı artırdığı için zararlıdır. Bu esnada bitkiler gözeneklerini kapatırlar ve böylece asimilasyon olayı da meydana gelmez.

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.

Deneyler göstermiştir ki rüzgâr koruması altındaki patates tarlalarında toprak rutubeti %14-43 oranında, korumasız tarlalardan daha yüksektir. Bu durumda bitkiler toprakta depo edilen suyu, özellikle yaz sıcaklığında büyüme için kullanmakta ve bitki yaz kuraklığını kolayca atlatabilmektedir. Öyle ki bitkiler bu zaman esnasında büyümeyi durdurmamaktadırlar.

Bitkiler fotosentez için karbondioksit ihtiyaçları vardır. Bitkiler bunu, havadan absorbe ederler. Karbondioksit miktarı mevcut organik bitkilerin çürümesinden ve humusun toprakta yanmasından dolayı toprağa yakın yerlerde daha yüksektir. Şayet rüzgâr, karbondioksiti topraktan uzaklaştırırsa, bitkinin fotosentez için karbondioksit alımı azalır. Böylece asimilasyon yavaşlar ve bitki büyümesi engellenmiş olur.

Su bitki hayatını etkiler. Toprakta su minimum sınırından aşağıya düşünce bitkinin yetişmesi güçleşir. Güneş altındaki toprakta su buharlaşır. Isınmış bulunan hava tabakaları topraktan ayrılır, yükselir ve topraktan çıkmış bulunan su buharını da birlikte götürür.

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. Mesela, rüzgâr hızı 4 m/sn ise, buharlaşan su miktarı 2 kg/m²/gündür, rüzgâr hızı 16 m/sn ise, buharlaşan su miktarı 4 kg/m²/gündür.

İşte kuvvetli rüzgarlar bitkinin büyümesini bu şekilde engellemektedir. Hâlbuki rüzgâr koruma tesisleri, mahsulün yetiştiği tarlanın hava ve toprak şartlarını bitki lehine faydalı olacak şekilde etkiler ve optimal büyüme şartlarını meydana getirir.

Toprakta rutubetin muhafaza edilmesi ve bitkilere ihtiyacı olan suyun verilmesi yönünden yağmurlama tesisleri de önemlidir. Rüzgâr korumalı tarlalarda yağmurlama tesislerinin kullanılması halinde, su masrafları daha düşüktür. Ayrıca, hava ortamının rüzgâr şeritleriyle düzeltilmiş olmasından dolayı da yağmurlama şeklindeki sulama bitkilere daha faydalı etki yapabilmektedir.

Köylerde hayvanlar yazın meraya çıkartılırlar. Rüzgar korumalı orman içi meralar hayvanların sıhhatini ve verim gücünü olumlu şekilde etkiler. Çünkü günün en sıcak saatlerinde meradaki hayvanlar, mevcut ağaçların altında geviş getirmek suretiyle dinlenirler. İspat edilmiştir ki hayvanların gölgede dinlenmesi süt verimini artırır. Hatta böyle yerlerdeki meralarda ve çayırarda ot verimi yüksek ve otun besleyici değeri de fazladır. Bu sebepten dolayı orman içi meralarda ve rüzgar şeritli orman dışı meralarda sığır yetiştiriciliği ekonomik bir işletme şeklidir.

Korumasız orman dışı mera sahalarına, genellikle yetersiz ve besin değeri düşük otlar gelir. Bu yerlerdeki hayvanlar, yiyecek azlığından ve elverişsiz hava şartlarından dolayı daha sıhatsızdırlar. Bu nedenle korumalı meralara nazaran korumasız meralar daha az ekonomiktir. Korumasız meralar her türlü iklim şartlarından etkilenirler. Kurak yıllarda hayvanlarda zayıflık ve hastalıklar ortaya çıkar. Böyle arazilerde ekonomik hayvancılık zordur. Sıcak yaz günlerinde hayvanlar güneş altında yağışlı günlerde ise ıslak çiğnenmiş çamur içinde kalırlar.

Tarla zararlılarıyla mücadelede ise, rüzgar koruma tesisleri çiftçiye en büyük destektir. Bu mücadelede zirai mücadele ilaçlar toprağa verilmekte, tarımsal ürün ve meyve ağaçları da ilaçlanmaktadır. Fakat sonunda, açık alanlardaki tarla zararlarının kökü hiçbir zaman kurutulamamaktadır.

Bilindiği gibi birçok faydalı kuş türleri, doğal olarak haşereleri yok ederler. Bu sayede zararlıları yok eden ilaçların kullanımını azaltmak mümkündür. Bütün kuşlar, yavrularını yetiştirmek, büyütme ve barındırmak için ağaç ve çalı gruplarına muhtaçtırlar. Bu nedenle, rüzgâr şeritlerinden mahrum geniş tarımsal alanlarda, zararlıları yok eden çok az kuş türleri bulunmaktadır. İşte böyle yerlerde köylü zararlılarla mücadele için hem çok ilaç kullanmakta ve bu iş içinde çok para harcamaktadır. Şayet yeterli rüzgâr koruma tesisleri dolayısıyla, çalılıklar fundalıklar ve yeterli ağaç grupları tesis edilerek kuşlara bir barınak ve sığınak imkânı verilirse, tabiattaki denge yeniden tesis eder ve zararlıların büyük bir bölümü doğal yolla azaltılmış olur.

Biliyoruz ki, kuşların kendilerini ve yavrularını beslemek için gidecekleri mesafe oldukça fazladır. Bu yüzden de köylerin etrafındaki meyve bahçeleri ve ağaçlar kuşlar için çok önemlidir. Çünkü rüzgâr koruma tesislerine yuva yapan kuşlar civarda yiyecek için böyle meyve bahçeleri gereklidir. Fakat zararlı böceklerle karşı esas görev rüzgâr koruma tesisleridir. Çünkü kuşlar bu tesisleri zararlılara karşı bir üs olarak kullanırlar ve bütün hareketlerini buradan yaparlar.

Rüzgâr koruma tesislerinde bulunan ağaç sıraları ve çalılıklar, zararlıları imha eden kirpi, yılan gibi faydalı hayvanların bir yerde bannak yerleridir. Bu yüzden de tarla faresi gibi zararlı hayvanlar da değişik sıcaklık ve rutubet şartlarının bulunduğu ağaçların altında yaşamayı sevmeyen ve ağaç guruplarından kaçarak.

Kuşların tarlalardaki yiyeceklerinin önemli bir bölümünü zararlı ot tohumları teşkil eder. Kuşların bu tohumları yemesi tarımsal ürün tarlaları için faydalıdır. İşte bu imkânları rüzgâr koruma tesisleri verir. Ayrıca kuşlar yumurtalarını bu tesislere koyarlar. Özellikle sülünlerin buna çok ihtiyaçları vardır. Çünkü bu hayvanlar burada yumurtalarını kıştan ve diğer yırtıcı kuşlardan korurlar. Kekliklerde de bu böyledir. Sülün ve keklikler özellikle zararlılarla savaşmada en gayretli hayvanların başında gelirler. Buna karşılık tavşanlar daha az etkilidirler.

Geniş tarım alanlarındaki ağaçsız köylerde rüzgar erozyonu ile hasıl olan tozlar insanları hasta eder. Bu tozlarla birlikte birçok hastalık mikropları da insanlara bulaşır. Böylece toz altında kalan köyler kirlilikten dolayı diğer hastalıklara da yakalanır. İnsanlar tozlardan kendilerini kurtaramazlar. Köy yollarından geçen büyük ve küçük baş hayvanlar tozları kaldırırlar ve insanlarda her nefes alışlarında bu tozlarla birlikte sayısız mikropları da alırlar. İnsanlar hastalanır, tekrar iyileşir, insanların iş gücü zayıflar ve maddi kayıpları artar.

Yeterli ağaç gurupları ile çevrilmiş tarım alanları, diğerlerinden hemen fark edilir. Açık alanlarda rüzgâr, bir kamçı gibi vurur, iğne gibi etkiler. Şiddetli rüzgârlar insanın ağızından girer burnundan çıkar. Fırtınada insanlar gözlerini açamaz, zor nefes alır. Bunun yanında ağaçlar tarafından korunan köylerde en iyi yetişme ve yaşama şartları mevcuttur.

Yüksek rutubet ve sıcaklık şartları daha yumuşak ve mülayimdir. Özellikle geceleri ağaç guruplarının içerisindeki hava yavaş yavaş soğur, gündüz de yavaş yavaş ısınır. Böyle yerlerde ısı alımı ve verimi ani değildir. Hâlbuki açık alanlarda gece soğuması ani olur. Gündüzleri de kısa sürede ısınır. Bitkiler için çok tehlikeli olan don tehlikesi korumasız açık arazilerde daha etkilidir.

Rüzgâr koruma tesisleri, tarla sınırlarında bulunan ağaç guruplarının yapraklanma dökümü dolayısıyla bir gübreleme de yapar. Sonbaharda düşen yapraklar, ağaç sıraları boyunca, toprak üzerinde bir kış boyunca kalarak toprağa gerekli faydayı sağlarlar.

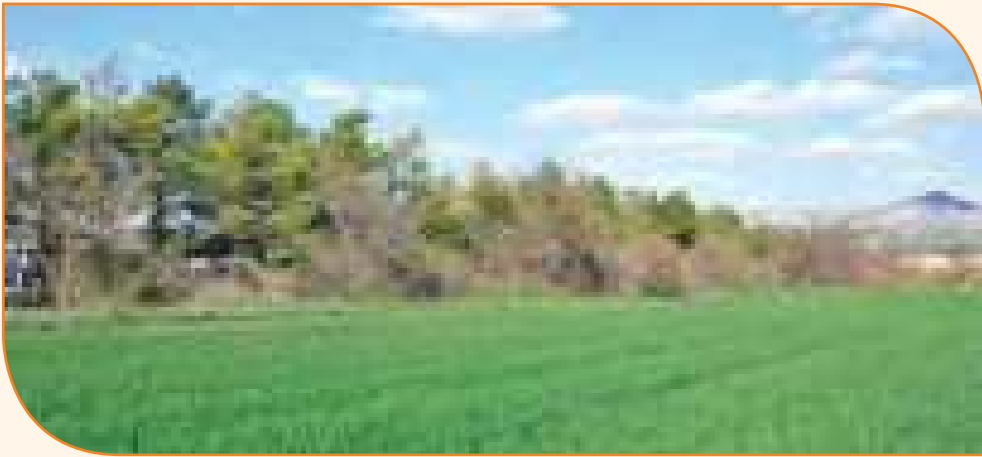
Ayrıca ormandan yoksun meyilli ve engebeli dağlık arazilerde bulunan tarlalar ağaç yokluğundan korumasızdır. Tarlalar, direkt güneş ışığının zararlarına maruzdur. Orman tahribatları neticesinde elde edilen arazinin üst toprağı taşınarak çoraklaşmış ve tarla değerini yavaş yavaş kaybetmiştir. Bu nedenle 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 mıntikalardaki 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.

Bugün birçok Avrupa ve Uzakdoğu ülkelerindeki tarım ve mera sahalarında, Türkiye’de de kumul sahalarında rüzgâr zararları ile mücadelede büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Yeni Zelanda’da yapılan rüzgâr koruma tesislerini iyi bir örnek olarak göstermek mümkündür. Mera sahaları itinalı bir şekilde yapılan bir rüzgâr şeritleri ile rüzgârın zararlı etkilerinden korunmaktadır.



Resim 3.87: Önde Yavaş Büyüyen, Arkada Hızlı Büyüyen Türlerle Yapılmış Rüzgâr Şeridi, New Zeland - 1993



Resim 3.88: Önde ve Arkada Yapraklı, Ortada İğne Yapraklı Türlerle Yapılmış Rüzgar Şeridi, Karapınar - Konya - 2014

3.5.1. Tarım ve Mera Alanlarında Uygulama Yöntemleri

3.5.1.1. Ekim Nöbeti

Hububat - nadas ikili ekim nöbeti yerine, buğday-kırmızı mercimek ekim nöbeti uygulamak, rüzgâr erozyonunun azaltılmasında son derece etkilidir.

3.5.1.2. Anızlı - Malçlı Tarım (Bitki Artıklı Tarım)

Ekim işleminden sonra, toprak yüzeyinin bitki artıklarıyla kaplandığı ve toprak işleme alet ve makinelerinin daha az kullanıldığı bir yöntemdir. Bu yöntemde anız yakımı söz konusu değildir. Tarla yüzeyindeki anız, toprak işleme aletleriyle toprağa karıştırılmakta veya yüzeyde bırakılarak doğrudan anıza ekim yapılmaktadır.



Resim 3.89: Bitki Artıklı Toprak İşlemesiz Tarım

3.5.1.3. Koruyucu Örtü Bitkileri

Bitki türleri:

- Çok yıllık olmalı ve kolay yetiştirilebilmeli,
- Toprak yüzeyinde iyi bir örtü oluşturmali,
- Çabuk büyümeli,
- Belirli bir boy yapmalı ve dipten itibaren dallanmalı,
- Ekonomik değere sahip bulunmalıdır.



Resim 3.90: Rüzgâr Erozyonuna Maruz Sahada, Toprağı Koruyan Çok Yıllık Bitki Ekimi, Karapınar - Konya - 2014

3.5.1.4. Gübreleme

Rüzgâr erozyonuna uğramış arazilerde, toprakların organik madde ve fosfor bakımından çok fakirdirler. Dolayısıyla, bu topraklarda uygun gübreleme yapılması gerekir. Gübreleme uygulamaları, bitkilerin kök sistemlerini ve toprak üstü aksamını geliştireceğinden, toprakların örtülülük oranını artırarak, rüzgâr erozyonu ile toprak kaybını azaltacaktır. Toprağa gübre verilmesi halinde, toprağın bitki besin içeriği yönünden faydalı olmakta ve bitkisel üretimde artış sağlanmakta ve toprağın erozyona karşı direnci de artmaktadır.

3.5.1.5. Tesviye Eğrilerine Paralel Tarım

Araziyi, hem rüzgâr erozyonundan korumak, aynı zamanda yağışlarla olabildiğince fazla suyu depolamayı sağlamak amacı ile arazilerde tesviye eğrilerine paralel sürüm yapılmalıdır.

3.5.1.6. Uygun Toprak İşleme Zamanı

Toprak işleme önlemleri, kritik rüzgâr dönemlerinin başlamasından önce uygulanırsa erozyonun önlenmesinde başarılı olur.

- Bu amaçla yağışlardan hemen sonra, araziler sürülmek suretiyle iri kesekli bir yüzey meydana getirilebilir.
- Bu işlem, rüzgâr yönüne dik durumda karıncıklar, meydana gelecek şekilde yapılacak olursa çok daha etkili bir sonuç alınabilir.

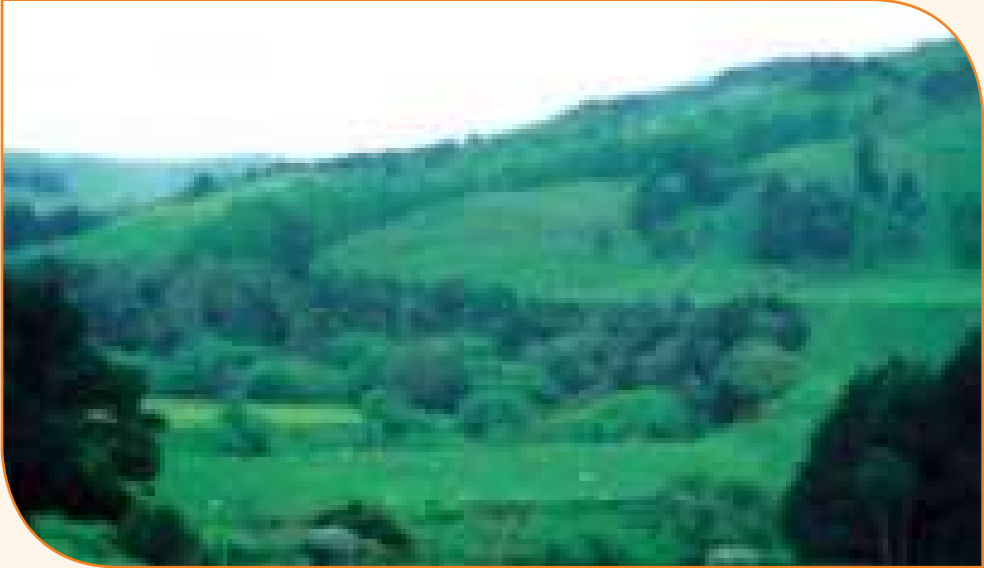
3.5.1.7. Şeritsel Ekim

Rüzgâra farklı direnç gösteren bitkilerin, birbirini izleyen şeritler halinde yetiştirildiği bir yöntemdir. Kuru ve sulu tarım şartlarında uygulanabilen bu yöntemin esası, sürüm ve ekimi hâkim rüzgâr yönüne dik şeritler halinde uygulamaktır. Ayrıca, toprak yüzeyini pürüzlü bırakacak ve arazi meyline dik karıkçık oluşturacak şekilde toprak işlemesi yapılmalıdır

3.5.1.8. Koruyucu Orman Kuşakları

Tarım arazilerini, çiftlik evlerini 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 mıntikanın iklim ve toprak şartlarına en uygun ağaç türleri kullanılmalıdır.

Tarım alanlarının kıymetli olduğu yerlere, fazla arazi işgal etmesi sebebiyle, uygulama alanı fazla yaygın değildir.



Resim 3.91: Koruyucu Orman Şeritleri, New Zeland - 1993

3.5.1.9. Rüzgâr Şeritleri (Perdeleri)

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 korumak

İlgisiz, bağlantısız ağaç grupları 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. Tabiatla da bu böyledir. Ormanda ağaç grupları 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.

İki tabakalı şeritler ise daha elverişlidir. Alt tabaka, iç tarafa olan hava akımını önler ve tek tabakalı şeritlerin bütün zararlı etkilerini bertaraf eder. Meyilli ve dağlık mıntıkalarındaki tarlalarda da çok tabakalı ve birbirini takip eden şeritler tesis edilmelidir.

Şeritlerin hakim ağaçları çam türleri, alt tabakası da çalı gruplarından müteşekkil olabilir. Bu şeritler, mevcut tarlaları çevirirler ve daha yüksek rakımdaki ormanlık alanlarla birleşirler. Kombine edilmiş, yukarı rakımda orman, aşağıda, meyilin müsait olduğu yerlerde iki tabakalı şeritlerle çevrili tarlalar müştereken ideal bir koruma sağlar ve tarlaların verimini artırır.

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 iklim 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.

Rüzgâr perdelerinin bir çok yararları bulunmaktadır. Bunlar;

- Rüzgârların hızını kesmek suretiyle, toprak erozyonunu azaltır.
- Rüzgârın hızının kesilmesi nedeniyle, sabahları oluşan çiğın 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 - 7°C 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 sıcağıdan küçük ve büyükbaş hayvanları korur.
- Odunundan yakacak ve kereste üretimi sağlanır. Gübrenin tezekk olarak yakılmasını önler.
- Anılar 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.
- Tarlalara ve arazilere estetik güzellik sağlanır.

Rüzgâr Şeritlerinin Kullanıldıkları Yere ve Amaca Göre Çeşitleri:

Tarla Rüzgâr Şeritleri

Genellikle, geniş tarım alanlarını rüzgâr erozyonuna karşı korur ve bitkilere uygun bir ortam sağlamak.



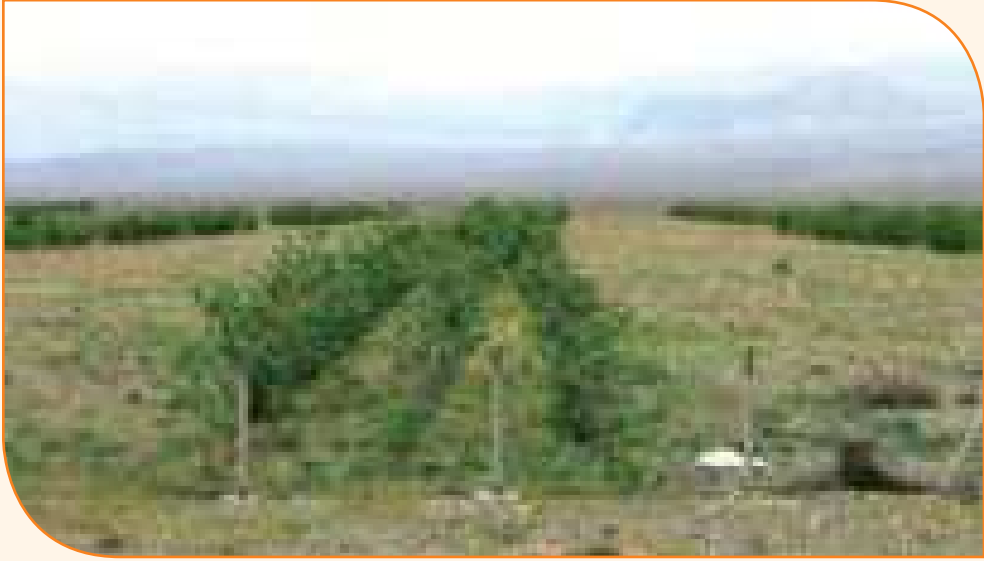
Resim 3.92: Tarla Rüzgâr Şeritleri, Karapınar - Konya

Çiftlik Rüzgâr Şeritleri

Çiftlik evlerini, ahırları, hayvan besi yerlerini, sebze ve meyve bahçelerini korur.

Çayır - Mera Rüzgâr Şeritleri

Çayır ve meralarda belirli bir alanda hayvan otlatma ve yemleme yerlerini korur. Hayvan yetiştirilmesi ve bakımı için uygun ortamı sağlar.



Resim 3.93: Rüzgâr Şeritleri Tesis, Iğdır - 2014

Kamu Tesislerini Korumak Amacıyla Yapılan Rüzgâr Şeritleri

Karayolları, tren yolları, sulama ve drenaj kanallarını, şiddetli rüzgârların etkisinden korur.

Şeritlerin Rüzgâr Geçirgenliklerine Göre Çeşitleri:

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.

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.

Yarı Geçirgen Şeritler

Rüzgâr yarı geçirgen şeritlerin içerisinde 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.

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 mâniayla 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.

Şeritlerinin Koruyucu Etkileri

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.

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 altında

Şekil 3.14: Geçirgen Rüzgâr Perdesi



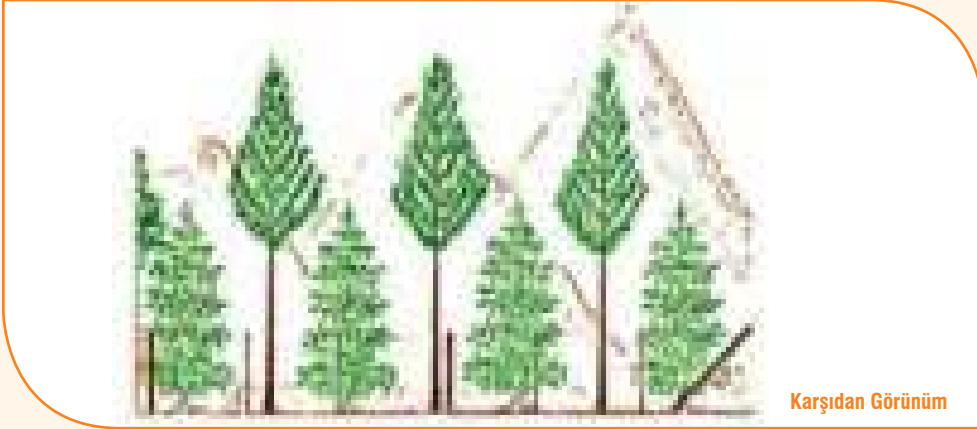
Şekil 3.15: Geçirimsiz Rüzgâr Perdesi



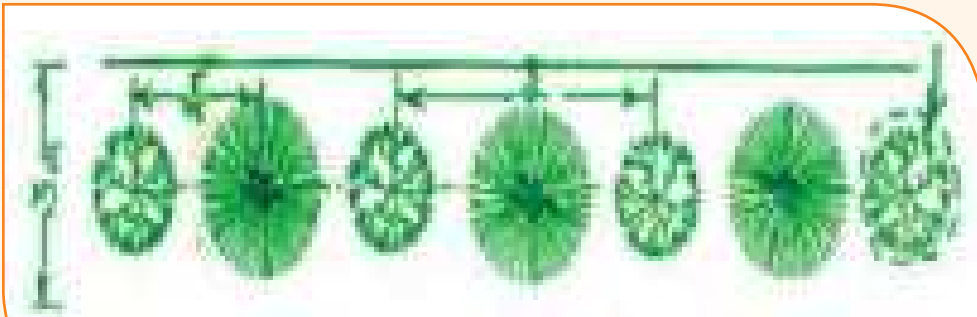
Tek Sıralı Rüzgâr Şeritleri

Küçük arazilerde kullanılır. Yapraklarını yere kadar muhafaza eden ve oldukça yoğun bir yaprağa sahip türler kullanılmalıdır. Çamlar, uygun türlerdir.

Şekil 3.17: Tek Sıralı Rüzgâr Şeritleri



- Hızlı ve yavaş büyüyen ağaç türleri ile tesis edilir.
- Rüzgar tarafına yavaş büyüyen, rüzgar altı tarafına hızlı büyüyen türler dikilir.
- Budama hızlı büyüyen türde yapılır.
- Kurak yerler de sulama gerekir.
- Korumanın yapılması için kalıcı türde budama yapılamaz.
- Ekonomik ömrünü tamamlayan hızlı gelişen tür kesilir ve yenisi dikilir. Bu arada diğer tür korumayı devam ettirir.



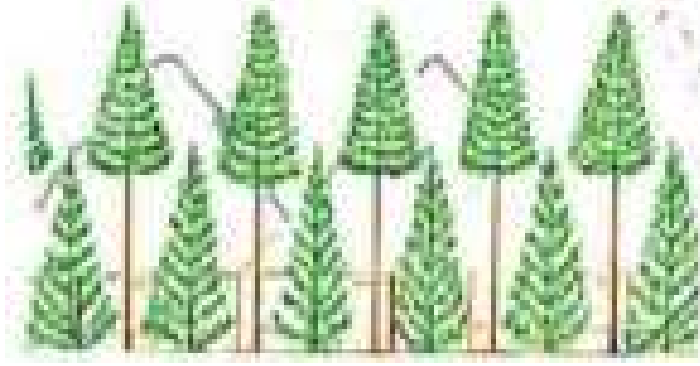
Geçici Türler : Hızlı gelişen türler; Pradiata, Pbrutia

Kalıcı Türler : Yavaş büyüyen türler; Abies, Thuja, Cupressus v.s.

İki Sıralı Rüzgâr Şeritleri

Rüzgâr tarafına yavaş büyüyen, rüzgâr altı tarafına da hızlı büyüyen türlerle tesis edilir.

Şekil 3.18: İki Sıralı Rüzgar Şeritleri



Karşidan Görünüm



Yandan Görünüm

- Hızlı ve yavaş büyüyen ağaç türleri ile tesis edilir.
- Rüzgar tarafına yavaş büyüyen, rüzgar altı tarafına hızlı büyüyen türler dikilir. Kurak yerlerde sulama yapılır.
- Budama hızlı büyüyen türde yapılır.
- Ekonomik ömrünü tamamlayan hızlı gelişen tür kesilir ve yenisi dikilir



Üstten Görünüm

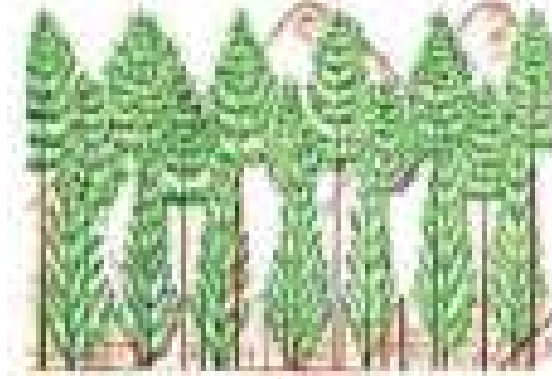
Kalıcı Türler : Yavaş büyüyen türler

Geçici Türler : Hızlı gelişen türler

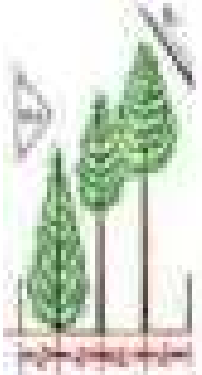
Üç Sıralı Rüzgâr Şeritleri

Rüzgâr tarafına yavaş büyüyen bir sıra, rüzgâr alt tarafına hızlı büyüyen iki sıra türlerle tesis edilir.

Şekil 3.19: Üç Sıralı Rüzgâr Şeritleri

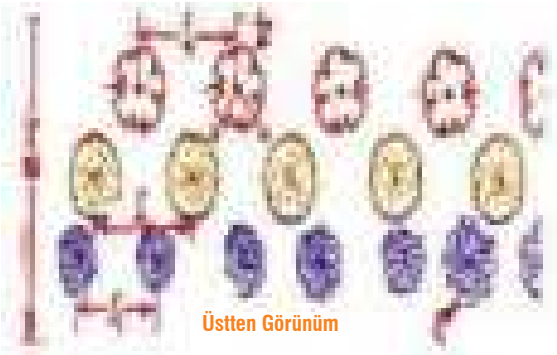


Karşidan Görünüm



Yandan Görünüm

- İki sıra hızlı, bir sırası yavaş büyüyen türler ile tesis edilir.
- Rüzgâr tarafına yavaş büyüyen, rüzgâr altı tarafına ise iki sıra hızlı gelişen türler dikilir.
- Kurak bölgelerde sulama gerekir.
- Budama hızlı büyüyen türde yapılır.
- Ekonomik ömrünü tamamlayan hızlı gelişen tür kesilir ve kerestesinden faydalanılır.
- Kesilen türlerin yerine yenisi dikilir.



Üstten Görünüm

Kalıcı Türler : Bölgelere göre yavaş büyüyen türler

Geçici Türler : Hızlı gelişen türler

Fidan Aralık Mesafe

Aralık mesafe, yan dalların rahatça gelişmesine imkân verecek genişlikte olmalıdır. Bu mesafe genellikle fidan türlerine göre 2 - 3 metre arasında değişir.

Rüzgâr Şeritlerinin Tesisinde Dikkate Alınacak Hususlar:

- Rüzgâr perdeleri esas itibarıyla düz arazide kullanılır. Zaruret halinde dalgalı arazide de karelej 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.

Şekil 3.20: Değişik Rüzgâr Şeritleri Uzunluğuna Göre Rüzgârdan Korunan Alan Miktarları



3.5.2. Kumul Sahalarında Uygulama Yöntemleri

Kumullar; humus ve kil gibi bağlayıcı maddeleri olmayan ya da çok az bulunan, temelde Kuvartz'dan 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 ve bu taşınma esnasında değişik boyutlarda ve çeşitli şekillerde bulunabilirler.

Kumullar, kendine özgü flora ve faunasıyla yurdumuz eko-sisteminin önemli bir bölümünü oluşturur. Türkiye, Avrupa'nın en fazla kumula sahip ülkesidir.

Kıyı Kumulları, Dünyanın en doğal ve dinamik yer parçasıdır. Kumulların varlığı nehir deltalarının ve sığ göllerin varlığı açısından önem taşır. Kumullar aynı zamanda sahil peyzajının da önemli bir parçasıdır. Doğal güzelliği ve dinlenme yeri açısından sahilin peyzaj değerine büyük katkıda bulunurlar. Erozyon açısından ise, sahile kum sağladıklarından, sahil kum dinamiğinin bir temel taşıdır. Kumullar, ekolojik olarak dış etkilere karşı çok değerli biyotoplardır.

Kıyı kumulları, kıyılardan içeriye doğru şekillenirler. Kum sistemleri çok nadir ve nesli tükenmekte olan, deniz kaplumbağaları, ayı balıkları ve daha birçok türleri bünyesinde barındırırlar.

Kumullar deniz kıyılarının en önemli bir yapısıdır. Bunlar, kıyıların tabii güzelliğine ve rekreasyon değerlerine önemli katkıda bulunurlar. Çünkü bir ülkenin turizmi için bozulmamış sahiller çok kıymetlidir.

Erozyon ile taşınan toprak denize ulaştığında, bünyesinde bulunan kumlar, sığ deniz röllyefi içerisinde toplanmaktadır. Eğer dalga hareketleri bu kumları derin denizlere taşıyamıyorsa, sahil boyunca deniz içerisinde geniş kum depoları oluşur. Bu kumlar dalgalarla sahile taşınıp kıyıya yığılmaktadır.

Kum kaynağının varlığı, kumul oluşumu için ana unsurdur. Sahil kumullarında bu kaynak doğal plajlardır. Sahil cereyanları ve dalgalar; nehirlerin denize açıldığı yerlerde, kara içlerinden nehir aracılığıyla denize taşınan kumları, civardaki alçak sahillere yığarlar. Ayrıca dalgalar da mekanik etkileriyle kıyıları parçalayarak sahillerdeki kum oluşumuna katkı bulunurlar.

Kum sahilleri deniz hareketleriyle oluşur ve denizden gelen kumların sahile taşınmasıyla da kumluklar meydana gelir. Kumluklar, nehir deltalarında, körfezlerde ve kıyı düzlüklerinde olmak üzere üçe ayrılırlar. Kumluk alanlar, genellikle nehir çevrelerinin yakınlarında daha çok şekillenirler.



Resim 3.94: Kumul Zararı, Beyoba - Akhisar - 1986

Rüzgâr erozyonu sonucunda oluşan uçucu kumların kökeni, deniz ise sahil kumulu, karaların iç kısımlarında jeolojik devirlerden kalma bir göl ve iç deniz birikmesiyle oluşuyor ise kara kumulu adını alır. Kumulların oluşumunda, bir kum kaynağının mevcudiyeti şarttır. Sahil kumullarında bu kaynak, denizlerdir. Sahil cereyanları olan dalgalar, nehirlerin denize açıldığı yerlerde, kara içlerinden nehirler vasıtasıyla denize taşınan kumları buradan alıp civardaki, alçak sahillere, koylara yığarlar. Bu surette, tabii plajlar meydana gelir. Meddücezir hadisesi ile deniz çekilince kaba dalgaların kıyıya attığı kumlar, deniz sakinleşince kurduğundan, satıhtaki kumlar rüzgârla içerlere taşınmaya başlar. Şüphesiz dalgalarla kıyıya atılan kumların sadece nehirlerle taşınan kum olduğu iddia edilemez. Dalgaların mekanik tesiri ile parçalanmış kıyılar, buzullarla denizlere sürüklenmiş kumlarda söz konusudur.

Kumlar, dalgalar tarafından sahil boyunca sürekli savrulurken kıyıya gelmekte ve deniz çekildikten sonra da kısa sürede kurumaktadır. Kuruyan kumlar, rüzgârın belli bir hızla 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 meyilli 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.

Adana civarında Akyatan kumulları, Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin denize açıldığı sahil çevresinde Turan Emeksiz Ormanı'nın tesis edilmiş olduğu orta kumluk mevkiindeki kumul, Manavgat Side - Sorkun kumulu, Kalkan Ovagelemiş - Fethiye kumluova kumulları.

3.5.2.1. Kumul Hareketlerinin Durdurulması

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 sökülmeğe 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.



Resim 3.95: Rüzgar Erozyonunun Saman Balyalarıyla Önlenmesi

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.

Jeoloji, ekoloji ve peysaj çeşitliliğine sahip olan doğal kumul sahaları, sanki ekolojik olarak çöllerde yapılan bitkilendirme gibi bir çalışma şekli değildir. Bu açıdan kumul hareketlerinin durdurulması çalışmalarında çok dikkatli olunmalıdır.

Kumul hareketlerinin durdurulmasında;

- Kumul erozyonu zararlarını belirlemek,
- Kumulu, koruma ve kullanma dengesi içerisinde biyo-mühendislik 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, çalılendirma, ağaçlandırma,

Ön Eksibenin (Ön Kumulun) Teşkili

Kumun menşei 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 yığınının ön eksibe denir.

Ön eksibe tesisi maksadıyla bir sıradan ibaret çalı çitler yahut kalınca çalılarının 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 edilirse, 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 kurulum ve gelen kumların aynı yerde tutulması sağlanmış olur. Bu surette ön eksibe, ideal yüksekliği alıncaya kadar çitlerin yükseltilmesine devam edilir. O öyle bir yüksekliktir 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.

Dal Örtüsü Serme

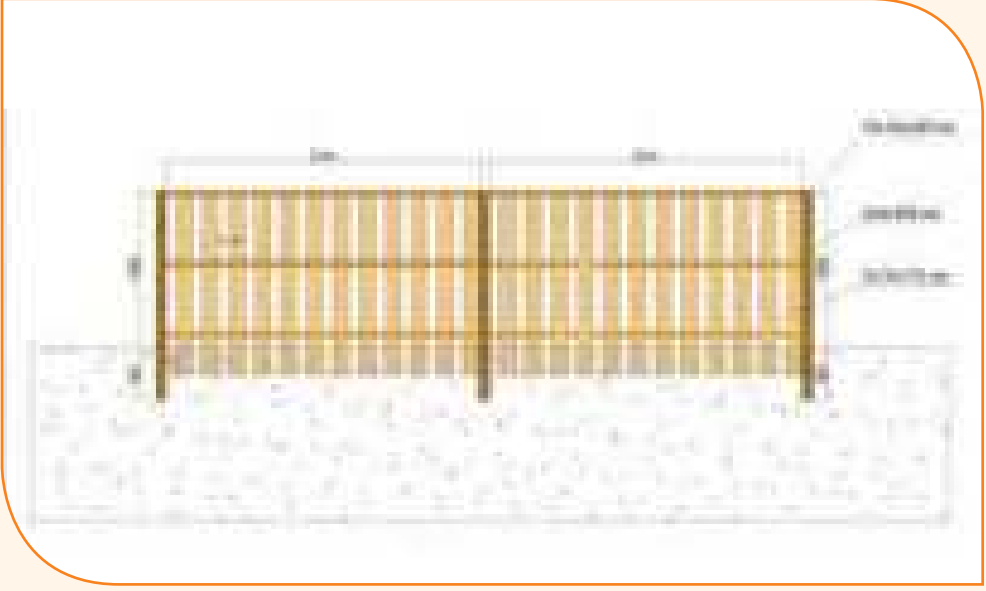
Funda olarak bilinen bitkiler kesildikten sonra demetler haline getirilir. Dal ve çalı demetleri kum sathına yerleştirilir. Ancak dal ve çalılar zamanla yapraklarını dökerek kumu kapatma fonksiyonlarını yapamazlar. Bu nedenle, çalı demetleri arasında kum tutucu ot ve çalı tohumları ekilerek saha yeşillendirilmelidir.

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 çitler kullanılabilir. Perdeler toprak yüzeyinden itibaren 150 cm. yükseklikte, birbirinden 12 - 15 metre mesafelerde ve birbirine paralel ve hâkim rüzgâr istikametine dik tesis edilmelidir.

Şekil.3.21: Ön Rüzgâr Perdesi



Resim 3.96: Kumulda Çit Sistemi, Hollanda

Otlandırma

Kumul hareketlerini durdurmak için en uygun otlar; ammophila arenaria, yulaf (Elymus arenarius)'dır. Otların kullanılmasında yöreye uygun türler kullanılmalıdır. Ot vejetasyonunun 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 yetiştirme muhiti şartlarında iyi tohum vermemeleri diğer yandan bu küçük tohumların doğrudan doğruya ekilmeleri halinde ya kumla gömülmesi 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.

Çalılendirma

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

Ağaçlandırma

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

Genel olarak kumulun denize yakın olan kısımlarda rüzgâra ve tuza dayanıklı çalı ya da ağaçcık 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, ağaçcıklar, 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, okalıptüs 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. İçde 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 örür), 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 münbit 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'nin az olduğu yerlerde), selvi, yapraklılardan; kızırs 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.

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.



Resim 3.97: Kumul Ağaçlandırması, Sazoba - Beyoba - Akhisar - 2014



Resim 3.98: Kumul Ağaçlandırması, Patara - Kaş - 2001



Resim 3.99: Kumal Ağaçlandırması, Akyatan - Adana - 2001



Resim 3.100: Kumal Hareketlerinin Durdurulması Sonrasında Yapılan Karpuz Tarımı, Akyatan Kumul Sahası - Adana -1999

3.6. ÇIĞ ALANLARI

Daha önce ifade edildiği gibi çığ, vadi yamaçlarında biriken kar örtüsünün iç ve dış kuvvetlerin etkisi ile başlayan ilk hareket sonucu vadi tabanına doğru hızla kayması olayıdır. Çığ, genellikle dağlık, eğimli ve engebeli arazilerde meydana gelir. Yerleşim alanlarını, iletişim hatlarını ve ulaşım olanaklarını doğrudan doğruya etkilemektedir.

Çığ zararlarına karşı koruma önlemleri alınabilmesi için çığ meydana gelebilecek yerlerin tespit edilmesi gerekmektedir. Çığ oluşmasına uygun doğal şartlara sahip bulunan bölgeler ve güzergâhlar veya daha önce çığ olayının vukuu bulunduğu yerler muhtemel çığ alanları olarak belirlenir.

Önce makro düzeyde, tarihsel veriler incelenerek hangi bölgelerde çığ olayının meydana geldiği yerler coğrafi bölgeler olarak belirlenir. Daha sonra çığ bölgelerinin topoğrafik ve meteorolojik verileri analiz edilmek suretiyle çığın oluşmasında etkili olan faktörler ortaya çıkarılmaya çalışılır. Belli bir çığ bölgesinde hangi kesimlerde çığ olasılığının fazla olduğu tespit edilebilir.



Resim 3.101: Çığ Oluşumu, Avusturya

Çiğ bölgesindeki yağış şekilleri, yağışların tekerrürü, sıcaklık ve sıcaklık değişimleri, çiğ oluşumunda etkili olmaktadır. Örneğin, şiddetli bir tipiden sonra sıcaklığın hızla artarak ılık bir havanın meydana gelmesi ve (0 °C) üzerinde, uzun süren ılık devrelerde kar çözülmeleri ve erimeler sonucunda ıslak çiğlar oluşabilir. Kar üzerine yağmur yağması da aynı etkiyi yapar. Çiğ oluşmasında etkili olan diğer bir faktörde rüzgârdır. Rüzgâr hızı 7 m/sn'in üzerine çıktığı zaman çiğ meydana gelmesinde etkili olmaktadır.

Direk çiğ oluşumuna katkısı olan meteorolojik faktörler ve kar örtüsü koşulları aşağıda özet olarak belirtilmiştir.

- Yerel arazi engebelerini kapatıp düzleyebileyecek derinlikte eski, birikmiş kar örtüsü,
- Yağmur yağışından veya yüzeysel erime-buzlanma olayından ötürü yeni yağacak kar ile yapışıp kaynaşmayı önleyecek eski kar örtüsü yüzeyi,
- 25 - 30 cm. derinliğinde yeni kar. Bazen diğer koşulların uygun olması halinde 15 cm. derinlikte yeni kar olması dahi çiğ başlangıcı için yeterli olabilir.
- Kar numune alma aleti ile belirlenen kar yoğunluğunun, uzun dönem meteorolojik ortalama dan büyük sapma göstermesi, yoğunluğun yüksek olması blok çiğ oluşumunu kolaylaştırır.
- Parçalı, iğne şeklinde ve tek yöne uzanımlı kar kristallerinden oluşan yeni kar.
- Yeni kar örtüsünün, yağış sırasında %15 - 20 oranından daha az sıkışması.
- Şiddeti 25 mm/sa veya daha fazla olan ve uzun süre yağan kar.
- Kar yağışı sırasında devamlı 7.0 m/sn'in üzerinde hızla esen rüzgâr.
- Kar yağışı ardından gelen sağanak yağış ile kar kütlesinin su içeriğinin ve hava sıcaklıklarının aniden yükselmesi.

3.6.1. Çiğ Kontrolü Yöntemleri

Çiğlar, yerleşim alanlarını, iletişim hatlarını ve ulaşım olanaklarını doğrudan doğruya etkilemektedir. Tüm çiğ koruyucu önlemler, çiğ riski altındaki köyler, çiftçiler, turistler, kayakçılar ve ulaşım ile ilgili görevlerde bulunan kimselerin yaşamları ile iletişim hatlarını koruma amacı ile uygulanmaktadır.

Çiğ koruma metotlarının amacı çiğ tehlikesinin söz konusu olduğu periyot içerisinde meydana gelebilecek çiğ zararlarını ortadan kaldırmaktır. Çiğ yolları üzerinde veya çiğ etki alanında uygulanan önlemlerdir. Çiğ koruma metotları ile karın akışına karşı koyan veya yolunu değiştirmeye yarayan tesisler ve idari tedbirlerle koruma sağlanmaya çalışılır. Bu çalışmalarla, hidroelektrik binaları, yol, köprü, turistik alanlar gibi yerlerin korunması hedef alınır.

3.6.1.1. Kar Ağları, Çelik Kar Köprüleri, Kar Perdeleri

Kar Ağları

Ağlar, iskeletini oluşturan ana direklerden, ankraj, sabitleme elemanları ve ince çelik tellerin bir araya getirilmesinden oluşan çelik ağlardan meydana gelirler. Ağlar ile çelik kar çitlerinin üretim ve inşaa maliyetleri hemen hemen aynı olmasına rağmen, çelik ağların kurma işlemi daha kolaydır. Ancak, çelik kar çitlerinin daha fazla yük taşıyabildikleri unutulmamalıdır.



Resim 3.102: File Kar Ağları, Avusturya



Resim 3.103: File Kar Ağları, Avusturya

Çelik Kar Köprüleri (Çit)

Kar çitleri, çığ patikasının başlangıç bölgesinde önerilen en etkin çığ önlem yapıları çelik, ağaç, beton veya alüminyumdan yapılan tesislerdir. Bu yapılar, kar örtüsünün eğimli bir yamaç üzerinde duyarlı olarak yüksek güvenlik yüzdesi ve uzun süreli etkin çalışma süreleri ile sağlarlar. Ancak, bu özellikler, yapının imal edildiği malzemenin türüne göre değişmektedir.

Çitlerin çelik yapıları, 100 yıla varan ömürleriyle uzun bir süre dayanmaktadır. Ağaçtan imal edilen kar çitlerinin ortalama ekonomik ömürleri ise 20 ile 40 yıl arasında değişmektedir. Maalesef, alüminyum ve betondan imal edilen kar çitlerinin, sistem kurma maliyeti düşük olmasına rağmen ömürleri düşüktür ve kolay deforme olurlar.



Resim 3.104: Çelik Kar Çiti Köprüsü, Avusturya



Resim 3.105: Çelik Kar Köprüsü, Avusturya

Kar Perdeleri

Kar (rüzgâr) perdeleri, rüzgârın kar taşıma, biriktirme işlevini ve kar biriktirme yerini kontrol eden yapılardır. Böylece karın tehlikeli noktalarda ve miktarda birikimi önlenabilmektedir.



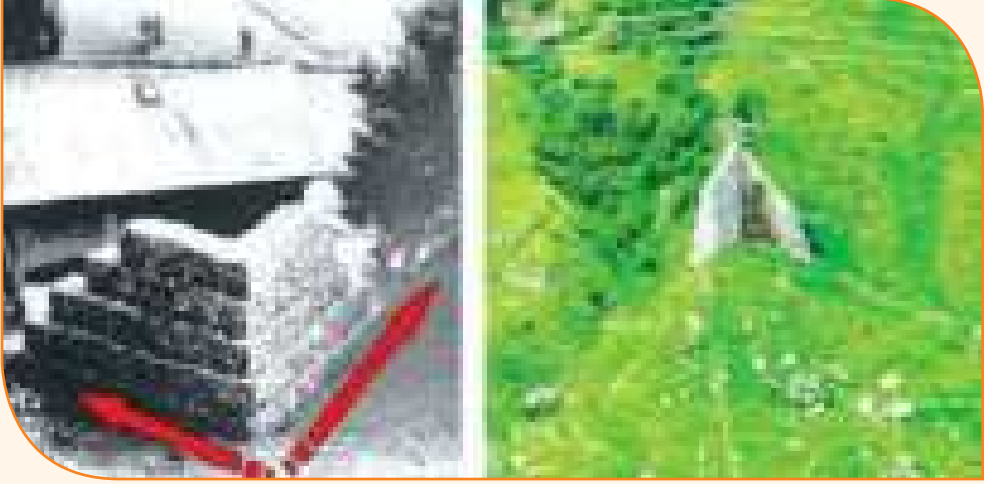
Resim 3.106: Kar Perdeleri, Avusturya

3.6.1.2. Saptırma Yapıları (Mahmuzlar, Barajlar ve Duvarlar)

Saptırma yapılarının temel amacı, gelen çığın akışını istenen tarafa yönlendirmektir. Betondan, taştan veya toprak dolgu olarak başlıca 3 türü olan saptırma duvarlarının arka kısımları genelde taş ve toprak dolgulu olarak inşa edilmektedir. Bu yapıların büyük toz çığlara karşı pratikte az etkili olduğu veya tamamen etkisiz kaldığı unutulmamalıdır. Saptırma yapılar, binaları, karayollarını ve demiryollarını diğer önleme yapıları ile beraber kullanılırsa en ucuz, basit ve kolay uygulanabilir olanıdır. Bu tip yapıların yükseklikleri basit olarak mevcut maksimum kar kalınlığı ile çığın akış yüksekliğinin toplamı olarak bulunmaktadır.

Mahmuzlar

Saptırma yapılarından olan ve çığ akışını iki parçaya ayıran (iki farklı yöne akmasını sağlayan) ve “mahmuz” ismi verilen bir diğer yapı türü de özellikle evleri ve elektrik direklerini korumak amacıyla yapılmaktadırlar. Ancak, mahmuzların kullanıldığı patikalar, çığ akış yüksekliğinin çok fazla olmadığı ve bu yapının üzerinden aşamayacağı yerler olmalıdır. Çünkü, mahmuzların yüksekliği, emniyet payının çok arttırıldığı veya büyük toz çığlara karşı kullanmak amacıyla yüksekliğinin fazlaca arttırıldığı durumlarda, ekonomik ve işlevsel olmaktan uzak kalabilmektedirler.

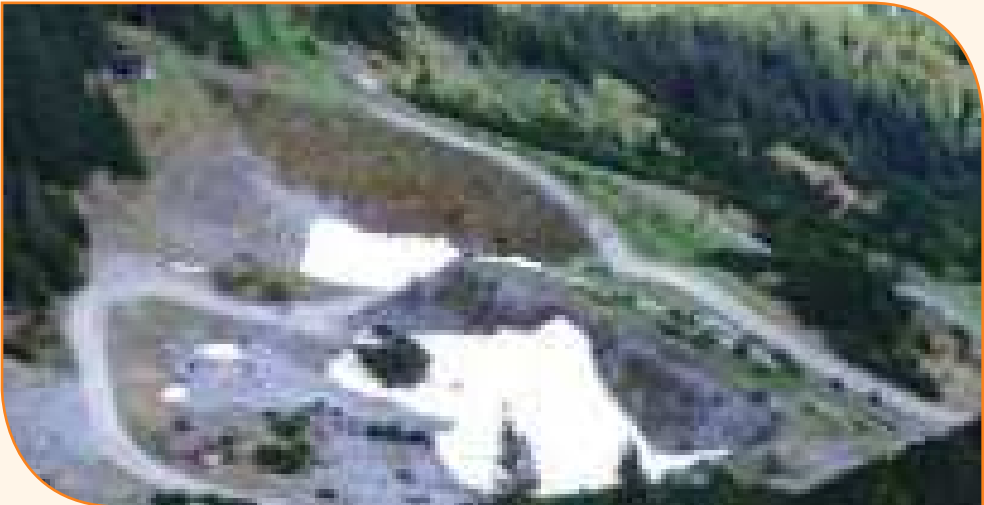


Resim 3.107: Ev ve Enerji Nakil Hattını Koruyan Mahmuz

Barajlar

Çığ barajları, çığları akış hattı içinde (durma bölgesine yakın kısmında) veya çığ başlangıç bölgesine/hattına yakın kesimlerde çığı durdurmak amacı ile yapılırlar. Barajlarda kullanılacak malzemenin seçiminde, barajın boyutlandırılmasında ve yapım yerlerinin seçiminde; arazi morfolojisi, beraber kullanılacak var olan ve/veya yapılması planlanan diğer önlem yapılarının varlığı ve etkileri ile çığın fiziksel özellikleri göz önünde bulundurulur. Barajların gövdeleri kaya dolgu veya çelik destekli betondan yapılmaktadır.

Barajların sağlam olması için, duvar konumunun ve yüksekliğinin iyi hesaplanması gerekir. Çünkü duvarın gereğinden daha fazla çığ patikasına yaklaştırılması, duvarın yıkılmasına veya çığın duvarın üstünden atlamasına sebep olabilir.



Resim 3.108: Çığ Barajı

Duvarlar

Duvarların iki çeşidi bulunmaktadır. Saptırma ve Durdurma duvarları.

Saptırma Duvarları

Saptırma duvarlarının temel amacı, gelen çığın akışını istenilen tarafa yönlendirmektir. Betonarme, toprak dolgu, taştan veya beraber kullanılarak da inşa edilebilirler. Bu yapıların, büyük toz çığlara karşı pratikte az etkili veya tamamen etkisiz kaldığı unutulmamalıdır. Çığın yönlendirildiği yönde insanların bulunduğu bir yapı veya alan olmamasına çalışılmalıdır.



Resim 3.109: Saptırma Duvarları

Durdurma Duvarları

Durdurma duvarları, çığın durma bölgesi içinde, hızını iyice azaldığı bir hat üzerine inşa edilirler. Çığın hızlı olduğu bir akış hattı içerisine konulmaması gerekir.

Durdurma işlemi, güçlü bir kütle akışı olan çığı ani bir şekilde durdurmak gibi pratikte geçerli olmayan bir yolla değil, kademeli olarak negatif ivme verme suretiyle yapılmaktadır. Bu süreç içinde, enerjinin azaltılması çığ tümsekleri içinde değil, çığın kendi içinde kendi kendini yavaşlatması şeklinde gerçekleşmektedir. Bu yolla hızı iyice azalan çığı, patikaya bakan kısmı geniş ve derin bir çukurla bütünleştirilmiş olan bir “kapan” ile tutmak mümkün olmaktadır.



Resim 3.110: Durdurma Duvarları

3.6.1.3. Çığ Tüneli

Çığ tünelleri, çığların karayollarına ve demiryollarına zarar vermelerini engellemek amacı ile inşa edilen çok etkili ve pozitif bir çözümdür.

Tüneller, çığların üzerlerinden yönlendirilmiş bir şekilde akıp gitmelerini sağlayacak şekilde dizayn edilirler. Karayolları ve demiryolları için yapılan tüneller, beton ve çelik aksamardan meydana gelir. Tünellerin yapıldıkları arazinin morfolojisine göre kapalı ve açık türleri vardır. Kapalı tüneller, yamaca yaslanmayan yüzünün tamamı ile kapalı veya çok küçük pencerelerin olduğu tünellerdir. Bu tüneller, yolun özellikle vadi içinden geçtiği rotalar boyunca inşa edilirler. Açık tünellerde ise, tünelin dışa bakan yüzü açıktır.

Açık tüneller, arazi morfolojisinin çığın tünel üzerinden aşıp, tünelden uzaklaşacak kadar düz veya tünelin derin bir vadinin üst yamaçları üzerinde yapıldığı alanlarda tercih edilirler. Çünkü, bu yerlerde tünelin dış yüzüne gelebilecek tehlikeli bir basınç söz konusu olmadığından, tüneller açık yapılarak maliyetlerinin düşük olması sağlanır.



Resim 3.111: Çığ Tüneli, Avusturya



Resim 3.112: Çığ Tüneli, Avusturya

3.6.1.4. Orman Koruma, Teraslama ve Ağaçlandırma

Mevcut orman örtüsü, çığların durdurulması veya çığ oluşumunun engellenmesinde en iyi ve en ekonomik tesistir. Orman örtüsü yok edilmediği sürece görevini en iyi şekilde yerine getirir. Çığ oluşumunu en iyi şekilde engelleyen ormanlar, fazla yaşlı olmayan, sık ve alt tabakası kuvvetli olan, seçme suretiyle işletilen ibrelî ormanlardır.

Rüzgâr etkisindeki alanlarda orman kenarı zayıflatılmamalıdır. Çığ için giriş kapısı açılmamalıdır. Çığlara karşı dayanıklı ağaç türleri korunmalı ve bunların oranı artırılmalıdır. Orman içerisinde çığ yatakları azaltılmalıdır. Mümkün olduğunca sürekli yüksek kapalılık derecesine sahip sürekli yeşil ağaç türleri korunmalıdır. Basamaklı meşcere yapısı teşvik edilmelidir. Sürekli, fakat küçük alanlı gençleştirme uygulanmalıdır. Gelen gençlik korunmalı ve desteklenmelidir.

Teraslama, arazilerin iyileştirilmesi amacıyla tüm yamaçta uygulanır. Yamaç eğim yönüne dik olarak yapılan teraslarda basamağın üst kısmı sıkıştırılarak düz hale getirilir, eğim yukarı eğik olarak çığ hattına dik şekilde taş duvarlar ile desteklenerek inşa edilebilir. Ayrıca, yamaç üzerindeki suyun drenajı için teraslar, doğal drenaj kanallarına karşı eğik yapılır.

Sürekli veya kesikli olarak yapılan terasların, kayalara ve gevşek toprak akmalarının olduğu yerlere inşa edilmesinden kaçınılmalıdır. Eğer yamaç çok dik ve duysarsız ise, teraslar geniş olmalıdır. İnşaata ilkbaharda başlanırsa oturtma ve sertleştirme işlemi, bir sonraki kışa kadar sürebilir. Düşük inşa maliyetine rağmen bu yöntem her zaman kesin bir çözüm değildir.

Teras sistemi, çok eskiden beri kullanılan bir sistemdir. Rakımın fazla yüksek olmadığı ve orta eğimli mailelerde, yatmış otların çığın hareketini kolaylaştırdığı yerlerde, güney bakılarda, karın çok yağmadığı mailelerde karın sahaya mütecanis dağılması ve bulunduğu yerde tutulması açısından etkilidir. Teras şebekesinin diğer bir görevi de, kati koruyucu vazifesi gören ağaçlandırmalarda başarıyı artırmasıdır. Bazen duvar ve diğer tesislerle kombineli olarak inşa olunurlar. Çığlara karşı korunma sistemlerinin çoğu, doğal ağaç sınırına kadar olan çıplaklaşmış arazi kesimlerinde ağaçlandırma uygulamalarını da kapsamına alır. Ancak, ağaçlandırma koşulların yeterince elverişli olduğu durumlarda düşünülür.

Ağaçlandırma, ağaç büyüme sınırına yakın veya daha alt yükseklikler üzerinde yeterli derinlikte ve uygunlukta toprak olan yamaçlar için kullanılır. Bu işlem, yok olmuş ağaçlık alanların tekrar eski haline getirilmesi için yapılır. Çığ önleme yapıları (özellikle kar çitleri) ile beraber uygulandığında ise, en azından ağaçların kar yüklerinden ve çığlardan zarar görmeleri önlenerek, sağlıklı olarak büyüme olasılıkları artırılabilir. Zaten, amaç, belirli bir süre işlevselliğe sahip insan yapısı çığ önlem yapılarının etkin çalışma ömrü bittiğinde, o alanda kalıcı ve güçlü bir ormanın var olmasını sağlamaktır. Bu en akılcı çözümdür.



Resim 3.113: Çelik Kar Köprüsü ve Ağaçlandırma

3.6.1.5. Suni Çığ Oluşturma

Kontrollü olarak, herhangi bir noktada ve zamanda, yolları ve kayak alanlarını tehdit eden çığlar, o bölgenin kısa bir süre için (birkaç saat veya gün) kullanıma kapatılmasının ardından birçok suni çığ düşürme yöntemi kullanılarak düşürülürler.

Patlayıcıların kullanılması (el ile atılabilen bombalar, toplar, helikopterle bombalama, CAT. EX yöntemi) Çığ oluşturarak yapılan çığ kontrolü, uzmanlar tarafından yapılmalıdır. Çünkü bu iş çok ciddi bir şekilde uyulması gereken güvenlik uygulamalarına gereksinim duyar.

El ile atılabilecek patlayıcılar özellikle kayak alanlarında, çığ başlangıç bölgelerine kolayca erişilebilen yamaçlarda çok sık kullanıma sahiptir. Ucuz olmasının verdiği avantaja rağmen, yüksek derecede güvenliğe ihtiyaç duyması, bireysel hatalara karşı çok duyarlı olması (bombanın zamansız patlaması veya hiç patlamaması vb.) ve uygulama zorluğu gibi dezavantajlara sahiptir.

Topların çığ düşürülmesinde kullanılmasının birçok pratik yönü vardır. Toplar ile görüş mesafesinin çok düşük olduğu zamanlarda bile önceden belirlenmiş sayısız noktalara defalarca ve hızlı bir şekilde ateş edilip çığlar kontrol edilebilir.

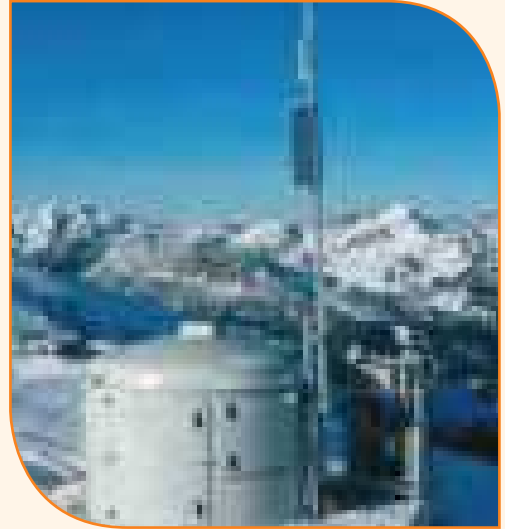
CAT.EX adı verilen suni çığ düşürme yöntemi, çok sık yüksek çığ riskine sahip hale gelebilen yamaçlar için uygundur. Yamaçlar üzerine kurulmuş kuleler arasında gerilen ipler vasıtasıyla taşınan ve patlatma için kar örtüsü üzerine bırakılan zaman ayarlı veya ayarsız patlayıcılar kullanılır. Bu yöntemde, el ile veya toplanla patlatmanın başta güvenlik nedeniyle yapılamadığı yerlerde başvurulur. CAT.EX yöntemi görüş mesafesinin düşük olması gibi kısıtlayıcı faktörlerden etkilenebilir ve büyük miktarlarda patlayıcılar kullanılabilir. Patlatıcıları kullanan personel patlama anında tamamı ile güvendedir.

Yöntemin dezavantajları;

- Sadece belli yamaçlar için (alan sınırlı) kullanılabilir olmasıdır.
- Bir defa konumlandırılacağından dolayı verimliliği açısından doğru planlama gerektirmesi
- Sistemin kuruluş maliyetinin yüksek olması,

GAZ.EX yöntemi ise, sıkıştırılmış oksijen ve propan gaz karışımının tehlikeli yamaçlar üzerine monte edilmiş olan başlıklar vasıtasıyla patlatılması ilkesine dayanır. Gaz depolarını, kontrol ve pompalama ünitelerini içeren merkezi birim, çığ tehlikesinden uzak olan daha aşağı kotlara kurulur.

GAZ.EX yöntemi, ulaşılabilen alanlar için uygun olup, çalışabilirliğinin görüş mesafesine bağlı olmaması başlıca avantajıdır. Sistemi kurma maliyetinin ve bakım masrafının çok yüksek olması ve yerinin sabit olmasının verdiği konumsal bağlılık dezavantajlarıdır.



Resim 3.114: Gaz Ex Yöntemi

3.6.1.6. Uyarı Sistemleri (Sinyalizasyon, Yol Detektörleri, Yol Kapatma Sistemleri ve Uyarı İşaretleri)

Sinyalizasyon sistemi, yol detektörleri ve yol kapatıcılar, özellikle trafik yükü fazla olan yolların çığ nedeni ile kapanması sonucunda, yoldaki çığ tehlikesi ortadan kalkıncaya ve yol temizleninceye kadar kapalı tutmak için kullanılırlar. Bu sistemlerden sadece yol dedektörleri kara ve demiryollarında çığ olur olmaz devreye girerek sürücülerini uyarıcı ışık ve ses çıkaran elektronik sistemlerdir.

Uyarı işaret, levha ve bayrakları ise, yolu veya insanların girmesi muhtemel olan herhangi bir bölgeyi geçici veya sürekli olarak kapatmak amacı ile yerleştirilirler.

Suni çığ oluştuktan sonra (yakın zamanda oluşabilecek yeni bir çığ riski ortadan kalktıktan sonra), alan temizlenir, eğer alan kayak merkezi olarak kullanılıyor ise, geri kalan kar kütlesi olabildiğince sıkıştırılıp duyarlı hale getirilir ve bölge kullanıma açılır. Aynı bölgede sık sık yapılan çığ düşürme işlemi sayesinde büyük çığların oluşmasının önüne geçilmiş olur. En çok kullanılan suni çığ düşürme teknikleri aşağıda verilmiştir;

3.6.1.7. Çığ Tehlike / Risk Haritaları

Çığ zararlarına karşı koruma önlemleri alınabilmesi için çığ meydana gelebilecek yerlerin tespit edilmesi gerekmektedir. Çığ oluşmasına uygun doğal şartlara sahip bulunan bölgeler ve güzergahlar veya daha önce çığ olayının vukuu bulunduğu yerler muhtemel çığ alanları olarak belirlenir.

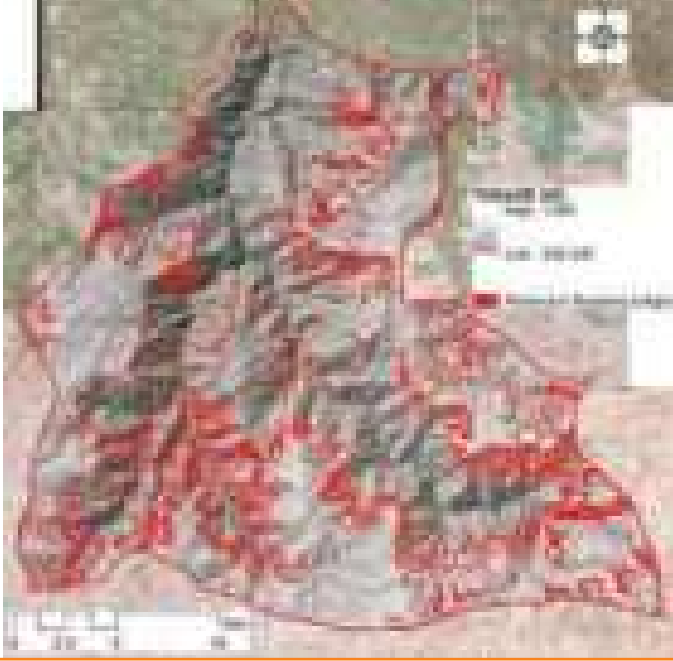
Çığlar, ülkemizdeki dağlık alanlarda artan turizm tesisleri, HES yapıları, yollar ve enerji nakil hatları gibi faaliyetlerden dolayı can ve mal kayıpları bakımından önemli problemler oluşturuyor.

Bu sebeple çığların oluşabileceği alanları belirlemek maksadıyla ileriye dönük yersel planlamalarda faydalanmak üzere çığ tehlike haritaları yapılmaktadır. Sürekli yerleşimlerin olduğu yerlerde, turizm tesisleri ve faaliyetlerinin olduğu yerlerde ilgili alanın çığdan etki derecesini gösteren risk haritaları da yapılmalıdır.

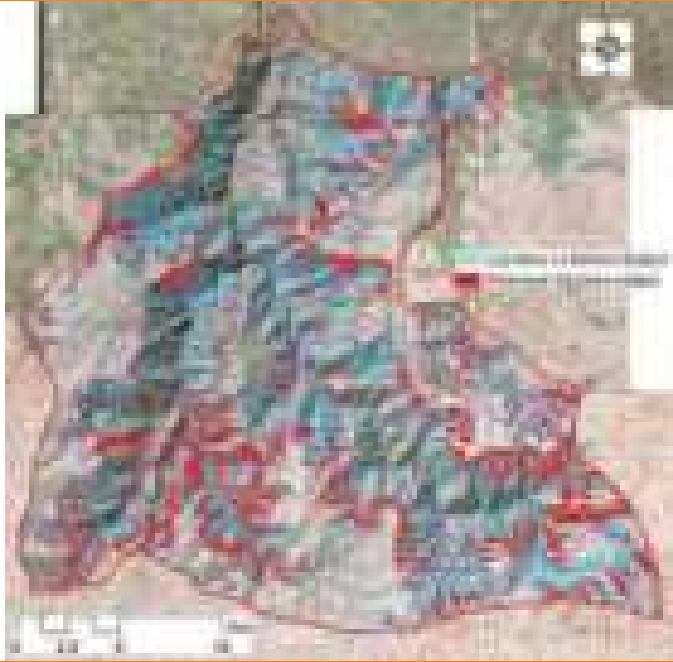
Çığ Tehlike Haritası, kayıt edilmiş ve edilememiş, olması muhtemel alanların gösterildiği 1/25.000 ölçekli topografik haritalardır.

Çığ Risk Haritası ise çığ tehlike haritalarının temel alınması ile yapılan haritalardır. Bu haritalarda, o alanın çığın etki derecesine (çığ büyüklüğüne göre etkilenen kişi, taşınmaz varlıklar, ekonomi) göre yerleşime veya herhangi bir yapılanmaya yasaklanıp yasaklanmadığı veya belirli koşullar altında kullanıma sınırlamalar getirilip getirilmediği gösterilir.

Şekil 3.22: Çığ Tehlike Haritası - Çaykara 1



Şekil 3.23: Çığ Tehlike Haritası - Çaykara 2



3.7. KİTLE HAREKETLERİNE (KAYMA, AKMA VE KOPMALARA) MARUZ SAHALAR

Kitle hareketleri ve oluş şekilleri ile ilgili açıklama daha önce yapılmıştır. Bu olayların verebileceği can ve mal kayıplarının önlenmesi için alınacak tedbirleri iki kısımda toplayabiliriz. Bunlar, idari ve teknik önlemlerdir.

İdari önlemlerin amacı kitle hareketlerini durdurmak değil, ortaya çıkabilecek kitle hareketinin etki alanından insanları uzak tutmak veya dikkatli olunması için uyardır. Ayrıca, mal kayıplarının önlenmesi için de bir takım idari tedbirlerin alınması söz konusu olabilir.

Muhtemel kitle hareketi alanlarının belirlenerek, uygun yerlere uyarı levhalarının yerleştirilmesi, heyelan bölgesi altındaki sahaların iskân sahası olarak kullanımının kısıtlanması ve yasaklanması veya yerleşim yeri varsa, buralarda iskân edenlerin tehlike alanı dışında bir yere iskânlarının sağlanması alınabilecek idari önlemlerin başlıcalarıdır.

Teknik önlemler ise, kitle hareketlerinin meydana geliş nedenlerinin ortadan kaldırılmasına veya kitle hareketinin zarar vermeyecek şekilde durdurulmasına dönük tedbirlerdir. Tedbir alırken uygulanacak metotlar heyelanın (kayma, akma ve kopma şeklindeki) türüne göre farklı olmaktadır.

3.7.1. Akma ve Kayma Hareketlerine Karşı Alınacak Önlemler

Kitle hareketleri veya arazi kaymaları, meyilli arazilerde, yerçekiminin etkisi ile toprakların kütle halinde, aşağılara doğru kayarak yer değiştirmesi olayıdır. Dere tabanlarının ve yamaç altlarının oyulması kaymayı hızlandırabilir.

3.7.1.1. Arazi Etüdü

Arazi kayması muhtemel sahalarda öncelikle arazi etüdünün çok iyi yapılmış olması gerekmektedir. Önlem türüne, yerlerine ve boyutlarına bundan sonra karar verilmelidir.

- Heyelanlı sahanın; Jeolojik, hidrolojik, hidrojeolojik (yer altı, yer üstü, sızıntı ve kapiler su durumu gibi), topoğrafik, jeoteknik etüt (Sondajlar, jeofizik ölçümler, araştırma çukurları, numune alımı, laboratuvar deneyleri gibi) ve çevre yapılarla ilgili durumu tespit etmeye yönelik etütlerin yapılması,
- Heyelan sınırlarının, yönünün, heyelan öncesi durumun tespiti, yağış durumu, zeminin genel rutubet durumu, heyelan türü ve özelliklerinin belirlenmesi,
- İnceleme alanının 1/5000 - 1/1000 ölçekli haritasının yapılması,
- Çözüm projesi hazırlanana kadar alınacak önlemlerin tespiti yapılmalıdır.



Resim 3.115: Heyelanlı Saha



Resim 3.116: Heyelanlı Saha Şavşat - 2013

3.7.1.2. Drenaj Kanalları

Yeraltı su tablasının yükselmesi, sızma, yağış veya kar erimesi gibi sebeplerden ötürü şev-yamaç malzemesinin su içeriğinin artmasına neden olur. Zeminde artan su içeriği, kohezyonsuz zeminlerin sürtünme direncinin azalmasına, kohezyonlu zeminlerde şişme ve kayma potansiyelinden ötürü ilave gerilmelerin artmasına yol açar. Ayrıca yeraltı suyunun yaratacağı yatay toprak basıncı nedeniyle kaymaya çalışan kuvvetlerin artmasına ve kayma direncinin azalmasına neden olur.

Kaymaların önlenebilmesi için kaymaya sebep olan suların kayma bölgesinden uzaklaştırılması gerekir. Bu sular açık veya kapalı drenaj kanalları ile kayma ihtimali olan sahanın dışına çıkarılır. Drenaj kanalları taban oyulmalarına meydan vermemek için mümkün olduğu kadar az eğimli olmalıdır. Kanalin iki ucu arasında fazla kot farkı varsa, oyulmaları önlemek için, kanal içinde düşüş duvarları yapılabilir

Drenaj kanalları açık veya kapalı olabilir. Tercih söz konusu olduğunda, bakım kolaylığı açısından açık kanallar tercih edilmelidir. Kaymaya sebep olan sular bazen, doğrudan doğruya kayma sahasına düşen yağmur suları veya eriyen kar sularından tabana inen sular olabilir. Bu gibi durumlarda, yüzeydeki suların, derinlere inmeden yüzeyel bir drenaj şebekesi ile kayma sahası dışına çıkarılması gerekir.

Yüzey suların tahliyesi amacı ile tesis edilecek kanallar kapalı veya açık olabilir. Açık kanallarda 2. ve 3. derece kanalların tabanlarına ana kanalın (ana boşaltma kanalı) taban ve yanlarına taş döşenmesi, geomembran uygulaması, prefabrik beton elemanı veya sadece betonlamak gerekir.

Kayma sahasına doğrudan inen yağış sularının boşaltılması için tesis edilen açık kanallar, kaymaya sebep olan derinlerdeki suların drenajı için yeterli olmayabilir. Bu durumda yatay veya düşey yönde kapalı kanallar uygulanabilir. Bu gibi hallerde, derin kazı yapılarak kayma sathına kadar inilir ve kapalı kanal sistemi uygulanır.

Kapalı drenaj kanallarında zaman zaman çökme olaylarına rastlanabilir. Yer yer rögarlar bırakılmasında yarar vardır. Bu tip drenler genellikle eğim istikametinde yapılırlar. Eğim yönüne eğik yapılan drenlerde tıkanma olayları daha çok görülür.



Resim 3.117: Yamaç Drenajı

3.7.1.3. Derivasyon ve Eşik (Baraj) Tesisi

Sel deresi yamaçlarında, yamacın dipten oyulması sonucu meydana gelen kaymaları durdurmak için iki yol vardır. Bunlardan birisi, dere yatağının değiştirilmesi, diğer yol da tünel şeklinde derivasyon kanalı yapmaktır. Derivasyon kanalları, genellikle normal dere yatağından daha kısa olacağı için eğim yüksek olabilir. Eğimden dolayı yatağın oyulmasını önlemek için kanal boyunca eşikler yapılarak eğim düşürülür.

Kayma sahalarının alt kısmına eşik inşa etmek suretiyle de yamaç kayması durdurulabilir. Baraj inşa edilirken, barajın etki alanının (baraj arkasında teşekkül eden birikinti alanı) kayma zonunun yukarısına kadar çıkmasına dikkat edilmelidir. Şayet, kayma zonunun birikinti alanın üst sınırı altında kalması için bir baraj inşası yeterli değilse, birinci barajın gerisi dolduktan sonra, ikinci baraj tesis edilebilir. Kıydaki kaymaların baraj inşa edilerek durdurulmasında dikkat edilmesi gereken husus, baraj arkasında birikecek materyalin kayma kütesinden 2 veya 3 defa daha fazla olmasıdır.

Bu eşikler, kayma zonu içine inşa edilmemelidirler. Çünkü baraj kanatları, kayma kütesinin yan itmesine mukavemet edemezler. Baraj savakları, suyun sağlam yamaç tarafında akacak şekilde yerleştirilmelidir veya savak derin yapılarak, yamaç önünde daha fazla materyal birikmesi sağlanır.



Resim 3.118: Heyelanlı Sahaların Stabilizasyonu İçin Tesis Edilen Harçlı Seki, Şavşat - 2002

3.7.1.5. Ağaçlandırma ve Otlandırma

Kaymayı durdurmak amacıyla gerekli sınıt ed birler alındıktan sonra, sahanın ağaçlandırılması ve otlandırılması faydalıdır. Bitki örtüsü toprağın rutubetinin düşürülmesinde faydalı olduğu gibi, kökleri ile de toprağı yerinde tutmada faydalı olurlar.

Kayma sahalarının ağaçlandırılmasında daha çok yapraklı ve fazla su sarf eden ağaç türleri tercih edilmelidir. Ülkemizde, Akasya, Kızılağaç, Söğüt, Kavak, İğde, Akçaağaç, Aylantus ve Gladiçya türleri kullanılabilir. Bu ağaçlandırmalarda, yüzeysel suları toplayıcı nitelikte toprak işleme yöntemlerinden kaçınılmalıdır. Çünkü su tutucu tesisler topladıkları suları alt tabakalara, infiltrasyon yolu ile intikal ettireceklerinden, ağırlığı artan toprak kütlelerinin kaymasını kolaylaştıracaktır.



Resim 3.119: Harçlı Sekilerle Heyelanlı Yamaç Sağlamaştırılmış ve Daha Sonra Ağaçlandırılmıştır.

Bunların dışında, heyelanlı sahaların ıslahında uygulanacak yöntemin seçiminde uygulanabilirlik yönünden kısıtlayıcı etkenler dikkate alınmalıdır. Arazinin dik ve yüksek bir yarma şevi olması durumunda yapılacak yapının boyutları, temel yapımı için gerekli kazı miktarı, malzeme miktarı, araziye makine donanım ve malzemelerin ulaştırılması için gerekli servis yollarının bulunması, yapım sürecinde şev stabilizasyonun sağlanabilmesi, yapının maliyeti, kamulaştırma maliyetleri, sahanın bulunduğu yöredeki sosyal hayatın etkilenmesi gibi birçok faktör etkilidir.

Daha önce izah edildiği gibi akma ve kayma, meyilli arazilerde; killi bünyede olan toprakların, yağmur suları ile doymuş hale gelmesi sonucu ağırlaşarak yerlerinden kopması ve aşağı doğru kaymasıdır. Akma olayının nerede meydana geleceğini önceden kestirmek zordur. Ancak, müsait topraklardan ve daha önce meydana gelmiş akmalardan, nerelerde akma olabileceği konusunda bir tahmin yürütmek mümkündür. Bu bakımdan, akma ve kayma olması muhtemel yerlerde teraslama yapılmamalıdır. Ayrıca, suyun yamaçlar üzerinde fazla kalmaması için yüzeysel bir drenaj yoluna gidilmesi faydalı olabilir.

Arazi etüt ve analizlerin neticelerine göre gerekmesi halinde küçük boyutta akma ve kayma tehlikesine göre sahanın alt bölümüne beton - betonarme istinat yapısı, gabion-fildöfer duvar, harçlı duvar, gerilmeli çelik halat ve telden yapılmış esnek sığ heyelan-akma engelleri, geosentetik sığ heyelan - akma engelleri vb. çeşitli sınırlama tesisleri yapılır ve duvar üstleri ve şevler otlandırılır ve ağaçlandırılır.



Resim 3.120: Şev Kayma ve Akmalarına Karşı Yapılmış Gabion Duvar

3.7.1.6. Kopma Hareketlerine Karşı (Taş ve Kaya Yuvarlamalarında) Alınacak Önlemler

Kopma olayı, yüksek kesimlerde veya yamaçların yukarı kısımlarında bulunan taş ve kayaların zaman zaman dengelerini kaybederek aşağılara yuvarlanmasıdır. Kopmalar, dik ve çıplak arazilerde meydana gelir. Bu tip olaylar, genellikle ilkbaharda havaların ısınmaya başlamasıyla toprağın gevşemesinden, karların erimesi ya da şiddetli yağmur ve dolu nedeniyle meydana gelen yüzeysel akışın altını oymasından veya deprem ve toprak kaymaları nedeniyle yamaç üzerindeki kayaların harekete geçmesinden kaynaklanmaktadır.

Taş ve kaya yuvarlanmalarına karşı en iyi engel bunların koptuğu yerlerin hemen altındaki alanlarda yer alan, sık ve yüksek gövdeli, yapraklı ağaçlardan oluşmuş bir ormandır. Bu tür ormanlarda sahayı tamamen boşaltan metotlar yerine seçme işletmesi tatbik edilmesi daha uygundur. Kesimler yerden itibaren 50 - 60 cm. yükseklikten yapılarak, sahada yüksek kütükler bırakılır. Ayrıca, kesimden çıkan dallar ve devrilmiş kuru ağaçlar, kütüklerin arkasına enine bırakılarak, yuvarlanan taş ve kayalar için engel oluşturulur.

Taş ve kaya yuvarlanmalarına karşı yeniden orman tesisi söz konusu olduğu zaman, kuru çitler ve ahşap tuzaklar yapılarak ağaçlandırma sahasının korunması için önlem alınır. Taş ve kaya yuvarlanmalarına karşı korunma amaçlı ağaçlandırmalar çok pahalı olduğundan, ancak zorunlu durumlarda tercih edilmelidir.

Etüt Çalışmaları

- Jeolojik yapı belirlenmeli
- Yörüngenin belirlenmeli (kopmanın başladığı ve depolandığı yere kadar takip ettiği alan harita)
- Kayaçların yapısı (duraysızlıklar, bozuşma, deformasyon, kırık ve çatlak sistemleri vb.)
- Serbest haldeki taş ve kaya durumu (ıslah edilecek kayaların krokisi çizilerek işaretlenir, kayaların büyüklüğü ve adetleri m³ olarak belirlenir, boyutları, konumu, çevresel etkileri (donma çözülme, yağış durumu, akıntı şekilleri ve etkilenme durumu) vb.)
- Topoğrafya (düşme ve yuvarlanmanın kritik olduğu yerlerin başlama bölgesinden tahmini birikme yerine kadar topoğrafik kesitleri)
- Yörüngenin içinde kalan engel teşkil edebilecek bütün yapı ve nesneler (orman, ağaç, çukurluklar, tümsekler, büyük kaya kütleleri vb.)
- İndikatör bitkiler, orman ve ağaç durumu (ormanın kritik kaya ve taşlara mesafesi, ağaçların göğüs çapı, toplam göğüs yüzeyi alanı, alanda bulunan gövde sayısı)
- Önlemlerin belirlenmesi
- Taş ve kaya yuvarlanmasına karşı geçiş bölgesinde etkin koruma sağlamak için gereken minimum ve ideal gövde sayılarının belirlenmeli
- Açılabilir kanal boyları ve arazi klâs durumu tespit edilir. Kanalların elle veya araçla açılıp açılmayacağı (ulaşım olmayan yerlerde kanallar elle açılır)
- Yolun olup olmadığı, ulaşımın hangi şartlarda yapılacağı
- Çelik perdeler nereelerde ve ne uzunlukta ihtiyaç olduğu,
- Tehlikeli kayaların tespiti ve bunların ıslahı için uygulanacak yöntemler neler olabileceği hakkında alternatifler sunulmalı (el aletleri veya patlayıcı madde ile)
- Mülki amirler haberdar edilmeli,
- Yerel halk ile konu ile ilgili toplantı yapılmalı.

Orman Varlığının Korunması

Yamaçta çok az sayıda ağacın varlığı yuvarlanan taş ve kayaların durdurulmasında ve maksimum sıçrama yüksekliklerinin azaltılmasında katkı sağlayabilmektedir. Bu durum bile alınması gereken teknik - yapısal önlemlerin maliyetini azaltabilmektedir.



Resim 3.121: Kaya Yuvarlanması

Kayanın Hafriyatı

Kayanın hafriyatı genelde tercih edilen bir yöntemdir; çünkü böyle bir çalışma tehlikeyi ortadan kaldırmakta ve gelecekte hiçbir bakıma gerek kalmamaktadır. Ancak, hafriyat işlemi sadece yeni yüzeyin kesinlikle duyarlı olacağı ve şevin üst kısmında, alt oyulması riskinin bulunmadığı yerlerde uygulanmalıdır.

Yerinde Kaya Kırma (Kaya Bölme)

Kayayı yerinde kırarak/bölerek küçük parçalara ayırma yöntemidir. Bu yöntem sayesinde kayanın riski azaltılabilir. Ayrıca normal patlayıcıların aksine suyla temas halinde genişleyen kimyasal kullanım sayesinde toz bulutu oluşmaz, çeşitli gazlar çıkmaz, sarsıntılar olmaz ve gürültü kirliliğine neden olmaz.

Hendek Tesisi

Şev topuklarındaki yakalama hendekleri, şev tabanında yeterli alan bulunması şartıyla, kaya düşmelerini durdurmada çoğu zaman ekonomik bir önlem türüdür.

Bariyerler

Gerek kazılmış hendeklerin performansını arttırmak ve gerekse şevlerin tabanında yakalama zonları oluşturmak için, değişik şekilde bariyerlerin inşa edilmesi mümkündür. Bariyerin arzu edilen çeşidi ve boyutları, düşen kayaların enerjisine, şev boyutlarına ve inşaat malzemelerinin bulunmasına bağlıdır. Tüm bariyerler için gerekli bir şart, çarpmaya karşı esnekliktir. Bariyerler enerjiyi deforme olma şeklinde soğurmaktadır. Çarpma enerji kapasitesi yüksek olan sistemler hem esnekler hem de keskin kayaların çarpmasını önemli derecede hasar görmeden karşılayabilecek malzemeden yapılırlar.



Resim 3.122: Geosentetik Malzeme İle Yapılmış Toprak Dolgu, Kaya Tutma Duvarı

Kaya Tutma Çitleri ve Sönümleyiciler

Çok eğimli kaya yüzeylerinde, hendeklerde ve moloz kayma yollarında yerleştirilmeye uygun değişik çitler ve ağlar geliştirilmiştir. Ağlar ayrıca, açık maden ocaklarındaki kaya düşmelerini kontrol etmede de kullanılmaktadır.

Belirli bir saha için uygun bir tasarım, topografyaya, beklenen çarpma yüklerine, zıplama yüksekliğine ve malzemelerin yerel olarak bulunabilirliğine bağlıdır. Bu tasarımların hepsinin ortak yönü, rijit bileşen içermeyen inşa edilmiş olmalarından dolayı, kaya düşmelerinden gelen çarpma enerjilerine karşı durabilmeleridir.



Resim 3.123: Kaya Tutma Çiti

Perdeli Ağ

Bir kaya şevinin yüzeyine asılan tel ağ yüzeye yakın kaya düşmelerinin yol üzerine sıçramasını engellemede etkin bir yöntem olarak kullanılabilir. Düşen kayanın enerjisinin bir kısmı ağ tarafından sönmüldüğü için, sev tabanındaki hendeğin boyutları önemli ölçüde azalır.

Zincirleme bağlı ağlar yaklaşık 0,6 - 1 m'den küçük boyutlu kaya düşmelerini kontrol etmede uygun bir yöntem iken, yaklaşık 1,3 m'lik boyutlara kadar olan kaya düşmeleri için örgülü tel ipler veya halkalı ağlar daha uygundur.

Ağın kendi ağırlığı altında yenilebildiği yüksek bir yamacı örtmek üzere yapılan uygulamalarda ağın tel halatlarla güçlendirilmesi mümkündür. Bloklar ağa çarptığı zaman momentumlarının küçük olabilmesi için, ağların üst kısımlarının tüm durumlarda kaya düşme kaynağına yakın yerleştirilmesi gerekir. Ağ şevin tabanında veya yamaç üzerinde ara yerlerde ankrajlanmaz. Serbest şekilde asılı ağ, düşen kayaları biriktirme yerine kayaların kendi yolunu izleyerek hendeğe ulaşmasına olanak verir, bu tür birikmeler ağın yırtılmasına neden olabilir.

Ayrıca tel ağ bir birine paralel çelik halatlarla takviyeli olarak yuvarlanma tehlikesi olan kayaların üzerine kaplanıp bulonlanarak kaya yerinde sabitlenerek tehlike ortadan kaldırılabılır.

Uyarı Çitleri

Demiryollarını ve bazen de karayollarını, düşen kayalardan korumak amacıyla çoğu zaman düşen kaya ile tetiklenen çitler veya uyarı sinyalleri kullanılmaktadır. Uyarı çiti bir dizi kazık ile birlikte yaklaşık 0,5 m aralıklarla yerleştirilmiş bir sıra teli desteleyen konsollu kollardan oluşur. Bir sinyal sistemine bağlı olan bu tellerden biri koptuğu zaman, bu kaya sevinden trafiğin durması için yeterince uzaklıkta bulunan sinyal ışığı yanar. Trafik daha sonra kaya düşme noktasına doğru tedbirli bir şekilde ilerler. Uyarı sistemleri kaya düşme çitlerine de uyarlanabilir.

Bu şekilde, çitin enerji kapasitesini aşan büyük bir kaya düşmesi durumunda ikinci düzey bir koruma sağlanmış olur. Uyarı çitlerinin ulaşım sistemlerinde en verimli olduğu yerler, trafiğin hattaki ara sıra kapanmaları karşılayabilecek kadar seyrek akışlı olduğu kesimlerdir. Ancak, uyarı çitlerini bir koruyucu önem olarak kullanmanın bazı dezavantajları vardır. Sinyal ışıkları şevden yeteri kadar uzakta bulunmalıdır. Düşmeler, vasıtaların ışığı geçmesinden sonra meydana gelebilir. Ayrıca, küçük kaya ve buz düşmeleri da alarm sistemlerini harekete geçirebilir ve bakım maliyetleri çok yüksek olabilir.

Kaya Sundurmaları ve Tüneller

Kaya düşme tehlikesinin çok yüksek ve yamaç stabilizasyon maliyetinin çok yüksek olduğu yerlerde bir kaya sundurması inşası ya da karayolunun tünel içine alınması için yeterli sebepler bulunabilir. Kaya düşme yollarının çok eğimli olduğu yerlerde sundurmanın tepesi hafif eğimli ve çakıl gibi bir enerji soğurucu katman ile kaplıdır. Sundurmalar, tavan kenarında en kötü çarpma yüküne göre tasarlanmış, donatılı beton veya çelikten yapılırlar. Tasarımda ayrıca çoğu zaman dik şevlerin tepesine yerleştirilen dış kolonların temelinin çarpma yüklemesi altındaki duyarlılığı da dikkate alınmalıdır.

Sundurma tasarımının kritik bir özelliği, yastık malzemesinin ağırlığı ve enerji soğurma özellikleridir. Bir yastık enerjiyi sıkışma yoluyla soğurmalı ve yapıya aktarılan enerji geniş bir alanda oluşacak şekilde nokta çarpma enerjisini dağıtmalıdır. Ayrıca, yerine daha sonra yenisi konulmayacak olan yastık malzemesi çarpmadan sonra sağlam kalmalıdır. Kaya sundurma inşasının ya da şevi diğer yöntemlerle stabilize etmenin pratik olmadığı yerlerde tehlike zonunun etrafını dolaşmak için bir tünel inşa etmekte gerekebilir.

Tehlike / Risk Haritaları

Özellikle taş ve kaya yuvarlanması riski altındaki yoğun nüfusa sahip dağlık bölgelerde, taş ve kaya hattının yörüngesini ve yörüngenin genişliğini, uzunluğunu, yuvarlanan taş ve kayaların hızını, enerjisini ve sıçrama yüksekliklerini bilmekte ve alınabilecek teknik önlemlerin niteliğini belirlemekte büyük öneme sahiptir.

3.8. BUZUL SAHALARINDA ALINACAK TEDBİRLER

Buzulun eriyerek kısılması halinde, genellikle büyük taş ve kaya parçalarından oluşmuş bulunan uç morenleri, buzulun ucundan aşağılara yığılıp kalarak buzul yatağını tıkamakta ve gerisinde çok miktarda su depolayabilmektedir. Ayrıca, buzullardan zaman zaman çözülerek kopan büyük buz parçaları dere boyu aşağı doğru kayarak, derelerin dar kısımlarının tıkanmasına sebep olurlar. Bunun sonunda buzul gölleri meydana gelir.

Gerek uç morenlerin buzul yatağını kapaması sonucu oluşan ve gerekse buzullardan zaman zaman kopan buzul parçalarının derelerde tıkanıklık yapması sonucu oluşan göllerin sonradan patlamaları ile boşalan sular yerleşim alanlarında, ziraat sahalarında büyük yıkım ve zararlara yol açabilirler, aşağı havzada bulunan muhtelif tesisleri tahrip edebilirler, can kaybına sebep olabilirler.

Bu bakımdan, buzul gölü oluşan mıntıklar devamlı müşahede altında tutulmalı ve buzul gölü olduğu takdirde, tıkanmanın meydana geldiği yerin alt tarafında, derenin uygun yerlerinde barajlar yapılmalıdır.

Bu barajların yapımındaki amaç, er geç boşalacak olan buzul gölündeki büyük su kitlesini ve beraberinde sürükleyip getireceği çok miktardaki materyali yer yer tutarak, suların akışını, yatağa ve çevreye zarar vermeyecek şekilde düzenlemektir.

KAYNAKLAR

AKALAN İlhan

Topraklarımızı Koruyalım, Toprak-Su Genel. Müdürlüğü Neşriyatı, Sayı: 101-1961

AKYÜREK İbrahim

Türkiye'de Aşınım Sorunları ve Çözüm Seçenekleri, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası-1986

AŞK M. Kemal

Erozyonla Savaş El Kitabı

AŞK M. Kemal

Çürük Yamaçların Sağlamaştırılması

ATALAY İbrahim

Anakayanın Toprak Verimiyle Erozyon Arasındaki İlişkiler, OGM - Enerji Ormanı Tesis ve Erozyon Kontrolü Semineri Notları - 1987

ATALAY İbrahim

Türkiye Jeomorfolojisine Giriş, İ. Ü. Edebiyat Fakültesi, Yayın No: 9

ATALAY İbrahim

Doğa Bilimleri Sözcüğü, 2013

AYBERK Savaş

Enerji Ormanı Tesisinde Uygun Mekanizasyon Metodlarının Seçimi ve Birim Zamanlarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, OGM Yetiştirme Ortamı Özelliklerinin İncelenmesi, Projelendirme Tekniği ve Esasları ile Ağaçlandırma Teknik Prensipleri Semineri, 1986

AYDEMİR Hakkı

Akdeniz Bölgesinde Koruyucu Orman Şeritleri ve Rüzgar Perdelerinden Direkt ve Endirekt Olarak Faydalanma Değerinin Tesbiti, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten Serisi No: 101

AYDIN Sabahattin

Erozyon Kontrolü Çalışmalarında Enerji Ormanı Tesis Tekniği ve Galeri Kavaklılığı, OGM - Erozyon Kontrolü ve Mera Islahı Çalışmalarının Teknik Esasları Semineri, 1989

KÜÇÜKKAYA İsmail

Türkiye'de Kurak ve Yarı Kurak Orman Arazilerinin Ağaçlandırılması

KÜÇÜKKAYA İsmail

Türkiye Dağlık Su Havzalarında Orman, Mera Ve Tarım Kaynakları Tahribatının Önlenmesi, Geliştirilmesi Ve Yönetimi

KÜÇÜKKAYA İsmail

Türkiye Yüksek Dağlık Ormanlık Alanların Rehabilitasyon Tekniği

KÜÇÜKKAYA İsmail

Rüzgâr Şeritleri

BALCI A. Nihat, ÖZTAN Yılmaz

Sel Kontrolü, Karadeniz Üniversitesi Orman Fakültesi - 1987

BENER Yaşar, ASMAZ Hasan (Tercüme edenler)

Erozyon Kontrolü El Kitabı, OGM Yayınları Sıra No: 196, Seri No: 14 - 1956

BERNARD C. J. M (Tercüme edenler **K. Aşk, L. Bostanoğlu**)

Dağlık Arazi Islahı, DSİ Yayınları, Yayın No: 314, Grup No II, Özel No: 39 - 1960

BEŞKÖK Turgut E.

Koruyucu Orman Şeritleri ve Bala'da Koruyucu Orman Şeritleri Tesisi Denemeleri, Ormancılık Araş. Enstitüsü Neşriyatı, Teknik Bülten Serisi No: 7 - 1957

BEŞKÖK Turgut E.

Kumulların Tesbiti ve Rüzgar Perdeleri Semineri Hakkında Rapor, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Muhtelif Yayınlar Serisi No: 16 - 1962

BEŞKÖK Turgut E.

Kurak Mıntıkalarda Ağaçlandırma Tekniği, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Muhtelif Yayınlar Serisi No: 6 - 1958

BİRİNCİ Hüseyin

Dozerle Yapılan Seki Terasların Tekniği, Maliyet Analizi ve Ekonomisi, OGM - Erozyon Kontrolü ve Mera Islahı Çalışmalarının Teknik Esasları Semineri - 1989

DİZDAR M. Yüksel

Küçük Akarsu Havzalarında Sediment Hesaplanması, Toprak-Su Yayınları -1981

DOĞAN Orhan, ÇELEBİ Doğu, AYBAŞ Mehmet C.

Orta Anadolu İklim Koşullarında Uygulanan Yarım-Seki Terasların Toprak ve Su Muhafazasına Etkilerinin Saptanması ve Teras Standartlarının Bulunması (Ara Rapor), Toprak-Su Yayınları, Genel Yayın No: 81 Araştırma Raporları No: 27 - 1982

DSİ

I. Ulusal Erozyon ve Sedimentasyon Sempozyumu Tebliğleri, 1978-Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri Cilt1-1981- 21. Erozyon, Rusubat Kontrolü ve Taşkın Semineri - 1985

KHGM

(Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü), Orta Anadolu Bölgesinde Rüzgar Erozyonu Oluşumu ve Alınacak Önlemler Rehberi, Genel Yayın No: 54, Rehber No: 9 - 1986

KTÜ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Türkiye 1. Ulusal Heyelan Sempozyumu Bildiri Özetleri - 1991

KÜÇÜKKOCA A. Hikmet

Teraslama, Toprak Su Gn. Md. Neşriyatı, Sayı: 110

LOHBECK Hermann, SUNER Artok

Kurak Bölgelerdeki Ağaçlandırma Kimyasal Maddeler Yardımıyla Tutma Oranını Artırma Olanakları Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araş. Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 89

TAVŞANOĞLU Faik

Sel Yataklarının Tahkimi, İ. Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 203 - 1974

TAVŞANOĞLU Faik

Dağlık Arazide Dere Havzalarının Islahı, İ. Ü. Orman Fakültesi No: 26 - 1954

ÇEPEL Necmettin

Orman Ekolojisi, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No: 433-1995

TOLAY Ulvi, AYBERK Savaş, BUL Mehmet

Boylu Bozuk Baltalık Sahalarda Makinalı Arazi Hazırlığı Yöntemlerinin Sahilçamı (P. Pinaster aiton) ve Radiata Çamı (P. radiata D. don) Türleri ile Yapılan Ağaçlandırmaların Başarısı Üzerine Etkileri, OGM Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 141

TMMOB

Yağış, Sel, Heyelan Sempozyumu (Bildirileri) 1991

UZUNSOY Orhan, GÖRCELİOĞLU Ertuğrul

Havza Islahında Temel İlke ve Uygulamalar, İ. Ü.Orman Fakültesi Yayın No: 371 ,1985

ÜNER Naki (Çeviren)

Toprak ve Su Muhafaza El Kitabı, ABD Tarım Bakanlığı Toprak Muhafaza Genel Müdürlüğü

YEŞİLKAYA Yalçın, KOÇ Muzaffer, CENGİZ Necati

Burdur'daki Havza Islahı Çalışmalarında Çalı Takviyeli Teras ve Çalı Takviyeli Toprak Bend İnşaatlarının Erozyonu Önlemedeki Etkileri ve Bu işlere İlişkin İş Analizleri, Ormancılık Araş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No: 220 - 1991

GÜNER İbrahim

Çığ Afetinin Karakteristikleri ve Analiz Yöntemleri, Gazi Üniversitesi Müh.-Mimarlık Fakül. İnş.Müh.Böl.-Ankara

GÜNER İbrahim

Doğal Afet Olarak Çığ, Gazi Üni.Müh.-Mimarlık Fakül.İnş.Müh.Böl.-Ankara

AYDEMİR Hakkı

Çığlara Karşı Teknik Mücadele ve Koruma Tedbirleri

BALCI Nihat

Toprak Koruması, İ.Ü. Orman Fakültesi - İstanbul-1996

ALTIN Murat, Prof.Dr. GÖKKUŞ Ahmet, Prof.Dr. KOÇ Ali

Çayır Mera Islahı - Ankara-2005

ÇELEBİ Hayati, KILIÇ Mustafa

Oyuntu Erozyonu ve Önleme Tedbirleri

40. ÖZDEMİR Nutullah

Toprak ve Su Koruma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun, 2013

ÇANGA Mustafa

Toprak Koruma

AKSU Sezgin

Dünyada ve Ülkemizde Kullanılan Yüzeysel Akış Katsayısının İrdelenmesi, Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, ÇEM Genel Müdürlüğü, Ankara, 2015

YASEMEN Aslı Yılmazgil

Sürdürülebilir Arazi Yönetiminde İyi Uygulamaların Yaygınlaştırılması, Uzmanlık Tezi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, ÇEM Genel Müdürlüğü, Ankara, 2015

DOĞAN Orhan

Sürdürülebilir Arazi Yönetimi İçin Çifçinin El Kitabı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, ÇEM Genel Müdürlüğü, Ankara, 2014

DOĞAN Orhan, KÜÇÜKÇAKAR Nurgül

Toprak ve Su Muhafazası Araştırmalarında Yüzeysel Akış ve Toprak Kayıplarının belirlenmesi Talimatı, Ankara, 1986

BOYDAK Melih

Ağaçlandırma, İstanbul, 2014

DİNÇSOY Yaşar

DSİ Yayını

**ŞAHİN Selim, KÜÇÜKKAYA İsmail, ÇEM Arşivi ve Anonim
FOTOĞRAFLAR****ŞAHİN Özhan**

Teknik Çizimler