

23906

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EROZYONUN, DOĞU KARADENİZ
HAVZASINDA SU MÜHENDİSLİĞİ
YÖNÜNDEN OLUŞTURDUĞU ZARARLARIN
İNCELENMESİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. C. Alkın BAHAR

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sayfa No

BÖLÜM I

GİRİŞ	1
1.2. EROZYONUN Tanımı	3
1.3. Erozyona Sebep Olan Etkenler ve Çeşitleri	4
1.3.1. Su Erozyonu	4
1.3.1.1. İklim Özellikleri	5
1.3.1.2. Fizyografik Faktörler	6
1.3.1.3. Suların Sebep Olduğu Erozyon Çeşitleri	8
1.3.2. Rüzgar Erozyonu	14
1.3.2.1. Rüzgar Erozyonu Nereelerde Görülür	15
1.3.3. Çığ ve Buzul Erozyonu	17
1.3.3.1. Çığ Erozyonuna Sebep Olan Faktörler	18

BÖLÜM II

EROZYONUN YOL AÇTIĞI ZARARLAR	24
2.1. Dağlık Arazilerde Erozyonun Yol Açtığı Zararlar	24
2.2. Akarsu Havzalarında Erozyonun Yol Açtığı Zararlar	29
2.3. Tarım Arazilerinde Erozyonun Yol Açtığı Zararlar	32
2.4. Biriktirme Haznelerinde Erozyonun Yol Açtığı Zararlar	34

BÖLÜM III

EROZYONU ÖNLEYİCİ GENEL ÇÖZÜMLER	38
3.1. Dere Tabanlarının Erozyona Karşı Tahkimi ve Taşıntı Barajları	38
3.2. Dere Kıyılarının Oyulmaya Karşı Tahkimi /Korozyon)	47
3.2.1. Kıyı Duvarları, Kıyı Kaplamaları	47
3.2.2. Mahmuzlar	50
3.3. Çamurlu Sellere Karşı Yapılacak Tesisler	52
3.4. Taşkınları Önleyici Tesisler	54

3.4.1. Taşkın Kanalları	54
3.4.2. Taşkın Geciktirme Havuzları	54
3.4.3. Sel Kapanları	55
3.4.4. Seddeler	55
3.4.5. Taşkın Duvarları	56
3.5. Dağ Uçmalarına, Taş ve Kaya Yuvarlanmalarına Karşı Alınacak Tedbirler	57
3.6. Çığ ve Çığ Erozyonuna Karşı Alınacak Önlemler	59
3.6.1. Birinci Grup Yapılar	59
3.6.2. İkinci Grup Yapılar	61
3.6.2.1. Teraslar	61
3.6.2.2. Kazıklı Tel Örgüler	62
3.6.2.3. Çığ Duvarları	62
3.6.2.4. Örme Çitler	63
3.6.2.5. Çığ Köprüleri	64
3.6.2.6. Çığ Tuzakları	64
3.6.2.7. Rüzgar Engelleri	65
3.6.2.8. Ağaçlandırma	66
3.6.2.9. Patlayıcı Maddelerle Çığ Kontrolü	66
3.7. Buzul Erozyonuna Karşı Alınacak Tedbirler	67
3.8. Rüzgar Erozyonuna Karşı Alınacak Tedbirler	67
3.9. Tarım Arazilerinde erozyona Karşı Alınacak Tedbirler	71
3.9.1. Şeritsel Tarım	72
3.9.2. Kontur Tarım	73
3.10. Hava Fotoğraflarının Yorumlanması	75
3.11. Drenaj Maksadıyla Yapılan Bazı Tesisler	76
3.11.1. Kafa Hendeği	76
3.11.2. Dren Hendeği	77
3.11.3. Galeriler	78
3.11.4. Büzler	80
3.11.5. Menfezler	82
3.12. Ağaçlandırma ve Çayırlandırma	83
3.12.1. Çayırlandırma	84
3.12.2. Ağaçlandırma	85
3.13. Teraslama	88
3.14. Biriktirme Haznelerinde Alınacak Tedbirler	91

BÖLÜM IV

DOĞU KARADENİZ HAVZASININ GENEL ÖZELLİKLERİ	93
4.1. Yeri	93
4.2. Yer Şekli ve Engebелilik	93
4.3. Drenaj	94
4.4. Jeoloji	95
4.5. Tabii Bitki Örtüsü	95
4.6. Havzanın Su Kaynakları	96
4.6.1. Akarsular	96
4.6.2. Göller	98
4.7. İklim	99
4.7.1. Yağış	99
4.7.1.1. Yağış-Akış İlişkisi	100
4.7.1.2. Yağışların Erosiv Potansiyellerinin Hesaplanması	101
4.7.1.2.1. Analiz Edilen Yağışların Seçimi ve Özellikleri	102
4.7.1.2.2. Yağışların Birim Kinetik Enerjilerinin Hesabı	103
4.7.1.2.3. Yağışların Toplam Kinetik Enerjilerinin Bulunması	103
4.7.1.2.4. Yağış Erozyon İndeksinin Tesbiti	104

BÖLÜM V

DOĞU KARADENİZ HAVZASINDA MEYDANA GELMİŞ EROZYON OLAYLARI VE ORTAYA ÇIKAN PROBLEMLER	115
5.1. Çatak Heyelanı	116
5.2. Sel Tahribatları	125
5.3. Deniz Tahribatları	127

BÖLÜM VI

DOĞU KARADENİZ HAVZASINDA EROZYON PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	130
6.1. Su Etkisi Kontrol	130
6.2. Kazı Metodları	131
6.3. Yapısal Destek	131
6.4. Katkı Maddeleriyle İyileştirme	133
6.5. Erozyonu Önlemede Alınabilecek Diğer Önlemler	133

BÖLÜM VII

SONUÇLAR VE TEKLİFLER	136
7.1. Sonuçlar	136
7.2. Teklifler	138



ÖZET

Bu alışmada, Türkiye'de ve Doğu Karadeniz Havzasında meydana gelen erozyon olayları ve bu olayların sonuçları araştırıldı.

Çalışmada, öncelikle erozyonun tanımı, meydana gelişi, ortaya koyduğu zararlar ve erozyona karşi alınması gereken teknik ve kültürel tedbirler üzerinde duruldu.

Doğu Karadeniz Havzası, Türkiyenin en fazla yağış alan, akarsu ihtiva eden ve yüksek dağlık arazi yapısına sahip olması sebebiyle; erozyon ve erozyon olaylarının neticelerinden oldukça etkilenen bölgelerinden biridir. Yapılan bu alışmada, Doğu Karadeniz Havzasında meydana gelen erozyon olayları ve bunların neticelerine bağlı olarak alınacak tedbirler, blge şartları gözönünde bulundurularak araştırılıp, incelendi.

SUMMARY

In this study the consequences of erosion incidents occurred in Turkey and around Eastern Black Sea Basin were scrutinized.

In the study priority was given to the definition of erosion, the reasons for its existence, the damages it caused, and cultural and technological precautions to be taken against it.

The Eastern Black Sea basin having high altitude mountaineous land features is the richest area for rainfall running waters, rivers in Turkey ; due to all these, the region is the most susceptible to erosion and erosionrelated occurrences. In this study, the erosion incidents and their related consequences were investigated as a whole, considering the conditions of the region, in order to determine precautions against erosion incidents.

TEŐEKKÖR

talebesi olmakla Őeref duyduğumuz, yakın ilgi ve yardımlarıyla bizi teşvik eden ve bu çalışmayı yöneten sayın hocamız Prof. Mustafa ERSİN'e teşekkür ederim.

Ayrıca, araştırmalarım ve çalışmalarım esnasında gösterdiği yakın ilgi ve desteklerinden dolayı İstanbul Üniversitesi Orman Fak. Öğretim görevlisi sayın Doğ. Dr. Feyza AKYÖZ'e teşekkür ederim.



BÖLÜM I

GİRİŞ

Türkiye'de geçmişlerde oluşan ve gelişen erozyon olaylarını incelediğimizde, bu olayların konusu kıta olan Avrupa'da kilerle aynı zamanda ve bunlara paralel olarak cereyan etmiş olduğunu ve iklim şartlarının, Alp memleketlerindekiinden daha elverişsiz olması sebebiyle, erozyonun ülkemizde daha hızlı gelişmiş bulunduğunu görürüz.

Son 2000-2500 yıl içinde, Anadolu'da başlamış ve bugüne kadar devam etmiş olan sel olaylarının yıkıcı ve taşıyıcı etkileriyle dağlardan kopan ve eteklere taşınan topraklarla dolan büyük çukurluklar yüzlerce metre yükselmek suretiyle bugünkü ova ve düzlüklerin düzey ve genişliklerini sağlamıştır. Çukurova, Ankara ovası, Erzincan ovası ve diğer birçokları bu biçimde gelişen allüviyal büyük düzlüklere birer örnek olarak verilebilir.

Aynı biçimde taşınan topraklarla, deniz kıyılarının yer yer dolarak karaların yavaş yavaş denizlere doğru ilerlemesi sonucunda tarihi zamanlarda doğrudan doğruya deniz kenarında yada denizden sadece birkaç yüz metre kadar uzakta bulunan belirli merkezler, bugün denizden bir hayli içerde kalmış bulunmaktadır. Mesela, Efes bugün denizden 4, Truva 9, Tarsus 15, Bergama 22 Km. içerde kalmıştır. (3)

Birçok memleketlerde ve memleketimizde tarihi zamanlardan beri oluşan erozyon ve sel olayları sonucunda arazinin uğramış olduğu büyük değişiklikler, bu memleketlerde özellikle nüfusun artması ve ticaretin gelişmesiyle toplumların genişleyen ihtiyaçlarını karşılamak için, insanların deniz kıyılarından itibaren yavaş yavaş dere vadilerine girip oralardan dağlara tırmanarak, çeşitli biçimlerde ormanları yok etmesiyle hız kazanmıştır.

Ormanların ve koruyucu bitki örtüsünün ortadan kalkması sonucunda toprağa zararlı biçim ve miktarda sızan sular, yaratılış itibarıyla kaymaya elverişli yamaçlarda, toprağın su emerek ağırlaşmasına ve toprak taneleri arasındaki sürtünme direncinin (kohezyon) zayıflaması sonucunda göçme ve çökme ve yer kaymaları (heyelan) meydana getirmesine yol açmaktadır. Göçme, çökme ve yer kaymalarından oluşarak derelere kadar inen toprak kitleleri, derelerde suların kabarması ile buralar-
dan daha aşağılara taşınmaktadır.

Yer kaymalarının meydana geldiği arazi üzerinde kurulmuş olan köyler ve meskün yerler, şüphesiz bundan geniş ölçüde zarar görmekte ve bunların varlıkları tehlikeye düşmektedir. Bu nedenle, bu köylerin yerlerini değiştirmek zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizde erozyon olayları, büyük boyutlara erişmiş bulunmaktadır. Erozyon kontrolü çalışmalarında genel olarak kültürel, teknik ve kombine (kültürel + teknik) metodlar

kullanılmaktadır. Çalışmaların başarısı ise önemli düzeyde doğru olan metodun seçilip kullanılmasına bağlıdır. Bu ise çalışmaların amaçlarıyla çok yakından ilişkilidir. Bu bakımdan çalışma amaçlarının projelerde çok iyi tanımlanması ve açıklanması başarı üzerinde doğrudan doğruya bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada erozyon kontrolu çalışmalarında amaçların ve yöntemlerin seçiminde yapılması gerekli olan temel çalışmalar ve prensipler üzerinde durulacaktır. (4)

1.2. Erozyonun Tanımı

Yerkabuğunun akarsular, rüzgarlar, dalgalar ve buzullar tarafından aşındırılması, esas itibarıyla, normal bir jeolojik olaydır. Jeolojik erozyon, tabii erozyon, ya da normal erozyon olarak isimlendirilen bu olay, en geniş anlamıyla insan müdahalesinin söz konusu olmadığı doğal çevredeki araziye özgü sürekli bir aşınma ve düzlenme olayıdır. Bu durum, kayaların parçalanıp ufalanmasına ve toprağın oluşup gelişmesine dolayısıyla başka yerlere taşınarak dağılmasına sebep olur. (2)

Dolayısıyla atmosferik, jeolojik ve topoğrafik etkenlerle toprakların yerlerinden koparılarak başka yerlere götürülmesi olayına "Erozyon denmektedir. (1)

1.3. Erozyona Sebep Olan Etkenler ve Çeşitleri

Erozyona sebep olan etkenler başlıca su, rüzgar ve kar erozyonudur. Buna göre erozyonların başlıca üç bölüm altında incelenmesi adet haline gelmiştir. Bunlar;

- Su erozyonu
- Rüzgar erozyonu
- Çığ ve buzul erozyonu

Her üç erozyon şeklinin oluşum ve bunlara karşı mücadele metodları değişik olduğundan ayrı başlıklar halinde ele alınmaları gereği vardır.

1.3.1. Su Erozyonu

İnsanların ilk olarak dikkatini çeken erozyon şekli su erozyonu olmuştur. Esasen erozyon kelimesi de buradan doğmuştur. Erozyon kelimesinin kökü latineden gelmekte ve kemirme anlamındadır. Suların, toprakları kemirmesi, aşındırması olayına erozyon denmiş ve bugün bütün dünya milletleri aynı kelimeyi kullanmaktadır.

Eğimli arazilerde, vejetasyonun kalktığı veya zayıfladığı hallerde düşen yağmur suları yüzeyden akarken bir yandan beraberinde toprakları sürükleyerek bu toprakları kullanılmaz hale sokarken, diğer yandan da aşağı kısımlarda taşkın şeklinde zararlar yaparlar. Bu olayın diğer bir sonucunda, taban sularının beslenmemesi ve kuraklığa sebep olması şeklinde kendini göstermesidir. Bu sebeplerle su erozyonu, diğer erozyon çeşitleri içinde en önemlisi olarak kabul edilir.

Su erozyonuna sebep olan en mühim etken, seller ve taşkınlar olarak kendini göstermektedir. Sel terimi, şiddetli yağışların ardından yan derelerden ani olarak gelen ve fazla miktarda katı materyal (taşıntı) ihtiva eden büyük su kütle-sini ifade eder. İlkbaharda havaların ani ısınmasıyla kar-ların hızla erimesi de sellere katkıda bulunur.

Sellerin birleşmesiyle akarsu vadileri boyunca meydana gelen su kabarmaları ve akarsuyun normal yatağını aşarak taşkın yatağına yapılması ise taşkın olarak isimlendirilmek-tedir.

Sel ve taşkın olayı, esas itibarıyla, derelere ulaşan su miktarının hızla artmasından ve buna bağlı olarak da dere yatağında akan su seviyesinin kısa sürede yükselmesinden kaynaklandığına göre, bu olaylara yol açan sebepleri ortaya koymak için dere akımını etkileyen faktörleri incelemek gerekir.

Genel olarak dere akımını etkileyen faktörler şunlardır:

1. İklim özellikleri,
2. Fizyografik faktörler,

1.3.1.1. İklim Özellikleri

Dere akımını etkileyen başlıca iklim faktörleri, daha çok yağış özellikleriyle ilgili olanlardır ve bunlar,

- a) Yağış tipi,
- b) Yağış şiddeti,
- c) Yağışın süresi,

- d) Yağışın dağılışı,
- e) Yağışın hareket yönü,
- f) Yağış öncesi toprak rutubeti

şeklinde sıralanabilir. (2)

1.3.1.2. Fizyografik Faktörler

- a) Toprak tipi,
- b) Havzanın büyüklüğü ve şekli,
- c) Havzanın ortalama yüksekliği,
- d) Havzanın ortalama eğimi,
- e) Havzanın genel hâli,
- f) Havzanın derenaj durumu,
- g) Havzadaki arazi kullanma şekli,

a) Toprak tipi, infiltrasyonu ve yüzeysel akışı etkileyen çeşitli fiziksel özellikleri sebebiyle önem taşır.

b) Havzanın büyüklüğü, deredeki toplam akım hacmini ve hidrografın şeklini etkiler. Büyük yağış havzalarında

taşkın akımları daha uzun süreli, fakat taşkın yükseklikleri daha azdır.

Havzanın şekli, havzaya düşen yağışın derelere ve havza çıkışına ulaşma süresini etkiler. Uzunluğu ortalama genişliğe oranla fazla olan bir havzada belli bir yağışın dere akımında meydana getireceğı yükselme (özel durumlar dışında) az, fakat uzun sürelidir. Buna karşılık, bu yağışın büyüklüğü bir önceki ile aynı, fakat uzunluğu, ortalama genişliğe yakın ya da ondan daha az olan bir havzada, akımın meydana getireceğı yükselme fazla, fakat kısa sürelidir.

c) Havzanın ortalama yüksekliği, sıcaklığı ve yağış tipi ile miktarını, ayrıca yağış kayıplarını etkilemesi bakımından önem taşır.

d) Havzanın ortalama eğimi, infiltrasyon, yüzeysel akışı, toprak rutubeti ve taban suyu tarafından dere akımına yapılan katkılar bakımından önemli bir faktördür. Genel bir ifade ile, ortalama eğimi fazla olan havzalarda sağanak yağışlardan hemen sonra kar erimeleri sırasında yüzeysel akışın kısa sürede dere yatağına ulaştığı, dere akımındaki yükselmelerin daha fazla, fakat kısa süreli olduğu söylenebilir.

e) Havzanın genel hali, güneşlenme ve sıcaklığı, yağışı, infiltrasyonu, yüzeysel akışı, toprak rutubetini ve kayıplarını etkiler.

f) Havzanın drenaj durumu, çoğu kez, havzadaki sulu ve kuru derelerin uzunlukları durumunu havza alanına oranlanmasından elde edilen drenaj yoğunluğu ile belirlenen bir faktördür. Genel bir ifade ile, havzanın drenaj yoğunluğu ne kadar yüksekse o havzadaki drenaj şebekesinin yağış sularını zararsızca akıtma yeterliliğinin de o ölçüde yüksek olduğu söylenebilir.

g) Havzadaki arazi kullanma şekli, dere akımını etkileyen en önemli faktördür. Bu faktörün insan eliyle kolayca değişikliğe uğratılabilen faktör olması, erozyon ve sel kontrolü bakımından bu faktörün önemini bir kat daha artırmaktadır. (2)

1.3.1.3. Suların Sebep Olduğu Erozyon Çeşitleri

Suların sebep olduğu erozyon şekillerini başlıca aşağıdaki gibi gruplandırabiliriz :

- a) Yüzey erozyonu
- b) Dyuntu erozyonu
- c) Kıyı erozyonu

a- Yüzey Erozyonu

Yüzey erozyonu, eğimli bir arazi üzerinden ince bir toprak tabakasının yağmur sularının etkisiyle kaldırılıp, eğim yönünde aşağıya doğru taşınması olayıdır. Bu çeşit erozyon, toprağın tamamı üzerinde yaygın ve ince bir tabaka

şeklinde olduğu için, bariz bir şekilde görülmez ve çoğu zaman önem verilmez. Halbuki bu olay zaman içinde ve tekrürlerle ilerler ve organikmaddelerce zengin üst tabakayı kaldırarak toprağı tamamen verimsiz hale sokabilir. Bu durum daha çok suların şimik etkileriyle toprağı yıkayarak, ihtiva ettiği çeşitli kimyasal tuzları eritip götürmek suretiyle olur. Topraktaki tuzlar, erime derecelerine göre sırasıyla: Kloritler, nitratlar, sülfatlar, karbonatlar ve fosfatlardır. Karbonatlardan mesela kalsiyum karbonat ve mağnezyum karbonat, suda hiç erimez. (3)

Toprağın yıkanarak tuzların eriyip gitmesi sonucunda, toprak taneleri arasındaki bağlantı ve dayanışma (kohezyon) zayıflar ve toprak, suların çarpma ve oyma etkisine daha elverişli bir duruma gelir.

Taşınmanın şiddeti, bir yandan akan suyun taşınma kuvvetiyle, öbür yandan suyun aktığı zeminin direnciyle ilgilidir. Bu iki etki, yönleri ters olan iki kuvvet halindedir. Birincisinin daha büyük olduğu hallerde erozyon başlamaktadır.(Resim 2, 3, 4,)

Suyun aktığı mecrada kıyıllara ve yamaç eteklerine yaptığı yan etkiyi korozyon denmektedir. Korozyon ya derede tabanın fazlaca oyulması, ya da şev yıkıntılarından meydana gelen erozyondan veya dere tabanı ve kıyıllarının yaratılışı itibariyle, yer yer değişiklik göstermesinden, derenin yön değiştirmesinden veyahut suyun dere boyunca bazı yerlerde çeşitli sebeplerle şişkinlik yapmasından ileri gelmektedir.

b- Oyuntu Erozyonu

Yüzey erozyonlarının ilerlemiş şekilleri, oyuntu erozyonunu meydana getirir. Büyük toprak kitlelerinin taşınmasına sebep olan bu çeşit erozyon taşkın olayının da başlıca sebebidir.

En basit oyuntu erozyonu, yamaçlar üzerinde çizgiler şeklinde kendini gösterir. Buna çizgi erozyonu denir. Çizgi erozyonunda yarık derinliği 0.30 metreden fazla değildir. Daha fazla ilerlemiş ve derinleşmiş, küçük dere şeklini almış oyuntulara sel yarığı veya üçüncü derecede sel yarığı daha büyüklere ise sel dereceği veya ikinci derecede sel deresi denir. Sel dereciklerinin daha büyüklerine ise ana sel yada doğrudan doğruya sel deresi denir.

Oyuntu erozyonlarını derinliklerine göre sınıflandırmak gerekirse;

1. Çizgi erozyonu : 0.30 metreden daha az derin
2. Sel yarıntısı : 0.30 m-1.00 m. arası
3. Sel dereciği : 1.00 m-3.00 m. arası
4. Ana sel deresi : 3.00 metreden daha derin

Oyuntu erozyonunun bu 4 şeklinden birincisinde, bir sel deresi veya dereciğinin karakteristik yapısı yoktur. Diğer üç tip derede ise, sel deresinin karakteristiği olan,

- Su toplama bölgesi

- Boğaz bölgesi
- Biriktirme konusu

gibi üç bölge mevcuttur.

Genel olarak, sel yarığı ve sel dereciğinin su toplama bölgeleri, 100 ha.dan daha büyük değildir. Halbuki ana sel derelerinin su toplama bölgeleri, 100 ha. dan daha büyüktür. (1)

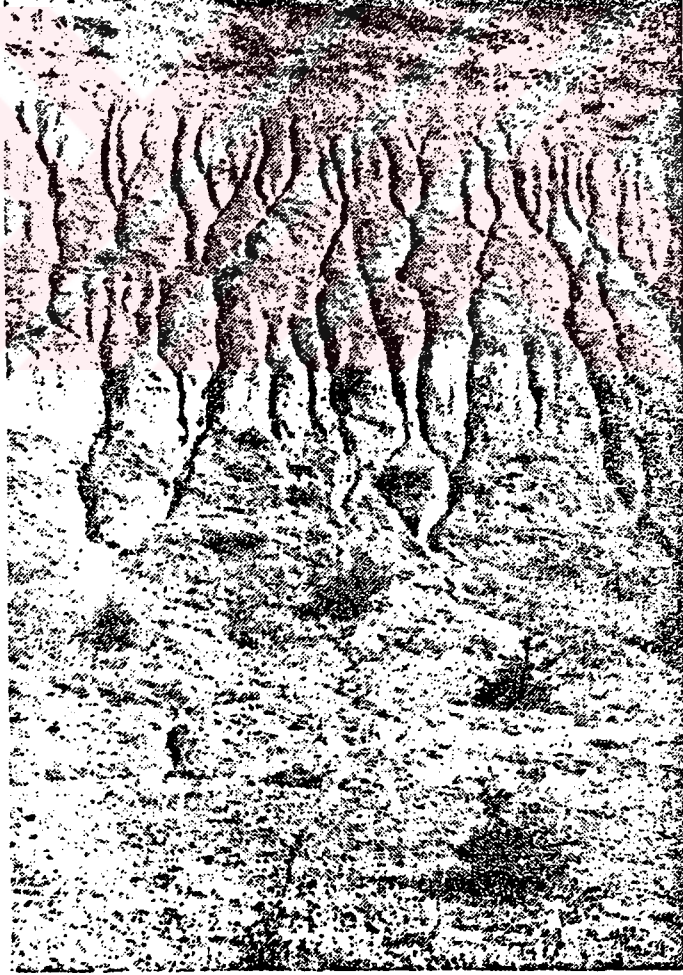
Büyük su havzalarında oyulma olmayan ve denge eğimini almış olan esas dereye sel deresi demek mümkün değildir. Bu derelerde her ne kadar taşkın olayı olmakta ise de, bu gibi derelerin rolü sel dere ve dereciklerinden diğer bir deyimle yan derelerden gelen su ve meteryali daha aşağılara daha büyük dere ve ırmaklara intikal ettirmekten ibarettir.

Oyuntu erozyonunun mekanizması, yüzeysel akım sularının küçük çizgiler şeklinde aşağıya doğru akarken, muayyen yarıklarda birleşmeleri, büyümeleri ve yamacın alt kısımlarında daha fazla bir oyma gücü kazanarak yamaçları aşağıdan yukarıya doğru oymalarıdır. Bu tip erozyona tırmanan erozyon denir. (Resim 1)

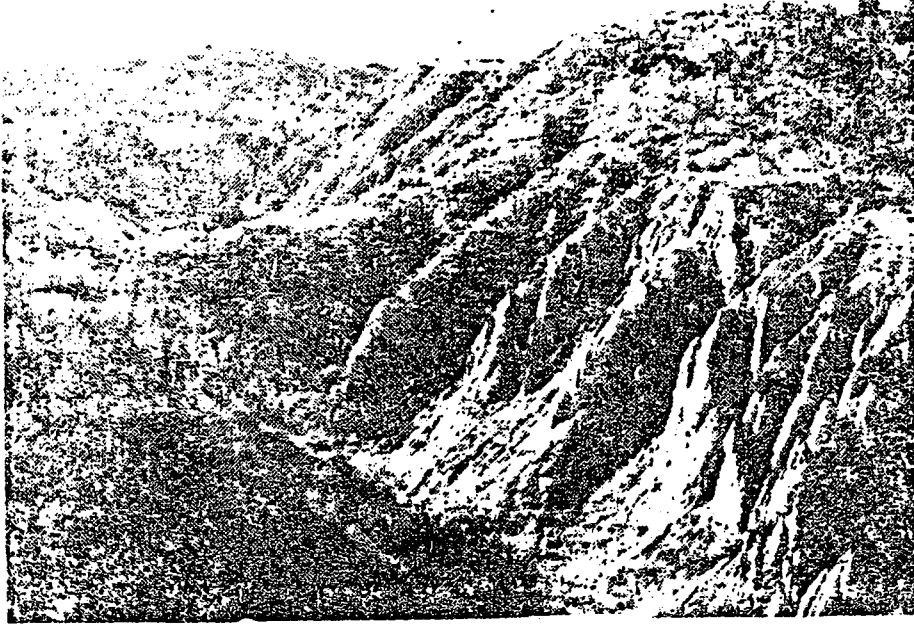
c- Kıyı Erozyonu

Kıyı erozyonu, daha ziyade vadilerde nehir ve ırmak suları ile alüvial toprakların taban ve yan oyulmaları sonucu yıkılması ve taşınması olayıdır. Buradaki olay, yüzey ve oyuntu erozyonlarından farklı olup, toprakların kitle halinde

yıkılması ve taşınması şeklinde kendini gösterir. Daha ziyade taşkın olayları sırasında meydana gelir. Büyük taşkınlarda toprakların bir kıyıdan oyulup karşı tarafa depoların teşkil ettiği, kıymetli alüvial arazilerin tamamen kaybolarak taş ve çakıl yığınlarının biriktiği sık sık görülebilir. Bu gibi vadilerde, dereler, kıvrıntılar yaptığından ve taşkın halindeki sular daha ziyade doğru çizgi yönünde gitme eğiliminde olduğundan, engel teşkil eden dere kenarı çıkıntıları, ilk önce taşınan kısımlar olur.



Resim 1: Oyuntu Erozyonunun Başlamış ve Gelişmekte Olduğu bir Bir Yamaç. İstanbul, Hacı Osman Bayırı. (Foto :Özçelik, Kay. No: 3)



Resim 2: Çıplaklaştırılmış Yamaçlarda Gelişmiş Bir Yüzey Erozyonu
Örneği. Tokat, Emirseğit Deresi Sel Havzası. (Foto: Görcelioğlu,
Kay. No: 3).



Resim 3: Bitki Örtüsü Tahrip Edilmiş Yamaç Alanda Yüzey Erozyonu
Zararı. (Kay. No: 10, Gen. Yay.No: 160).



Resim 4: Yüzey Erozyonu İle Verimli Üst Toprakların Taşınması Neticesinde Arazide Meydana Gelen Durum. (Kay No: 10, Gen.Yay. No: 160).

1.3.2. Rüzgâr Erozyonu

Rüzgar erozyonu, toprağın rüzgâr etkisi ile dağılması, hareket etmesi ve taşınarak, sonuçta, başka bir yere yığılması olayıdır.

Rüzgarın toprak üzerine etkisini, selektörün çalışmasına benzetebiliriz. Rüzgâr, organik madde ile, silt gibi toprağın verimli olan ince zerrelerini alır götürür, geride verimsiz iri kum ve çakılları bırakır. (Resim 5, 6)

Tarihin eski zamanlarından beri etkisini gösteren rüzgâr erozyonu, insanların tabiatı tahribi sebebiyle günümüzde daha da önem kazanmıştır.

Rüzgâr erozyonu, bugün ülkemizde su erozyonu kadar yaygın görülmemektedir. Ancak arazilerin şuursuzca kullanılması, yanlış toprak işleme metodlarının kullanılması, bitki

örtüsünün yok edilmesi ve gerekli toprak koruma tedbirlerinin alınmaması, rüzgâr erozyonunu hızlandırmaktadır. Zaman zaman açık arazilerde ve tarlalarda gözümüzü dahi açamadığımız, nefes almakta güçlük geçtiğimiz, hortum diye adlandırdığımız toz bulutları, rüzgâr erozyonunun en tipik örneğidir.

Rüzgar erozyonunun meydana gelmesi için :

- Rüzgarın toprak partiküllerini harekete geçirebilecek kadar kuvvetli esmesi. Rüzgâr erozyonunda bu hız en az 2 m/sn.dir.

- Arazinin oldukça düz ve geniş olması. Yani toprak yüzeyinin rüzgâr doğrultusunda yeterli bir mesafe (40 m.) boyunca-rüzgâr hızını kıracak-bir engel bulunmaması.

- Toprağın gevşek, kuru ve kolay ufalanabilir nitelikte olması.

- Toprağın tesbit edebilecek bitki örtüsünün bulunmaması veya pek zayıf olması.

- Toprak işleme aletlerinin yanlış seçimi ve yanlış kullanılmaları.

- Aşırı otlatılmış mer'alar da, özellikle ilkbahar ve yaz aylarında esen rüzgârlar sebebi ile müsait ortamı oluşturmaktadır.

1.3.2.1. Rüzgâr Erozyonu Nereelerde Görülür

Dünya yüzünde rüzgâr erozyonunun en çok rastlandığı yerler, Kuzey Afrika, Orta Doğu, Doğu ve Orta Asya ve Güney Amerika'dır.

Rüzgârlar vasıtası ile toz bulutarının bazen çok uzaklara taşındığı görülmüştür. 1901 yılında 2 milyar ton tozun Kuzey Afrika'dan kalkarak bütün Avrupa ve İsveç'e kadar taşındığı tesbit edilmiştir. Yağmur yağması halinde tozların çamur halinde düştüğü de görülmüştür. 15 Nisan 1976 günü yine Kuzey Afrika'dan kalktığı söylenen tozların Ankara üzerine çamur şeklinde düştüğü görülmüştür.

Ülkemiz ise iklim, toprak ve bitki örtüsü yönüyle erozyona elverişli şartlara sahiptir. Yazlar uzun, kurak ve sıcaktır. Rüzgâr erozyonu da genellikle kurak ve yarı-kurak iklim kuşağındaki sahalarda yaygındır.

Ülkemizde rüzgâr erozyonu etkisi altında bulunan alanlara en iyi örneği Orta Anadolu (Konya, Karapınar, Taşpınar, Kayseri, Yeşilhisar, İncesu v.s.) ve Doğu Anadolu Bölgesi (Kars-Aralık) ile özellikle Akdeniz sahilleri boyunca uzanan sahil kumları teşkil etmektedir.



Resim 5: Rüzgar Erozyonu Sonucu Ağaç Köklerinin Açığa Çıkması
(Kay No: 10, Gen. Yay. No: 157).



Resim 6: Rüzgâr Erozyonu Sonucu Bitki Köklerinin Açığa Çıkması.
(Kay No:10 Gen. Yay. No: 157).

1.3.3. Çığ ve Buzul Erozyonu

Çığ, yağışın kar şeklinde düştüğü dağlık bölgelerde, kaygan bir yüzey üzerinde biriken kar tabakalarının dengesini kaybederek aşağı kısımlara doğru akarak gittikçe büyümesidir. Çığlar, önlerine gelen maniaları tahrip eder, insan ve hayvanların ölümüne sebep olduğu gibi yolların kapanmasına, telefon, enerji hatları v.s. nin tahrip olmasına da sebep olurlar. Yine çığlar, önlerine gelen ağaç ve ormanları sökebilir, toprağı oymak suretiyle erozyona sebep olabilirler.

Eğimli yamaçlarda biriken kar tabakaları, kendi ağırlığının etkisi altında dengelerini yitirerek ya geniş yüzeyleri etkileyen, fakat eğim doğrultusunda sınırlı kalan çok yavaş bir hareketle, ya da lokal olarak başlayan, fakat yamaç aşağısına doğru etki alanı gittikçae genişleyen ani ve hızlı bir hareketle yerlerini ve durumlarını değiştirirler. Bu iki hareket şeklinden birincisine sürünme (creep), ikincisine çığ (avalanche) adı verilir.

Kar tabakalarının her iki şekildeki hareketi de, erozyona sebep olurlar. Fakat bu erozyon çoğu durumlarda dik-kati çekmez, karların erimesinden sonra, toprağın gördüğü zararı farketmek zordur. Ancak çığların, güzergâhları boyunca meydana getirdikleri derin yataklar gözle görülür.

Yüksek dağlık arazideki derelerde çeşitli zamanlarda oluşmuş bulunan buz kitleleri, kısım kısım ve yavaş yavaş aşağılara doğru yürür ve beraberinde morenler halinde, büyük materyal kitleleri sürüklerler. (Buzul Erozyonu). Yüksek dağlık arazide bugün ratlanan büyük moren molozları, buzulların buz devrindeki çabalarından ileri gelmiş bulunmaktadır. Moren molozları esas itibarıyla ufalanma ürünü materyalden oluşmuştur ki, bu materyal, yukarılardan gelerek buzullar üzerinde zamanla birikmiş olan materyaldir. Yan materyal ve özellikle orta morenler, yalnız ufalanma ürünü materyal ihtiva ettikleri halde, taban morenleri, buzulların oluşum ve hareket sırasında meydana gelmiş diğer materyalide ihtiva eder. (Resim 7, 8,)

Buzulların ucunda çoğu kez pek büyük olan uç morenleri oluşur. Buzulun kısalması halinde bu morenleri, buzulun ucundan çok uzaklarda bulmak mümkündür. (3)

1.3.3.1. Çığ Erozyonuna Sebep Olan Faktörler

a) **Yamaçlara Eğimi:** Çığlar genellikle %40'ı aşan yamaçlar üzerinde oluşmaktadır. Çığ tehlikesi, yamacın

eğiminin dikliği ve aynı devam etmesi oranında artmaktadır. Özellikle bazı yamaçlar üzerindeki tabanı dik çukurluklar, kar tipileri sonunda buralarda biriken fazla kardan dolayı, çığ oluşumuna fazlasıyla elverişli bulunmaktadır. Fakat öte yandan %130'u aşan yamaçlar üzerinde kar tutunamadığından ve bu yamaçlar üzerinde kar tabakası fazla bir kalınlığa ulaşmadığından küçük partiler halinde aşağı düşmekte ve bu sebepten buralarda çığ oluşmamaktadır.

b) Yamaçların Jeolojik Yapısı: Toprak tabakalarının biribiri üzerine oturuş biçimi ve toprağın hareket halinde olması gibi durumlarda çığ oluşmasında etkili olmaktadır. Genellikle ufalanmanın ilerlemiş olduğu yamaçlar çığ oluşmasına daha elverişlidir. Oturuşları dikine olan ve sızıntı sularla ıslanmış bulunan toprak tabakaları taban çığlarının oluşumuna özellikle elverişli bulunmaktadır. Zira buralarda zemin hüküm süren sıcaklığa göre ya ıslak ya da donmuş durumdadır. Her iki durumda karın kitle halinde yerinden kopmasına elverişli bulunmaktadır. Düzgün yüzlü kayalık zeminlerde yüzleri pürüzlü olanlara oranla, çığ oluşumuna daha elverişli bulunmaktadır.

c) Yamaçların Çıplak Olması ve Var Olan Bitki Örtüsünün Durumu: Dağlık arazide, çığların oluşumu bakımından, yamaçların herhangi bir bitki örtüsünden yoksun ve çıplak olması halinin ya da varolan bitki örtüsünün durumunun büyük önemi vardır. Çıplak olan yamaçlar çığ oluşumuna en elverişli olanlardır. Uzun çayırlar da çığların gelmesini çok kolaylaştırmaktadır. Zira çayır bitkileri yağışların etkisiyle

aşağıya yatarak yamacın kaygan bir hal almasına sebep olur. Bu bakımdan orman sınırının üstündeki çayırlar büyük tehlike arzederler.

Buna karşılık orman, çığların oluşmasını ve gelmesini etkili biçimde önlemektedir. Zira ormana yağan karın bir kısmı ağaçların tepesinde kalarak daha oralarda buharlaşmaktadır. Orman, rüzgarın hızını keserek karın orman içinde daha sakin ve savrulmadan yağmasını sağlamakta ve yer yer fazla birikmesini önlemekte, kar kalınlığı ve sıklığı bakımından üniform tabakaların meydana gelmesine yardım etmektedir.

d) Hava Şartları: Çeşitli biçimlerde oluşan çığlar bakımından önemli rol oynamaktadır. Ilık havalarda yağan kar sulu ve ağır olup, başlangıçta yamaç üzerinde tutunmamaktadır. Fakat sonradan yamaç üzerinde karın fazlalaşması ve ağırlığının artması sonucunda sürtünme direncinin aşılmasıyla harekete gelen kar kitleleri aşağı doğru yuvarlanır ve yuvarlandıkça hem büyür ve sıkışır, hem de hızları artarak büyük bir gürültü ile derelere aşağı gelirler. (Taban Çığları)

Taban çığlarının oluşmasında çok etkili olan hava şartları yumuşak, rüzgârlı ve yağmurlu olan havalardır. Karın çok yağmış olduğu kışlardan sonra, ilkbaharda havaların birdenbire değişerek sıcaklığın artması taban çığlarının oluşmasını kolaylaştırmaktadır.

Buna karşılık fazla soğuk havalarda kar yağdığı takdirde, yağan kar adeta kuru ve uçucu olur. Dik ve çiplak

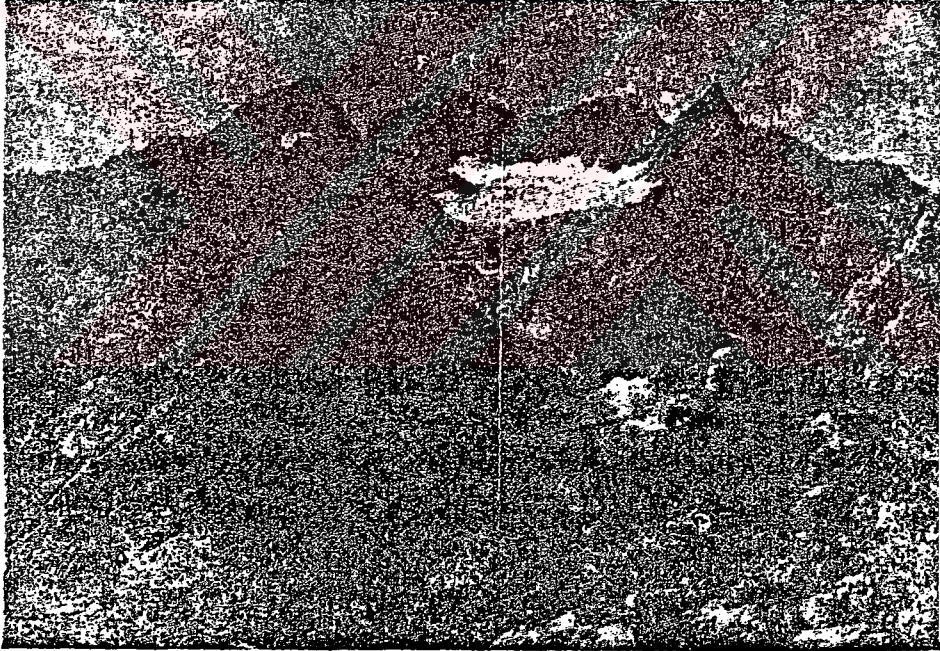
yamaçlar üzerinde karın kalınlığı fazla artınca, kum gibi kitle halinde harekete gelerek büyük bir toz bulutu biçiminde ve büyük bir hızla aşağıya doğru gelmektedir (Toz Çığlar). Fırtınalı ve tipili havalar toz çığların oluşmasını kolaylaştıran hava şartlarıdır.

Daha önce yağmış ve donarak üstü kaygan bir hal almış kar üzerine yeniden kar yağdığı taktirde, yağmakta olan karın kalınlığının ve ağırlığının artarak, iki kar tabakası arasındaki sürtünme direncinin zayıflaması sonucunda taze olan ve üst tabakayı meydana getiren kar, kar kalkanları halinde aşağılara doğru kayar (Üst Çığlar).

e) Yağan Karın Kalınlığı: Dağlarda yağan karın kalınlığı yılına ve yerine göre geniş sınırlar içinde değişmektedir. Çoğu yerlerde, hatta dağlarda bile yağan karın kalınlığı 1 metreyi nadiren aşmaktadır. Bununla birlikte şiddetli kışlar esnasında yüksek yerlerde kar kalınlıkları bazen birkaç metreyi bulmaktadır.

f) Yamaçların Yönü: Yamaçların yönü de çığların oluşmasında mühim bir faktördür. Daha güneşli olan ve çabuk ısınan güney yamaçları, daha gölgeli ve serin olan kuzey yamaçlarına oranla taban çığlarının oluşmasına daha elverişlidir. Bu cihet, özellikle ilkbaharda karların erimeye başladığı sırada mühimdir. Oysa ki kuzey yamaçları daha çok toz ve üst çığların oluşumuna elverişli bulunmaktadır.

g) Bütün bunların yanı sıra yamaçları kaplayan karın dağcılar, kayakçılar veya av hayvanları tarafından çiğnenmesi ya da gelen çığın, yuvarlanan bir taş ya da kayanın, devrilen bir ağacın zeminde ve havada yol açtığı sarsıntılar, çevrede gezen otlak hayvanlarının çingirak sesleri ve çobanların havada meydana getirdiği bağırmandan dolayı meydana gelen titreşimler, harekete hazır kar kitlelerinin yerlerinden kopmasına ve sonuç olarak çığ oluşumuna sebep olmaktadır.(3)



Resim 7: Türkiye'de Van Gölü'nün Güney Doğusundaki Cilo-Sat Dağlarında Bir Buzulun Görünüşü. (Rakım 3798 m., Kay No:3)



Resim 8: Avusturya'da Gross-Glockner'deki Pasterze Buzulu.
(Rakım 3798 m. Kay No: 3)

BÖLÜM II

EROZYONUN YOL AÇTIĞI ZARARLAR

Erozyonun insana yapılan yatırım ve çevre şartları bakımından ne derece mühim olduğu birinci bölümde bahsedildi. Bu bölümde ise erozyonun coğrafi konum itibariyle yol açtığı zararların ayrı ayrı incelenmesi üzerinde durulacaktır.

Coğrafi konum itibariyle erozyonun meydana gelmesi ve yol açtığı zararların oluşumunu ana başlıklar altında sıralarsak, bunlar:

- Dağlık arazilerde erozyonun yol açtığı zararlar,
- Dereler, ırmaklar ve nehirlerde erozyonun yol açtığı zararlar,
- Su biriktirme haznelerinde erozyonun yol açtığı zararlar,
- Tarım arazilerinde ve ovalarda erozyonun yol açtığı zararlar.

2.1. Dağlık Arazilerde Erozyonun Yol Açtığı Zararlar

Dağlık arazide erozyon neticesinde taş ve kaya yuvarlanması sık rastlanan bir durumdur. Ufalanma, su ve rüzgâr erozyonu sonucunda alttan oyulmuş ve denge durumları zayıflamış olan büyük, küçük taşların veya kaya bloklarının, ilkbaharda havaların ısınmasıyla ve şiddetli yağmur ve dolunun

etkisiyle harkete gelerek meydana gelen bir durumdur. Dağlık arazide depremler, dağ uçmaları ve toprak kaymaları gibi olaylarında taş ve kayaların yuvarlanmasına sebep oldukları her zaman görülmektedir.

Devlet Karayolları boyunca 23 yerde taş ve kaya yuvarlanabilmekte., yuvarlanmalar, geniş sınırlar içinde değişen mesafelerde olmaktadır. Yalnız Tunceli-Pülümür yolu üzerinde (Km: 24 + 925) gelmekte olan taş ve kayalara karşı istinat duvarları inşa edilmiş bulunmaktadır.

Devlet demiryolları boyunca 51 yerde taş ve kaya yuvarlanabilmekte, yuvarlanmalar buralarda da geniş sınırlar içinde değişen mesafelerde olmaktadır. Bu yollar boyunca da taş ve kaya yuvarlanmalarına karşı hattı bekletme, kayaları düşürme ve hattın temizlenmesi biçiminde tedbirler alınmaktadır.

Orman teşkilatına ait alanlarda ise 73 yerde taş ve kaya yuvarlanmakta, 26'sı köy ve meskün yerleri tehlikeye sokmaktadır. Yine bunlardan 11'i köy yollarına, 36'sı orman ve tarım arazisine, çayır ve mera gibi çeşili arazilere zarar vermektedir. Denizden yüksekliği 200-2000 m. olan bu alanlarda yuvarlanmaları, geniş sınırlar içinde ve değişen mesafelerde olmaktadır. Yuvarlanmalar genellikle çıplak yamaçlar üzerinde ve ilkbaharda olmaktadır.

Yüksek dağlık arazide dağ uçmaları ile toprak taşınması olayları günümüzde de devam etmektedir. Dağ uçması olayları, dengede bulunan dağ kitlelerinin çeşitli sebeplerden

dolayı stabilitlerini kaybetmeleri ve aşağılara uçmaları biçiminde olmaktadır. Bu sebepler, toprak tabakalarının bir-biri üzerine iyi oturmamış olması, hava şartları, özellikle donların etkisi, erozyon ve depremler şeklinde olabilir.

Dağ kısımlarının uçma eğilimi, özellikle şiddetli yağışlar halindeki yağmur ve dolularla kuvvetlenmektedir. Bu itibarla dağ uçmaları çok kez ilkbaharda karların erimeğe başlamasıyla birlikte yağın yağmurlar sonbahar yağmurları, esnasında olmaktadır. (3)

Dağ uçmaları ve toprak aşınması sonucunda, büyük toprak kitleleri derelere kadar iner. Bu metaryal dağlık arazinin dar derelerini tıkayarak, dere tabanının uzun zaman bataklık halde kalmasına, ya da bir gölün meydana gelmesine sebep olurlar ki, bu göller kısa yada uzunca bir zaman sonra patlayarak çamurlu selleri meydana getirir ve alt taraftaki arazi ve meskun yerleri büyük ölçüde tehlikeye sokar. (3)

1971 yılında bir süredir devam yağışlar sebebiyle Sinop'un Akyancık ilçesinde meydana gelen toprak kaymasında beş kişi ölmüş, üç kişi yaralanmış, 24 bina da yıkılmıştır.

Yine 1971 yılında Karabük'ün Yeşil Mahallesiinde vukubulan toprak kaymasında 8 ev yıkılmış, 19 ev de oturulmamacak hale gelmiştir.

Yüksek dağlık arazide çığlar ve çığlarla toprak taşınması olayı meydana gelmektedir. Çığlar yuvarlandıkları yamaçlar üzerinde önlerine rastlayan tek ağaçları, hatta genç veya

yaşlı olduklarından dolayı yeteri kadar dayanıklı olmayan meşcereleri köklerinden söküp attıkları gibi, sahip oldukları büyük eroziv kuvvetle geniş ölçüde arazinin söklmesine de sebep olular ki bunun sonucunda meydana gelen toprak, taş v.s. gibi metaryal kısmen çığla beraber, kısmen de çığın arkasından ve yerçekiminin etkisiyle derelere kadar gelmekte ve buralardan da sularla daha aşağılara taşınmaktadır.

Devlet karayolları boyunca 36 yerde çığ gelmekte olup, bu çığların izledikleri yolların toplam uzunluğu 18 km.dir. Gelmekte olan bu çığlara karşı karayollarını ve bunlar üzerindeki ulaşımı korumak için, genellikle çığ, yolları üzerinde gerekli tesisler yapılmıştır. (3)

Devlet Demiryolları boyunca 38 yerde çığ gelmekte olup, bu çığların izlemekte oldukları yolların yaklaşık toplam uzunluğu 9 km. dir.

Orman teşkilatına ait alanlarda 48 yerde çığ gelmekte olduğu bu çığların izledikleri yolların yaklaşık toplam uzunluğunun 35 km. yi bulduğu, mevsim itibarıyla çoğunun ilkbaharda, diğerlerini kışın gelmekte olduğu, bu çığlardan 26 sinin taban çığı, 2 sinin toz çığı, 10 unun üst çığı ve 10 'unun da diğer çığlar olduğu görölmektedir.

1972 yılında Elazığ'da son 24 saat içinde meydana gelen iki ayrı olayda çığ altında kalan 7 kişi feci şekilde can vermiştir.

1970 yılında İsviçre'nin Beckingen bölgesinde büyük bir çığ, askeri barakaların üzerine yuvaranmış ve 30'u subay olmak üzere 40 kişi çığ altında kalmıştır.

Yüksek dağlık arazide buzullarla toprak taşınması olayı günümüze dek sürmektedir. Dağlık arazide derelerin yağış havzalarında bulunan buzullar daima tehlike teşkil ederler. Çünkü buzul uçlarının koparak harekete geçmesi sonucunda, dereler tıkanarak göller oluşmakta ve bu göllerin sonradan patlamasıyla aşağılarda büyük tahribatlar meydana gelmektedir.

Türkiye'de Van Gölü'nün güneydoğusuna rastlayan Cilo ve Sat dağlarında değişik büyüklükte 20 kadar buzul tesbit edilmiştir. bunlardan bazılarının Alp buzulları gibi kilometrelerce uzunlukta ve yüzlerce metre genişlikte olduğu ve kalınlıklarının da 40-50 metreyi bulduğu bildirilmektedir.

- Avusturya Alplerindeki Vernagt buzulu Rotental deresini tıkamış ve bu suretle meydana gelmiş olan göl, daha sonra, 1601 yılında patlayarak ÖZTAL denilen vadi boyunca büyük tahribata sebep olmuştur.

Yine yüksek dağlık arazide arazi akmaları ve kaymaları neticesinde toprak kaybı olayı sıkça görülen bir durumdur. Kaymalar bir yada birkaç yüzey boyunca kesme mukavemetinin azalmasından doğar; bu yüzeyler ya gözle görülebilir yada tahmin edilebilir. Akmalar da yer değiştiren kütle içersindeki hareket o şekildedir ki hareket eden malzemenin aldığı

şekil ya da görünen hız dağılımları ve yer değiştirmeler yüksek viskoziteli sıvılardaki duruma benzer. Hareket eden kütle içersindeki kayma yüzeyleri çoğunlukla görülmez ya da çok kısa ömürlü olurlar.

- A.B.D. Colorado yakınındaki Cedar Vadisinde toprak akmaları neticesinde ilk demiryolu tamamen bozulmuş, yenisi ise toprak akmalarıyla örtülmüştür.

2.2. Akarsu Havzalarında Erozyonun Yol Açtığı Zararlar

Erozyon, akarsu tabanında yataklanmış olan materyalin geniş ölçüde su ile sökülmesi ve taşınması biçiminde belirir. Bu materyalin sökülmesi için gerekli sınır hız ve dolayısıyla sınır taşıma kuvvetinin, yatakta yerleşmiş olan aynı biçim ve büyüklükteki taşıntıya uyandan, oldukça ve taban sıklığı oranında büyük olması gerekir.

Sınır hızının aşılması ile taban (taşıntının bir kısmı bakımından) önce gevşemeğe ve sonra oyulmağa başlar. Bu durum akarsu tabanında derinliğine oyulma olayını meydana getirmektedir.

Taşıntı ihtiva eden akarsu, derenin genişlemesi ve eğimin azalmasıyla (derinliğin ve su hızının azalması sonucunda suyun taşıma kuvvetinin düşmesi ve iç sürtünmenin fazlalaşması ile) taşıntısını orada bırakır ve böylece mecra tabanı yükselir. Bu durum, bir boğazın birden bire bir ovaya ya da vadiye açılması biçiminde olursa su kolaylıkla yanlara yayılır ve taşıntı aşağı yukarı bir yarım koni biçiminde çöker.

Akarsuyun yön değiştirdiği yerlerde su, merkezkaç kuvvet etkisiyle dış kıyıllara ęarpar. Bu suretle yalnız tabandaki taşıma kuvveti büyümele kalmaz; bu kuvvet aynı zamanda yanlarda ve kıyıllarda etkisini göstermeğe başlar. Bu suretle yeteri kadar dayanıklı olmayan kıyıllar oyulur. Bu durum yan oyulma: korozyon meydana getirir.

Akarsu taban eğiminin bir basamak (doğal şüt yada sün'i set) ile değişmesiyle akan suyun düşüş yapması halinde, yüksekten düşen ve akarsu tabanına ęarpan su, taban gevşek ve erozyona elverişli olduğu taktırde, tabanı belli bir derinlik, genişlik ve mesafe içinde akar. Meydana gelen bu oyuntuya şelale yatağı denilir.

Gevşek ve ęok su emmiş topraklar, ya da taşıntı birikintileri, eğimli araziler üzerinde kitle halinde kayar. Kitle hareketlerinin başlaması ęok kez birden bire ve hızla olur. Bu hareket bir araya gelerek akan suların basıncı ile ęabuklařabilir.

Orta yüksek dağlık ve dalgalı arazideki dere havzalarında mutlak taşınma kesimi hiçbir zaman karakteristik bir boğazla birbirinden ayrılmış değildir. Bunun sebebi, bu havzalarda mecraların daha uzun olması ve kesimler arasında akarsu eğiminin fazla oranda değişmemesidir. Bu havzada akarsuyun yukarı kısımlarında yamağ, aşağı kısımlarında kıyı göçmeleri görölmektedir. (3)

Akarsu havzasında meydana gelen oyulma zararlarını şu şekilde özetlersek:

1. Şevlerden başlayarak iki taraftaki yüzeysel erozyonu hızlandırırlar.

2. Araazide bir drenaj hendeği gibi çalışarak çevredeki araziye kurutur. Dolayısıyla çevredeki bitki örtüsünün zayıflamasına ve toprağın koruyucu niteliğini yitirmesine sebep olur.

3. Araziyi derin hendeklerle bölerek arazi kullanımı zorlaştırır, toprak işlemlerini sınırlar ve pahalılaştırır.

4. Gelişmeleri sonucunda köprü ayaklarının altını oyar, menfezlerin dengesini bozar, yolları tarip eder, yamaç üzerindeki bina ve benzeri tesislerin yıkılmasına sebep olabilirler.

Akarsu havzalarında erozyon etkisini artıran en önemli etkenlerden biri de taşkınlardır. Taşkın, belirli bir gözlem sürsindeki akışların yukarı sınırı veya gidiş çizgisinin en büyük değeri olarak tanımlanabilir. Bir akarsu havzasında oluşan taşkınların zararları aşağıda olduğu gibi sınıflandırılabilir:

- 1) Meskenlerde (binalar ve içlerindeki eşyalar, v.s)
- 2) Ticaret merkezlerinde (banka, dükkün, lokanta, otel, sinema v.s.)
- 3) Endüstri ve Üretim Yerlerinde (Fabrika, sanayi siteleri v.s.)

- 4) Kamu Hizmetlerinde (Su, elektrik, telefon, kanalizasyon v.s.)
- 5) Kırsal Alanlarda (Tarım alanları, çiftlikler, tarım araçları v.s.)
- 6) Ulaşım Yollarında (Karayolu, demiryolu, köprü, taşıtlar v.s.)
- 7) Halkta (daha önce var olan mal ve can emniyetinin ortadan kalkması.) (9)

2.3. Tarım Arazilerinde Erozyonun Yol Açtığı Zararlar

Erozyon neticesinde, toprakla birlikte ekilen tohum, atılan gübre de taşınmaktadır. Dolayısıyla tarım için büyük önem taşıyan üst toprağın erozyonla taşınması verimliliği de beraberinde götürmektedir. Bu durum :

Kırsal alanlardan gelen yüzeysel akış sularının yerleşim alanlarında taşkınlara,

Şiddetli yağışların tarım alanlarını yerle bir etmesi,

Yığılan sedimentin verimli arazilerde bitkilere zarar vermesi, dereleri, göletleri doldurması, gibi olumsuz faktörlere sebep olmaktadır.

Tarım arazilerinde toprağın verimini en fazla etkileyen erozyon çeşidi, rüzgar erozyonudur. Rüzgar erozyonu toprağın :

Taşınarak geride verimsiz alan bırakması,

Yığılarak verimli alanların elden çıkması,

Rüzgarın yığma şeklindeki hareketi sonucunda tarım ve mera arazilerindeki henüz yetişmekte olan bitkilerin üzerlerinin kumla örtülmesi,

Rüzgarların şiddetiyle tohumların sürüklenmesi, bitki köklerinin aşığa çıkması,

Toprağın rüzgarla taşınması sonucu giderek toprak veriminin azalması,

Sulama ve drenaj kanallarının kum yığınlarıyla dolması,

Toz bulutlarının çiftlik hayvanlarının sağlığını bozması,

Rüzgar gücü ile toprağın taşınması ve yığılma hareketi sonucu yerleşim yerlerinin kum yığınları ile dolması, gibi olumsuz faktörlerini oluşturmaktadır.

Orta Anadolu'nun Trakya'nın ve Güneydoğu Anadolu'nun kuru tarım yapılan birçok yöresinde yaz ve sonbahar aylarında anızlı tarlalara bakıldığında, alev alev yandığı görülmektedir. Anızın yakılması ile topraktaki organik madde de yakılarak yok edilmektedir. Oysa bitkilerin gelişmesi için gerekli olan bitki besin maddelerini bir kısmının kaynağı organik maddenin ayrışma ürünü olan humus oluşturur.

Ayrıca ;

- Yağış sularının emilmesini, tutulmasını sağlayan,
- Toprakta kümeleşmeyi temin ederek erozyon ile taşınmasını önleyen,

- Toprağın iyi havalanmasını sağlayan, yine organik maddedir.

Organik madde miktarının azalması veya yok edilmesi ise toprakları erozyona daha hassas hale getirmektedir.

Ayrıca;

- Şiddetli yağışlar sonucu oluşan sel sularının toprağın verimli üst tabakasını taşıyarak tarım arazilerini takip etmesi, hatta bataklık haline dönüştürdüğü görülmektedir.

- Çığ erozyonu neticesinde, toprağın verimli olan üst tabakasında sert kısımlar oluşmakta ve bitki kökleri ve tohumların donma tehlikesi ile karşı karşıya olduğu görülmektedir.

2.4. Biriktirme Haznelerinde Erozyonun Yol Açtığı Zararlar

Erozyonun, tabi ve suni biriktirme haznelerinde meydana getirdiği en mühim tehlike sedimentasyondur. Sedimentasyon kavramı toprak partiküllerinin yerlerinden kopmasına, taşınmasına ve bir yerde geçici yada sürekli olarak depolanmasına yol açan süreçlerin topluca mütalââsıdır. Sediment ²birikimleri genellikle taş, çakıl (v.b. iri materyaller) olduğu gibi kum, silt, kil (v.b. ince materyaller) dir.

Erozyonun çok uzun süre etkinliğini sürdürmesiyle arazi önce taşlık, daha ileri aşamalarda da toprağın tümünü yitirecek

kayalık durumuna gelmektedir. Çok taşlık arazinin meydana gelişinde yerine göre erozyon ya da iri taşıntı materyeli birikimi sebep olabilir. Kumla kaplı araziler esas itibarıyla siltasyonun, yer yer rüzgar erozyonunun neticesidir. Sazlık (bataklık) arazi de siltasyon sonucu oluşmakta, çoraklığa yol açan nedenler arasında da yine sedimentasyon yer almaktadır.(5)

Göller bölgesi pilot alındığında erozyon sonucu oluşan sedimentasyonun meydana getirdiği sosyal ve ekonomik zararları misal göstererek izah edecek olursak:

Hayran Gölünün kuzey ucunda, kaşıkaraabağları doğusu ile Aşağı Tırtar köyü kuzeybatısı arasında kalan sahil geniş bir sazıkla kaplıdır. Gölün batısında, Gençali köyü kuzeyi ile Kayaağzı mevki arasındaki 10 km lik sahilde çevredeki tepelerden inen derelerin ve bu arada Popa çayının getirdiği materyalle sığlaşmış ve sazlarla kaplı bir bataklık durumuna gelmiştir.

Yine Beyşehir Gölünün kuzeybatı kıyıları ile kuzey-kuzey doğu sahil boyunca dere ve çayların göle ulaştığı yerlerin çevreleri, aynı sebeblerle bataklık halindedir.

Suğla Gölünün de batı kıyıları boyunca Gökhöyük köyü ile Susuz köyü doğusu arasındaki 10 km lik bir şerit, akarsuların getirdiği materyalle sığlaşarak sazlık (kamışlık) halini almış bulunmaktadır. Bu durum sedimentasyon sonucu göl çanağının siltasyonla giderek dolması ve sığlaştırma hacminin giderek azalmasına sebep olmaktadır.

Göl çanağının, giderek siltasyonla dolması ve sığıştırtırma hacminin azalması aslında bütün göller için söz konusu olan genel bir durumdur. Yeryüzü şekilleri sürekli bir değişim içinde bulunmakta, başlıca yeryüzü şekillerinden olan göllerde jeomorfolojik görüş açısından geçici oluşumlar biçiminde nitelendirilmektedir. Göller zamanla ortadan kalkarak, yerlerini alüviyal ovalara yada turbalıklara bırakabilmektedir. Göllerin zamanla ortadan kalkmasına yol açan nedenlerden en önemlisi, göllere dökülen akarsuların fazla miktarda taşıntı materyaliyle yüklü olmalarıdır. Bu durum göl çanağının giderek dolmasına yol açmakta, özellikle sığ göllerde dolma kısa sürede olmaktadır.

Burdur Gölü havzasında erozyon sonucu göldeki su seviyesinin önemli ölçüde siltasyona bağlı olarak yükselmesiyle göl çevresindeki tarım alanlarının sular altında kalmalarıdır. Burdur Gölünün su kotu 1/25000 ölçekli ve 1960 yılı baskılı topoğrafik haritalarda 850 m iken, 1971 yılına kadar bu ortalama düzey sürekli bir yükselme ile 857,12 m'ye ulaşmış 1970 yılı içinde maximum su düzeyi ise 857,45 metreye kadar çıkmıştır.

Burdur Gölü su seviyesinin yükselmesi sonucu çevre köylerin arazileri zarar görmüş ve buraları su çekilse de tuzlanma (çoraklaşma) sebebiyle tarım maksadıyla kullanılamayacak hale gelmiştir. (5)

Barajlar, akarsuların önüne yapılan ve bu amaçla enerji üretilmek istenen büyük tesislerdir. Baraj inşaaası sonucu, akarsuyun memba (baraja göre) tarafında akarsuyun büyüklüğüne göre büyük veya küçük göller oluşmaktadır. Sün'i oluşan bu göller, tabii göller gibi erozyon ve sedimentasyon tehdidi altında olduğı daima göz önünde bulundurulmalıdır.



BÖLÜM III

EROZYONU ÖNLEYİCİ GENEL ÇÖZÜMLER

Erozyonların önlenmesi, kontrolü ve ıslahı konularını birbirinden kesin olarak ayıracak bir hat mevcut değildir. Bunlara hakim olan ana prensipler aynıdır. Erozyonları önlemek için kullanılan metodların çoğu, aynı zamanda, ıslah veya kontrol maksadı içinde kullanılmaktadır. Öte yandan, bazı ıslah metodlarının önleyici tedbir olarak tatbik edilmesi, pek nadirdir.

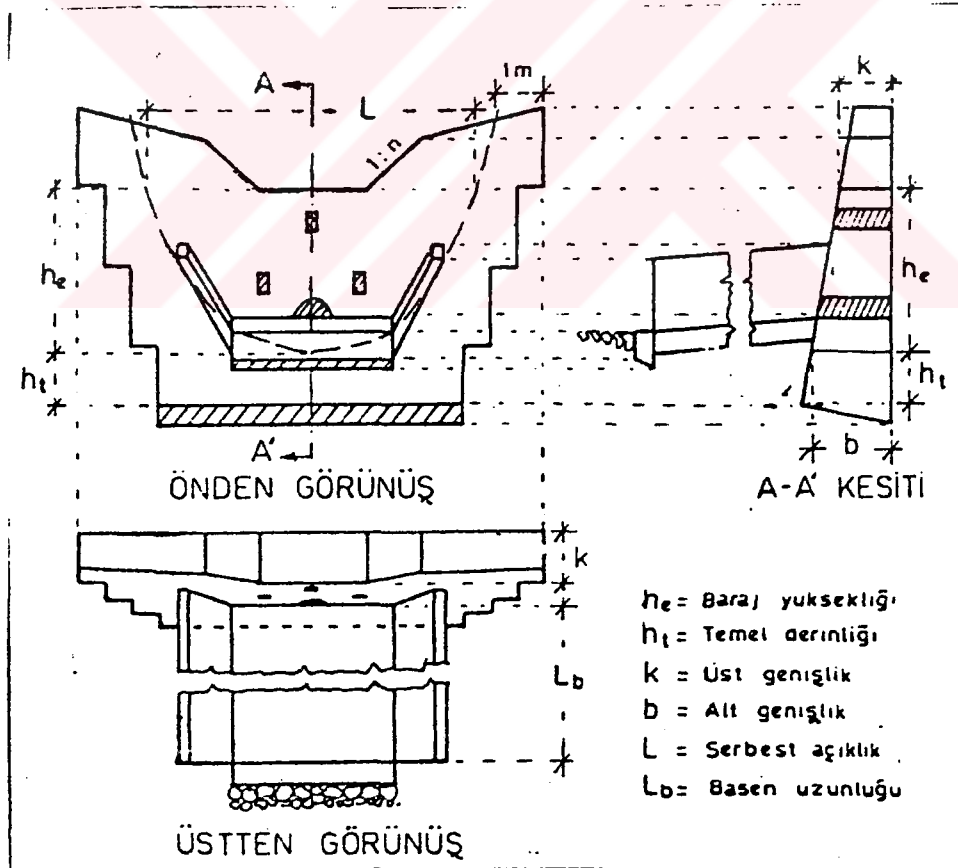
Bilindiği gibi erozyonlar su erozyonu, rüzgâr erozyonu, çığ ve buzul erozyonu olmak üzere üç ana grupta toplanmıştır. Alınacak önlemler de, bu üç erozyon çeşidinin meydana geliş ve oluştuğu yerin konumu itibarıyla olacaktır.

3.1. Dere Tabanlarının Erozyona Karşı Tahkimi ve Taşıntı Barajları

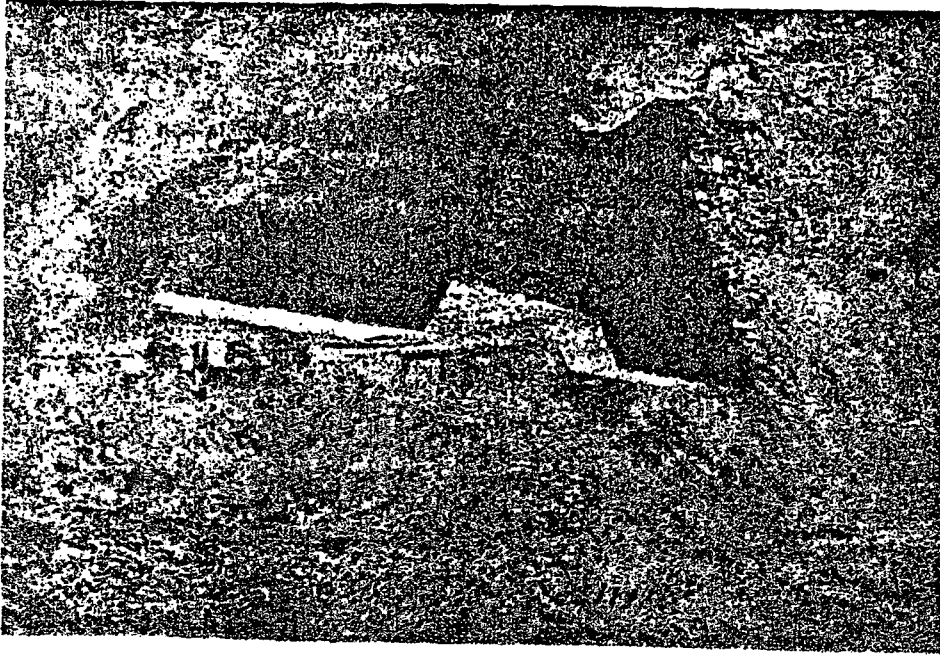
Taşıntı barajları ile, derelerde taban eğiminin azaltılması amacıyla dere içinde, dere eksenine dik olarak inşa edilen tek yada basamak biçiminde bir sıra barajları anlamaktayız. Bunlar, yapıldıkları yerde ve yukarı doğru belli bir mesafe içinde dere tabanını erozyona karşı korumak, daha membada yapılmış barajlara destek teşkil etmek, dere tabanında birikmiş metaryeli olduğu yerde tutmak ve membadan yeniden gelecek metaryeli durdurmak, bir miktar suyu rezerve etmek gibi çeşitli vazifeler görürler. (Şekil 1, Resim 9, 10)

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

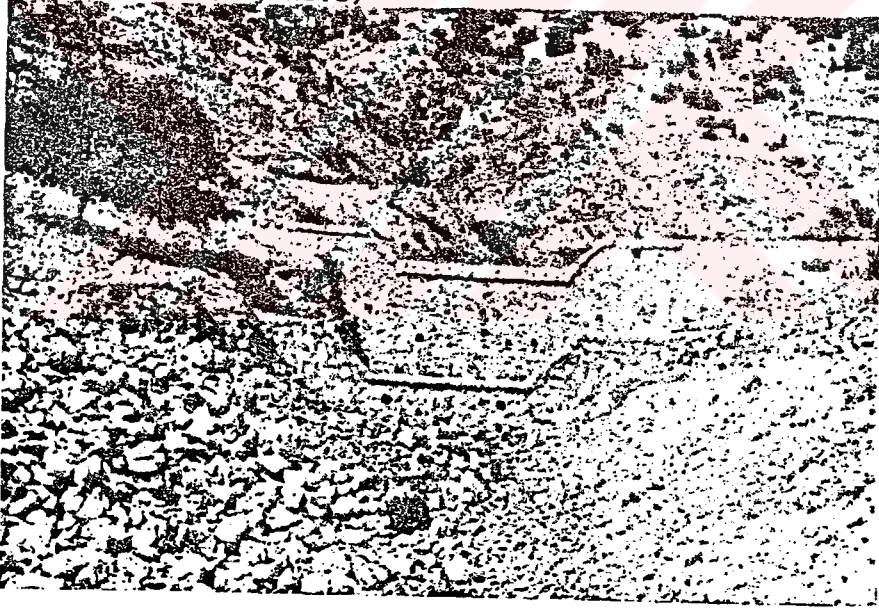
Bu sebeple, bir sel havzasının materyal toplama bölümünde yapılacak ve kısa sürede materyalle dolacak taşıntı barajlarının arkasındaki yük, toprak yükü değil, güvenliği artırmak amacıyla su yükü olarak alınır, ancak tabanın su basıncı, yani suyun kaldırma gücü hesaba katılmaz.



Şekil - 1 : Bir Taşıntı Barajının Kesit ve Görünüşleri
(Kay No: 2)



Resim - 9 : Isparta, Gökçay Dere Kolunda IV. No.lu Taşıntı Barajı
(Kay No:3)



Resim - 10 : Yanıközbekler Köyünde (Kızılcahamam) Bir Taşıntı Barajı
(Foto: Üzçelik, Kay No:3)

Yüksekliğinin ne kadar olacağı önceden belirlenen bir taşıntı barajına verilmesi gereken boyutların hesap yoluyla bulunması oldukça uzun ve karışıktır. Bu sebeple genel olarak baraj üst yada alt genişliğini veren ampirik formüllerden faydalanılarak elde edilecek kesitin stabilitesinin incelenmesi yoluna gidilmektedir (2).

Bu maksatla kullanılabilecek bazı ampirik formüller şöyledir:

(1) Su yükü etkisindeki ağırlık barajlarının memba yüzeyi düşey, mansap yüzeyi 1/5 eğimli olmak kaydıyla taban genişliği, Demontzey, Wang ve Strele'ye göre,

$$b = 0,6 (H + x) \quad (3.1)$$

formülüyle hesaplanabilir. Burada:

b = Barajın yatak düzeyindeki taban genişliği (m)

H = Baraj yüksekliği (temel dahil) (m)

x = Akım su yüksekliği (m)'dir.

Örnek 1:

Efektif yüksekliği $h_e = 4$ m, temel derinliği $h_t = 1$ m, akım derinliği $x = 1,00$ m. olarak, su yüzü düşey, hava yüzü 1:1/5 eğimli yapılacak ve su yüzü etkisinde kalarak bir barajın taban genişliğinin ne kadar olması gerektiğini bulalım :
(2)

$$H = h_e + h_t = 4 + 1 = 5 \text{ m.}$$

$$h_e = 4 \text{ m}$$

$$b = 0,6 \cdot (H + x)$$

$$h_t = 1,00 \text{ m}$$

$$b = 0,6 \cdot (5 + 1) = 0,6 \cdot 6$$

$$x = 1,00 \text{ m.}$$

$$b = 3,6 \text{ m.}$$

$$b = ?$$

(2) memba yüzü düşey, mansap yüzü eğimli olan ağırlık barajlarında, su yükü (hidrostatik basınç) ve suyun çarpma etkisi (hidrodinamik etki) gözönünde tutularak üst genişlik, Hauska'ya göre (2)

$$k = \frac{n \cdot \gamma'}{\varphi \cdot \gamma} \left(x + \frac{\Delta x}{2} \right) \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot V^2}{100} \right) \quad (3.2)$$

formülü ile bulunur. Bu formülde:

k = barajın üst (koruman) genişliği (m)

x = Suyun baraj üstünden taşıdığı yükseklik (akım seksiyon derinliği) (m)

Δx = Üstteki fazlaca çalkantılı su tabakasının kalınlığı (0,5 - 1) (m)

V = Baraj üzerinden geçen yüksek akışın hızı (m/sn)

γ = Baraj yapısının özgül ağırlığı (kg/m^3)

γ' = Suyun özgül ağırlığı (kg/m^3)

φ = Sürtünme katsayısı (1)

n = Güvenlik katsayısı (2 - 3)'dir.

Yine Hauska'ya göre, aynı tip barajın taban genişliği de;

$$b = - \frac{k}{2} + \sqrt{\frac{5k^2}{4} + \frac{h \cdot (h + 3x) \cdot \gamma'}{\gamma}} \quad (3.3)$$

formülü ile elde edilir.

Bu formüllerde;

b = Barajın taban genişliği (m)

k = Barajın üst kuranman genişliği (m)

h = Barajın efektif yüksekliği (m)

x = Akım seksiyonundaki su derinliği (m)

γ = Baraj yapısının özgül ağırlığı (kg/m³)

γ' = Suyun özgül ağırlığı (kg/m³)

Örnek: 2

Akım seksiyonu derinliği $x = 1,00\text{m}$, su tabakasının kalınlığı $\Delta x = 0,80\text{m}$, dolu sovok akım hızı $v = 2,5 \text{ m/sn}$, baraj yapısının özgül ağırlığı $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$, suyun (çamurlu) özgül ağırlığı $\gamma' = 1050 \text{ kg/m}^3$, akım seksiyonunun sürtüne katsayısı $\varphi = 1$, güvenlik katsayısı $n=2$ olsun.

Barajın üst genişliği (akım seksiyonu taban hizasındaki duvar genişliği) hesap edilecek olursa; (2)

$$k = \frac{n \cdot \gamma'}{\varphi \cdot \gamma} \left(x + \frac{\Delta x}{2} \right) \cdot \left(1 + \frac{6v^2}{100} \right) \quad x = 1,00\text{m}$$

$$k = \frac{2 \cdot 1050}{1 \cdot 2500} \left(1 + \frac{0,80}{2} \right) \left(1 + \frac{6 \cdot 0,25^2}{100} \right) \quad \Delta x = 0,80\text{m}.$$

$$k = 0,84 \quad (1 + 0,40) (1 + 0,375) \quad \gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$$

$$k = 0,84 \quad (1 + 0,40) (1 + 0,375) \quad \gamma' = 1050 \text{ kg/m}^3$$

$$k = 1,62 \text{ m bulunur.} \quad \varphi = 1$$

$$n = 2$$

$$k = ?$$

Aynı barajın efektif yüksekliği $h_e = 5\text{m.}$ olduğuna göre, bu barajın taban genişliğini hesaplarsak,

$$\begin{aligned} b &= -\frac{k}{2} + \sqrt{\frac{5k^2}{4} + \frac{h \cdot (h + 3x) \cdot \gamma'}{2500}} & k &= 1,62 \text{ m.} \\ b &= -\frac{1,62}{2} + \sqrt{\frac{5 \cdot 1,62^2}{4} + \frac{5 \cdot (5 + 3 \cdot 1) \cdot 1050}{2500}} & h &= 5,00 \text{ m.} \\ & & x &= 1,00 \text{ m.} \\ b &= -0,81 + \sqrt{\frac{13,12}{4} + \frac{42000}{2500}} & \gamma &= 2500 \text{ kg/m}^3 \\ & & \gamma' &= 1050 \text{ kg/m}^3 \\ b &= -0,81 + 4,48 & b &= ? \end{aligned}$$

$$b = 3,67 \text{ m.}$$

elde edilir.

(3) memba yüzü düşey, mansap yüzü eğimli olan ve yalnız toprak basıncına çalışan taşıntı barajlarında taban genişliği, Hoffmann'a göre,

$$b = 0,462 H \quad (3.4)$$

formülü ile hesaplanabilir.

Yüksekliği 8 m. ve daha fazla olan taşıntı barajları için ise Hoffmann formülü, (2)

$$b = 0,46 \cdot (H + x) \quad (3.5)$$

şeklinde kullanılmaktadır. Bu formüllerde;

b = Barajın taban genişliği (m)

H = Barajın (temel dahil) yüksekliği (m)

x = Akım seksiyonu derinliği (m)'dir.

Örnek 3:

Temel derinliği $h_t = 1,00$ m ve efektif yüksekliği $h_e = 4,00$ m. olan ve toprak basıncın çalışan taşıntı barajının taban genişliğini Hoffmann formülü ile hesaplanır.

$$H = h_e + h_t = 4 + 1 = 5 \text{ m.}$$

$$h_t = 1,00 \text{ m.}$$

$$b = 0,462 \cdot H$$

$$h_e = 4,00 \text{ m.}$$

$$b = ?$$

$$b = 0,462 \cdot 5 = 2.31 \text{ m.}$$

Örnek 4:

Temel derinliği $h_t = 2,00$ m, efektif yüksekliği $h_e = 8,00$ m, akım seksiyonu derinliği $x = 1,00$ m olan ve toprak basıncına çalışan taşıntı barajının taban genişliği Hoffmann formülüne göre hesaplanırsa; (2)

$$H = h_e + h_t = 8 + 2 = 10 \text{ m.}$$

$$h_t = 2,00 \text{ m.}$$

$$b = 0,46 \cdot (H + x)$$

$$h_e = 8,00 \text{ m.}$$

$$b = 0,46 \cdot (10 + 1)$$

$$x = 1,00 \text{ m.}$$

$$b = 5,06 \text{ m.}$$

$$b = ?$$

(4) Yükseklikleri 5,00 m'yi aşmayan taşıntı barajlarında üst genişlik, Avusturya'da çoğunlukla, (2)

$$k = 0,4 \cdot H \quad (3.6)$$

Ya da;

$$k = 1 + (H/10) \quad (3.7)$$

şeklindeki amirik formüllerle hesaplanmakta, üst genişliğin, taban genişliğinin yarısını aşmamasına dikkat edilmektedir.

Bu formüllerde;

k = Barajın üst (kuronman) genişliği (m)

H = (Temel dahil) baraj yüksekliği (m)'dir.

Örnek 5:

Efektif yüksekliği $h_e = 4,00$ m. temel derinliği $h_t = 1,00$ m. olan taşıntı barajının kuronman genişliği bulalım.

$$H = h_e + h_t = 4 + 1 = 5,00 \text{ m.}$$

$$h_e = 4,00 \text{ m.}$$

$$k = 0,4 H = 0,4 \cdot 5 = 2,00 \text{ m.}$$

$$h_t = 1,00 \text{ m.}$$

ya da;

$$k = ?$$

$$k = 1 + (H/10) = 1 + (5/10) = 1,50 \text{ m. olur.}$$

(5) Yükseklikleri 4,00 m'ye kadar olan taşıntı barajlarının üst genişlikleri, İtalya'da (2)

$$k = 0,70 + c \cdot h \quad (3.8)$$

ampirik formülüyle hesaplanmaktadır. Bu formülde,

k = Barajın üst genişliği (m)

c = Tabanda sürüklenen katı materyalin (yatak yükünün) büyüklüğüne göre;

0,10 ~ 0,20 arasında değişen bir katsayı.

h = baraj yüksekliği (temel hariç) (m)'dir.

Örnek 6:

Yatak yükünün orta irilikte olduğu bir derede yapılacak ve efektif yüksekliği 3,50 m. olacak baraja verilmesi gereken üst genişliği hesaplayalım. (2)

$$\begin{aligned}k &= 0,70 + c.h & h &= 3,50 \text{ m.} \\k &= 0,70 + 0,15.3,50 & c &= 0,15 \\k &= 1,23 \text{ m.} & k &= ?\end{aligned}$$

(6) Taşıntı barajlarının üst genişliklerinin hesabında Fransa'da kullanılan ampirik formül ise;

$$k = 0,442 h \text{ olup burada; } (3.9)$$

k = Barajın üst genişliği (m)

h = Baraj yüksekliği (temel hariç) (m).

Örnek 7:

Efektif yüksekliği 5,00 m. olan barajın üst genişliğini bulalım.

$$\begin{aligned}k &= 0,442 h & h &= 5,00 \text{ m.} \\k &= 0,442.5 & k &= ? \\k &= 2,21 \text{ m.}\end{aligned}$$

3.2. Dere Kıyılarının Oyulmaya Karşı Tahkimi (Korozyon)

3.2.1. Kıyı Duvarları, Kıyı Kaplamaları

Korozyon, derenin kıvrıntı yaptığı yerlerde su akım yönünün değişmesiyle suyun kıyılarına çarpması sonucunda, ya da dere tabanı yapısının yer yer değişik ve gevşek olması, derenin daralarak suyun şişkinlik yapması gibi sebeplerden ileri geldiği takdirde mecrayı doğrultmak, suyu çevirmek, suyun serbestçe akışını önleyen kayaları dinamitle atmak, yada dereleri temizlemek biçimindeki tedbirler söz konusu olur. Bununla

beraber uzun mesafeler içinde mecrayı doğrultmak biçimindeki tedbirlerden mümkün olduğu kadar kaçınmak gerekir. Aksi halde, yapılan doğrultma sonucunda mecranın eğimi artar, suyun hızı çoğalır ve erozyonun gücü büyür. (3)

Erozyondan dolayı mecra tabanının derinliğine oyulması ve suyun doğrudan doğruya kenarları oyması sonucunda yamaçların göçmelerini önlemek için, kıyıların önünde kıyı duvarları yapmak, yada kıyıları taşla kaplamak suretiyle, kıyı ve yamaçlar emniyet altına alınabilir. Bu duvarların yüksek su seviyesini aşacak kadar yüksek yapılması gerekmektedir.

Kıyı duvarları istinat duvarı olarak yapılır. Bu takdirde bu duvarların kesitleri istinat duvarlarında olduğu gibi, statik esaslara göre hesap edilir.

Kıyı duvarları boyunca tabanda oluşacak bir oyulma duvarın emniyetini esaslı bir biçimde sarsacağından, bu duvarlar sağlam ve yeterli temeller üzerine oturtulmalıdır. Mahzur görülmeyen yerlerde kıyı duvarlarının yıkanma tehlikesine maruz alt kısımları harçlı taş, üst kısımları kuru duvar olarak inşa edilebilir. (Resim 11)

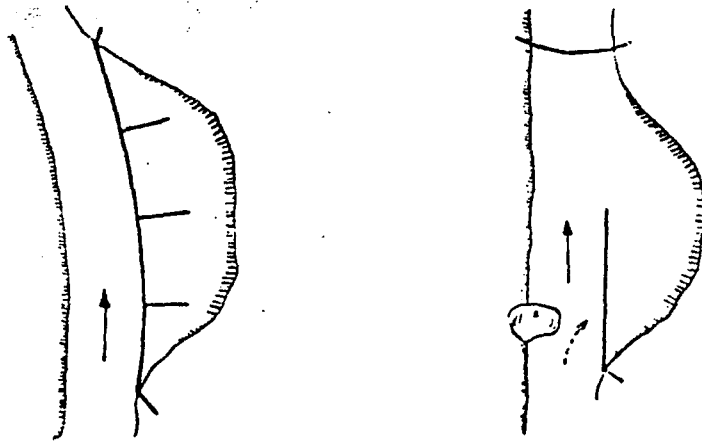
Kıyı duvarlarının yapımında duvarlarla yamaçlar arasında uygun bir boşluk bırakılmalıdır. Bu sayede zamanla yamaçlardan aşağıya yuvarlanacak materyalin duvarın arkasında toplanıp kalması ve dereye zarar vermemesi sağlanmış olur.

Kıyı duvarları taşı beton, betonarme, ahşap, kafesli tel sandık, örme çitler ve demet tesisler olarak yada karışık malzeme ile yapılırlar.

Taştan kıyı duvarları daha çok çimento harçlı taş duvarlar halinde yapılmaktadır . Zeminin taşıma gücünün zayıf olduğu yerlerde duvarlar ahşap ızgaralar yada ahşap kazıklar üzerine oturtulmalı yada temele boylu boyunca yuvarlak kesitli demirler konulmalıdır.



Resim - 11 : Göksu - Göldere (Kızılcahamam) Yamaç Eteklerinin Kıyı Duvarlarıyla Tahkimi. (Foto: Özçelik, Kay No: 3)



Şekil - 2 ve Şekil - 3 : Dereye Göçmeye Maruz Kıyının Tahkimi (Kay No: 3)

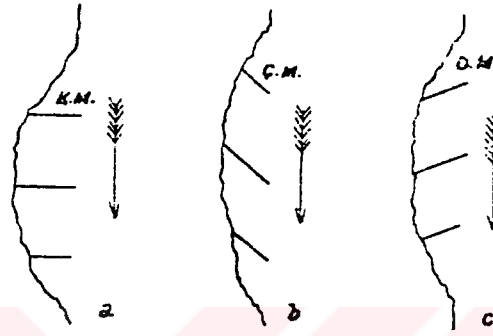
3.2.2. Mahmuzlar

Yayvan arazide ve düzlüklerde akan derelerde erozyon ve korozyon sonucunda kıyılarda meydana gelmiş olan göçme ve yıkıntıların gelişmesini ve ilerlemesini önlemek ve önceki tabii kıyı çizgisini yeniden düzenlemek gayesiyle geniş ve eğimleri pek fazla olmayan derelerde mahmuz denilen tesislerden faydalanılmaktadır. Mahmuzlar bir kıyıdan derenin ortasına doğru uzanan fakat karşı kıyıya ulaşmayan enine tesislerdir. (3) (Şekil 5)

Mahmuzlar, su akış yönüne göre durumları gözönünde tutularak adlandırılır. Su akış yönüne dik olarak yapılanlara normal mahmuzlar yada koruyucu mahmuzlar, mansaba doğru eğik olarak yapılanlara çevirici mahmuzlar, membaya doğru eğik olarak yapılanlara ise doldurucu mahmuzlar denilir.(Şekil 4)

Mahmuzların inşa edilecekleri yerler, bunların göre- ceği vazifeye göre değişir. Mahmuzlar genellikle taşıntı ko- nileri üzerinde ve derelerin aşağı kısımlarında inşa edilir- ler.

Mahmuzlarda yerine göre örme çit yada demet tesisler halinde; ahşap, kafesli tel, taşı beton, betonarme mahmuz olarak, yada karışık malzeme olarak yapılırlar.



Şekil - 4 : a) Koruyucu b) Çevirici c) Doldurucu mahmuzlar
(Kay No: 3)



Şekil - 5 : Dereye Bir Kıyıdaki Göçmeyi Önlemek İçin Yapılmış Mahmuzlar
(Kay No:3)

3.3. Çamurlu Sellere Karşı Yapılacak Tesisler

Sulardaki taşıntı miktarını azaltmaya yarayan dere ve yamaçların tahkiminde uygulanan bütün metodlar aynı zamanda çamurlu seller karşı yapılacak tesislere de uygulanır. Bu tesislerin yapılmasında amaç, çamur kütlelerinin uygun yerlerde çöküp kalmasını sağlamaktır.

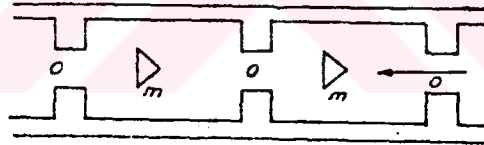
Fazla su taşıyan akarsulardaki çamur birikintileri, sularla, bulundukları yerlerden aşağılara doğru taşınırlar. Dolayısıyla akarsulardaki bu çamur birikintilerinin uygun bir yerde durdurulması düşünülür ve bu amaçla buralarda da taşıntı barajları inşa edilir.

Bu barajlarda yapılacak menfezler sayesinde günlük sular kolayca akıp gider, yalnız yüksek sular barajın üstünden aşarak akıp gider.

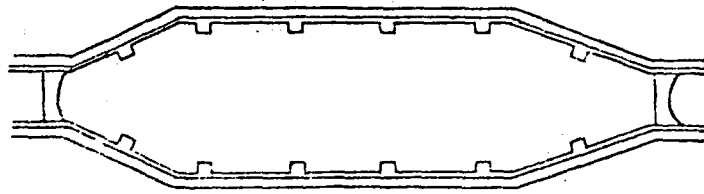
Scipion Gros tarafından teklif edilen tesisler de bu amaç için kullanılabilir. Bu tesisler, yüksek su düzeyi hesaba katılarak yapılan iki kalın boyuna duvar ve bunları birbirine bağlayan ve ortada büyükçe birer menfezi ihtiva eden barajlardan oluşur. (Şekil 6)

Her menfezin yukarısında da üçgen prizma biçiminde birer duvar vardır. Bu barajlar günlük suların şişkinlik yapmadan akmalarına elverişli olmalarına karşılık, yüksek suların serbestçe akıp gitmelerine elverişli değildir. Baraja giren ve hızından kaybeden sular taşıdıkları materyali barajlardaki boşluklara bırakırlar. (3)

Ayın maksatla Venetz, çamur deposu denilen tesisleri teklif etmektedir. Bu depolar yüksek su düzeyinin üstünde dere boyunca var olan genişlemelerin taş yada beton duvarlarla çevrilmesiyle yapılır. Duvarların altlarının oyulmaması için, bunlar kısa mahmuzlarla takviye edilmiştir. Çamurun önemli bir kısmı bu depolar içinde kalır. Depolar zaman zaman temizlenmelidir. (Şekil 7)



Şekil - 6 : Scipion Gras Çamur Deposu (Kay No: 3)

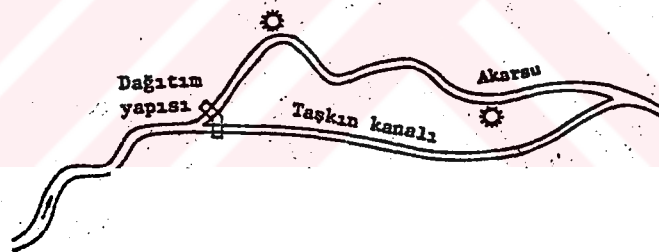


Şekil - 7 : Venetz Çamur Deposu (Kay No:3

3.4. Taşkınları Önleyici Tesisler

3.4.1. Taşkın Kanalları

Akarsu yatağının bütün taşkın sularını akıtacak şekilde düzenlenmesinin mahzurlu olduğu kesimlerde, taşkın sularının bir kısmı taşkın kanalına alınarak akarsuyun taşkın yükü azaltılabilir. Bu durumda taşkın kanalının akarsudan ayrıldığı noktada bir bağlama yapılması gerekir. Bu sabit bağlama olabilir. Akarsudaki su seviyesi belirli bir değere ulaşınca bağlama üzerinden aşan sular taşkın kanalına dökülür. Topoğrafyanın elverişli olduğu yerlerde, doğal göller de taşkın kanalı olarak kullanılabilir. (9)

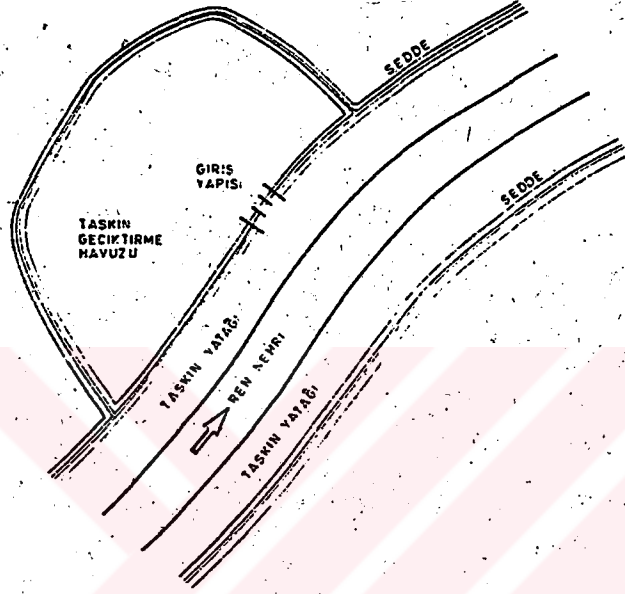


Şekil - 8 : Bir Bağlama ve Taşkın Kanalı İle Akarsu Düzenlenmesi
(Kay No: 9)

3.4.2. Taşkın Geciktirme Havuzları

Taşkın geciktirme havuzları, kontrolsüz çıkış tesisleri olan, tek amaçlı taşkın kontrol yapılarıdır. Taşkın debileri geri tutularak zararlara sebep vermeyecek bir büyüklükte geciktirmeli olarak tekrar akarsu yatağına verilir. Böylece taşkın hidrografının pik debileri düşürülür.

Taşkın suların geçici olarak biriktiren taşkın geciktirme havuzları genellikle akarsu yatağından ayrı bir yerde planlanan derinliği az, alanı büyük biriktirme yerleridir. Taşkın mevsimi dışında tarım alanı olarak kullanılabilirler (9)



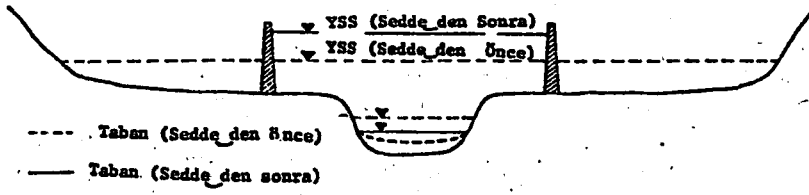
Şekil - 9 : Bir Taşkın Geciktirme Havuzunun Planı
(Kay No: 9)

3.4.3. Sel Kapanları

Taşkın sularını geçici olarak geri tutarak mansap bölgesindeki taşkın debilerinin küçülmesini sağlayan, yükseklikleri 10 20 m. arasında değişen küçük barajlardır.

3.4.4. Seddeler

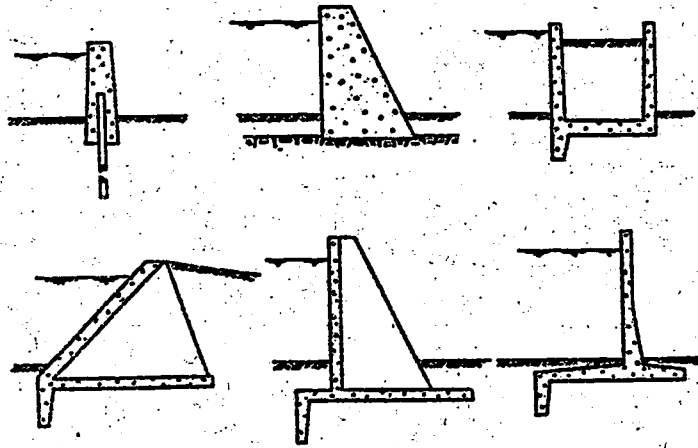
Ovalık arazilerde taşkın suları akarsu yatağından taşarak geniş alanları su altında bırakır. Bu gibi düz arazilerdeki tarım alanlarını ve meskûn yerleri taşkın zararlarından korumak için seddeler taşkın koruma yapısı olarak düzenlenebilir. (9)



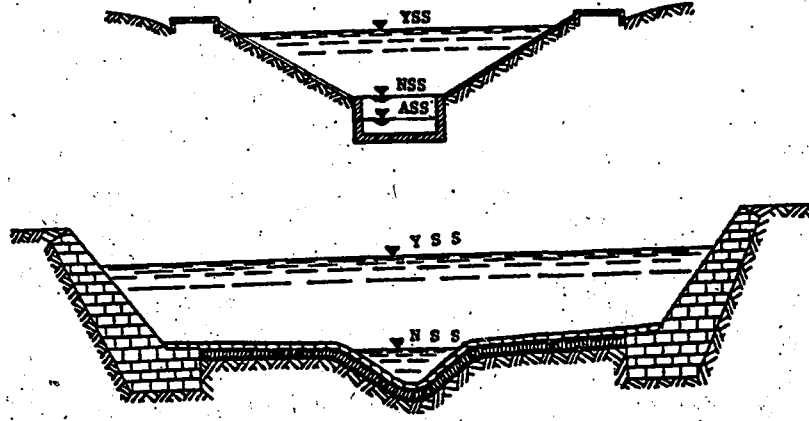
Şekil - 10 : Seddelerin Su Seviyeleri ve Akarsu Tabanına Etkisi
(Kay No: 9)

3.4.5 Taşkın Duvarları

Meskün yerler içinden geçen akarsuların taşkın sularının yatak içinde tutulmasına dikkat edilir ve ıslak kesit daha emniyetli boyutlandırılır. Meskün yerlerde araziler çok kıymetli olduğundan taşkın yatağı genişliğini azaltmak için taşkınların taşkın duvarları ile kontrol edilmesi daha uygun ve ekonomiktir. Taşkın duvarları aynı zamanda yapılan yollar için istinat duvarı görevi görebilmektedir.



Şekil - 11 : Taşkın Duvarları Tiplerinden Kesitler
(Kay No: 9)



Şekil - 12 : Minimum ve Taşkın Debilerinde Yatak Düzenlemesi
İÇİN KADEMELİ ENKESİTLER (Kay No: 9)

3.5. Dağ Uçmalarına, Taş ve Kaya Yuvarlanmalarına Karşı Alınacak Tedbirler

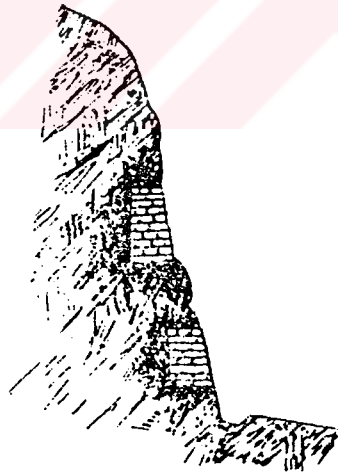
Dağ uçmalarına karşı tedbir alınması çok zor ve çoğu kez imkansızdır.

Arazide yarık ve çatlakların meydana gelmesi, kaya bloklarının yerlerinden kopması, taş ve kaya yuvarlanması gibi olayların çoğalması, dağ uçmalarının öncesinden görülen belirtilerdir. Bu belirtilerin görüldüğü yerler, önce jeolojik şartlar bakımından incelenir. Dağ uçmasına karşı alınabilecek tedbir, pasif korunma tedbirlerinin alınmasından ibarettir. Bu tedbirler şunlar olabilir: Artık uçmalarının önüne geçilemeyecek olan kaya blokları müdahale ile uçurulur. Uçma tehlikesi gösteren fakat uçmaların önüne geçilebilecek olan kaya partileri ve blokların altları duvar ile örtülüdür.

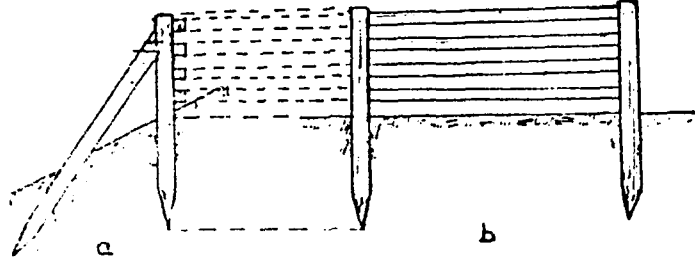
(3) (Şekil 13)

Bu duvarlar kuru duvar olarak yapılır. Çünkü kuru duvarlar suları daha kolay sızdırırlar. Bu duvarlar harçlı taş yada beton duvarlar olarak inşa edildiği takdirde duvarlarda yeter sayıda menfezler bırakmak gerekir. Aynı zamanda kaya blokları arasındaki alanlar çayırlandırılır, yada ağaçlandırılır.

Taş ve kaya yuvarlanmalarına karşı bunların koptuğu yerlerin hemen altındaki alanlarda, yapraklı ağaçlardan oluşmuş, sık ve yüksek gövdeli bir orman iyi bir engel teşkil eder. Taş yuvarlanmalarına karşı, yapılacak ilk iş, yuvarlanmakta olan taşların çevreye ve insanlara zarar vermeyecek biçimde durdurulmasıdır. Bu amaçla kuru çitler, koruma ağaçları yapılır. (3) (Şekil 14)



Şekil - 13 : Kaya Bloklarının Altının Duvarlarla Örülməsi
(Kay No: 3)



Şekil - 14 : Yuvarlanan Taşlara Karşı Ahşap Tuzak, Karşıdan ve Yandan Görünüşü (Kay No: 3)

3.6. Çığ ve Çığ Erozyonuna Karşı Alınacak Önlemler

Çığ ve çığ erozyonunu önlemek için yapılacak tesisler iki grupta incelenecektir:

a) Tek binalar, meskûn yerler, kara ve demiryolları gibi çeşitli tesisler çığlara karşı korunması için yapılacak birinci grup yapılar.

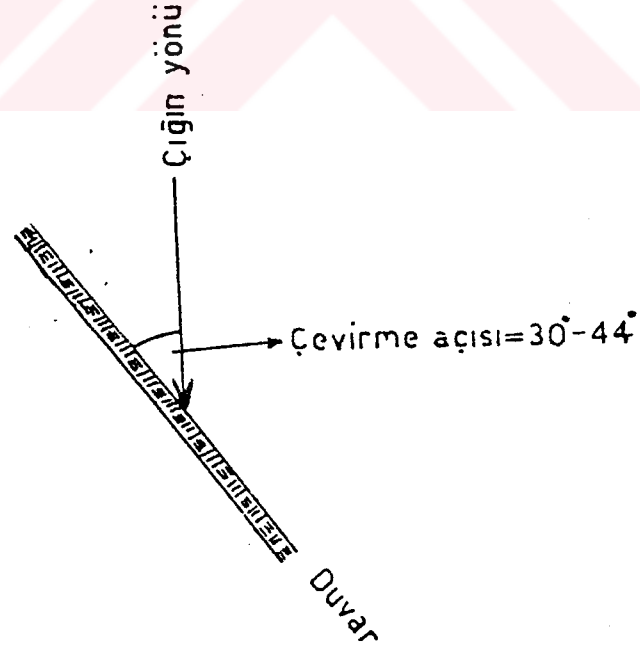
b) Arazinin yüksek kesimlerinde çığların oluşmasını önleyecek ikinci grup yapılar.

3.6.1. Birinci Grup Yapılar

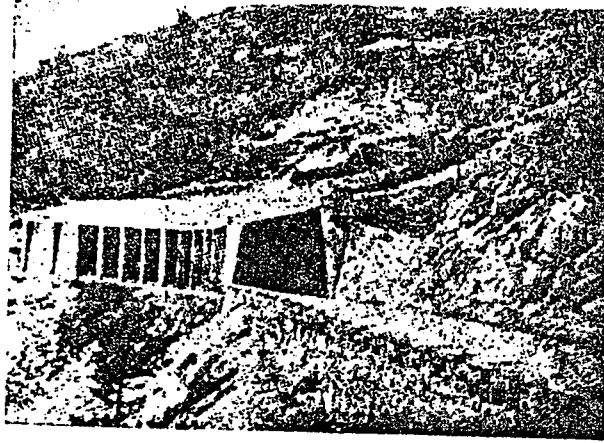
Bu gruptaki yapıların işlevi, gelmekte olan çığları dağıtmak yada bunları çevirmektir. Bu maksatla, korunması istenen binanın yukarı tarafında, bir köşesi çığ yönüne gelmek üzere toprak, yada taştan koruma pramitleri denilen tesisler yapılmaktadır. Bu pramitler korunması istene binaya bitişik yada aralıklı olarak yapılırlar. (3)

Çığ yollarının kara ve demiryolu gibi ulaşım tesislerini kestikleri kısımlar boyunca, bu tesisler ve ulaşım, çığ tünelleri denilen betonarme yapılar aracılığıyla korunurlar. (3) (Resim 12)

Çığları çeviren tesisler, çok kez toprak yada taş duvarlardan ibaret yapılar olup, çığ yönüne eğik olarak inşa edilirler. Burada önemli husus, duvarların çığ yönüyle yaptıkları çevirme açılarını doğru olarak tayin etmektir. Çığ kitlesinin büyüklüğü ve ağırlığı ve çığın hızının fazlalığı oranında çevirme açısı da kapalı olmalıdır. Çevirme açısının büyüklüğü üzerine her yere uygun düşecek değerler vermek mümkün değildir. Bu açının büyüklüğü, yer ve var oluş şartlarına göre ayrı ayrı tesbit edilmekte ve ortalama olarak 30° - 44° kabul edilmektedir. (Şekil 15)



Şekil - 15 : Bir Çığ Duvarının Durumunun Tayini
(Kay No:3)



Resim - 12 : Betonarme Çığ Tüneli, Trabzon-Erzurum Taransit Yolu,
Zigana Dağı (Kay No:3)

3.6.2. İkinci Grup Yapılar

Bu gruba giren yapılar, çığların meydana geldiği yukarı kesimlerde bu oluşumu önleyen yapılardır.

3.6.2.1. Teraslar

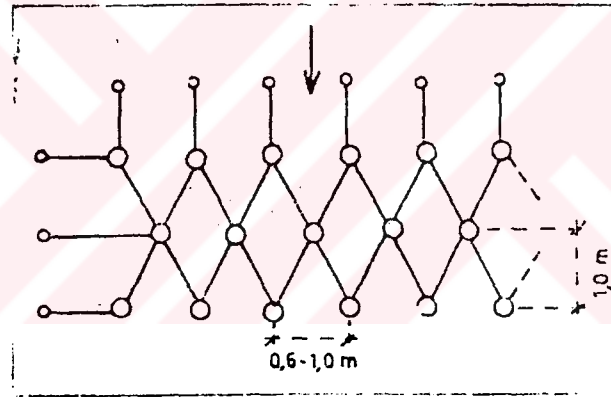
Dik yamaçlar üzerinde kar kütlelerinin stabilizasyonunun sağlamak üzere yapılan teraslar, çoğunlukla 0,5-1,00 m. genişlikteki yatay tabanlı basamaklar şeklinde olur.

Çığ kontrolu amacıyla yapılacak terasların yamuk enkesitli ağaçlandırma terası şeklinde yapılması, teraslandırmanın ağaçlandırma ile kombine edilmesi düşünülen yer ve durumlarda tercih edilmelidir.

Terasların çığları önleyici etkileri, terasın geniş olamıs, yamaç eğiminin ve teraslar arasındaki mesafenin az olması oranında büyüktür. Gevşek ve ıslak yamaçlarda çığ teraslarını ön taraflarının taş duvarlarla desteklenmesi gereklidir.

3.6.2.2. Kazıklı Tel Örgüler

Kazıklı tel örgüler 14-16 cm. kalınlığında ve 1,60-2,00 m. boyunda yuvarlak yada yarma kazıkların 0,60-1,00 m. Mesafe ve 1,00 m. aralıklarla şaşırtmalı olarak yamaca çakılması, sonra da aralarının galvanizli telle çapraz olarak örülmesi suretiyle oluşturulan tesislerdir. Yamaç yukarısındaki ve yanlardaki kazıklar, tellerle küçük kazıklara bağlanır. Kazıklar, düşeyle eğim açısının yarısı kadar açı yapacak şekilde yamaca çakılmalı, 2/3 oranında toprağa girmeleri sağlanmalıdır. (2) (Şekil 16)



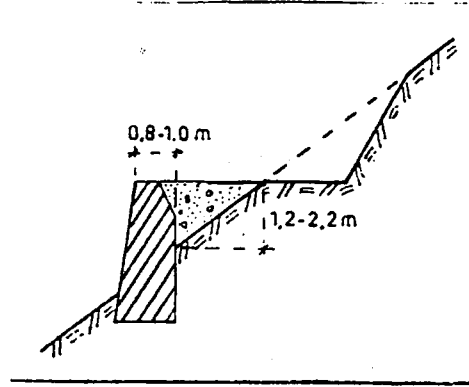
Şekil - 16 : Kazıklı Tel Örgü
(Kay No:2)

3.6.2.3. Çığ Duvarları

Çığ duvarları, yeteri kadar taşın bulunabildiği yerlerde tavsiye edilen ucuz ve dayanıklı tesislerdir. Bunlar daha çok kurutaş duvar tarzında yapılırlar.

Çığ duvarlarında arka yüzün yüksekliği zeminden itibaren 1,20 - 2,20 m, duvar üst genişliği 0,80 - 1,00 m'dir. Toprağın kışın donabilmesi ihtimaline karşı çığ duvarlarının arka yüzleri, üste kenardan itibaren 0,90 - 1,20 m. derinliğe

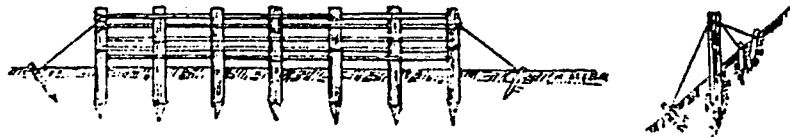
kadar eğimli yapılır. Bu duvarların arkaları, dolgu üst yüzeyi yatay olacak şekilde toprakla doldurulur ve gerekirse dolgu düzeyinde yamaçta açılacak basamak şeklindeki yatak bir terasla duvarın etkisi güçlendirilir. (2) (Şekil 17)



Şekil - 17 : Terasla Kombine Edilmiş Çığ Duvarı
(Kay No:2)

3.6.2.4. Örme Çitler

Dik yamaçlar, gevşek ve az derin topraklarda, kar baskısına karşı direnci fazla olduğundan örme çitler tercih edilirler. Örme çitler, 60 cm. mesafe ile ve uygun derinlikte toprağa çakılan kazıkların aralarını ince dallarla örmek suretiyle yapılır. Zeminden yaklaşık olarak 80 cm. kadar yüksek olan çit sıraları 4-10 m. uzunluğunda 6-15 m. aralıkla ve yine satranç tahtası düzeninde yapılırlar. Kenar kazıklar, tellerle küçük kazıklara bağlanır. (3) (Şekil 18)

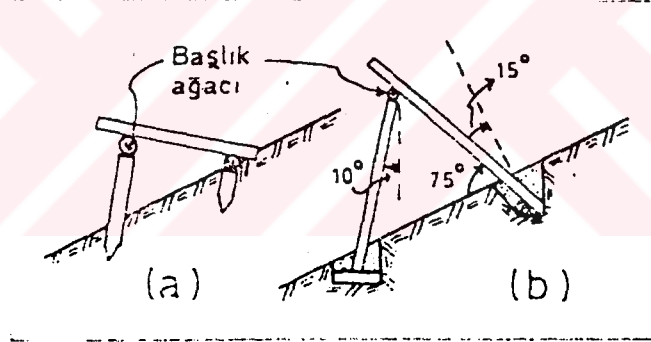


Şekil - 18 : Çığlara Karşı Bir Örme Çit
(Kay No:3)

3.6.2.5. Çığ Köprüleri

Çığ Köprüleri sağlam zeminli yataklar üzerindeki oyulma ve çukurluklarda kar birikintilerini stabilize etmek amacıyla yapılırlar. Çığ köprüleri, yamaç yukarısına doğru eğimli olarak çakılan iki sıra kazık üzerine boylu boyunca boşluk ağaçları uzatıldıktan sonra, bunlar üzerine 20-30 cm. aralıklarla taşıyıcı ağaçlar çakmak suretiyle meydana getirilen tesislerdir.

Çığ köprüleri, taşıyıcı yüzeyin bir ucu yamaçta açılan bir hendeğe sokulmak, diğer ucu kazığa dayandırılmak suretiyle yapılırlar. (Şekil 19)

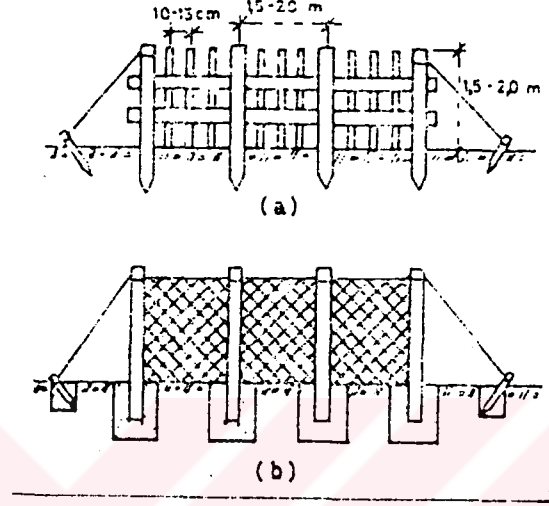


Şekil - 19 : Çığ Köprüleri
(Kay No:2)

3.6.2.6. Çığ Tuzakları

Çığ tuzakları, 1,50 - 2,00 m. mesafe ile zemin üzerinde 1,50 - 2,00 m. yükseklikte oluşturulacak şekilde düşey olarak çakılan kazıkların birkaç yatay ağaçla birbirine tutturulmasından sonra, bu yatay ağaçlar üzerine 10 - 15 cm. aralarla düşey doğrultuda tahta yada yuvarlak kesitli ağaçlar çakılarak meydana getirilirler. (Şekil 20)

Çığ tuzakları eski ray ve traverslerle, yada beton blok temellere oturtulan demirler arasına kafesli teller ger-
mek suretiyle de yapılabilmektedir.

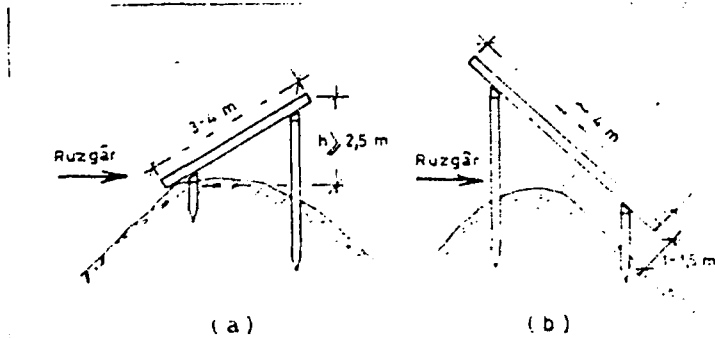


Şekil - 20 : Çığ Tuzakları
(Kay. No:20)

3.6.2.7. Rüzgâr Engelleri

Rüzgâr engelleri, hakim rüzâr doğrultusuna göre sırt çizgisi üzerinde yapılan ve rüzgârla savrulan karın sırtın arka yüzünde düzenli bir biçimde dağılmasını sağlayan tesislerdir.

Bunlar, yapılış ve kullanma amacına göre kürsü, rüzgâr çatısı olmak üzere iki çeşitlidir. (Şekil 21)



Şekil - 21 : Kürsü (a) ve Rüzgâr Tuzağı (b) Tipinde Rüzgâr Engelleri
(Kay. No:2)

3.6.2.9. Patlayıcı Maddelerle Çığ Kontrolu

Avrupa Ülkelerinde ve özellikle A.B.D.'de sık uygulanan bir metoddur. Bu metod da, çığların başlama zonlarında biriken kar kütleleri, buralara önceden yerleştirilen patlayıcı maddelerin uzaktan kontrolle patlatılması yada başlama zonları hedef alınarak top mermileri atılması suretiyle kontrollü olarak harekete geçirilir. Böylelikle, ne zaman meydana geleceği tahmin edilemeyen çığların, yol açacağı can ve mal kayıpları önlenebilmiş olur.

3.7. Buzul Erozyonuna Karşı Alınacak Tedbirler

Yüksek dağlık arazide muhtelif zamanlarda meydana gelmiş olan buzulların zamanla çözülerek kopan büyük buz parçaları akarsularla aşağılara gelerek, dar olan akarsuların tıkanmasına sebep olurlar. Bunun neticesinde buzul gölleri oluşmakta ve bu göllerin sonradan patlamaları ile boşalan sular arazi ve meskûn yerlerde büyük tahribata sebep olmaktadır. Bu sebeple bu arazilerde buzullar müşahade altına alınarak incelenmeli ve bir buzul gölü olduğu takdirde, gölün alt tarafında, akarsuyun uygun yerlerinde barajlar yapılmalıdır. Bu barajların yapılmasında amaç, gölden boşalan büyük su kütlelerini yer yer tutmak suretiyle suların akışını, zarar vermeyecekleri şekilde düzenlemekten ibarettir. (3)

3.8. Rüzgâr Erozyonuna Karşı Alınacak Tedbirler

Arazi yüzeyinde rüzgâra direnç göstermeye, makavemet etmeye yardım eden her türlü çalışma, erozyonu; önlemeye, azalmaya veya kontrol etmeye yardımcı olmalıdır. Rüzgâr erozyonunun azaltılması veya önlenmesi için:

Arazi yüzeyinin bitki örtüsü ile kaplı olması sağlanmalıdır. Bitkilerin sık ve yüksek olması rüzgârın hızı üzerinde azaltıcı bir rol oynar. (10)

Özellikle Orta Anadolu'da ilkbaharın kritik rüzgâr dönemlerinde kışlık hububat çeşitlerinin ekimine ağırlık verilmelidir. Yağışların biraz daha fazla olduğu yerlerde ise yem bitkileri tarımı yapılmalıdır.

Çapa bitkileri toprağı erozyona karşı fazla koruyamadıkları için, bunların hububat ve yem bitkileri gibi sık yetişen bitkiler arasında şeritsel olarak ekimi yapılmalıdır. (10)

Şeritsel ekim sistemi, rüzgâra farklı direnç gösteren bitkilerin birbirini izleyen şeritler halinde yetiştirildiğı bir metoddur. Oluşturulacak şeritler mümkün olduğı kadar hakim rüzgâr yönüne dik olarak yerleştirilmelidir.

Şeritsel ekim sisteminde şerit aralarında sürüm işlemleri arazi meyiline dik olarak yapılmalıdır. (10)

Toprak yüzeyini mümkün olduğı kadar pürüzlü, kesekli kılan sürüm işlemleri tatbik edilmelidir. Rüzgâr erozyonunun kontrolunda toprak yüzeyini pürüzlü bırakan ve arazi meyiline dik oluşturan sürüm aletlerinin kullanılmasının erozyonu azaltıcı etkisi büyüktür.

Yarı kurak bölgelerde rüzgâr erozyonuna karşı direnç sağlamak için topraklar yağmurları takip eden en kısa bir süre içinde işlenmelidir.

Kuru tarım yapılan arazilerde ilk sürümde toprağı yarı deviren veya alttan işleyen kulağı küçültülmüş pulluk yada modernize edilmiş Anadolu Sabanı, Kazayağı gibi aletler kullanılmalıdır. (10)

Kurak bölgelerde arazi nadasa bırakıldığında uygulanacak anız bozma ile bitki artıkları tamamen toprağa gömülmelidir. Rüzgâr başlamadan, toprak yüzeyine ot, saman serilmesi de erozyonun yayılmasını önlemektedir.

Çayır ve meralarda aşırı otlotma yapılmamalıdır.

Erozyon olayı yeni başlamış ise vakit geçirmeden tel çitle veya çalı çitler ile kontrol altına alınmalıdır.

İlerlemiş erozyonu azaltmak ve rüzgârın tahripkâr etkisini azaltmak için hakim rüzgâr yönüne dik olarak planlanan rüzgâr kıranlar (tahta perdeler, çalı çitler, kayalar, çallılar) tesis edilmelidir. Bunlar rüzgâr erozyonuna karşı son derece etkili mekanik tedbirlerdir. (Resim 13)

Ağaçlardan oluşturulan rüzgâr perdelerinden sıra üstü 1,50-2,00 m. ve perdeler arası da ağaç yüksekliğinin yaklaşık 10 katı olmalıdır.

Hareket halindeki kumulları durdurmak, olduğu yerde tutmak için yel kıranlar tesis edilmelidir. En ekonomik yel kıranlar kamış perdelerdir. (Resim 14)

Kamış perdelerin yüksekliği en fazla 2,00 m. olmalıdır.

İki perde arasındaki mesafe düz sahalarda perde yüksekliğinin 10 katı, %10 meyile kadar olan alanlarda ise yüksekliğin 8 katı alınmalıdır.

Rüzgâr perdelerinin uzunluğu arazinin durumuna göre mümkün olduğu kadar uzun tutulmalıdır.



Resim 13: Rüzgâr Erozyonuna Karşı Tesis Edilmiş Tahta Perdelerin Arazide Görünüşü. (Kay. No: 10, Gen.Yay.No: 157)



Resim - 14 : Rüzgâr Erozyonuna Karşı Kamış Perdelerin Örülmesi

(Kay.No:10, Gen.Yay.
No: 157)



Resim - 15 : Kamış Perdelerin Bitkisel Materyal İle Takviye Edilmesi
(Kay.No: 10, Gen.Yay.No: 157)



Resim - 16 : Hakim Rüzgâr Yönünde Tesis Edilmiş Rüzgâr Kıran Perde ve Ağaçlandırmanın Arazide Uygulanışı.
(Kay.No: 10, Gen.Yay.No: 157)

3.9 . Tarım Arazilerinde Erozyona Karşı Alınacak Tedbirler

Her tarım üreticisi toprağından mümkün mertebe yüksek oranda verim almayı amaçlar. Ancak verim, toprakta bir takım tedbirlerin alınmasını gerektirir.

Özellikle suyun büyük önem taşıdığı kurak ve yarı-kurak bölgelerde toprakta suyun tutulması ve muhafazası ürün verimi için zorunludur. Üzerinde tarım yapılan arazi biraz da eğimli ise, su daha da önem taşır. Çünkü şiddetli yağış sonucu su ile birlikte toprak, toprakla birlikte tohum ve atılan gübre de taşınır.

Burada çiftçilerimizin kendi imkânları ile yapabilecekleri basit toprak koruma metodlarından bahsedilecektir.

3.9 .1. Şeritsel Tarım

Şeritsel tarım sistemi, yamaç arazilerde meyile dik meydana getirilen şeritlerin her birinde başka bir bitki ekiminin yapılması işlemidir. (Resim 17)

Şeritsel tarım sisteminde oluşturulan şeritler arazi meyil uzunluğunu kısaltır. Böylece:

Yüzeysel akışın tahripkar gücü azalır.

Şeritlerden birisinden mesela çapa bitkisi ekili olan veya nadasa bırakılan şeritten oluşabilecek yüzey akış ve toprak taşınması, diğer yan bitkisi veya hububat şeridinde tutulur. Sonuçta arazinin sürekli korunması sağlanmış olur.

Arazinin topoğrafyasına, ekim sistemine, erozyon durumuna göre;

Tevsiye eğrilerine paralel (kontur) şeritler,

Tarla şeritleri,

Tampon şeritleri,

Rüzgâr erozyonuna karşı rüzgâr şeritleri uygulanabilir.



Resim - 17 : Şeritsel Bir Tarım Örneği
(Kay.No: 10, Gen.Yay.No: 160)



Resim 18: Çapa Bitkisi Ekili ve Nadase Bırakılmış Bir Şeritsel Tarım Örneği. (Kay.No:10, Gen.Vay.No: 160)

3. 9.2. Kontur Tarım

Arazinin tesviye eğrilerine paralel işlenmesi yani sürüm, ekim ve dikim işlemlerinin arazi eğimine dik yapılması olarak tanımlanan kontur tarım, yörelerimizde toprak kaybının azaltılması ve suyun toprakta muhafaza edilmesi amacı ile uygulanan bir kültürel tedbirdir. (10) (Resim 19)

Bu sebeple ister kuru tarımda olsun, ister sulu tarımda olsun araziler daima meyile dik yani kontur olarak işlenmelidir.

Ayrıca tüm ekim ve dikim işlemleri yamaç aşağı-yamaç yukarı değil, yamaca dik gelecek şekilde yapılmalıdır. Toprak arazi meyiline dik olarak işlendiğinde:

Meyil aşağı hızla akan yağış sularının tahripkar etkisi azalır.

Suyun toprakta muhafazası sağlanır,
Su ile toprağın meyil aşağı sürüklenmesi engellenir,
Toprak tekniğine uygun işlendiği için tarımsal aletler
daha randımanlı kullanılır,

Uygun bir ekim nöbeti ile kontur tarım, erozyonu %2-
meyilde en fazla 60 m.

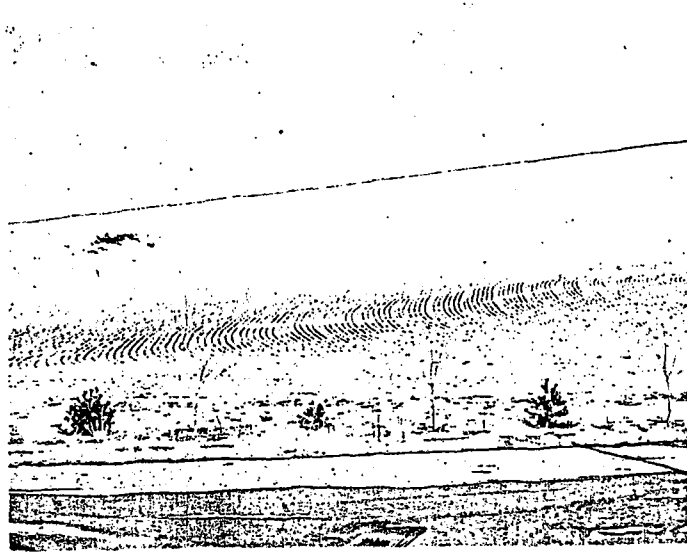
% 10 meyilde 30 m.

% 12 meyilde 24 m. meyil uzunluğuna kadar kontrol edi-
lir.

Bütün bunların yanı sıra toprağı gübreleme ve malçlam
erozyona karşı olumlu sonuçlar vermektedir.



Resim - 19 : Kontur Tarımın Arazide Uygulanışını Gösteren
Bir Örnek. (Kay.No: 10, Gen. Yay. No: 159)



Resim - 20 : Kar Erozyonuna Karşı, Kontur Karıklarda Kar Tutulmasının Görünüşü. (Kay.No:10, Gen.Yay.No:159)

3.10. Hava Fotoğraflarının Yorumlanması

Toprak kayıplarının incelenmesinde hava fotoğraflarının kullanılması faydaları şunlardır:

Hava fotoğrafları geniş bir alanın tüm perspektifini verir. Cep-Stereoskopu yada aynalı stereoskopla incelendiğinde birbiri üstüne bindirilen hava fotoğrafları üç boyutlu görünüş sağlar.

Mevcut heyelanların sınırları derhal tesbit edilebilir.

Yüzeysel yada yüzeye yakın su yollar izlenebilir.

Birbiriyle olan ilişkileri çok ender olan hallerde doğru olarak çözümleyen topoğrafya, su akım yolları ve öteki tabii yada suni yapılmış unsurların önemli bağlantıları hava fotoğraflarında açıkça görülebilir.

Orta sıklıkta bir bitkisel örtü zemine ait ayrıntıları arazide inceleme yapandan çoğunlukla gizler; fotoğraf yorumlayıcısından da aynı ölçüde gizlediği durumlar azdır.

Toprak ve kaya formasyonları bozulmamış durumlarında incelenebilir ve değerlendirilebilir.

Niteliklerin sürekliliği daha iyi belirlenir.

Arazi çalışmaları yapmak için gerekli yollar ve yüzeyi ve yüzeyaltı inceleme programları daha iyi planlanabilir.

Yeni fotoğraflar eskileriyle kıyaslanarak heyelanların gelişme aşamaları incelenebilir.

Hava fotoğrafları her zaman, her yerde ve herhangi bir kimse tarafından etüd edilebilir.

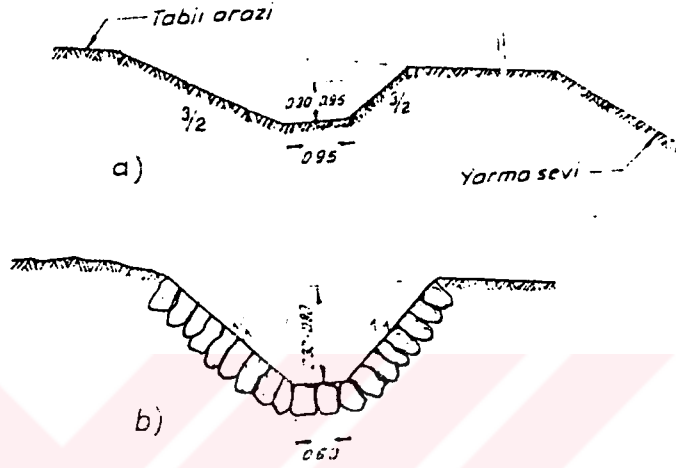
Hava fotoğrafları sayesinde toprak kayıplarına ait bilgiler hemen hemen aynıyla başkalarına da aktarılabilir. (6)

3.11. Drenaj Maksadıyla Yapılan Bazı Tesisler

3.11.1. Kafa Hendeği

Buna çevre hendeği de denilir. Büyük yarma şevlerinde ve heyelanlarda sık sık kullanılır. Saha dışından gelen suların heyelan bölgesine girmesinin önlenmesi için bölge geçirimsiz veya kaplanmış bir kafa hendeği ile çevrilir. Hendeğin boyuna meyili kâfi değil, taban geçirimli veya çatlak ise suyun zemin dahiline sızmasına yardımcı olacağından

Üstelik daha zararlı olur. Bu sular uygun aralıklarla yer altına döşenmiş beton büz kanallara verilir ve uzaklaştırılır. Boyuna eğim %3'den küçük yapılamaz. (7)



Şekil - 22 : Kafa Hendeği Tipleri (Kay.No:7)

a) Kaplanmamış

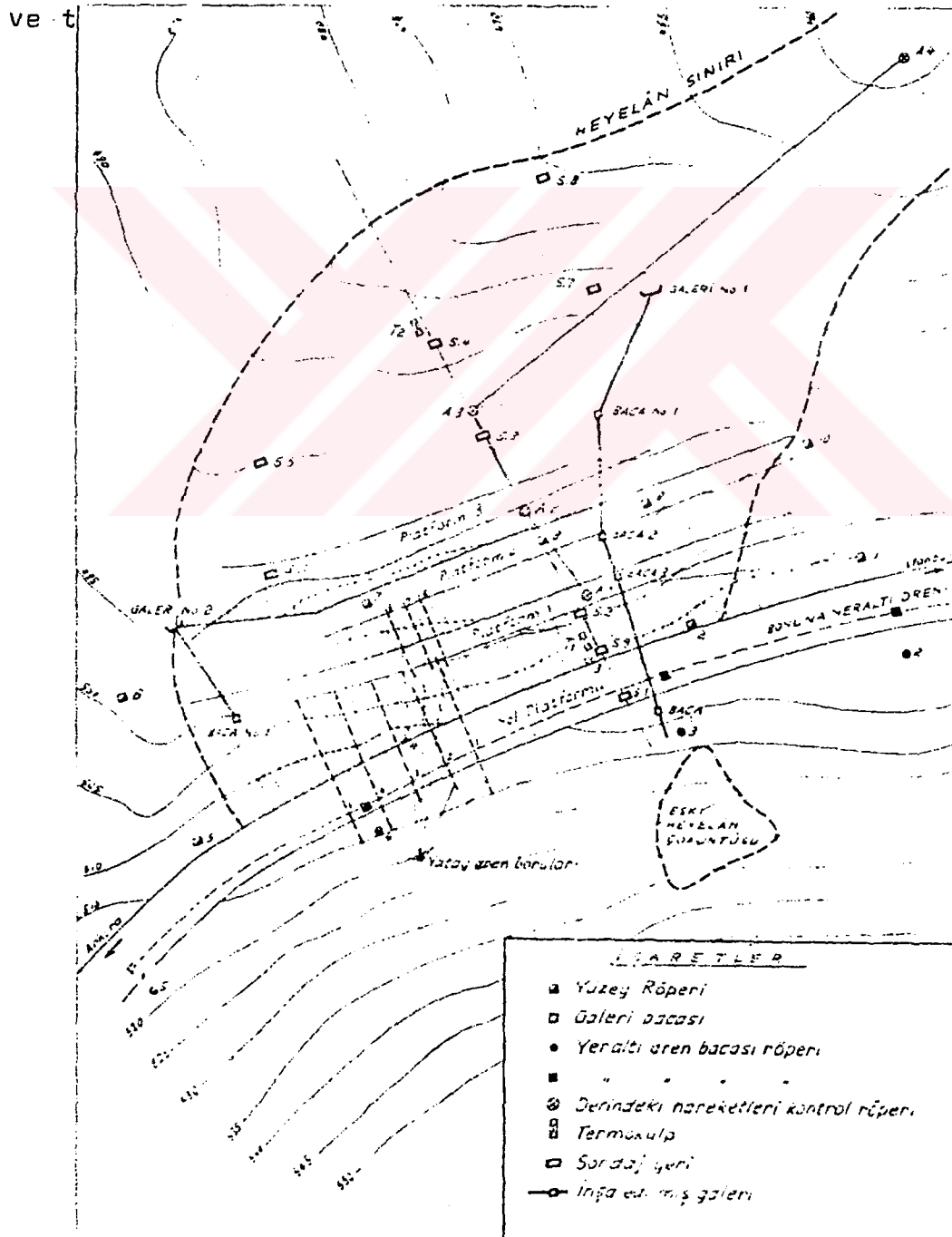
b) Kaplanmış Kafa Hendeği

3.11.2. Dren Hendekleri

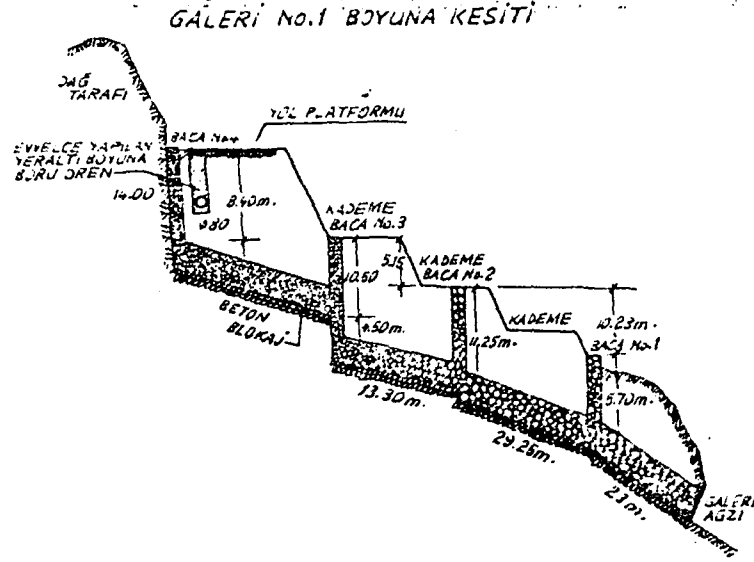
Toprak mekaniği alanında yapılan çeşitli araştırmalar, bilhassa geniş doldurucu ve kazı şevleriyle yamaçların stabilizasyonunda önemli faktörün, toprak ile nem arasında etken bir ilişki olduğunu göstermiştir. Toprak taneleri arasında su miktarı arttıkça arazi stabilizasyonu azalır. Toprak kaymalarının sebebi, sürekli yağmur ve kar sularıyla strüktürün bozulması, kohezyonun azalarak, ağırlaşan kütlenin yavaş yavaş harekete geçmesidir. Bu sebeple dağlık arazi yamaç arazi yamaç toprağının daima kuru bulundurulması ve bunun için de fazla suyun dren hendekleri yardımıyla akıtılması gerekmektedir.

düz bir hat şeklinde veya daha uygun bir geometrik formda da olabilir. (Şekil 24)

Galerilerin açılmasında, bilinen tünel açma tekniğine uyulur. Ekseriya bir yarmadan girilir ve iksalanarak ilerlenir. Yer yer bacalar bırakılır. Kesit olarak $1.2 \times 1.8 \text{ m}^2$ uygundur. Galeri tamamen açıldıktan sonra altlık betonu dökülür



Şekil - 24 : Bolu Dağı Heyelan Galeri Çalışmaları
(Kay. No: 7)



Şekil - 25 : Galerinin Boy Kesiti
(Kay.No: 7)

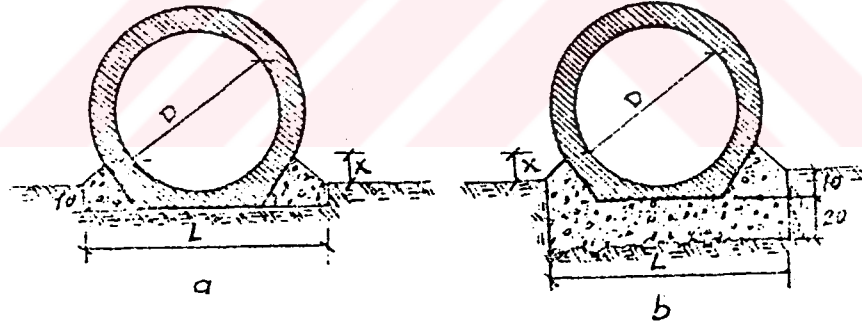
3.11.4. Büzler

Büzler, suların ve taşkınların yol gövdesine zarar vermeden akışını sağlayan beton yada seramik malzemeden ekseriya daire kesitinden imal edilen ufak, yeraltı su kanallarıdır. (8)

Yol yapımında küçük hidrolik yapılar olarak faydalanan büzler, kullanılacağı yerin özellik ve önemine göre genellikle beton veya betonarme yapıılırlar. Kesitleri, çoğunlukla daire ve yerinde döküldüğü zaman bazen sepet kutu biçiminde olur. Çapları orman yollarında 0,40 m.-1,20 m. arasında değişir.

Büz, Betonarme olarak yapıldığı takdirde techizat demirleri, adi çelik St.37 özelliğinde seçilir. Bütün çapına göre kalıplar da, beton cidara 6/10 mm. kalınlığında yuvarlak kesitli demirler yerleştirilir. Bilhassa 1,00 m ve 1,20m. çapında hazırlanan beton büzler, kesinlikle demirli imal edilmelidir.

Beton büzler, genellikle mecranın yada derenin meyiline uydurularak yerleştirilir. Suyun büz içinde kolaylıkla akması için bunlara, en az %2 ve en çok %15 oranında bir meyil verilir. Büzler tekerlek basıncından etkilenmemesi için yolun doldurucu yüzeyinden en az 0,30 m. derinlikte ve yol eksenine dik yada verev kesecek biçimde açılan hendeklere ince bir kum tabakası serilerek yerleştirilir. (Şekil 26)

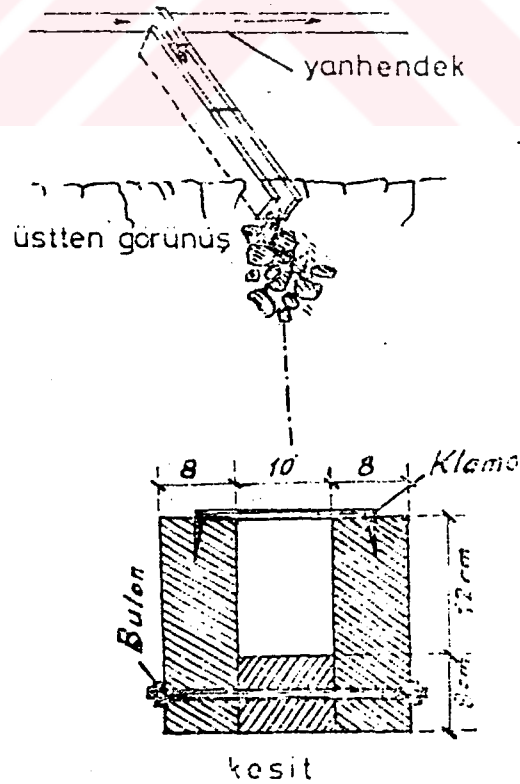


Şekil - 26 a.b : Sağlam Zemine (a) ve Çürük Zemine (b) Oturtulmuş Betonarme Büz Kesitlerinin Görünüşü. (Kay.No:8)

3.11.5. Menfezler

Büzlerin ihtiyaca kâfi gelmediği hallerde, suların ve taşkınların yol gövdelerine zarar vermeden akıtılmaları menfez denilen ve genellikle toprak altına yapılan tesisler ile sağlanır. Bunlar da büzler gibi yol eksenine dik yada verev biçimde yapılırlar. Açıklıkları Devlet Karayolları'nda 10 m.'yi, orman yollarında ise tebliğlerde 6 m. olarak kabul edilmiştir. Menfezler ahşap, düz, ondüle çelik ve betonarme olarak toprak altı yada yol üstü düzeyinde inşa edilirler. (8)

Menfezler, tesbip edilen azami su miktarından (debi) hava payı mesafesi kadar daha geniş tutularak normal akış seyrinin değiştirilmemesine çalışılır.



Şekil - 27 : Yan Hendekten Alınan Suları Akıtmak İçin Tam İşlenmiş

Malzemeden (Kalas) Yapılan Yol Üstü Açık Bir Menfezin Görünüş ve Kesiti
(Kay.No: 8)



Şekil - 28 : Yol Eksenine 30° Vervev G6m6len Kalas Yapımı Bir Açık B6z6n
Yan Hendeklerden Gelen Suyun Şematik Boşaltılışı
(Kay.No:8)

3.12. Ağaçlandırma ve Çayırlandırma

Erozyona uğramakta olan veya erozyon tehlikesi gör6nen arazide toprağın korunması için her şeyden önce göçmüş yada göçmek üzere bulunan yamağların yada yamağ kısımlarının, sonra da henüz sükûnette bulunan arazinin yeşillendirilmesi gerekmektedir. Bu tip yerlerde muhtemel olan göçmeleri önlemek için, önce yağmur sularının akışını, zararlı sızıntılara meydan vermeyecek biçimde düzenlemek gerekir.

Yeşillendirme, çayırlandırma veya ağaçlandırma biçiminde yapılır. Ağaçlandırma da çalılarla yada ağaçlarla olur. Elverişli olan yerlerde koru ormanları yetiştirilmesi yoluna gidilir. Bu biçimlerden hangisinin uygulanacağını, lokal şartlar gösterir.

3.12.1. Çayırlandırma

Çayırlandırma için önce kayma ve göçmelerin görüldüğü yamaçlar, sonra taşıntı konileri alanları ve en sonra da ağaç sınırının üstündeki çıplak alanlar söz konusudur. (3)

Yamaçların çayırlandırılmasında, önce göçmelerin ilerlememesi için gerekli teknik tesislerin yapılması uygundur. Yamaç etekleri kayalık olmadıkları takdirde, buralarda önce kıyı duvarlarının yapımı gerekir. Daha sonra yamacın yüzü, yamacın tabii eğimine göre, kabaca düzeltilir; yuvarlanmakta olan taşlar ve kaya blokları uzaklaştırılır.

Daha sonra toprak ekim için hazırlanır. Genellikle toprağı bir çapa yada tırmıkla gevşetmek kafidir. Yamaç üzerindeki tek bitkiler ve var olan küçük çayırlıkların korunmasına özen gösterilmelidir.

Yeşillendirmede kullanılacak bitki türünün seçilmesi, yetiştirme yeri şartları ve güdülen amaca uygun olmalıdır. Bunun için toprağın sükünete getirilmesi için hızla çayırlandırılması gerektiğinden ve bunu sağlamak için, çabuk biten ve yeter bir canlılık gösteren, kökleriyle hızla yayılan bitkiler kullanılır.

Çayırlandırmada başarı derecesini yükseltmek ve devam ettirmek için, çalılılandırmayı da birlikte yapmak fayda sağlamaktadır. Bunda amaç, çayırlandırmadan ormanlaştırmaya doğru bir geçiş sağlamak olduğu gibi, ağaç sınırının üstündeki yerleri, yada büyük cüsseli ağaçları taşımayacak kadar çürük olan toprakları tesbit etmektir.

3.12.2. Ağaçlandırma

Ağaçlandırma yapılacak olanlar öncelikle göçmekte olan yada ileride göçmesi beklenen yerlerdir. Ayrıca geniş derelerde ve oyuntular içinde ağaçlandırmaya elverişli olan yerler, çığ yolları, taşıntı konileri geniş kum ve çakıl birikintilerinin üzerleri de, bunların dışında ağaçlandırmaya elverişli olan çıplak alanlardır.

Göçme gösteren yada göstermesi beklenen yamaçlar üzerinde önce toprağı sükûnete getirmeye yardımcı olacak teknik tesislerin yapılarak ıslak yamaçlarda sızıntı sularının giderilmesi gerekir. Göçüntü gösteren arazide, toprağın imkânlar nisbetinde çabuk tesbiti gerektiğinden, yenilenme kabiliyeti büyük olan ve iyi filiz veren ağaç türleri tercih edilmelidir. Aynı zamanda seçilecek ağaç türleri derin köklü, alçak ve geniş tepeli ağaç türleri olmalıdır. Bu yüzden buralarda önce yapraklı ağaçlar ve sonra ibreli ağaçlar söz konusudur. Birincilerden yerine göre önce söğüt, kızılağaç ve kavak, ikincilerden yayvan dağ çamı tercih edilir. (3)

Dikim tarzına gelince: Ağaçlandırmada köklü ve kökleri iyi teşekkül etmiş fidanların kullanılması amaca erişmek için en güvenilir yoldur. Çeliklerle (söğüt, kavak ve kızılağaç), kurak olan ve tamamıyla sükünette olmayan yerlerde alınan sonuçlar iyi değildir. Bunun için bu tarz, yalnız hafif eğimli ve tamamen sükünette bulunan topraklarda tavsiye edilir.

Oyulmanın başladığı yamaçlar üzerinde ağaçlandırmanın çit tarzında yapılması uygun olur. Bu amaçla, yamaç üzerinde tesviye eğrilerine göre hendekler açılarak bunların içersine fidanlar sık bir biçimde dikilir ve dipleri hendeklerden çıkan toprakla doldurulur. Bu sayede yamaç profili fark edilecek bir değişiklik göstermez. Bu tarz dikim için kızılağaç ve akasya kullanılır. (3)

Çıplak yamaçlar en iyi olarak ilkbaharda ve aşağıdan yukarıya doğru ilerlemek suretiyle ağaçlandırılır. Bu sayede genç bitkiler kışa kadar iyice kök salar ve kuvvetlenirler. Yüksek yerlerde ilkbaharda fazla kar bulunması sebebiyle ağaçlandırma sonbaharda yapılır. Hafif topraklarda ağaçlandırmaya çayırlandırma ile desteklemek gereklidir.

Dereler içinde yer yer birikmiş olan taşıntı kitleleri, suların akmasına engel olmadıkları takdirde, bunların üzerleri ağaçlandırılır. Bu amaç için, sularla taşınan materyali en iyi tutan yapraklı ağaçlar söz konusudur. Özellikle nemli toprakları seven ağaçlar (söğüt, kavak, kızılağaç) tavsiye edilir. (3)

Taş yuvarlanmalarının söz konusu olduğu yerlerde en iyi çözüm olarak yapraklı ağaçlar kullanmaktır. Çünkü bunlar yaralanmaya karşı daha dayanıklıdırlar.

Su baskınına maruz taşıntı konileri ve öbür taşıntı alanları, özellikle söğüt ve kızılağaç çelikleriyle ağaçlandırılır. Su baskınına maruz olmayan alanlarda toprak iyi olduğundan, buralarda lokal şartlara göre uygun olan ağaç türleri kullanılabilir.

Çığ bölgelerinde suni olarak meşçere tesisi köklü fidanlarla yapılır. Dikimlerin muntazam sıralar halinde olmasına mutlak surette gerek yoktur. Fidanların daha çok iyi korunacağı yerlerde, mesela kütüklerin büyükçe taşların ve çalılışların ön taraflarına dikilir.

Dağlık arazideki ağaçlandırmaların toprağın tesbiti bakımından önemine gelince:

Ağaçlandırmalar derenin sükûnete kavuşmasında büyük rol oynarlar. Fakat ağaçlandırmanın etkisi uzun zaman sonra görülebilir. Ancak elverişli şartların var olması halinde bu etki kendisini nisbeten çabuk gösterir. Derelerde su ile taşınan materyalin meydana gelmesindeki sebeplerin yalnız ağaçlandırmalarla ortadan kaldırılmayacağını ve amaca erişmek için daha önce uygun teknik tesislerin yapılması gerekliliği hiçbir zaman gözardı edilmemelidir. (3)

3.13. Teraslama

Teraslama, fazla eğimli arazilerde toprağın ve suyun korunması amacıyla uygulanan metottur. Genel anlamda teras, yamaçlar üzerine düşen yağmur sularının taşıma gücü kazanmadan önünün kesilerek toprak ve suyun tutulmasına yarayan sistemdir.

Teraslamalar, arazinin kullanma şekillerine, bölge hidroliğine, arazinin eğimine, toprak niteliğine göre değişik şekilde olabilirler.

Teraslamalarda en mühim faktör arazinin eğimidir. Eğim faktörü, bir yamaçta teras yapılıp yapılmayacağına kara verme yönünden önemlidir. Genelde %5 eğime kadar olan yamaçlarda teraslamaya gerek görülmez. %80'in üzerindeki eğimlerde de mümkün olmaz. (1)

Terasların boyutlandırılmasında iki teras arasına verilecek mesafenin düşey mesafe olarak belli edilmesi adet haline gelmiştir. Düşey mesafenin arazi üzerinde belli edilmesi özellikle dağlık ve dalgalı araziler için uygun düşmekte ve daha kolay olmaktadır. (1)

Bu durumda iki teras arasındaki düşey aralığın hesaplanmasında Saccardy formülünden faydalanılır. Islak killi, yada uçucu kumlu topraklar dışında tatmin edici sonuçlar veren Saccardy formülleri:

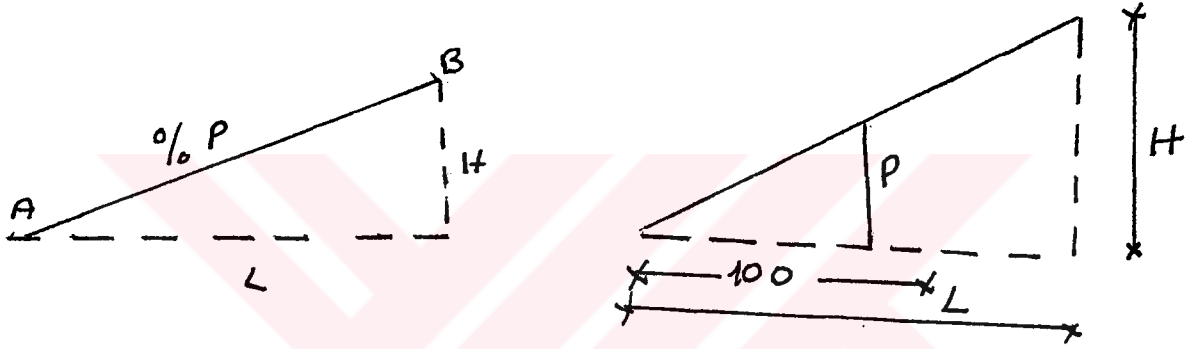
(1) Eğimi %10 ile %25 arasında olan yamaçlar için,

$$H^3 = (260 \pm).P \quad (3.10)$$

(2) Eğimi %25 den fazla olan yamaçlar için,

$$H^2 = 64.P \quad (3.11)$$

şeklindedir.



Burada;

H = iki teras arasındaki düşey aralık (m),

P = yamacın eğimi (%)'dir.

Aradaki işaret, erozyona dayanıklı topraklarda (+), erozyona duyarlı topraklarda (-) olarak kullanılır.

Düşey aralık bu formüllerden uygun olanı kullanılarak bulunduktan sonra, teraslar arasındaki yatay aralık, eğim bağıntısından faydalanılarak,

$$H/L = P/100 \implies L = \frac{100.H}{P} \quad \text{şeklinde hesaplanır. (3.)}$$

Misal:1:

Eğimi %20 olan bir yamaçta mer'a ıslahı amacıyla teras-
lama yapılacağı düşünelim (1).

a) Düşey aralık;

$$H = \sqrt[3]{(260 \pm 10) \cdot P} \Rightarrow H_1 = \sqrt[3]{(260 + 10) \cdot 0,20} = H_1 = 3,78 \text{ m.}$$
$$H_2 = \sqrt[3]{(260 - 10) \cdot 0,20} \Rightarrow H_2 = 3,68 \text{ m.}$$

b) Yatay aralık;

$$L = \frac{100 \cdot H}{P} \Rightarrow L_1 = \frac{100 \cdot 3,78}{20} = 18,9 \text{ m.}$$
$$L_2 = \frac{100 \cdot 3,68}{20} = 18,40 \text{ m.}$$

Misal 2:

Eğimi %50 olan bir yamaçta mer'a ıslahı amacıyla te-
raslama yapılacağını düşünelim. (1)

a) Düşey aralık;

$$H = \sqrt{64 \cdot P}$$
$$H = \sqrt{64 \cdot 0,50} \Rightarrow H = 5,66 \text{ m.}$$

b) Yatay aralık;

$$L = \frac{100 \cdot H}{P}$$
$$L = \frac{100 \cdot 5,66}{50} \Rightarrow L = 11,32 \text{ m.}$$

3.14. Biriktirme Haznelerinde Erozyona Karşı Alınacak Tedbirler

Biriktirme haznelerinde erozyon problemi olarak ortaya çıkan sediment birikmesine karşı alınması gereken tedbirleri özetlersek.

a) Su çekim Havzasında Alınan Tedbirler: Su çekim havzasında alınabilecek tedbirler, erozyonu azaltabilen tedbirlerdir. Bunun için vahşi dere yataklarındaki sediment tutma merdivenleri inşaatı, teraslama metoduyla arazi yüzeyinde su hızını azaltmak, sediment birikimini azaltıcı tedbirler olacaktır. Ayrıca, biriktirme haznelerinin üst tarafında, sediment tutma görevleri inşaa edilmesi neticesinde, bu gölette biriken sedimentler ekskavatörler ile toplanıp baraj ve göle ulaşmadan uzaklaştırılabilecektir.

b) Biriktirme Haznesi Yakınlarında Alınabilecek Tedbirler: Bir akarsu, biriktirme haznesine girdiği yerin üstüne sediment yığılarak, zamanla delta meydana getirir. Meydana gelen deltada kavak, söğüt gibi ağaçların büyütülmesi faydalıdır. Büyütülen ağaçlar, biriktirme haznesinin su seviyesinden daha yüksek olacağından, suyun akış hızını azaltabilecektir. Hızın azalması neticesinde, sediment ve sürüntü maddelerinin taşınma hızıda azalarak, bu ağaçlar arasında çökebilecektir.

c) Biriktirme Haznelerinde Biriken Sediment İçin Alınabilecek Tedbirler: Küçük biriktirme haznelerinde biriken sediment, yüzücü ekskavatörlerle bir kaç yılda bir uzaklaştırılabilir. Sediment çok ince yapıda ise emici borular

vasıtasıyla barajın uzağına yığılabılır. Eğer sediment iri taneli materyalden meydana gelmişse kovalı veya kepçeli ekskavatörler yardımıyla biriktirme haznesinden uzaklaştırılabilirler.

Diğer bir metod ise suni biriktirme hazneleri projelendirilirken, dip kısımda sediment birikme hacmi tertiplenebilir. Dolayısıyla planlanan bu bölüme biriken sediment zarar teşkil etmeyecektir. (16)



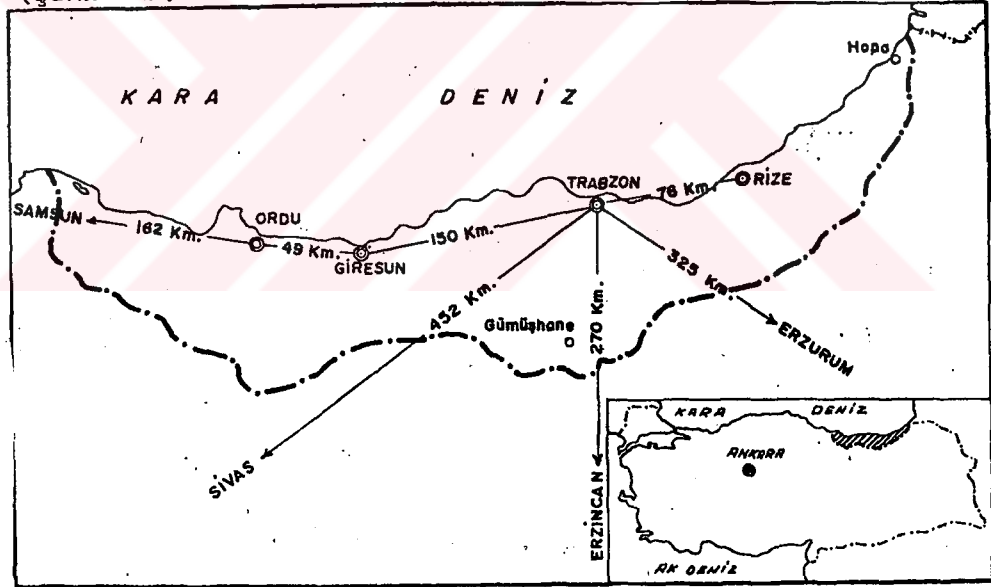
BÖLÜM IV

DOĞU KARADENİZ HAVZASININ GENEL ÖZELLİKLERİ

4.1. Yeri

Doğu Karadeniz Havzası, Türkiye'nin kuzey doğusunda $40^{\circ}15^1$ - $41^{\circ}34^1$ kuzey enlemleri ile $36^{\circ}43^1$ - $41^{\circ}35^1$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Kuzeyde Karadeniz, doğuda Kaçkar dağları, güneyde Yamanlı, Soğanlı, Kemer, Iğdır dağları, batıda Çarşamba ovasının doğusuna kadar uzanan bu havza 2 334 820 hektar alanla Türkiye'nin %3'ünü teşkil etmektedir.

(12) (Şekil 29)



Şekil - 29 : Doğu Karadeniz Havzasının Türkiye'deki Yeri
(Kay.No:12)

4.2. Yer Şekli ve Engebелilik

Doğu Karadeniz Havzası, denizden 50 - 60 km. içeriye doğru havza sınırında yüksekliği 2500 - 3000 metreyi bulan dağ sinsilesi ile çevrili olup, ortalama harmonik meyil %3

civarındadır. Havza kendi içinde denizden iç kısımlara doğru uzanan vadilerle yarılmıştır. Vadiler mansapta az meyilli bir yapıya sahip iken, membaya doğru gidildikçe daralmakta ve yükselmektedir. Yamaç eğimi ortalama 60° civarındadır. Bu durum orta kesimlerde 70° - 80° yi bulmaktadır. (14)

4.3. Drenaj

Takriben 450 km. uzunluğunda olan havzanın suları, irili ufaklı birçok akarsularla denize boşalmaktadır. Havzanın bol yağış alması ve bu yağışların sık ve uzun süreli olması sebebiyle akarsuların rejimleri düzensizdir. Yağış alanının dik eğimli olması da yüzey akımını hızlandırmaktadır. Ancak arazi yüzeyini sık ve gür bir bitki örtüsü ile kapalı olması sebebiyle yağışın önemli kısmı toprağa geçmekte ve sonuçta erozyon şiddetli olmamaktadır. Ancak, akarsuların çok şiddetli yağışlar neticesinde taşması, tarım arazileri, yollar ve köprülerde büyük zararlara yol açabilmektedir. Aynı zamanda yandereler taşkınlarla getirdikleri taşlı çakıllı molozları, mansapta geniş bir alana yayarak buraları tarıma müsait olmayan sahalar haline getirmektedir.

Havzada eğim sebebi ile suların drene edilmesi oldukça iyidir. Ordu ili ve Terme suyunun denize yakın civarlarından başka bataklık sahalara pek rastlanmaz. İklim yağışlı ve buharlaşma da pek fazla olmadığından tuzluluk ve alkalilik problemine de rastlanmaz. (12)

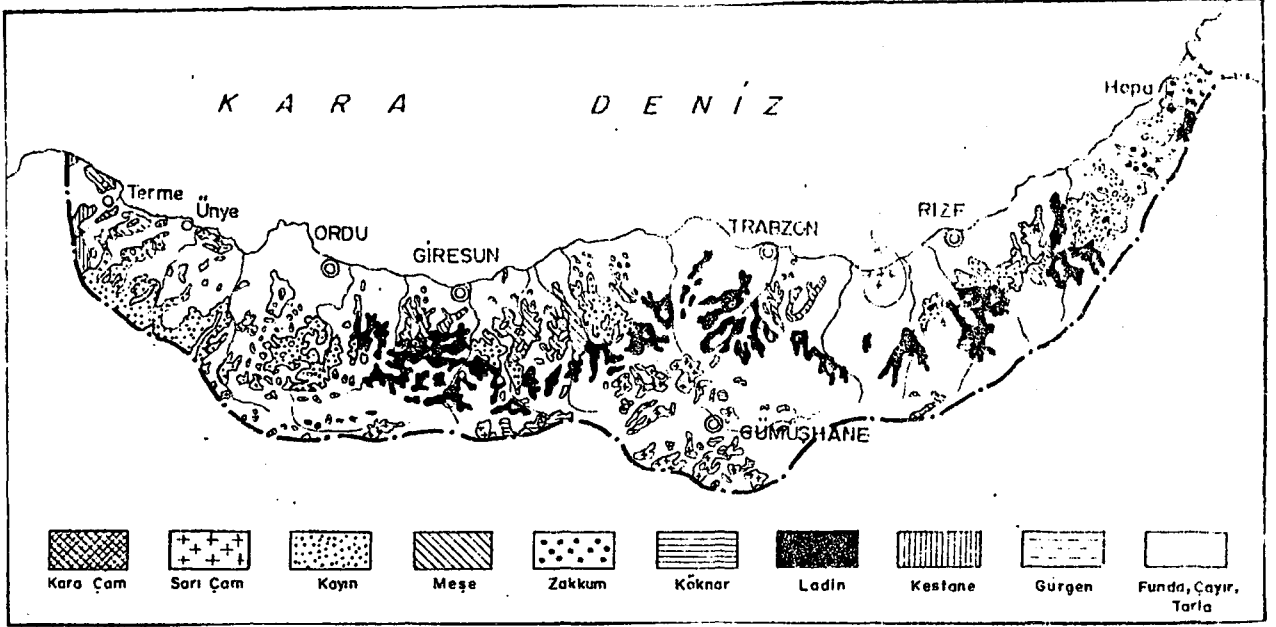
4.4. Jeoloji

Doğu Karadeniz Havzasında en yaşlı jeolojik birimleri; bazik volkanik sedimanter seri (Bazalt, Andezit, Aglomera, Marnlı Kireçtaşı, Tüflü kireçtaşı), bu serinin üzerine de asit volkanik sedimenter kompleks (Dasit, Riodasit, Tüf, Kum taşı, Kumlu kireçtaşı) ile fliş gelmektedir. Mezozoik yaşlı olan bu birimlerin üzerine Eosen yaşlı bazik seri (Bazalt, Spibit, Lav, Tüf, Aglomere) gelmektedir. En genç jeolojik birimleri de Oligosen yaşlı mağmatikler, Volkanikler ve Pliosen çökelleri ile Holosen yaşlı yamaç molozu ve alüvyon meydana getirir. (14)

4.5. Tabii bitki Örtüsü

Yurdumuzun en fazla yağış alan bölgesi olması sebebiyle, havzanın denize bakan yamaçları her zaman yeşil, gür bir tabii örtüye sahiptir. Havzada bol yağış olan ormanlı kuşakta orman ağaçları 2100 - 2300 m. yükseğe kadar yetişmektedir. Bunlardan 1200 m. yüksekliğe kadar daha çok kışın yaprağını döken geniş yapraklı ağaçlara, 1200 - 2300 m. arasında çoğunlukla iğne yapraklı ağaçlara rastlanmaktadır.

Bölgede yetişen ağaç ürünleri oldukça zengindir. Mesela, Sarıçam, Ladin. Karadeniz Köknar'ı, Şark kayını, Gürgen, Karaağaç, Meşe, Kızılağaç, Kestane, Akçaağaç, Ihlamur, Kavak, Zeytin gibi ağaçlardır. Yüksek boylu orman ağaçları arasında genellikle Orman Gülü, Çalı çiçeği, Ilgın Karayemiş, Defne ve Şimşir gibi bodur ağaçlar bulunur. (Şekil 30)



Şekil - 30 : Doğu Karadeniz Havzasının Tabii Bitki Örtüsü
(Kay.No:12)

4.6. Havzanın Su Kaynakları

4.6.1. Akarsular

Yurdun en fazla yağış alan ve buna dayalı olarak bir orman örtüsü ile kaplı bulunan bölgesi olması sebebi ile havza su kaynakları bakımından zengindir. Yağış alan $23\,348\text{km}^2$ olan Doğu Karadeniz Havzasının yıllık ortalama su verimi takriben $1130 \cdot 10^6\text{ m}^3$ ve yine yıllık ortalama su kalınlığı 469.4 mm'dir.

Doğu Karadeniz havzası akarsularının hemen hepsi kaynakların kıyıya paralel olarak uzanan dağların doruklarından alırlar. Yamaçlardan hem akarsular, sağanaklardan sonra taşan kısa boylu ırmak ve derelerdir. Bu akarsular, kar ve yağmur sularıyla beslendiklerinden ve fazla buharlaşma olmayan iklimde bulunduklarından yatakları hiçbir zaman kurumaz.

Bunun yanında yataklarının çok eğimli olması sebebiyle fazla miktarda kum ve çakıl sürükleyerek bunları tabanlarında denize döküldükleri kesimlerde biriktirirler. Şiddetli sağanaklardan sonra akımları çok yükseldiğinden tarım arazilerine, yol ve köprü gibi sık sık zarar verirler.

Çeşitli dere ve çaylardan alınan su numunelerinin analiz sonuçlarına göre; havza sulama suyu olarak kaliteleri çok iyidir. Normal drenaj şartları altında toprakta herhangi çoraklık tevlit etmezler. Doğu Karadeniz Havzasının suları değişik kapasitede ve çok sayıda ırmak, dere ve çaylarla denize boşalmaktadır. Havzada doğudan batıya önemli akarsular üzerinde durulduğunda; Rize ilinin havzaya isabet eden bölümünde Taşlıdere, Çamlıdere, Fırtına deresi, Engindere ve Sanoz dereleri bulunmaktadır. Trabzon ilinde İkizdere Baltacı deresi, Solaklı deresi, Sürmene deresi, Koha deresi, Karadere, Yanbolu deresi ve Değirmen dere vardır. Bunlardan İkizdere üzerinde hidroelektrik santrali kurulmuş olup Rize ve Trabzon illerine enerji sağlar. Havzanın en uzun akarsuyu 160 km. uzunluğunda olan Harşit çayıdır ve Tirebolu'dan denize dökülür. Giresun ilinde Harşit çayı dışında Gelevera, Yağlı dere, Aksu, Batlama ve Pazarsuyu dereleri vardır. Ordu ilinde de Turnasuyu, Melet, Civil, Akça ova, Bolaman ırmağı, Elekçi, Cevizdere, Lahna, Curi ve Akçay ırmağı gibi akarsular vardır. Bu sular yağışların etkisi ile yataklarından taşıdıkları için düzensiz sel rejimine bağlıdırlar.

4.6.2. Göller

Havzanın fizyografik yapısı ve eğim, büyük göl oluşumuna engel olmaktadır. Rize ilinde Kaçkarların İkizdere ve Çamlıhemşin bölgelerinde turistik önemi olan küçük krater gölleri mevcuttur. Bunlardan Çakırgöl, Çakırgöl dağıının kuzey eteklerindeki Mescit yaylası üzerinde bulunmakta ve denizden 2533 m. yüksekliktedir. Uzungöl, Haldizen dağlarının kuzey eteklerinden çıkan Haldizen deresi üzerindedir. Denizden 1250 m. yüksekliğinde olan bu göl yamaçlardan kayan kütlelerin vadiyi kapatması ile meydana gelmiş bir kayaç gölüdür.

Sera gölü, Trabzon'un batısındaki Sera deresi üzerindedir. Bu da dağ yamacının kayması ile oluşmuş bir kayaç gölüdür. Gümüşhane ilinin Torul ilçesinde ancak turistik değeri olan beş buzul gölü mevcuttur. Giresun ve Ordu illerinde önemli olan göllere pek rastlanmaz. Ancak Giresun ilinin dağlık kısımlarında küçük buzul gölleri bulunur. Ordu'da ise Fatsa merkezine 15 km. uzaklıkta Gaga gölü ile Gölköy ilçesine 16 km. uzaklıkta Uluk y bulunmaktadır. Havzada mevcut önemli göller ulaşım imk nlarına kavuşturulduklarında ve balık üretimine geçildiğinde turistik ve ekonomik yönden gelir sağlayacak niteliktedir. (12)

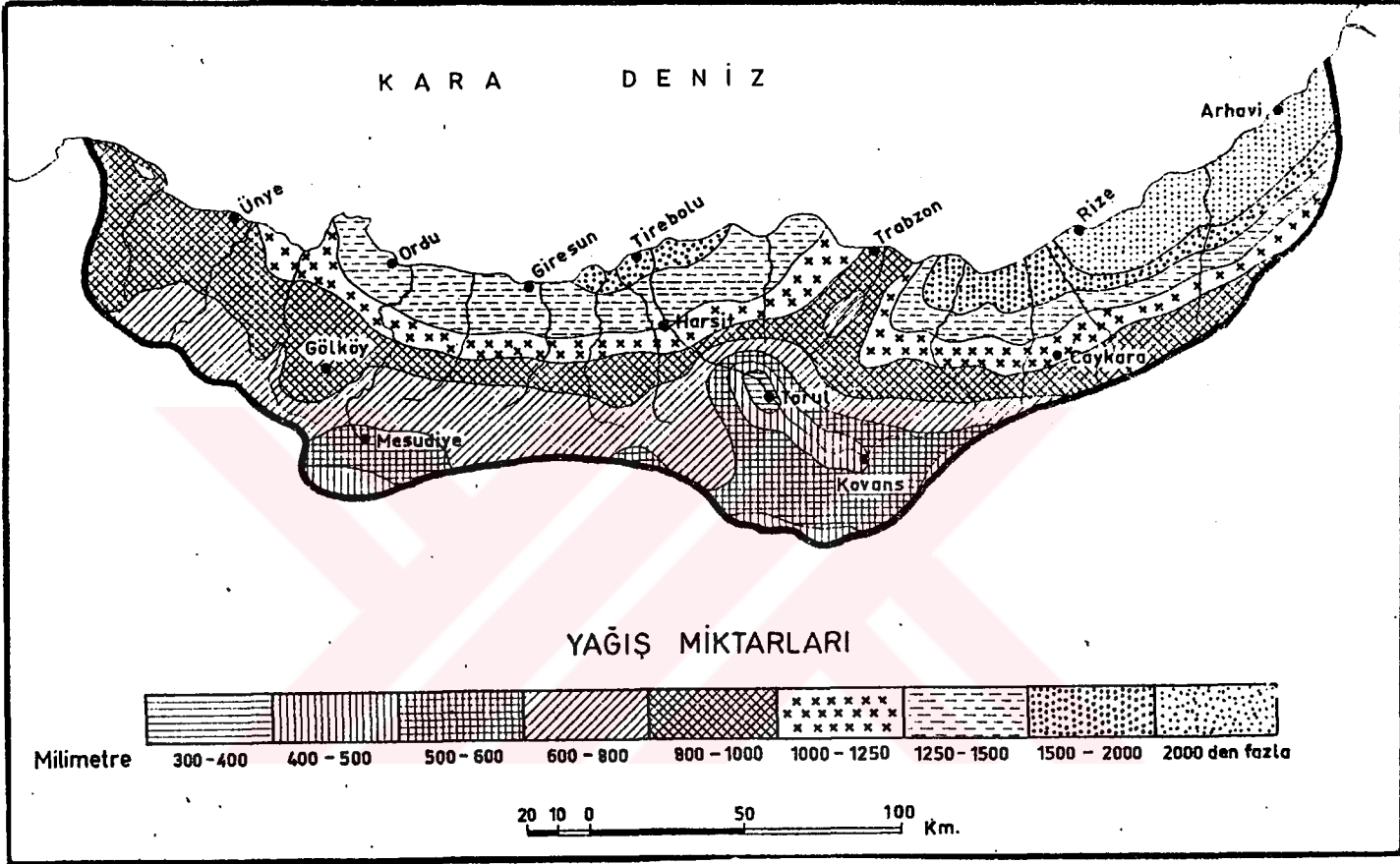
4.7. İklim

Anadolu'nun Kuzey doğu kesiminde yer alan Doğu Karadeniz iklim yönünden iki farklı kısma ayrılabilir. Bunlardan birisi yüksek dağların denize bakan yamaçlarını da içine alan sahil kesimi, diğeri ise dağların arka yüzeyinde suları Harşit Çayı ile boşaltılan iç kesimdir. Sahil kesimi engebelerin etkisine uyarak biraz değişiklik göstermekle beraber genellikle yağışlı bir iklime sahip olmasına karşılık iç kesimler nisbeten kuraktır. İklim veriler değerlendirildiğinde Karadeniz'in tesiri altında bulunan sahil kısmı, kışları yumuşak ve yağmurlu, yazları ılıman ve nisbeten yağışlıdır. İç kısımda yazlar kurak ve ılık, kışlar yağışlı ve soğuktur. (12)

4.7.1. Yağış

Havzada mevcut meteoroloji istasyonlarının ölçümlerine bakıldığında, yıllık toplam yağışın uzun yıllar ortalamasına göre, yurdumuzun en çok yağış alan bölgesi Doğu Karadeniz bölgesidir. Tesbitlere göre, Giresun 1297 mm, Tirebolu 1670 mm, Doğankent 1270 mm, Vakfıkebir 1238 mm, Akçaabat 658 mm, Trabzon 802 mm, Of 1661 mm, Rize 2330 mm, Gümüşhane 445 mm, Şebinkarahisar 575 mm. yağış aldığı görülmüştür. Doğu Karadeniz havzasında yağış farklı dağılım göstermektedir. Buna sebep olarak da engebelerin değişiklik arzemesi gösterilebilir. Ayrıca, Doğu Karadeniz'de orografik (Mevzi sağanak) yağışların hakim olması da bu farklılığı doğurmaktadır. İç kısımlara gidildikçe yağışın düşmesine sebep ise, Karadeniz sıra

dağlarının sahilden gelen bulutlara bir duvar gibi engel olmasıdır. Sahil kesimlerinde yağışın mevsimlere dağılışı oldukça düzenli olmasına rağmen, iç kesimlerde yaz ayları kurak geçmektedir.



Şekil - 31 : Doğu Karadeniz Havzası Yağış Dağılım Haritası (Kay. No:12)

4.7.1.1. Yağış - Akış İlişkisi

Yağışın akışa geçmesinde havzanın zemin yapısının önemi büyüktür. Zemin çıplak ve topoğrafik olarak meyilli bir yapıya sahip olması, yağışın çok kısa zamanda ve büyük oranda akışa geçmesine sebep olmaktadır. Doğu Karadeniz havzası eğimli olmasına karşın, çıplak yüzey oranı %1'i geçmemektedir. Bu sebepten yağışın şiddeti çok büyük olsa dahi, toprağın absorbe

özelliğinden dolayı yağışın akışa geçme süresi büyük oranda yavaşlar. Fakat aynı durumu killi topraklı zeminler için söylemek mümkün değildir. Doğu Karadeniz havzasında hakim toprak sarı-kırmızı, gri-kahverengi killi toprakları oluşturmaktadır. Bu tür topraklar geçirimsiz ve kaygan oldukları için suyun akışa geçişini hızlandırırlar. Bu sebeple Doğu Karadeniz havzasında yağış neticesinde meydana gelen zemin hareketleri toprağın bu hususiyeti ile açıklanabilmektedir. (14)

4.7.1.2. Yağışların Erosiv Potansiyellerinin Hesaplanması

Su erozyonunda en mühim etken kuşkusuz yağışlardır. Aşındırıcı bir güç olan yağışların çeşitli özellikleri ile toprak kaybı miktarı arasındaki münasebet bir çok araştırmacı tarafından uzun yıllardan beri araştırılmaktadır. Yağış miktarı ile oluşan toprak kaybı miktarı arasında başlangıçta ortaya konan doğrusal ilişki son zamanlarda pek benimsenmemektedir. Çünkü yağış miktarı yanında, yağış anındaki toprak nem ihtivası da önem kazanmaktadır. Öte yandan yağışların dağılımı ile toprak kaybı miktarı arasında aranan bağlantı da sağlıklı neticeler vermemektedir. Yağışların süresi ile oluşan toprak kayıpları ilişkisinde net değildir. 1950 yılından sonra yapılan çok sayıdaki araştırmaların sonucuna göre erozyonu etkileyen 20'ye yakın yağış etkisinden yalnızca yağışların toprağa aktardığı total kinetik enerji ile yağış yoğunluğunun, toprak kaybı miktarı ile doğrusal ilişki verdiği tesbit edilmiştir. Wischmeir ve Smith A.B.D.'nin muhtelif eyaletlerinde 10 bini aşkın deney sonuçlarından faydalanarak

yaptıkları istatistikî çalışmalar sonucu yağışların toplam kinetik enerjileri ile 30 dakikalık maksimum intensiteleri çarpımının (ExI = Erozyon indeksi) eğim yönünden sürülmüş nadas bir tarladan meydana gelen toprak kaybı ile yüksek bir bağlantı olduğunu tesbit etmişlerdir. (11)

4.7.1.2.1. Analiz Edilen Yağışların Seçimi ve Özellikleri

Yağışların erozyon indeksleri tesbit edilirken analiz edilecek yağışlarda üç kriter dikkate alınır.

- 6 saat yağışsız bir süre ile veya bu 6 saatlik süre içerisinde 1.27 mm'den daha az yağan bir yağış ile birbirinden ayrılan iki yağış müstakil kabul edilmiştir. Bu ana ilkeye göre yağış diyagramları üzerinde müstakil yağışlar işaretlenmiştir. Belirlenen müstakil yağışların önce miktar ve yoğunlukları tespit edilmiştir.
- Yoğunluğu 10 mm/saat'in üstünde ve miktarı 5 mm'nin altında olan yağışlar,
- Yoğunluğu 0.8 mm/saat'in, miktarı ise 5 mm'nin üzerinde olan yağışlar.

indeks analizlerinde değerlendirmeye alınmışlardır. (11)

4.7.1.2.2. Yağışların Birim Kinetik Enerjilerinin Hesabı

Yapılan araştırmaların sonuçlarına göre yağmurların kinetik enerjileri ile yoğunlukları arasında doğrusal bir ilişki vardır. Ayrıca toprak kaybı ile yağmurların toprağa aktarmış oldukları total kinetik enerji arasındaki doğrusal ilişkinin varlığı da gözönüne alınırsa kinetik enerji ve yağış yoğunluklarının tesbitinin önemi ortaya çıkar. Bu güne dek kinetik enerjinin hesaplanmasında birçok eşitlik gerçekleştirilmiştir. Ancak birim kinetik enerjinin hesaplanmasında Wischeimer ve Smith'in geliştirdikleri eşitlik uygulanmıştır. Bu eşitliğin metrik sisteme göre ifadesi (11)

$$Eu = 210.3 + 89 \log I \quad (4.1)$$

Bu eşitlikte:

$$Eu = \text{Birim kinetik enerjiyi (ton-metre/hektar/cm)}$$

$$I = \text{Yağış yoğunluğunu (cm/saat)}$$

göstermektedir.

4.7.1.2.3. Yağışların Toplam Kinetik Enerjilerinin Bulunması

Yağışların birim kinetik enerjilerinin hesaplanmasında bulunan değer, müstakil kabul edilen yağışın miktarı (cm) ile çarpılması sonucu yağışların toplam kinetik enerjileri tesbit edilmiştir. Bu ifadeyi:

$$E = Eu \times h \quad (4.2)$$

eşitliği ile göstermek mümkündür. Bu eşitlikte:

E = Toplam kinetik enerjiyi (ton-m/ha)

Eu= Birim kinetik enerjiyi (ton-m/ha/cm)

h = Yağış miktarını (cm)

göstermektedir. (11)

4.7.1.2.4. Yağış Erozyon İndeksinin Tesbiti

Herhangi bir yağışın erosiv potansiyeli, bu yağışın toplam kinetik enerjisi (E) ile 30 dakikalık maksimum yoğunluğun (I) çarpımının 100'e bölümüne eşittir.

$$ExI = \frac{\text{Toplam Kinetik Enerji (E)} \times 30 \text{ dakikalık max. yoğunluk(I)}}{100}$$

Burada:

$$I = \frac{h \times 60}{t} \quad (4.4)$$

olarak hesaplanabilir.

Bu eşitlikte:

I = Yağış yoğunluğunu (cm/saat)

h = Yağış miktarını (cm)

t = Yağış süresini (dakika)

göstermektedir.

Misal : Herhangi bir yağışın süresi 1.5 saat, miktarı ise 27 mm olsun. Üniorm yoğunlukta olan bu yağışın yoğunluğu;

$$I = \frac{2,7 \times 60}{90} = 1,8 \text{ cm/saat}$$

olur. Yoğunluğu 1,8 cm/saat olan üniform yağışın birim kinetik enerjisi:

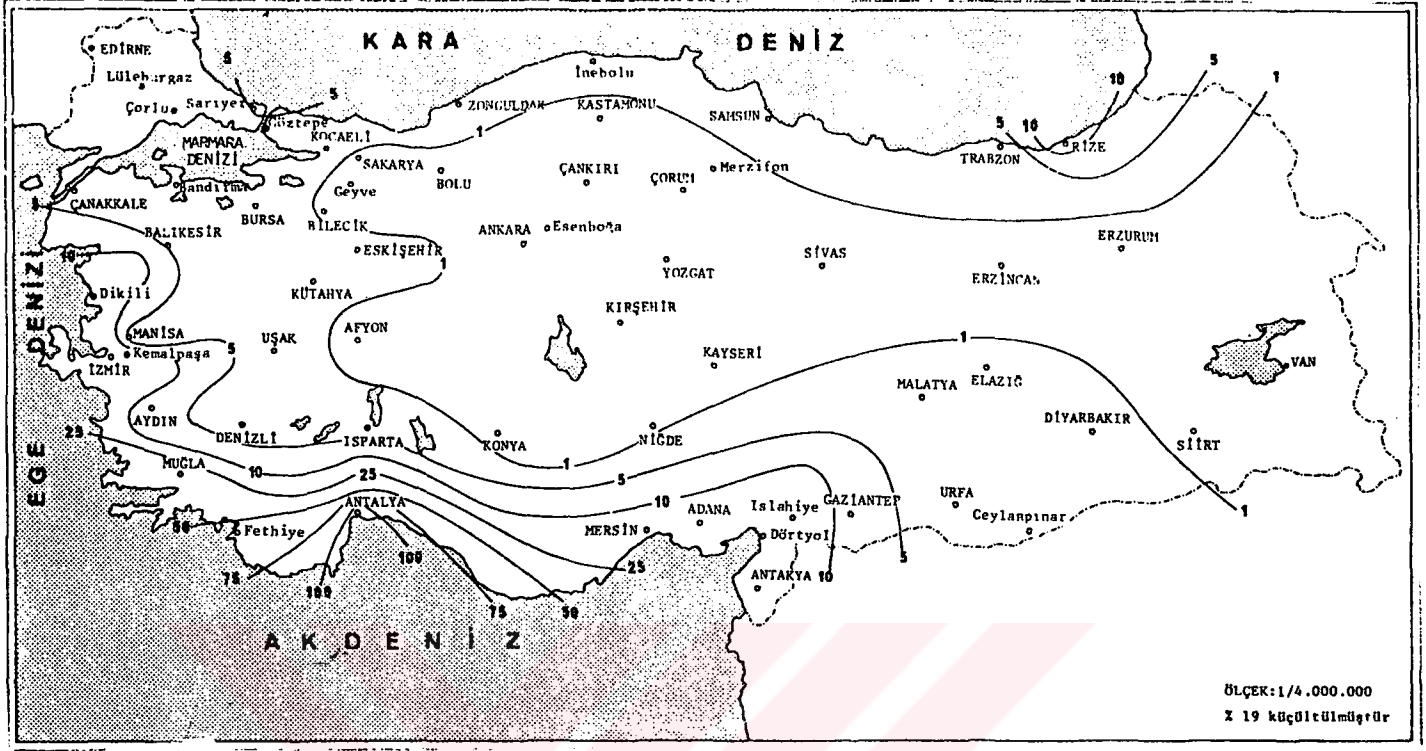
$$E_u = 210.3 + 89 \log 1,8 = 233.02 \text{ ton-m/ha/cm.}$$

bulunur. (11)

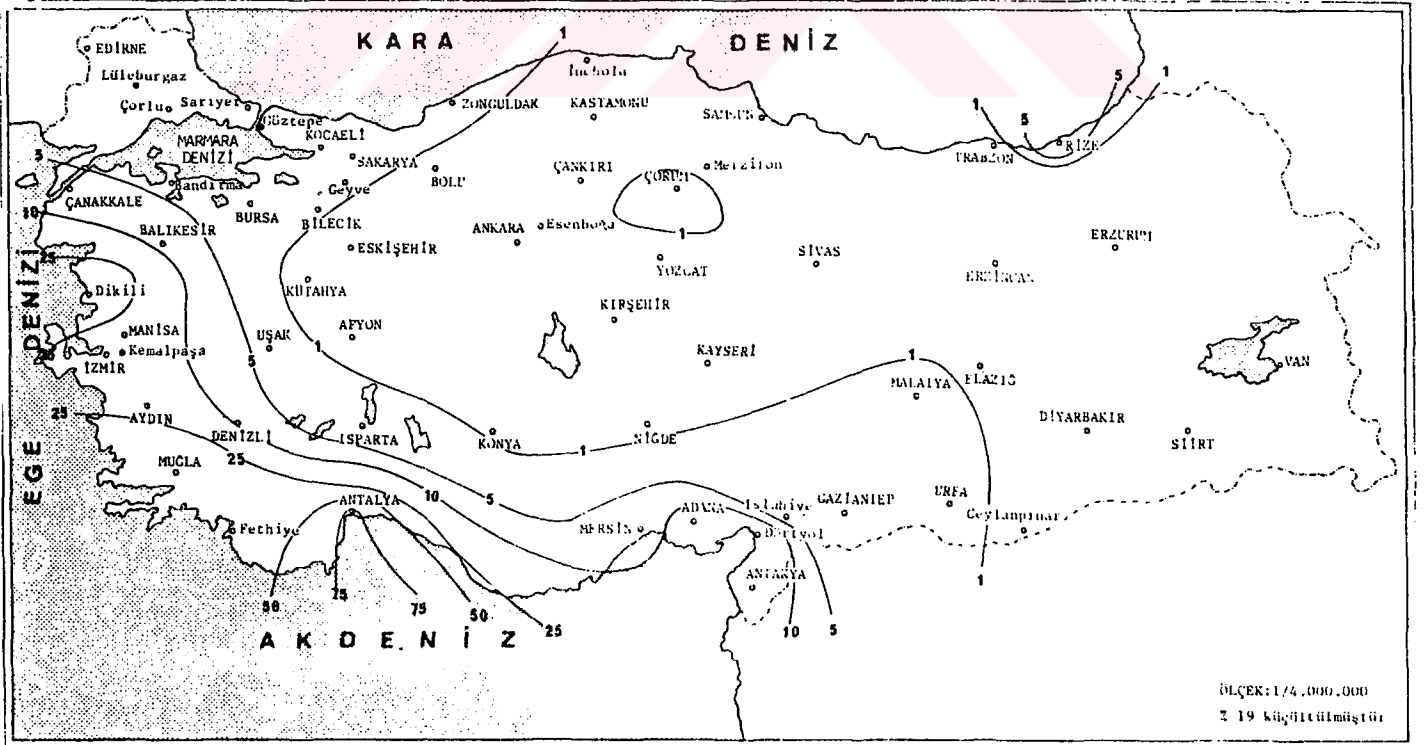
Misal : Toplam kinetik enerjisi 486 metrelik ton-m/ha olan ve 30 dakikalık maksimum yoğunluğu 3.6 cm/saat olan bir yağışın erosiv potansiyeli veya erozyon indeksi;

$$E_{xI} = \frac{486 \times 3,6}{100} = 17.496 \text{ metrik ton-metre/hektar.}$$

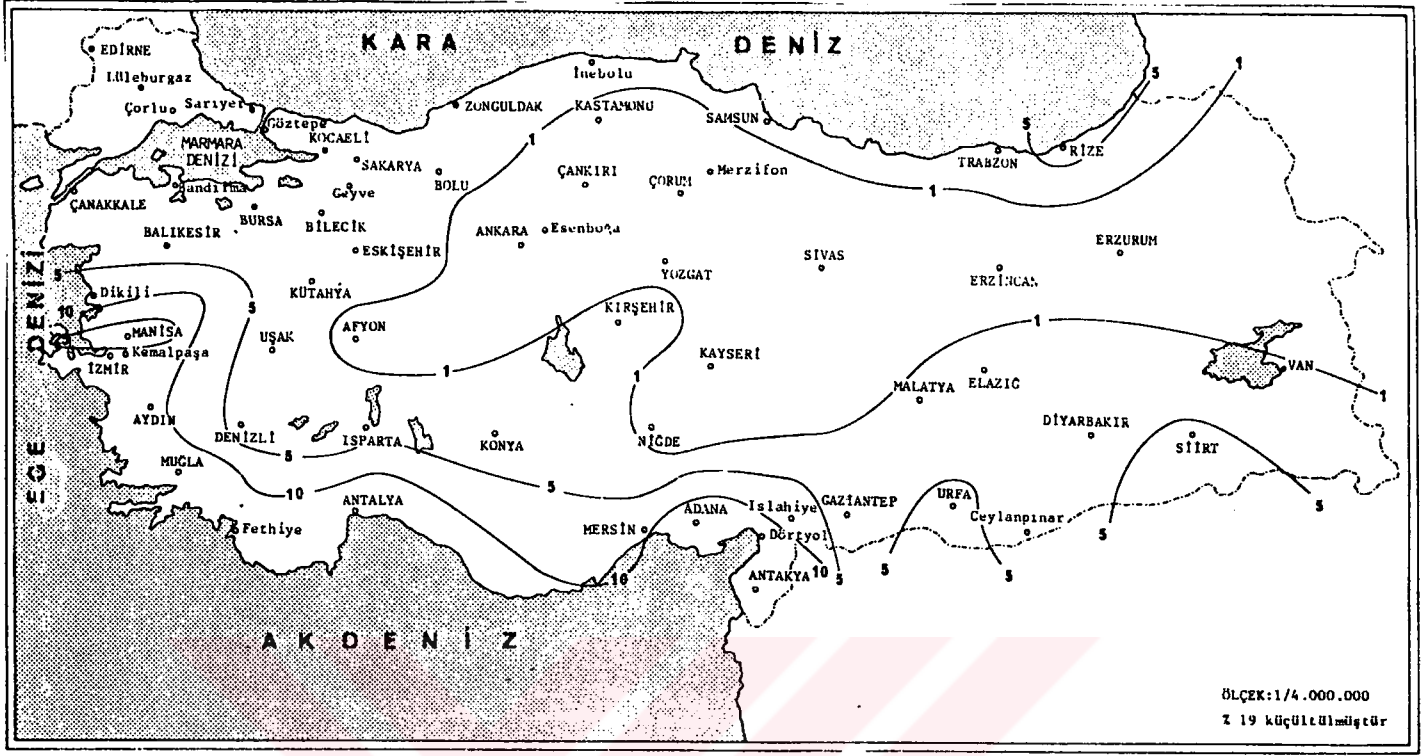
Türkiye'de, aylara göre erozyon yağış indekslerinin dağılımı Şekil 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43'de verilmiştir. (Kay. No:11)



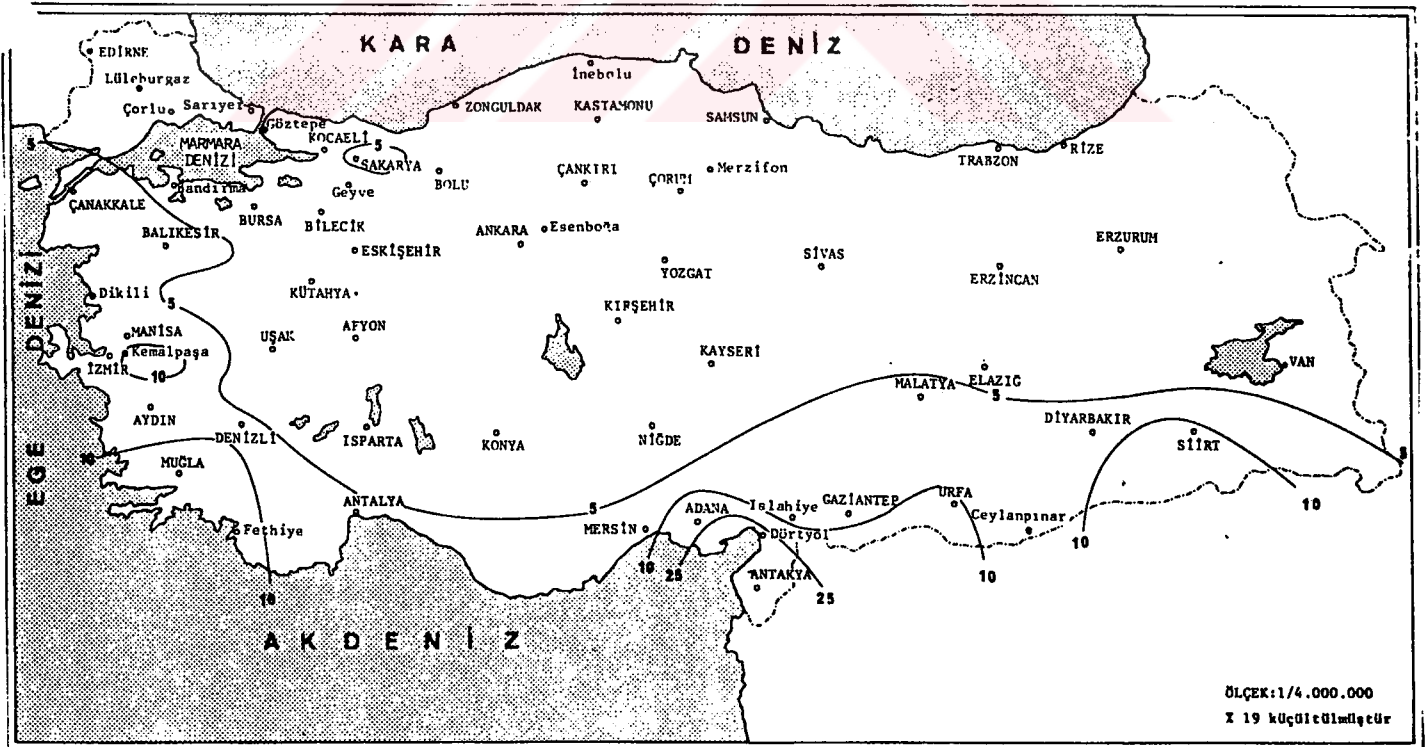
Şekil 32: Ocak Ayı Yağış Erozyon İndeksleri



Şekil 33: Şubat Ayı Yağış Erozyon İndeksleri



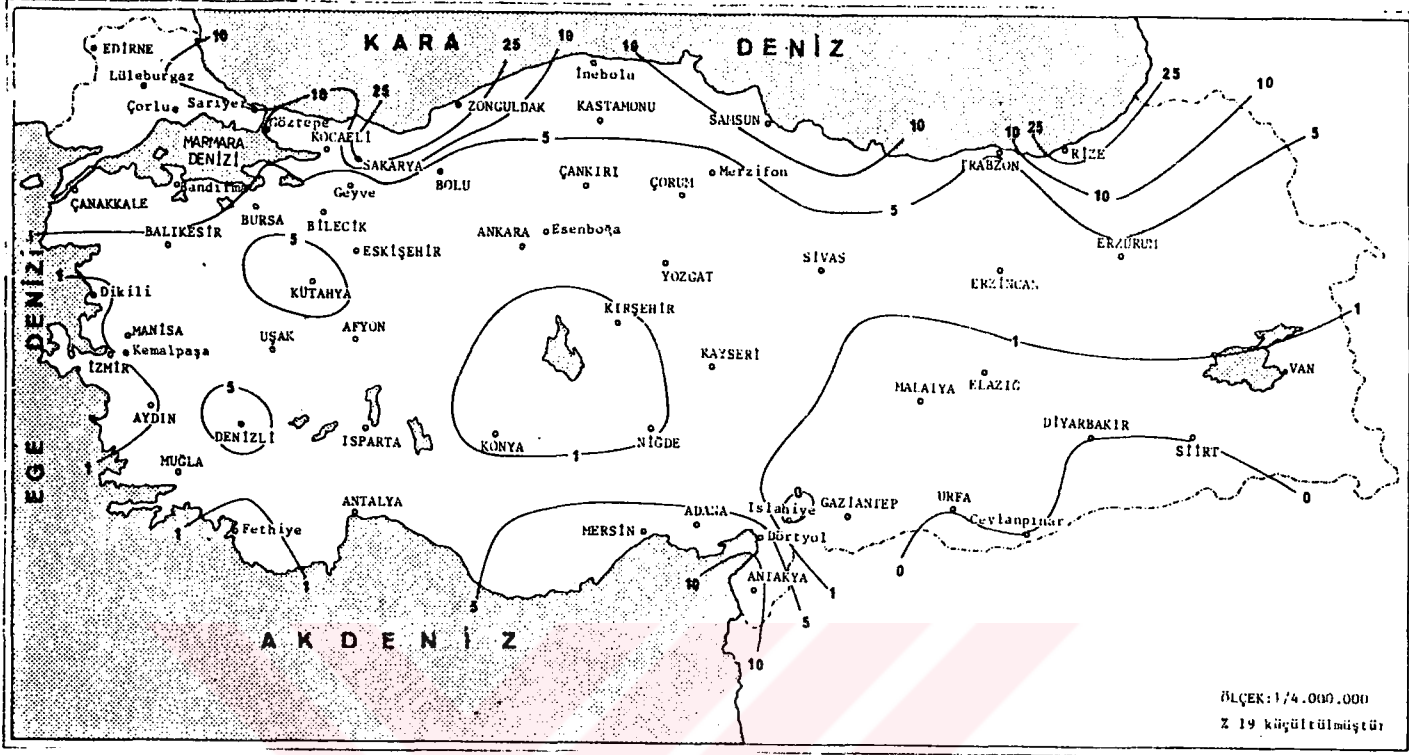
Şekil 34: Mart Ayı Yağış Erozyon İndeksleri



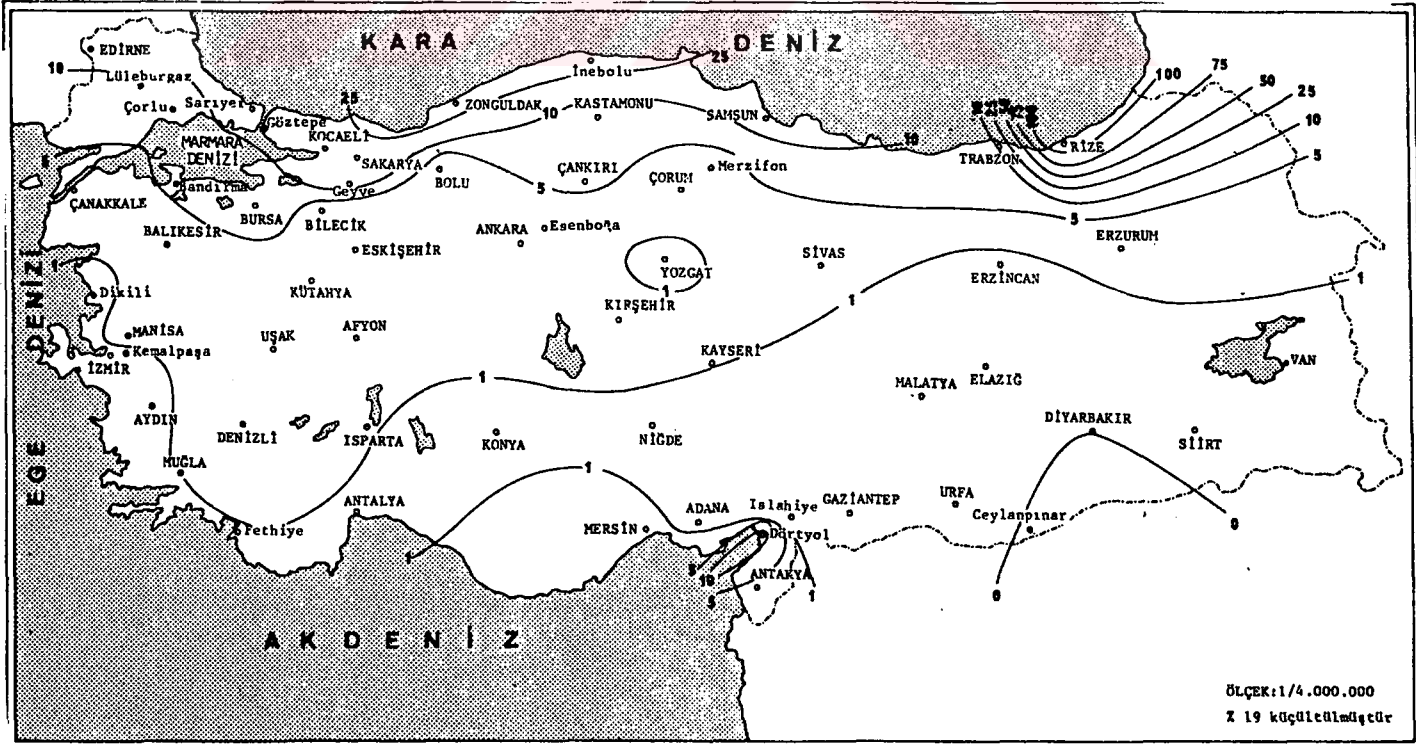
Şekil 35: Nisan Ayı Yağış Erozyon İndeksleri

[illegible]

Şekil 37: Haziran Ayı Yağış Erozyon İndeksleri

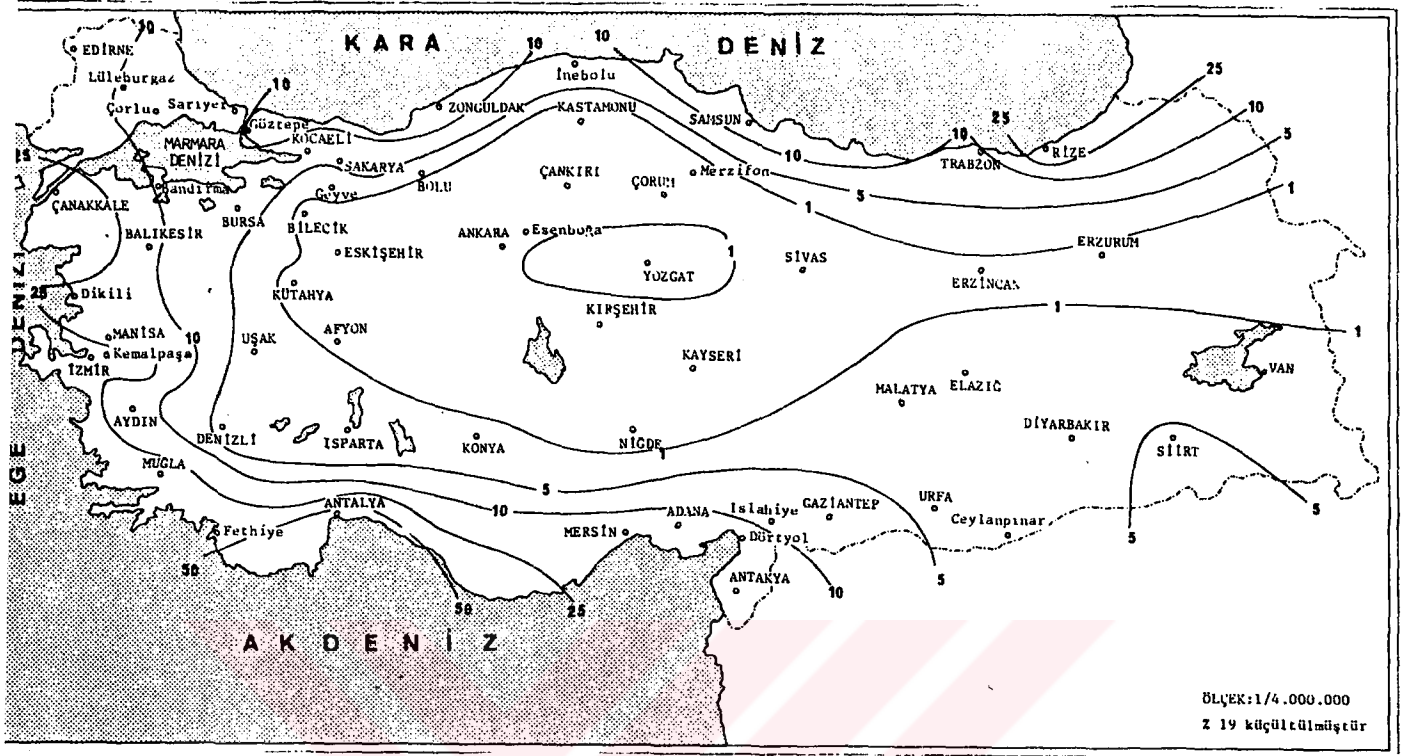


Şekil 38: Temmuz Ayı Yağış Erozyon İndeksleri

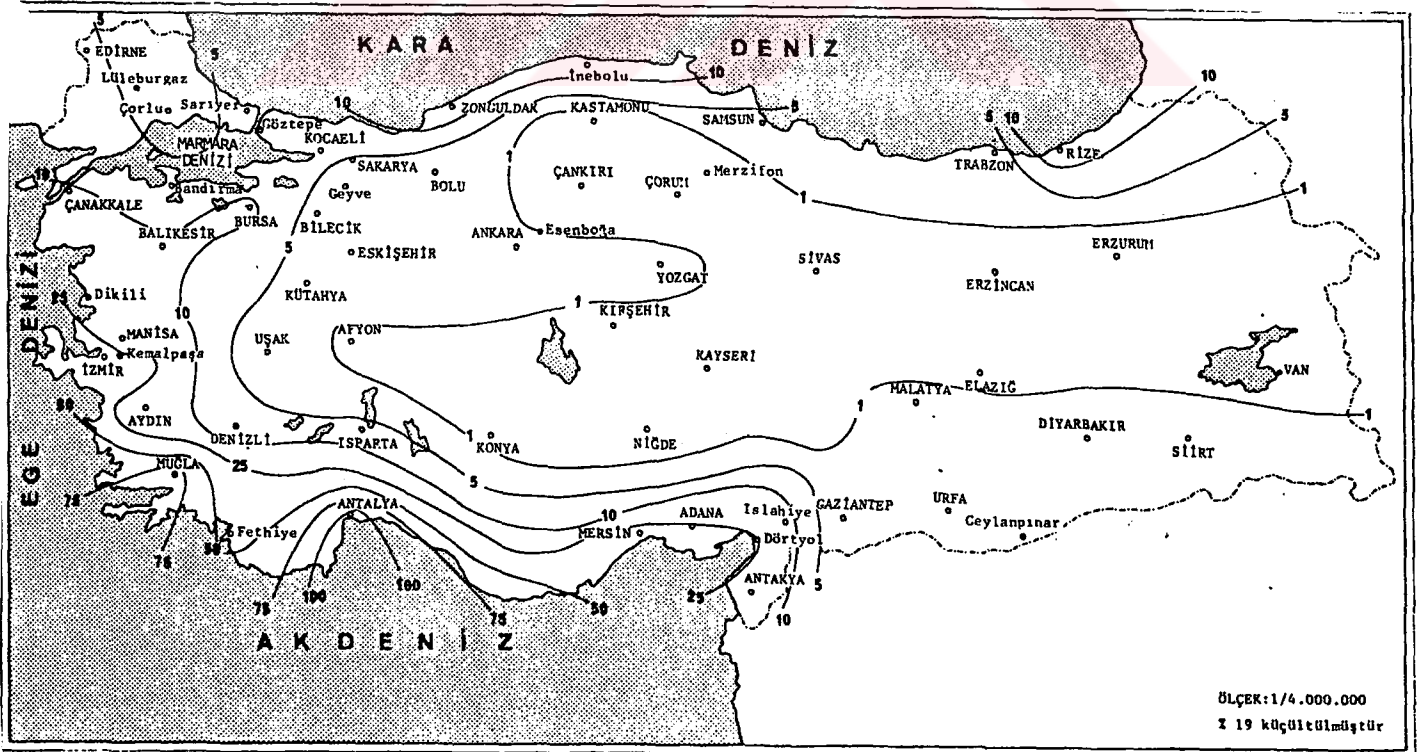


Şekil 39: Ağustos Ayı Yağış Erozyon İndeksleri

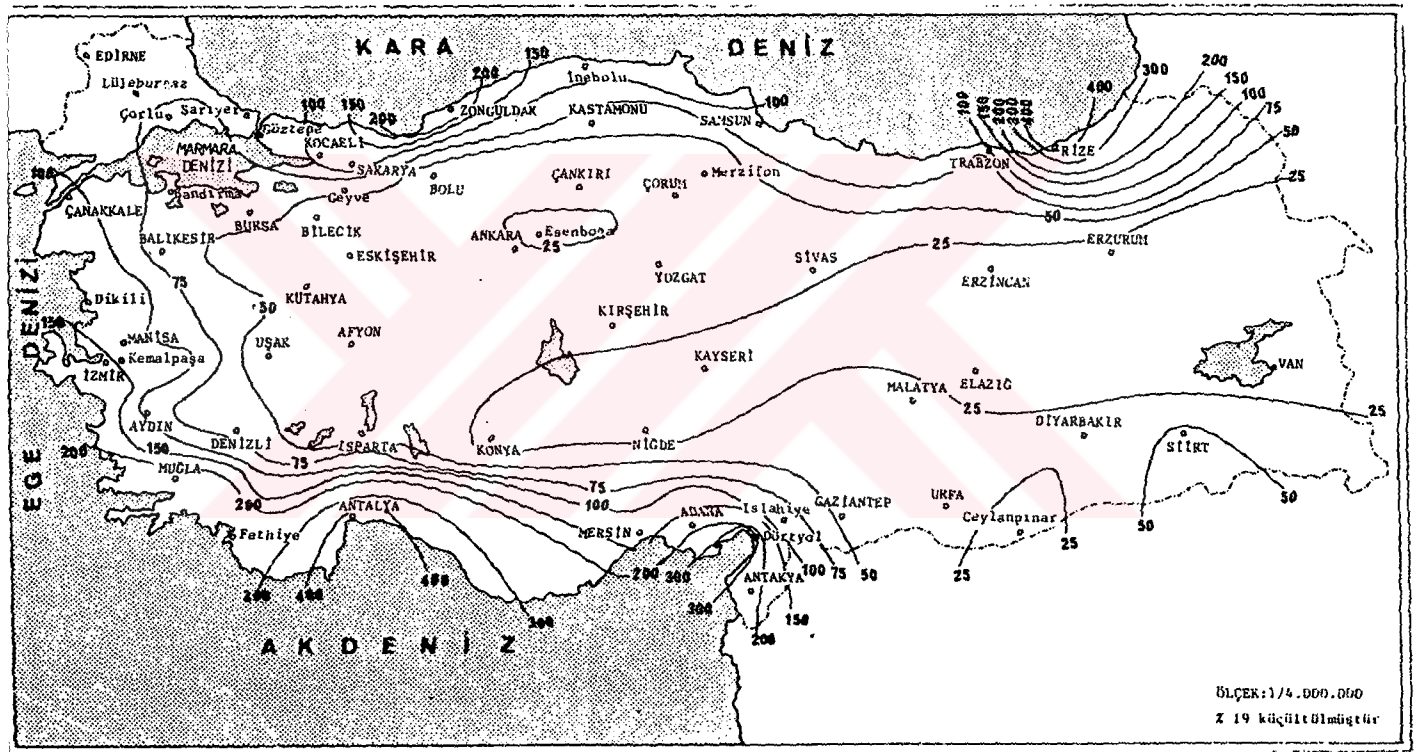
Şekil 41: Ekim Ayı Yağış Erozyon İndeksleri



Şekil 42: Kasım Ayı Yağış Erozyon İndeksleri



Şekil 43: Aralık Ayı Yağış Erozyon İndeksleri



Şekil 44: Ortalama Yıllık Erozyon İndeksleri Dağılımı

Tablo 1 : Trabzon'un Ortalama Aylık Erozyon İndeksinin Dağılımı, Yıllık Erozyon İndeksi ve Maksimum ExI Dağılımı.

AYLAR	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK (Annual)
(Months)													
Yıl Sayısı (No of years)	4	5	14	23	25	25	25	25	25	24	25	20	
Toplam E x I (Total E x I)	10.690	1.412	21.932	44.066	105.902	194.203	125.427	234.141	469.669	347.474	237.294	58.107	1850.317
Ort. Aylık ExI (Ave. Monthly ExI)	2.673	0.282	1.567	1.916	4.236	7.768	5.017	9.366	18.787	14.478	9.492	2.905	78.487
% E.X I	3.40	0.36	2.00	2.44	5.40	9.90	6.39	11.93	23.94	18.45	12.09	3.70	100.00
Eklenik % E X I (Cumulative % ExI)	3.40	3.76	5.76	8.20	13.60	23.50	29.89	41.82	65.76	84.21	96.30	100.00	
Max. E I	3.136	1.142	4.058	7.610	25.838	23.342	17.866	58.891	102.559	35.425	33.651	8.341	102.559
Tekerrür Periyodu (Yıl)													
(Return Period)													
(Year)													

BÖLÜM V

DOĞU KARADENİZ HAVZASINDA MEYDANA GELMİŞ EROZYON OLAYLARI VE ORTAYA ÇIKAN PROBLEMLER

Doğu Karadeniz Bölgesi, Türkiye'nin fizikî açıdan en dar, ancak tabiî afetler açısından en problemlî bölgesidir.

Heyelan, sel, çığ ve deniz tahribatı gibi erozyon etkisini gösteren 4 büyük tabii afetin sürekli tehditi altında bulunan bölgede 1 km. uzunluktaki devlet yolunun yapım maliyeti de olumsuz jeolojik ve topoğrafik şartlar sebebiyle, 1990 yılı fiyatları itibarıyla 1 milyar ₺'yi aşmaktadır.

Doğu Karadeniz Bölgesinde, toprak kaybı problemi son yıllarda bilhassa Çatak felaketinden sonra ön plana çıkmıştır. Oysaki bu mesele çok eskiden beri bölgede can ve mal kaybına sebebiyet veren boyutlarda sürekli gelişmektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde, meydana gelen erozyon olaylarının özellikle yaz ve sonbahar aylarında vuku bulan çok yoğun yağışlardan sonra oluştuğu tesbit edilmiştir.

Bölgenin olumsuz topoğrafyası sebebiyle gerek güzergâh tesbit safhasında, gerekse yapım esnasında kaçınılması mümkün olmayan erozyon olaylarının kontrol ve ıslahları da son derece güç olmakta, hatta kamulaştırma ve ödenek gibi meselelerin büyüklüğü karşısında çözümsüz kalmaktadır. Ayrıca çevre sakinlerinin çeşitli engellemeleri de gerekli müdahalenin yapılmasını daha da güçleştirmektedir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde ki hüsusi yerleşim şartları sebebiyle mevcut aktif ve potansiyel afetler vatandaşların can ve mal emniyetini direkt olarak etkilemekte ve mesele sürekli olarak gündemde kalmaktadır. Bilhassa kitle hareketlerinden etkilenmesi muhtemel olan konutların boşaltılmasının tebliği, vatandaşlar nezdinde apayrı bir problem yaratmaktadır. Gerçekten; konutunun tehlikesine vakıf olan vatandaş bile yerleşebilecek başka bir konuta malik olmadığından tahliyeyi geciktirmekte veya tahliye etmemektedir. Bu şartlar can ve mal emniyetinin mesuliyetini de artırmaktadır. (15)

5.1. Çatak Heyelanı

Çatak heyelanı tabii afet boyutunda olup, yoğun yağış sebebiyle 540.000 m³ yamaç dökülmesinin, dökülme çığı şeklinde eğim aşağı hareketlenmesi suretiyle gelişmiştir. Hareket 4 gün müddetle sürekli devam etmiştir.

Karadenizde aşırı eğimler ve jeolojik yapı yeraltı su seviyesinin oluşumunu önlemektedir. Çatak heyelanından da yamaçta duyarlılığın kaybında mühim rol oynayan su basıncı bu sebeple statik ve sürekli değil, anı ve geçici bir etki yapmıştır. Heyelanın ana sebebi olan yağmur suyu yamaç üzerinden ortama sızarak birikmiş, kitle hareketinin meydana gelmesinden sonra ise etkisini tamamen yitirmiştir.

Çatak heyelanının meydana geldiği 1988 Haziran ayında Maçka ilçesine düşen yağış 107.9 kg/m² olup, bu rakam son 50 yıllık ortalamanın %50 fazlasıdır. Bu yoğun yağış sağlam kaya

yatağı olan volkano sedimanterler üzerindeki kalın yamaç dökülmelerini harekete geçirerek yarım milyon m³ malzemenin dökülme çığı şeklinde heyelanına sebep olmuştur.

Çatak'daki tabiî afet boyutunda olan aktif heyelan 40 dönüm bir sahayı ihtiva etmektedir. Halbuki bu mevkideki potansiyel heyelan sahasının ihtiva ettiği alan 4 km² olup bu saha Çatak hareketinden 100 kat büyüklüktedir. Çatak heyelanındaki hareket aradan 4 yıla yakın bir zaman geçmesine rağmen zaman zaman devam etmektedir. İlk günlerde akma ve bilhassa düşme şeklinde gelişen hareketlere rağmen tüm yatırımcı kamu kuruluşlarının katılımı ile çalışmalara çok riskli bir şekilde devam edilmiştir. Kurtarma faaliyetleri 13 gün müddetle sürdürülmüş ve 70.000 m³ nakliye olmak üzere 160.000 m³ toprak deplasmanı gerçekleştirilmiştir. (15)

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE CAN KAYBINA NEDEN OLAN HEVELANLAR

O	ADI-YERİ VE YILI	ANAKAYAÇ	BOYUTU		NEDENİ	KAYIP	
			Alan (Dönüm)	Hacim (m ³)		Can	Konut
1	KASTEL, Sürmene 1927	Altere,lav,Tüf aglomera	7	4x10 ⁴	Kazı,Alterasyon yağış	3	-
2	BÖLÜMLÜ, Of-Solaklı 1929	Altere volkanik	450	9x10 ⁶	Alterasyon,yağış	146	2539
3	ORMANSEVEN, Sürmene 1929	Aglomera-Tüf		1,5x10 ⁷	Alterasyon	3	15
4	MERDİVENLİ, ÇAYELİ 1949	Aglomera-Tüf	7,5	2x10 ⁴	Alter,kazı,yağış fazla yük,	8	20
5	YENİ AY, Sürmene 1968-1969	Aglomera			Kazı, Yağış	1	1
6	KANLIDERE, Fındıklı 1979-1980	Altere-Dasit	8	5x10 ⁵	Aşırı yağış Alterasyon	5	-
7	İKİZDERE 1982	Granodiorit	4,5	1,5x10 ³	Kazı, süreksizlik	8	-
8	ESENTEPE, Trabzon 1983	Aglomera-Tüf	0,033	1,5x10 ³	Yıpranma, burunda kazı	4	1
9	DERBENT, Fındıklı 1983	Altere-Dasit	0,976	5,9x10 ³	Alter, Aşırı yağış	3	-
0	SAAT, Fındıklı 1983	Altere-Dasit	7,650	2,3x10 ⁴	Alter,kaynak su ve aşırı yağış	1	1
1	ÇATAK, Maçka 1988	Altere volkano sedimentler	40	5,4x10 ⁵	Aşırı yağış, Ezik zon kazı	64	9
2	SÜME, Kürtün 1989	Altere-Dasit	35	5x10 ⁵	Alterasyon fosil hel.,aşırı yağış	3	-
3	KOVANLIK 1988	Altere-Dasit	5	1,7x10 ⁴	Alterasyon, Kazı, yağış	1	-
4	KIRATLI, Yomra 1989	Altere volkanik			Alterasyon,fosil hey Aşırı yağış	2	-

T O P L A M 252 258

TABLO - 4

DOĞU KARADENİZDEKİ 87 HEYELANDA ETKİLİ OLAN FAKTÖR (%)LERİ

NO	F A K T Ö R	HEYELAN SAYISI	YÜZDESİ (%)
1	YAĞIŞ	27	31
2	KAZI	24	28
3	AYRIŞMA	23	26
4	SU KAYNAĞI	8	9
5	DİĞER	5	6
T O P L A M		87	100

TABLO - 5

KARAYOLLARI YOL AĞI ÇEVRESİNDEKİ HEYELANLARA AİT FAKTÖRLER
% DE DAĞILIM

(Esas nedenler dikkate alınmıştır) (1980-1990)

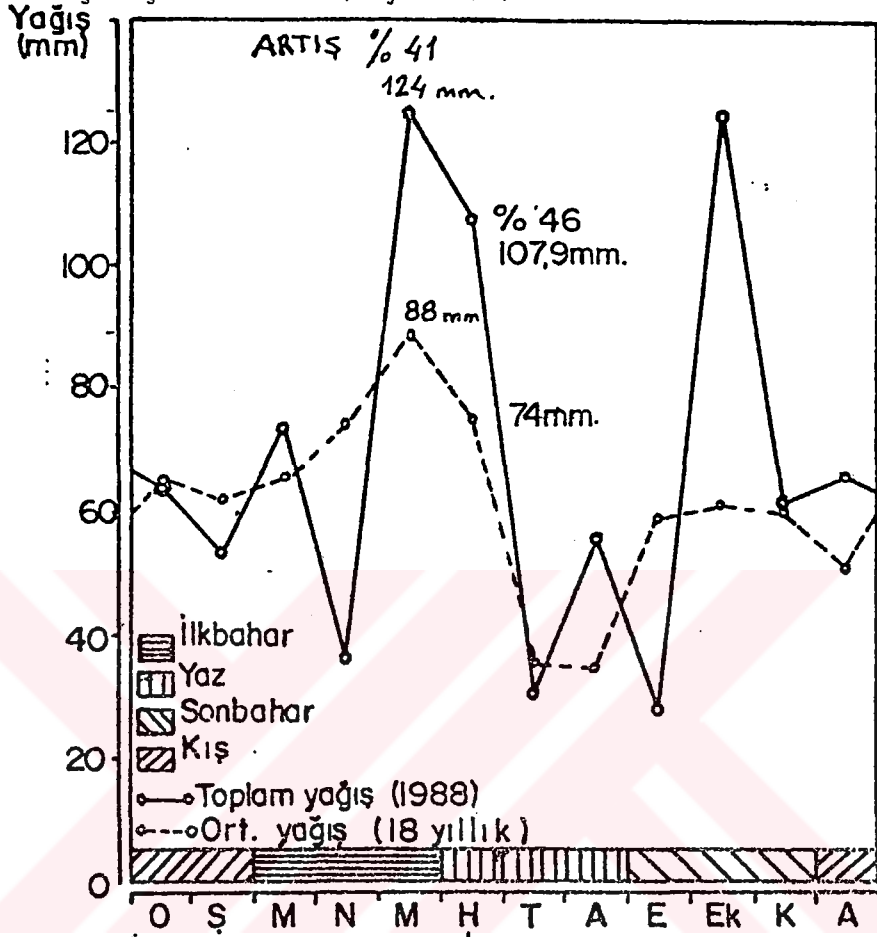
NO	F A K T Ö R	HEYELAN SAYISI	YÜZDESİ %
1	YAĞIŞ	14	23
2	KAZI	16	26
3	AYRIŞMA	22	36
4	SU KAYNAĞI	5	8
5	DİĞER	4	7
T O P L A M		61	100

TABLO - 6

KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ TÜRKİYE GENELİNDE KARAYOLU HEYELANLARI İLE 10.BÖLGE KARŞILAŞTIRMASI

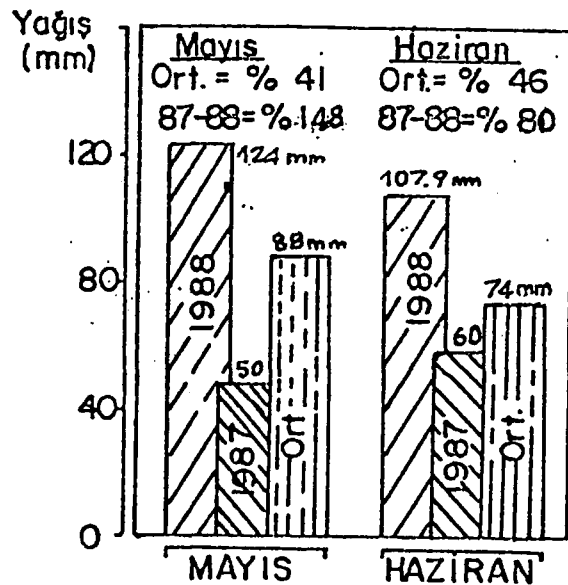
BÖLGELER	HEYELAN SAYISI	AKTİF VE POTANSİYEL HACİM	KONTROL VE ISLAH MALİYETİ - 1990
(10 BÖLGE HARİÇ) Türkiye geneli	303	40.000.000 m ³	243 Milyar
10.BÖLGE TRABZON	61	41.635.000 m ³	1.048 Tırilyon ₺
T O P L A M	364	81.635.000 m ³	1.291 Tırilyon ₺
10. BÖLGE'NİN TÜRKİYE GENELİNE ORANI	%17	%51	%81

Maçka , Çatak heyelanının meydana geldiği zamandaki yağış rejim grafiği ile son 18 yıllık ortalama yağış rejim grafiğinin karşılaştırılması. (Kay.No:157)



Çatak: 23 Haziran

Heyelanın Olduğu Son İki Ay, Bir Önceki Yılın Aynı Aylarıyla Bu Ayların Ort. Yağış Rejim Grafiği.



Tablo : 7

ÇATAK HEYELANI BİLGİ NOTU

CAN KAYBI	H A S A R L A R				HAREKET EDEN KİTLE HACMİ (m ³)
	YIKILAN KONUT (Adet)	OTURULAMAZ KONUT (Adet)	TOPLAM KONUT (Adet)	ARAÇ (Adet)	
64	9	33	42	10	540.000

KURTARMA ÇALIŞMALARI	ÇALIŞILAN GÜN SAYISI	ÇALIŞAN PERSONEL		TOPLAM ARAÇLAR		YARDIMCI ARAÇLAR		İŞ MAKİNELERİ	
		GÜNLÜK ORT. ADAM/GÜN	PERS.SAYISI	GÜNLÜK ORT. ARAÇ SAYISI	ARAÇ/GÜN SAYISI	GÜNLÜK ORT. ARAÇ SAYISI	ARAÇ/GÜN SAYISI	GÜNLÜK ORT. İŞ MAK.SAYISI	İŞ MAKİNESİ/GÜN SAYISI
	13	130	1690	67	871	15	195	52	676

SERVİS YOLU VE SAHA TANZİMİ İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR	ÇALIŞILAN GÜN SAYISI	ÇALIŞAN PERSONEL		TOPLAM ARAÇLAR		YARDIMCI ARAÇLAR		İŞ MAKİNELERİ	
		GÜNLÜK ORT. ADAM/GÜN	PERS.SAYISI	GÜNLÜK ORT. ARAÇ SAYISI	ARAÇ/GÜN SAYISI	GÜNLÜK ORT. ARAÇ SAYISI	ARAÇ/GÜN SAYISI	GÜNLÜK ORT. İŞ MAK.SAYISI	İŞ MAKİNESİ/GÜN SAYISI
	29	52	1508	23	667	5	145	18	522

- ÇATAK HEYELAN OLUŞ TARİHİ : 23.6.1988
- KURTARMA ÇALIŞMALARINA BAŞL TAR. : 23.6.1988
- CESETLERE ULAŞILAN TARİH : 28.6.1988
- KURTARMA FAALİYETLERİNE SON VER.TAR. : 5.7.1988
- SERVİS YOLU VE ÇEVRE DÜZENLEN. BİTİM TAR. : 3.8.1988
- YAPILAN TOPRAK DEPLASMANI : Nakliyesi : 70.000 m³
Nakliyesiz : 90.000 m³

TOPLAM : 160.000 m³

NOT: Kurtarma çalışmaları boyunca ilk 3 gün dışında 2 vardiya halinde 24 saat çalışılmıştır.

Tablo 8 : ÇATAK HEVELANININ MALİ BİLANÇOSU

MALİ GİDERİ CİNSİ	GİDERİ YAPAN ÜZEL VE DEVLET KURULUŞU	GİDER MİKTARI (TL)
Heyelanın Hasar Mal.		
Devlet Kurumları	Maçka Kaymakamlığı	500.000.000.-
tarafından yapılan	Bayındırlık ve İskan Bakanlığı	207.000.000.-
yardımlar	Trabzon Belediyesi	50.000.000.-
	T.C. Karayolları 10. Bölge Müd.	620.000.-
		1.671.580.-
İstimlâk Bedelleri	T.C. Karayolları 10. Bölge Müd.	720.732.127.-
Yeni Yatırım Maliyeti	Milli Eğitim Bakanlığı	420.000.000.-
	Bayındırlık ve İskan Bakanlığı	880.000.000.-
Resmi Yardım Kurumları	Kızılay	420.000.000.-
Özel Yardımlar	Trabzon Kültür Derneği	34.000.000.-
	Trabzon Eczacılar Kooperatifi	10.000.000.-
	Güneş Gazetesi	10.000.000.-
TOPLAM		2.954.023.707.-

- 124 -

Harcanan iş gücünün mali giderleri ile yeni yol güzergahının yapım maliyeti bilançoya dahil değildir.

5.2. Sel Tahribatları

Doğu Karadeniz Bölgesi, hudutları dahilinde 310 km. uzunluğu olan sahil yolunda 127 adet köprü ve tabliyeli geçiş mevcuttur. Yolları tehdit eden irili ufaklı 127 akarsuyun feyezan anındaki debileri, normal debilerine göre anormal boyutlara ulaşmaktadır. Meydana gelen seller yollarda, köprülerde, sanat yapılarında çeşitli tahribatlara sebep olmaktadır.

Doğu Karadeniz'deki, akarsuların özel morfolojik yapı itibarıyla taşkın zamanlarında normal akım değerlerinin 20 - 30 kat fazlasına ulaştığı izlenmektedir. Bu zamanlarda akarsuyun aşındırma ve oyma etkisi ile birlikte taşıdığı, sürüntü ve askı maddeleri artmakta, aşındırma ve oyma etkisi sonucunda da yollarda, sanat yapılarında, köprülerde hasarlar meydana gelmekte, yamaçlarda ise kitle hareketleri oluşmaktadır.

Yaşanan sel tahribatlarından sonra şu hususlara önem verilmiştir.

a) Dere yataklarına yapılan tecavüzlere dikkat çekilmiş.

b) Dere yataklarındaki ocak işletmelerinin derenin akış rejimini, dolayısıyla köprü ve yollarımızı etkilemeyecek planda gerçekleştirilmesi sağlanmış, aksi durumlardaki malzeme alımlarına mani olunmuş.

c) Köprü ayakları imkanlar nisbetinde kontrol altına alınmış.

o 9 : ÖRNEK 4 AKARSUYUN AKIM ÖZETLERİ

AKARSU ADI	ÖALÇÜ YILI	AKIM ORTALAMA	M ³ /sn ENÇOK	% ARTIŞ
HARŞİT (Eymür)	1978	38.75	360.0	% 929
BÜYÜKDERE (K.paşa)	1982	10.2	371.0	% 3637
FIRTINA	1982	28.68	560.0	% 1952
İYİDERE	1982	28.28	504.0	% 1782

RİZE İLİ TAŞKIN AFETLERİ İLE İLGİLİ RAPOR ÖZETLERİ /1983-88)

TARİH	AKARSU ADI	GEÇEN DEBİ M ³ /sn	HASAR
21-22/7/1988	HEMŞİN DERESİ	260	Heyelandan ötürü can kaybı: 3
"	BODASARI "	56	(Pazar topcular mah.)
"	ARDEŞEN "	42.1	Heyelanlar konutlarını yıkmalarına ve tarım arazilerinin tahrip olmasına neden olmuştur.
"	KONAK "	52	
"	IŞIKLI "	12.5	
19-20/7/1983	HEMŞİN DERESİ	589.5	4 Kemer Köprü, 27 ev 18 Değir.
"	BODASARI "	493.57	53 ev, 1 Cami
"	ABUÇAĞLAYAN "	651.37	9 ev, 3 Serender, 3 Değirmen can Kaybı
"	SÜME "	124.8	1 Turistik Gazino,14 1 Değirmen, Can kaybı

d) Yol gövdelerinin pere, tahkimat, mahmuzlar ile korunmasına ağırlık verilmiş.

5.3. Deniz Tahribatları

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki deniz tahribatları sahil yolunun önemli problemleridir. Ancak son yıllarda aynı heyelan ve sellerde olan artışlar gibi denizin sebep olduğu hasarlarda da çoğalmalar meydana gelmiştir. Bu artışta sahillerden şuursuzca kum, çakıl alınışının etkisi yanında en büyük sebeplerden biri de çok sık şekilde yapılan balıkçı barınakları olmuştur. Hemen hemen her barınağın yakın doğusunda deniz sahile girmiştir.

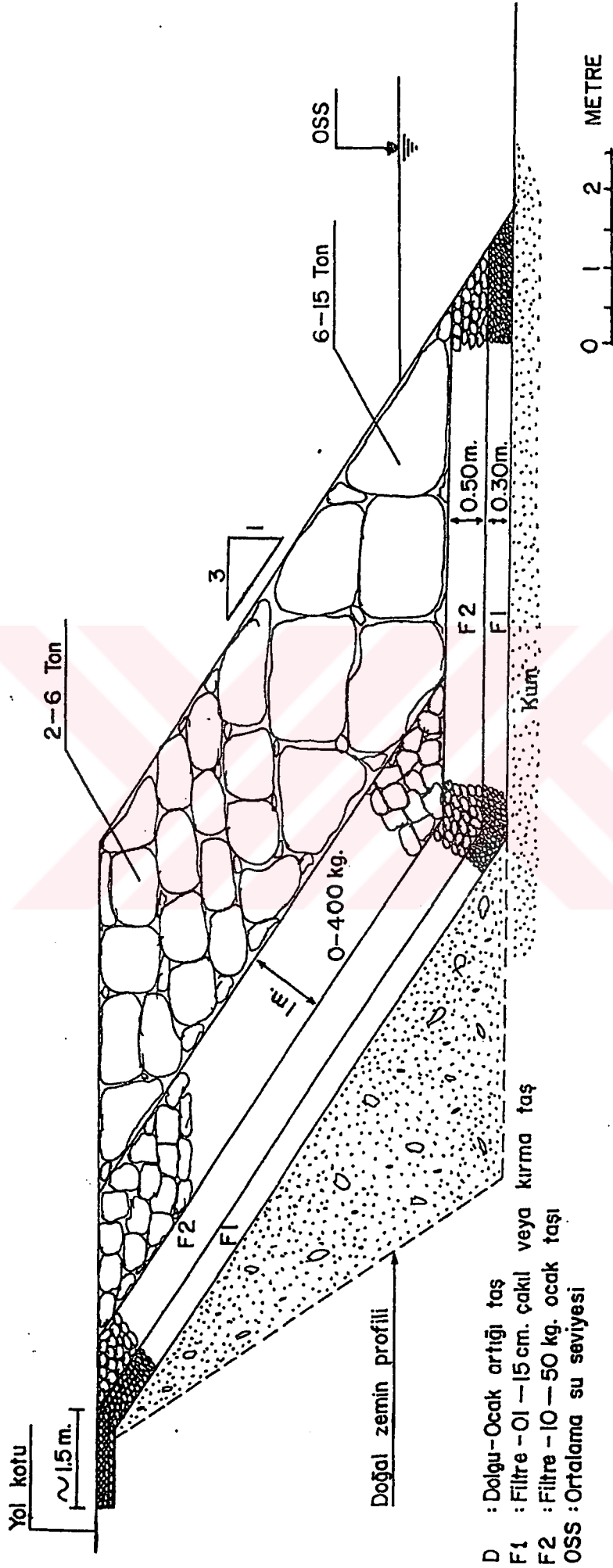
Deniz tahribatlarının sebeplerini sıralarsak;

a) Karayolunun kıyı şeridine çok yakın geçirilmesi

b) Kıyıdan kum ve çakıl alınması

c) Kıyı tahkimatları yapılırken, proje ve tipine uygun tahkimatın gerçekleştirilememiş olması.

d) Yol yapımından sonra, kıyıda, şuursuzca çok sayıda balıkçı barınaklarının yer alması, böylece kıyı dengesinin bozulması.



Sahil yolunun tülü = 310 km.
Deniz tahribatından etkilenen kesim = 91 km.
Ortalama her yıl dökülen taş miktarı = 210.000 Ton
Ortalama her yıl yapılan harcama (1990 birim fiyatıyla) = 2.045 Milyar TL.

Şekil 45: Deniz Tahripatı neticesinde meydana gelebilecek kıyı erozyonuna karşı tasarlanmış kıyı tahkimatı örneği. (Kay.No:15)

Tablo 10 :

PİRAZİZ - FINDIKLI ARASINDA YAPILMASI GEREKEN TAHKİMAT MİKTARI

ÖNCELİK SIRASI	MİKTAR (TON)	TUTARI (TL) 1990 FİYAT.
1. Derecede Öncelikli	3.160.000	32.482.904.000.-
2. Derecede Öncelikli	14.532.500	149.385.380.500.-
TOPLAM	17.692.500	181.868.284.500.-

BÖLÜM VI

DOĞU KARADENİZ HAVZASINDA EROZYON PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Bölgedeki, toprak kayıplarını önlemekte amaç, meydana gelen erozyon olaylarının oluş mekanizmalarını tayin ettikten sonra çalışma şartlarına ve zemin özelliklerine uygun ve ekonomik iyileştirme metodlarının seçimidir.

Hemen tüm bölgede karşılaşılan en önemli mesele arazinin sarplığı sebebiyle yüzeyin yakından incelenememesi; ve müdahale gayesiyle buralara erişilememesidir.

6.1. Su Etkisini Kontrol

Yamaçlarda denge kaybı yüzey sularının zemine girmesi sonucu oluştuğuna göre suyun hızla yamaç dışına gitmesini sağlamak bölge erozyon mühendisliğinin ana kuralı olmalıdır. Yapılacak ilk kontrol yağışın yamaç içine infiltrasyonunu önlemek için yamaç başında kafa hendekleri yapılması, varsa, eski yol platformunda suyun statik hale gelmesine mani olacaktır. Yamacın eğimini mümkün olduğunca dik tutmak ve bitki örtüsü olmadığı zaman beton püskürtmek büyük fayda sağlayacaktır. Kademelendirme yapılacaksa buraların betonla kaplanarak suyun bir kanalla yamaç dışına taşınması zorunludur.

Taraçlar üzerindeki ayrıışmış zeminlerde yamaç geometrisine göre yatay ve düşey drenler çözüm getirebilir. Bu tür drenlerin düşük geçirimlilik sebebiyle çalışmayacağı rezüdüel killerde ise eğimin 45° veya daha az olması şartıyla jeotekstil drenlerin uygun olacağı söylenebilir.

6.2. Kazı Metodları

Yamaçların geometrisi en basit ve ucuz olan kazıdolgu metodlarını bölge uygulamaları için geçersiz kılmaktadır. Yapılacak tek uygulama, yüzeysel kayıpları önlemek üzere yamacın kademelendirme işlemidir. Bu durumda, denge hesabı her bir kademe yüksekliği için ayrı ayrı ve yeni eğimle yapılacaktır.

6.3. Yapısal Destek

Heyelan, kayma, akma gibi erozyona sebep olan toprak kayıplarını önlemede, rijit duvarlarla destek ucuzluk ve kolaylığı sebebiyle cazip bir önlemdir. Rezidüel yamaçlar makul bir süre kendini tutabildiğinden ve taşıma gücü yüksek olduğundan yamaç içine eğik ağırlık duvarlarının yapımı birçok durumda sistem tümüyle basınca çalışacağı için önerilen metod olmaktadır. Tabanın taşıma gücü yeterli olduğundan duvar işlevini yerine getirebilecektir. Bölgede daha önce yapılmış bu tür duvarlar gereğince boyutlandırılmadıkları, yatay yapıldıkları ve taraçalarda uygulandıkları için başarılı olmamışlardır.

Bu tip yamaçlarda başarı vaadedenden destekleme metodu çivileme olarak görülmektedir. Çivileme metodu, zemin veya kayalık ortamının heyelan hareketinden doğan büyük kuvvetlere karşı koyabilmesi için tekil veya ayrıık yapılar yerine bün-yesine sistematik donatı yerleştirilmesidir. Kaya yamaçlarda bulon (saplama) biçimini alan ve uygulama zeminde ankraj, tendon; daha yaygın olduğı zaman çivileme olarak anılır. Çivileme uygulamasında yüzeyi daha önce püskürtme beton gibi bir kaplama ile güvenliğı alınmış bir yamaca demir çubuklar çakılır. Sonuçta donatılandırılmış bu bölge, ardındaki böl-geyi bir duvar gibi destekler. Çivileme makinasını yamaç yüzeyine yükseltip dolaştırma imkanı bulunduğı taktirde sistematik çivileme beton püskürtme uygulamasının birçok yamaç hareketini süresiz olarak önleyeceği görüşü güç kazanmaktadır.

Mikrokazık uygulaması da hareketi büyük ölçüde önleme potansiyeline haizdir. Bu metodda 7,5 - 25 cm çapında kazık-lar kullanıldığından sondaj makinesi ile çalışılabilmektedir. delik oluşturulduktan sonra kaplama ve içine genellikle tek donatı demiri indirimekte, betonlama basınçlı enjeksiyon biçiminde gerçekleştirilen kaplama borusu dışarıya alınmak-tadır. Ancak sondaj makinasının yamaç başına çıkartılması zor, hatta imkansız olduğundan taşıma problemi gözardı edilmemelidir.

Tarlalardaki yamaçlarda kayma yatay yönde ve aktif basınç etkisiyle oluştuğundan öne koyulacak duvarın boyut-ları kazı öncesi hesalanabilirse de zemin kazıdan kısa süre

sonra harekete geçtiğinden duvarın yapımı için gerekli süre duvar uygulamasını geçersiz kılmakta veya zorlaştırmaktadır. Yanal yükün giderek artacağı durumda dayanma duvarının boyutları yükü almak için çok büyüyeceğinden duvarın sondaj kazıkları üzerine oturtulması çözümü sağlayacaktır.

6.4. Katkı Maddeleriyle İyileştirme

Bölgede varlığı bilinen olgun rezidüel toprakların kireç katkısı ile önemli mukavemet gösterdikleri tesbit edilmiştir. Genelde kırmızı, sarı-kırmızı, Kırmızı-kahverengi toprakların serbest basınç drencine %3-7 katkısıyla yeterli artış sağladığı gözlenmiştir. Mesela Akçaabat'da bir taraçadan alınan turuncu kilde %10 kireç katkısıyla sadece 2 katlı bir artış gösterirken, Armağan heyelanında gelen benekli rezidüel toprak, %4 katkıyla 4 katlı bir artış vermiştir. Pazar heyelanında gelen kırmızı toprak ise %10 kireç katkısıyla 4; %15 kireç katkısıyla 10 kat dayanıklılık vermiştir. Uygulama iki şekilde yapılabilir. Yamaç üstünden açılan sondaj deliklerine sönmemiş kireç doldurularak ağzı kapak ile kapatılır veya zemin burgu biçimli bıçakla delinirken içeriye basınçlı kireç enjeksiyonu yapılır.

6.5. Erozyonu Önlemede Alınabilecek Diğer Öneriler

1. Geometrik parametrelerin değiştirilmesi: Eğimlerde değişiklik yapılması, palyeler yapılması, istinat duvarları

inşaaası, dengesi bozulmuş blokların hafriyatı.

2. Mekanik parametrelerin değıştirilmesi: Ankarajlar, bulonlar ile ilave kuvvetler yapılması.

3. Hidrolik parametrelerin değıştirilmesi: Drenaj yapılması.

4. Ağaçlandırma ve çimenlendirme yoluyla yüzeysel koruma.

5. Düşecek kaya bloklarının (yaklaşık 100-200 kg ağırlıklı bloklar) halinde koruma ağıları gerilmesi.

6. Dengesi bozulmuş ve düşen kaya bloklarının şev eteklerinde durdurulması için boş alanlar bırakılması. Ayrıca blokları durdurmak için toprak veya kaya seddeler, duvarlar inşa edilmesi.

7. Akarsuların erozyona karşı tehkiminde: Taşıntı barajlarının inşaaası, kıyı duvarları ve kıyı kaplamaları yapılması, mahmuzların inşaaası.

8. Yeraltı suyunun önenmesi: Yatay ve düşey drenler ve galerilerin inşaaası.

9. çamurlu sellerin önlenmesi: Taşıntı barajları inşaaası, Scipion Gros ve Venetz çamur deposu tesislerinin yapılması.

10- Taşkınları önleyici tesisler: Taşkın geciktirme havuzları, sel kapanları, seddeler, taşkın duvarları gibi tesislerin inşaaası.

11. Çığ ve çığ erozyonunu önlemek: Çığ tünelleri, kazıklı tel örgüler, çığ duvarları, çığ köprüleri inşaaası uygun görölmektedir.

12. Doğu Karadeniz Bölgesindeki yüksek dağlık arazilerde (Kaçkar, Zigana) oluşan buzul erozyonunu önlemek için, eğer bir buzul gölü meydana gelmiş ise gölün alt tarafında akarsuyun uygun yerlerinde barajların inşaa edilmesi.

13. Rüzgar Erozyonu, Doğu Karadeniz Bölgesinde kendisini pek göstermemektedir. Yağışın bol olması ve bu suretle toprağın nemlilik oranını koruması, rüzgar erozyonunu bölgede pek hissettirmemektedir.

14. Sahil ve kıyı erozyonunu önlemek için kıyı tahkimatları yapılması ve kıyıdan kum-çakıl alınmasına engel olunmalıdır.

BÖLÜM VIII

SONUÇLAR VE TEKLİFLER

7.1. Sonuçlar

1. Erozyonu meydana getiren en mühim etken su'dur. Suyun etkisi yükselen boşluk suyu basıncı ve çatlak suyu basınçları; yoğun yağış sırasında toprak ve kayanın yerinden sökülmesi biçiminde kendini göstermektedir.

2. Türkiye'nin en bol yağış alan bölgesi olması sebebiyle, sık sık taşkın afetleri ve sel baskınlarına uğradığı görülmektedir.

3. Yağışın bol ve sürekli olması toprak nemini muhafaza ettiğinden bölgede rüzgar erozyonu etkili olamamaktadır.

4. Yoğun yağış sırasında toprak ve kayanın yerinden sökülmesi can ve mal kaybını tehdit etmekte, bunu önleyici bir tedbirin alınmadığı gözlenmektedir.

5. Bölgenin ağaç bakımından zengin olması nedeniyle yüzeysel erozyon pek görülmemektedir.

6. Bölge, akarsu bakımından oldukça zengin olmasına karşılık, akarsulardan enerji, sulama, üretim faaliyetlerinden yeterince faydalanılma cihedine gidilememiştir.

7. Bölgede, meydana gelen şiddetli sağanaklar neticesi akarsu akımlarının yükselmesi sonucu tarım arazileri, yollar ve köprüler sık sık zarara uğramaktadır.

8. Akarsuların, düzensiz sel rejiminde olduğu ve beraberinde birçok materyal taşıdığı, dolayısıyla kıyıda yığılmalar ve çevre kirliliği meydana geldiği görülmektedir.

9. Bölgenin dağlık ve yüksek kesimlerinin bol kar yağışlı olmasına karşılık çığ erozyonuna mani olunacak projeler ve tedbirler henüz geliştirilmemiştir.

10. Bölgede meydana gelen heyelanlar önemli can ve mal kaybına sebep olmuştur.

11. Bölge yamaç ve şevlerinde stabilite ve güvenliğin korunması için hiçbir ciddi tedbir alınmadığı tesbit edilmiştir.

12. Kıyı erozyonunu önleyici, kıyı tahkimatlarını yetersiz olduğu görülmektedir.

7.2. Teklifler

1- İklim donelerinin değerlendirmek. Bu suretle, yağış karakteristikleri, rüzgârın hız ve rejim diyagramları ile özellikle eroziv açıdan ele alınarak değerlendirilmelidir. Ülkemizdeki yağışların erozyon indekslerine göre hesaplanmış bulunan yıllık erozyon indeks değerlerini gösteren haritadan faydalanılmalıdır. Böylece yağış ve rüzgâra ilişkin değerlendirmeler, toprak özellikleri, eğim özellikleri (su erozyonu açısından), hava sıcaklığı ve vejetasyon örtüsünün durumuna ilişkin bilgiler ile karşılaştırmak suretiyle havzalarda erozyona sebep olan kuvvetin kaynağı tesbit edilmiş olur.

2- Erozyonu etkileyen unsurların incelenmesi ve toprak numunelerinin alınması için arazi çalışmaları yapılmalıdır.

3- Araştırmalar neticesinde elde edilen bilgiler (jeoloji haritası, topoğrafik paftalar, toprak haritası, hava fotoğrafları, meteorolojik gözlemler v.b.) büro çalışmalarıyla değerlendirilmelidir.

4- Toprak numunelerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin bilgilerin elde edilmesi amacıyla labaratuvar çalışmaları yapılarak, erozyonu etkileyen faktörlerin tesbit edilmesi.

5- Topoğrafik (ortalama yükseklik, ortalama eğim, yamaç uzunluğu, dere sıklığı, drenaj yoğunluğu, dere tipleri v.b.) bilgilerin değerlendirilmesi.

6- Üst, orta ve alt tabakaları meydana getiren bitki türleri, bu tabakaların kapalılığı ve yükseklikleri, mevsimlere göre gösterdiği değişimler, ölü örtünün incelenmesi ve erozyona etkileri incelenmelidir.

7- Erozyon etüd ve ıslahında, üniversiteler ile yerli ve yabancı uzmanlardan faydalanılmalıdır.

8- Bilinen erozyon gelişimlerinin sürekli kontrolü.

9- İmkânlar nisbetinde erozyon görülen (heyelan, sel, taşkın) kesimlerdeki konut ve iş yerlerinin kamulaştırılarak tahliye edilmelidir.

10- Erozyon görülen kesimlerde konut ve işyeri yapısının önlenmesi gereklidir.

11- Taş ve kaya yuvralanan kesimlerde, yaya ve sürücülerini ikaz edici trafik levhalarına ağırlık verilmesi. Radyo ve TV'den yaya ve sürücülerin ikâz edilmelidir.

12- Akarsu ve göllerden üretime dönük faaliyetlerin tesbiti ve bunların hayata geçirilmesi.

13- Halkın, erozyon konusunda radyo, TV gibi kitle iletişim araçları vasıtasıyla bilgilendirilmesi ve eğitilmesi.

KAYNAKLAR

- 1- AŞK, K. : "Erozyonla Savaş", İ.Ü.O.Fak.Yay., Fak.Küt. No: 25905, Demirbaş No: 34080, İST. 1990
- 2- UZUNSOY, D. , GÖRCELİOĞLU, E.: "Havza Islahında Temel İlke ve Uygulamalar", İ.Ü.O.Fak. Yay., İ.Ü.Yay.No:3310 O.F. Yay.No. 371,İST. 1985
- 3- TAVŞANOĞLU,F.: "Sel Yataklarının Tahkimi" İ.Ü.O.Fak. yay., İ.Ü.Yay.No: 1973, O.F. Yay. No: 203, İST. 1981
- 4- Trabzon ve Yöresi 20 Haziran 1990 Sel felaketi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, K.T.Ü. Yay., Trabzon 1990
- 5- GÖRCELİOĞLU,E.: "Batı Toros Göller Bölgesinde Özellikle Burdur Gölü Çevresindeki Sedimentasyonu Yaygınlığı, Önemi ve Alınması Gereken Havza Islahı Önlemleri", İ.Ü. O.F. Yay., İ.Ü. Yay.No: 2908, O.F.Yay.No: 313, İST.1982
- 6- ATALAY, F.İ., BEKAROĞLU, N.: "Heyelanlar ve Mühendislik Uygulaması." Karayolları Gen.Müd. Yol Yap. Etüd-Eğit. Şef.Yay., Ankara 1973
- 7- UTKU, T.:" Teori ve Tatbikatta Heyelanlar" Karayolları Gen.Müd.Yay., İst.Böl.Müd.Araş. Enst.Yay. İST. 1981
- 8- ÖZÇELİK, N.: "Orman Yolu Sanat Yapıları" İ.Ü.O.F. Yay., İ.Ü. Yay. No: 3407, O.F. Yay. No: 323,İST. 1982
- 9- ERKEK, C., AĞIRALIOĞLU, N.: "Su Kaynakları Mühendisliği", Teknik Kitaplar Yayınevi, İST. 1986
- 10- DOĞAN, O., KÜÇÜKÇAKAR, N.: Köy Hiz.Ankara Araş.Enst. Yay., Gen.Yay. No: 157-158-159-160-161, Çiftçi Yay.No:14, 15, 16, 17, 18, ANKARA 1989
- 11- DOĞAN, O.: "Türkiye Yağışlarının Erosiv Potansiyelleri", Tar.Or. ve Köy İşl. Bak., Köy Hiz.Gen.Müd. Yay., ANKARA 1987
- 12- "Doğu Karadeniz Havzası Toprakları", Top.Su Gen.Müd. Yay. ANKARA 1981

- 13- "Türkiye Arazi Varlığı", Top.Su Gen.Müd. Yay., ANKARA 1978
- 14- "Trabzon, Giresun ve Gümüşhane İlleri ve Çevreleri Taşkın raporu" D.S.İ. Gen. Müd. Yay., Trabzon 1990
- 15- ÜMERBEYOĞLU, E., SEVİNÇ, N.: "Doğu Karadeniz Bölgesindeki Heyelanlar ve Diğer Doğal Afetler", Karayolları 10. Böl.Müd.Yay., TRABZON 1990
- 16- ULUGÜR, M.: "Su Mühendisliği", Çağlayan Kitabevi, İST. 1972



ÖZGEÇMİŞ

1962 Ankara doğumlu olup, ilkokul, ortaokul ve lise tahsilini Trabzon'da yaptı.

1984 yılında Karadeniz Üniversitesi Giresun Eğitim Yüksekokulu'ndan mezun oldu.

1985 yılında girdiği Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 1990 yılında İnşaat Mühendisi olarak mezun oldu.

