



ANKARA ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME BÖLÜMÜ

Ankara University Faculty of Agriculture

Department of Soil science and Plant Nutrition

"Tarım, Çevre ve Yaşam Bilimlerinde Öncü"
"Pioneer in Agriculture, Environment and Life Sciences"

ZTO 211 Toprak Bilimi

Doç. Dr. Selen Deviren Saygın

TOPRAK EROZYONU VE KORUMA YÖNTEMLERİ

EROZYON MEKANİZMALARI VE PROSESLER

- Erozyon, toprak kümelerinin parçalanması, su ve rüzgar gibi etmenlerle taşınması ve sonuç olarak, ait oldukları yerlerden farklı ortamlarda birikmesi olayıdır.
- Toprak erozyonu, toprak kümelerinin bireysel veya taşınabilir partiküllere parçalanması ve bunların su ve hava akımları ile taşınmasını içeren iki aşamalı bir prosestir.
- Toprak parçacıklarının taşınması için yeterli enerji kalmadığında, üçüncü aşama çökme oluşur.

Özetle, erozyon, toprak kümelerinin parçalanması ve taşınmasıdır. Bu süreç doğal (jeolojik) olabildiği gibi, insan etkinlikleri sonucu hızlandırılmış da olabilir.

- doğal (jeolojik) erozyon
- hızlandırılmış erozyon

Yerel araziye ve iklim koşullarına bağlı olarak, doğal erozyon yavaş veya çok hızlı olabilir.

Dünya'da jeolojik rüzgar ve su erozyonuna duyarlı olan alanlar



Özellikle rüzgar erozyonuna duyarlı alanlar



Özellikle su erozyonuna duyarlı alanlar

Doğal erozyon yükseklerdeki arazileri aşındırır ve alaklarda arazi Őekillerini oluşturur.



Doğal Erozyon

Doğal erozyonun oluşum hızı ve zaman içerisindeki dağılıımı, arazi şekillerinin yaşını ve oluşan toprakların birçok profil özelliklerini belirler ve kontrol eder.

Genç topraklar ana kayanın yavaş bir şekilde ayrışması ile ve rüzgar veya su ile taşınan sedimentlerden oluşabilir.



Doğal Erozyon

Arazi Őekilleri ve topraklar, doğal erozyon s¼reçleri y¼n¼nden ele alınıp değerlendirilirler. G¼m¼l¼ topraklar, r¼zgar ile taşınan toprak birikintileri ve toprakların taşındığı ve yeniden ç¼keldiđine dair diğer g¼stergeler doğal erozyon s¼reçlerini anlamada yararlıdır. Daha ¼nceki iklim koşulları altında gelişen kalın aşınmiş zonlar zamanla açığa ¼ıkararak genç toprakların oluştuğu ana materyaller olabilir. Doğal erozyon toprak oluşumunu etkileyen ¼nemli bir s¼reçtir ve oluşan toprakların bir kısmını veya tamamını araziden uzaklaştırabilir.

Normal iklim koşulları ve doğal bitki ¼rt¼s¼ altında, ¼ođunlukla toprak erozyonu oluşum hızı, toprak oluşum hızı ile birbirine denk d¼řmektedir (doğal veya jeolojik erozyon). Ayrıca, koruyucu bitki ¼rt¼s¼ ile birlikte yeterli zaman geçmesi koşulu ile derin genç topraklar oluşabilir ve bu durumda, toprak oluşum hızı doğal erozyon oluşum hızından daha fazla olabilir.

Doğal Erozyon



Kastamonu 2005 öğrenci gezisi



Ankara-Mamak Gökçeyurt jeolojik erozyon ve koruma amaçlı çitler

Hızlandırılmış Erozyon

Ne yazık ki, bu jeolojik süreçler çok yavaş işlediğinden, insan etkinlikleri (hızlandırılmış erozyon) tarafından önemleri azaltılmaktadır. Hızlandırılmış erozyonun başlıca nedenleri sürüm, otlatma, orman kesimleri veya diğer doğal bitki örtüsü bozma veya yok etme etkinlikleridir.

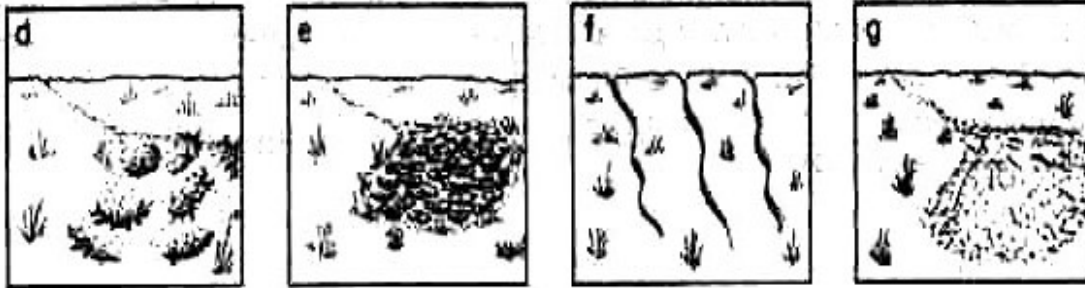
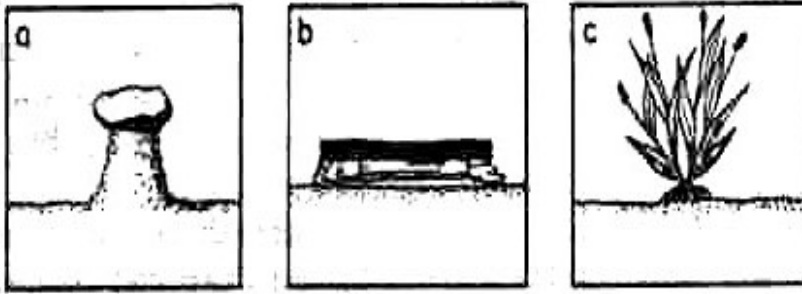


Hızlandırılmış Erozyon



Arazinin üst kısmında yüksek eğimli kısımlarda korumasız toprak işlemeli tarım sonucu renk açılması ile belirginleşen hızlandırılmış erozyon, (Yer: Kastamonu)

Hızlandırılmış Erozyon



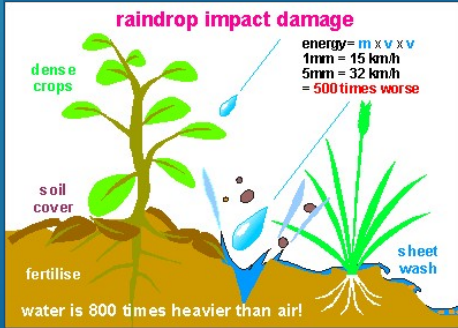
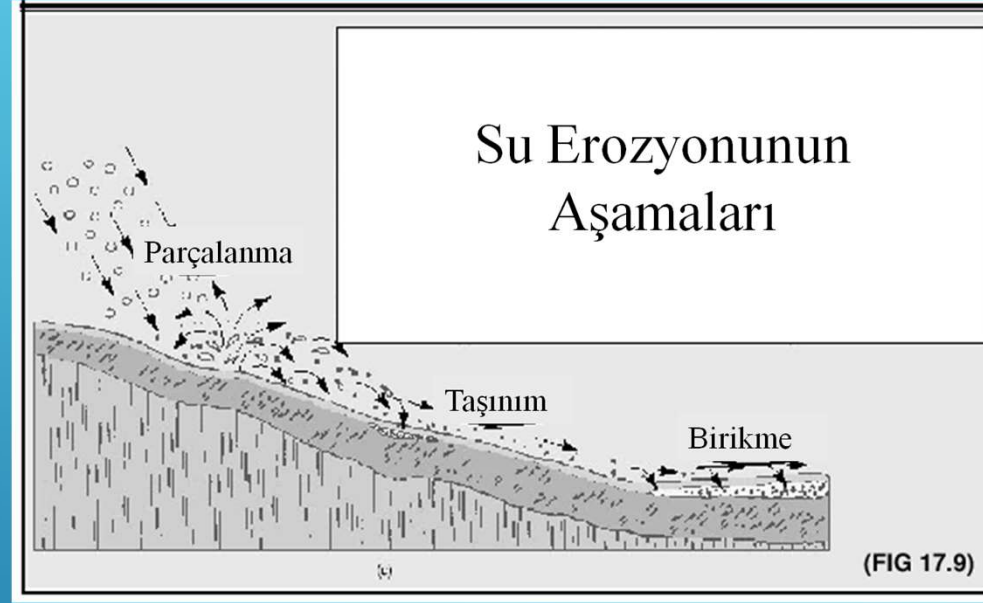
Hızlandırılmış erozyonun görsel tanıları

- a) Toprak sütunları
- b) Farklı kömürleşme ve odunlaşma seviyeleri
- c) Kök taşları
- d) Küçük teraslar
- e) Çukur kesimlerde oluşan kil birikintileri
- f) Parmak ve oyuntu oluşumu
- g) Alüvyal koniler

SULARLA MEYDANA GELEN EROZYONU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1. Bitki örtüsü
2. Topoğrafya
3. Toprak karakterleri
4. İklim

Su Erozyonu



Yağmur damlası vuruş etkisi ile parçalanma



Yüzey akış ile taşınım



Çökme

SULAR İLE MEYDANA GELEN EROZYON TİPLERİ

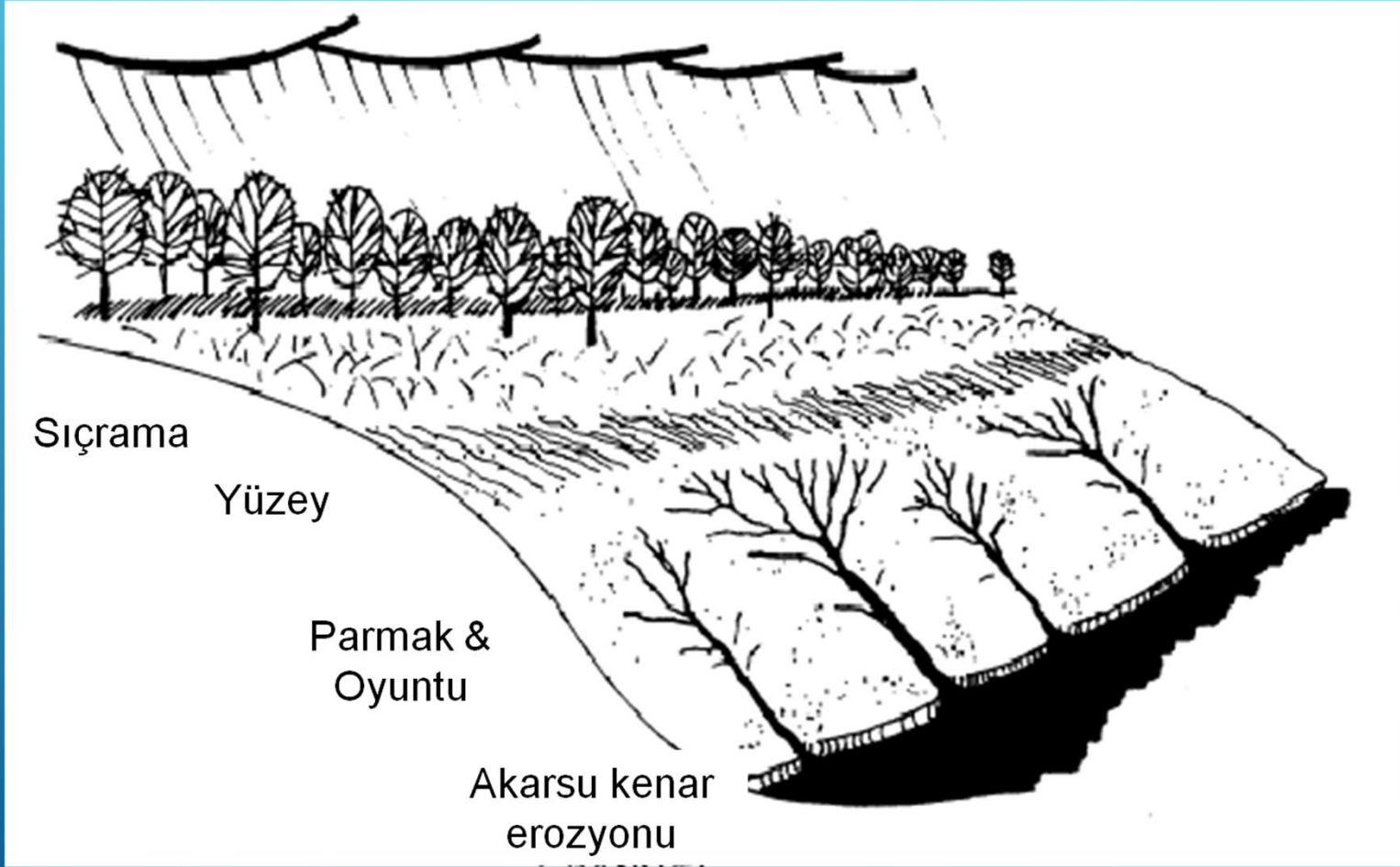
1. Sıçrama (Yağmur damlası) erozyonu
2. Yüzey erozyonu
3. Parmak erozyonu
4. Oyuntu erozyonu



En başta yağmur damlasının darbe etkisi, yüzey erozyonu, parmak ve oyuntu erozyonu görülmektedir. Bu sıra aynı zamanda önlem alınmazsa erozyonun ilerlemesini de göstermektedir.

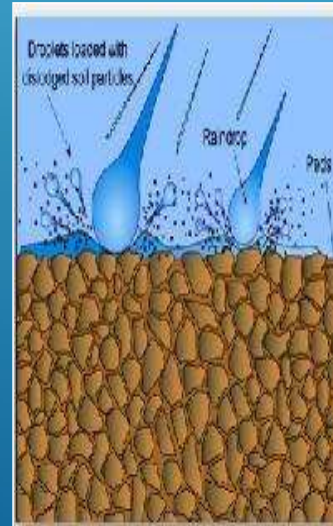
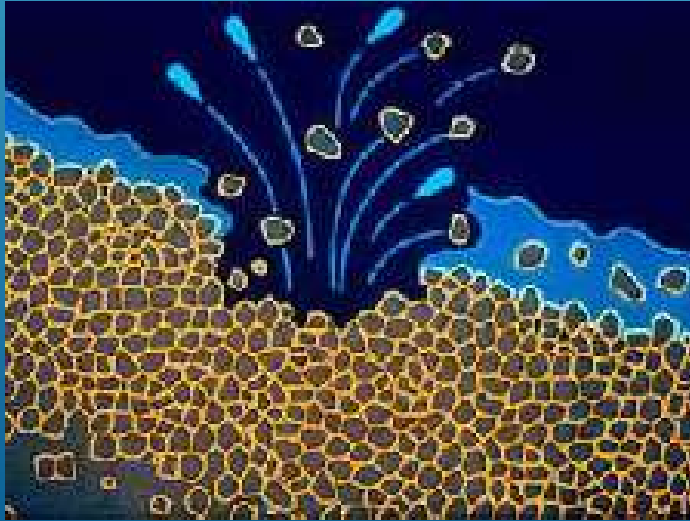
Su Erozyonu

Bir Eğim Boyunca Su Erozyonu Őekilleri



Sıçrama Erozyonu

Düşen yağmur damlaları toprak yüzeyine çarptığında, toprak taneciklerini kopararak havaya sıçratırlar. Parçalanma prosesi, bu toprak sıçramalarının oluşması olayıdır. Bu yüzden, toprak erozyonu, yağmur damlası vuruşu tarafından toprak kümelerinin parçalanması prosesi ile başlar.



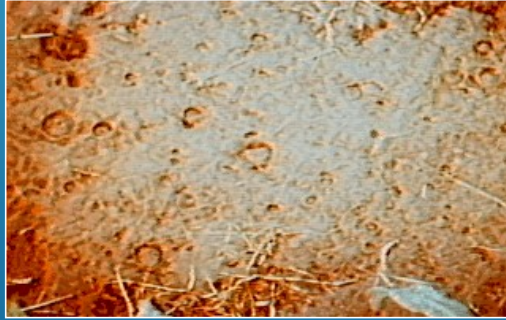
Damla vuruşunun çıplak toprak yüzeyindeki etkisi

Sıçrama Erozyonu



Yağmur damlası hem toprak yüzeyini sıkıştırıcı hem de toprak kümelerini parçalayıcı bir unsur olarak görev yapar. Sıçrama mekanizması ile koparılan ince toprak tanecikleri, toprak yüzeyi gözeneklerini tıkar ve yağmur damlası sıkıştırmasının eş zamanlı etkisi ile de, yüzey kabuğu oluşur.

Toprak yüzeyine düşen yağmur damlaları, toprak kümelerini parçalar ve yüzey akış ile taşınmaya elverişli hale getirir.



Toprak yüzeyinde kabuk oluşumu

Yüzey Erozyonu



Yüzey erozyonu, yağmur damlası parçalama ve yüzeysel akış taşıma prosesleri ile toprağın ince bir tabaka halinde uzaklaştırılması olayıdır. Üst topraktan ince bir katman düzenli olarak yok olur. Bu erozyon zararları pek fazla farkedilemez ve daha açık renkli alt toprağın açığa çıkmasına değin kolaylıkla gözden kaçar.

Her ne kadar bu proste siğ yüzey akış taşıma görevi yapsa da, gerçekte, yağmur damlası vuruş etkisi olmaksızın yüzey erozyonu olmaz.

Yağmur damlasının çıplak toprak yüzeyindeki etkisi ile toprak kümeleri parçalanır ve sıçrar ve toprak yüzeyi sıkışır. Yağış oranı miktarı, su geçirgenliği oranını aştığında, bir yüzey su filmi oluşur ve toprak tanecikleri eğim aşağı taşınır.

Parmak Erozyonu

Parmak erozyonu yaygın bir prosesidir ve yüzey akışların kanallardaki yoğunlaşmasına bağlı olarak, kanalize olmuş yağışların toprak taneciklerini parçalama ve taşıma güçleri artar.



Oyuntu Erozyonu

Parmaklar taşıt hareketlerini sınırlayacak ölçüde büyüdüklerinde, oyuntu olarak adlandırılırlar. Oyuntularda yoğunlaşan hızlı yüzey akışlar, yüksek miktarlarda toprak taşınmasını da beraberinde getirirler. Bu hızlı ve yüksek taşınım, drenaj hatları boyunca ve suların yoğunlaştığı alçak noktalarda derin oyuntuların oluşmasına neden olur.



Hızlı bir şekilde akan yüzey akışlar ile üst ve alt toprağın uzaklaştırılması aniden derin ve geniş oyuntular oluşturur.



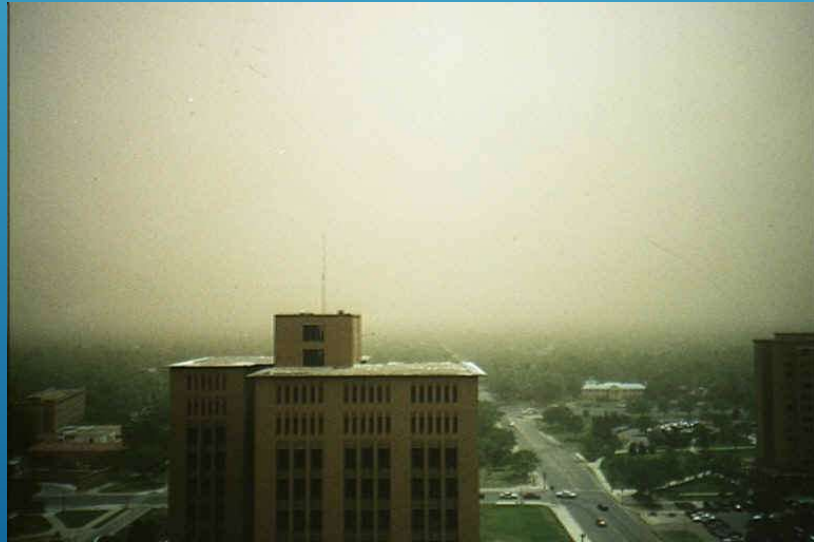
Rüzgar Erozyonu

RÜZGAR EROZYONU

- Arazi yüzeyinin çıplak olduğu kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde meydana gelir



Rüzgar erozyonu



Rüzgar erozyonu



Kumullar

Rüzgar erozyonu



Rüzgar erozyonu arazilerin üretme yeteneğini (üretim kapasitesini) düşürür.

Rüzgar erozyonu



Kum tanecikleri bitki diplerinde birikir ve rüzgar erozyonu dalgalı mikro-topografyasını oluşturur.

Rüzgar erozyonu



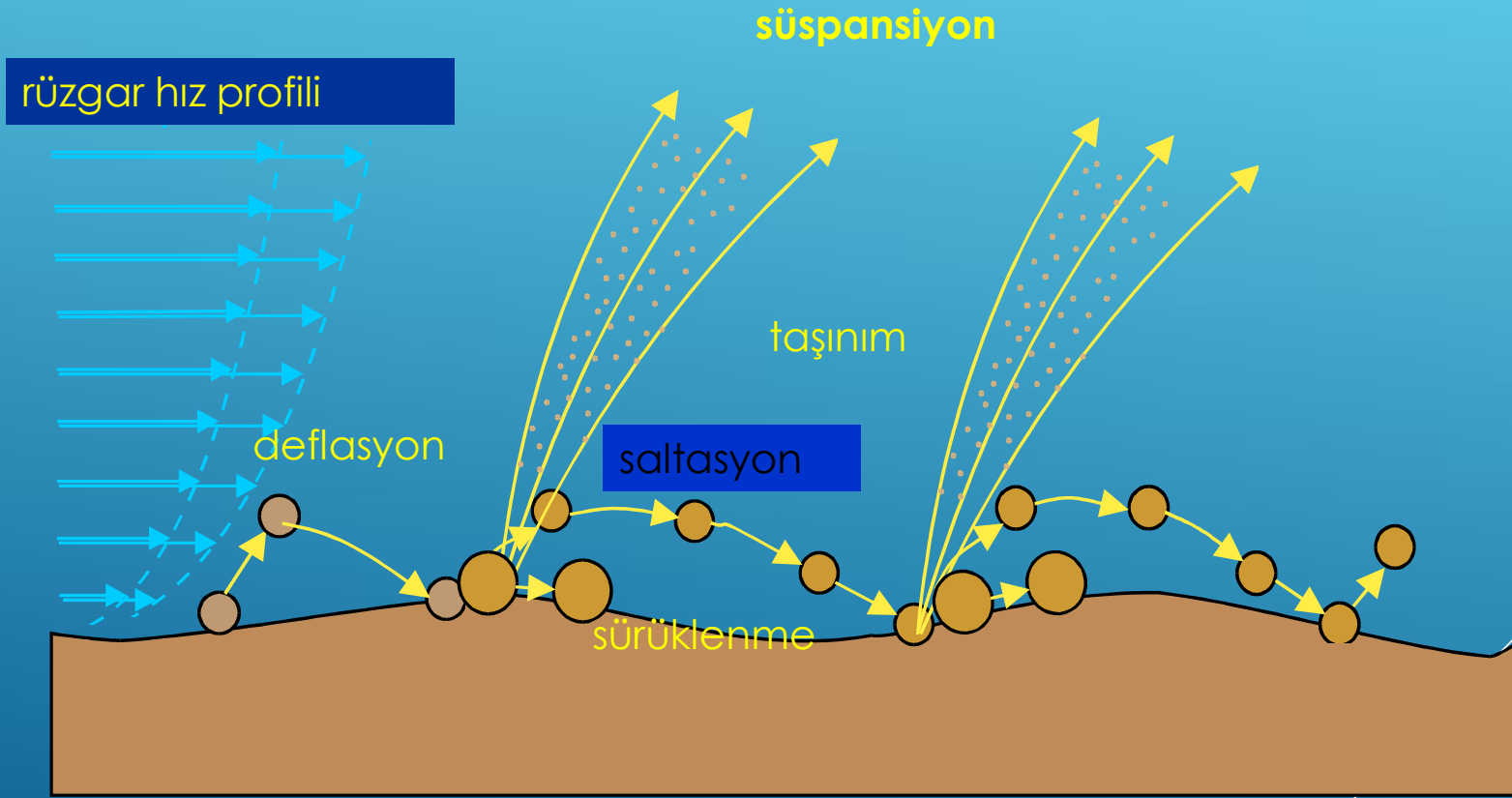
Rüzgar küçük toprak taneciklerini uzaklaştırır ve yüzeyde kaya parçalarını bırakır.

Rüzgar erozyonu



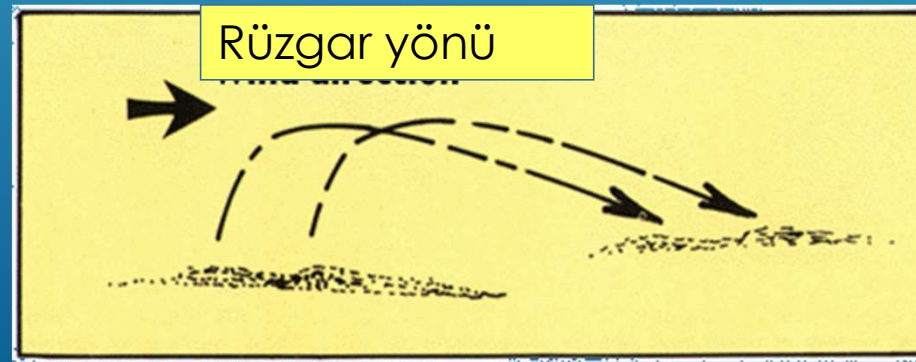
Solda düz bir arazide rüzgar erozyonu ve sağda ise bir rüzgar ile taşınan sedimentler ile dolmuş bir sulama kanalı görülmektedir.

Rüzgar erozyonu mekaniği



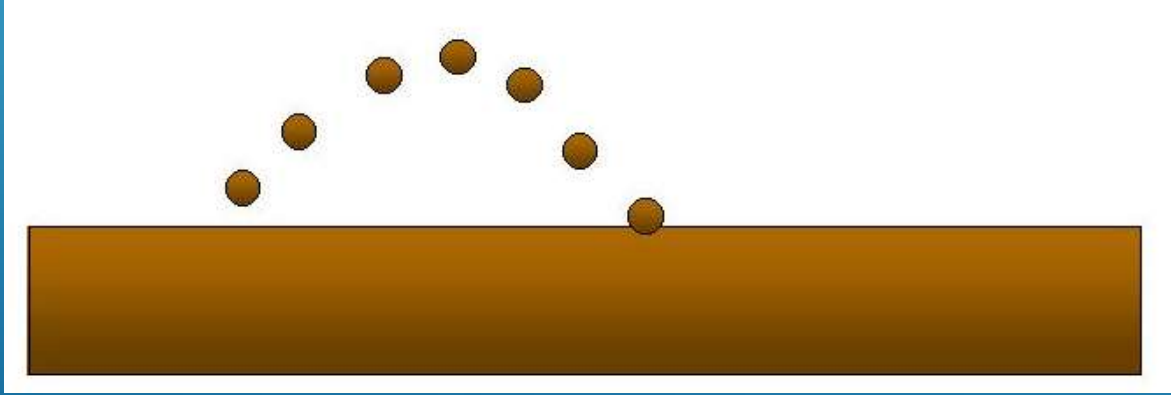
Saltasyon

- $50 \mu\text{m} < d < 500 \mu\text{m}$
- Saltasyon ile taneciklerin % 60'ı 5 cm'lik bir uzaklığa taşınır
- %90'ı 25 cm'ye
- %1'e yakını ise 1 m'den daha uzağa taşınır
- Toplam rüzgar erozyonununun %50 - %70'i saltasyon ile olur.



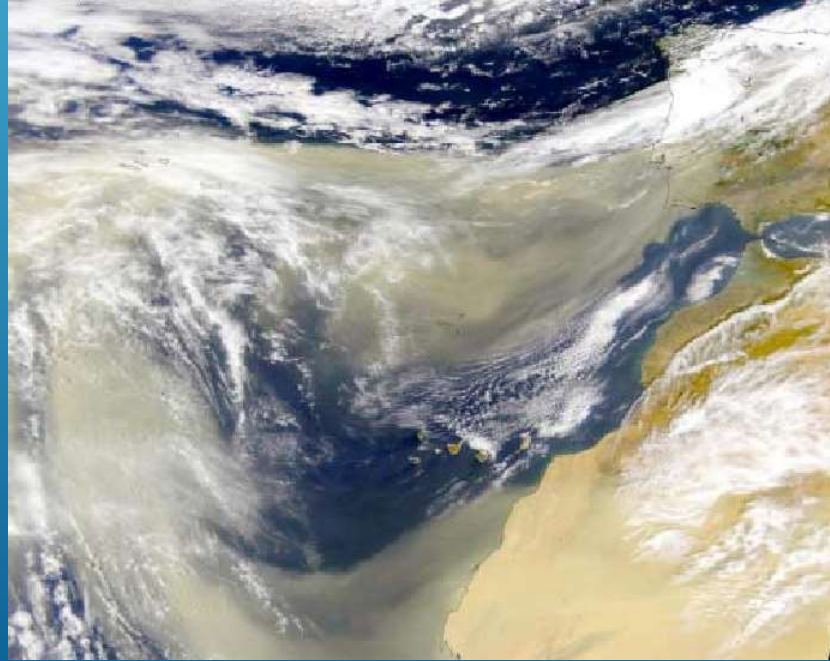
Rüzgar erozyonu mekaniği

Rüzgar erozyonunda taşınan taneciklerin büyük bir kısmı saltasyon sonucudur. Saltasyonda, ince toprak tanecikleri rüzgar tarafından havaya sıçratılır ve yatay olarak toprak yüzeyi boyunca taşınırlar. Bu yolla tanecikler, yüksekliklerinin yaklaşık olarak 4 katı mesafeye taşınabilirler. Yüzeye yeniden düştüklerinde ya tekrar havaya sıçrarlar ya da diğer toprak taneciklerinin sıçramasına neden olurlar. Toprak yüzeyi ve bitki örtüsünde şiddetli zararlanmalara neden olabilirler.



Süspansiyon

- $d < 100 \mu\text{m}$
- Tanecikler kilometrelerce yükseklikte çok uzak mesafelere taşınabilirler
- Toplam rüzgar erozyonununun %10 - %25'i süspansiyon ile olur



Rüzgar erozyonu mekaniği

Süspansiyon çok ince toprak tanecikleri ve tozların havaya kaldırılması ile oluşur. Tozlar ya diğer taneciklerin toprak yüzeyine çarpması ile ya da rüzgarın kendisi tarafından harekete geçirilirler ve yükseklerde çok uzak mesafeleri kat edebilirler.

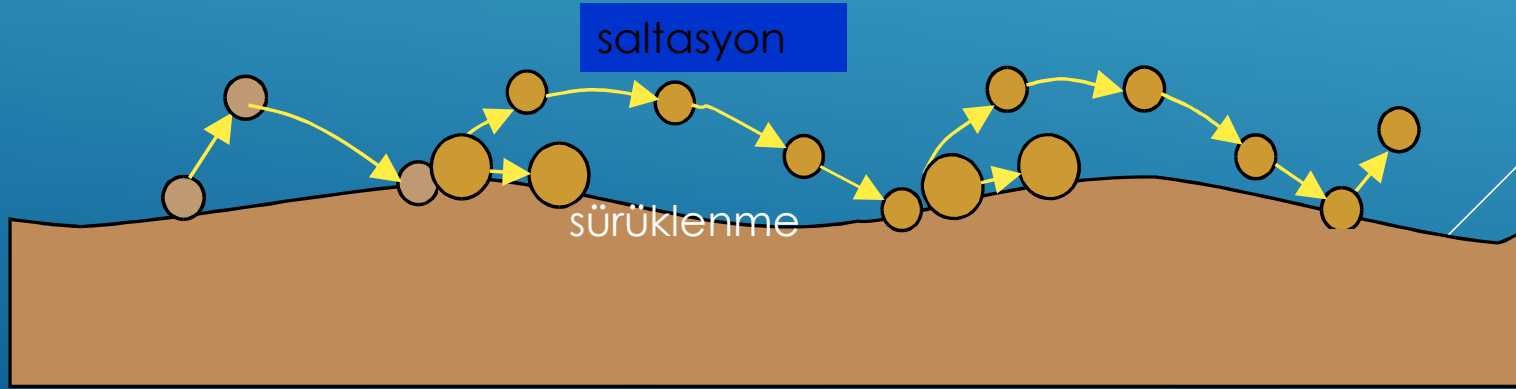


Rüzgar erozyonu mekaniği

Yüzey sürüklenmesi

- $d > 500 \mu\text{m}$
- Tanecikler toprak yüzeyinde yuvarlanarak hareket eder
- Toplam rüzgar erozyonunun %15 - %25'i yüzey sürüklenmesi ile olur

Havaya kaldırılamayacak kadar ağır toprak taneleri yüzeyde sürüklenerek taşınırlar. Bu tane hareketine, saltasyon sonucu havalanan ve yüzeye çarpan tanecikler neden olur.



**Erozyon ölçüm çalışmalarından görünümler (A.Ü.Z.F. Toprak BBB. ---
USDA-NSERL Ulusal Toprak Erozyonu Araştırma Laboratuvarı)**



A.Ü.Z.F. Toprak BBB. Yapay yağmurlama ünitesi



USDA/NSERL Ulusal toprak erozyon laboratuvarı



**USDA/NSERL Araştırma çiftliği,
yapay yağmurlama denemesi**



USDA/NSERL Ulusal toprak erozyon laboratuvarı

Erozyon ölçüm çalışmalarından görünümüler (Gent Üniversitesi, Belçika---Konya Karapınar, Rüzgar Erozyonu Ölçüm Çalışmaları)



Gent Ünivesitesi, Rüzgar Tüneli



Konya Karapınar, farklı arazi kullanımının erozyon duyarlılığı üzerine etkilerinin değerlendirilmesi



Meteoroloji istasyonu ve BEST sediment ucuların araziye yerleştirilmesi, Konya Karapınar, 2010

SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPRAK YÖNETİMİ İÇİN TOPRAK VE SU KORUMA YÖNTEMLERİ

Toprak ve su koruma, toprağın su ve rüzgar ile taşınmasını önlemeyi amaçlar;

Toprak ve su koruma yöntemleri, yüzey akışların yönetimini gerektirir: bu yönetim ise ya

- toprak yüzey koşullarının iyileştirilmesi
- ya da toprak yüzeyinde su hareketinin denetimi ile sağlanır.

SU EROZYONU KONTROL YÖNTEMLERİ

Bitkisel Kontrol

- Malçlama
- Örtü bitkileri
- Sıralı ağaç/çalı-ürün sistemleri
- Ekim nöbeti
- Şeritvari ekim
- Otlandırılmış su yolları

Fiziksel Kontrol

- Korumalı sürüm
- Kontur sürüm
- Teraslama
- Çevirme hendekleri
- Otlandırılmış su yolları
- Çitleme

Malçlama (Örtüleme)

Temel olarak **malç**, sürülmeksizin veya toprağa karıştırılmaksızın toprak yüzeyinde bırakılan organik veya inorganik koruyucu bir örtüdür.



ağaç kabuğu



çakıl



odun kırıntıları



sap-saman

MALÇLAMA (ÖRTÜLEME)



ÖRTÜ BİTKİLERİ

Örtü bitkileri koruyucu toprak örtüsü oluşturmak amacıyla yetiştirilen ve daha sonra ya yeşil gübre olarak toprağa karıştırılan veya yem bitkisi olarak biçilen ya da örtü olarak bırakılan bitkilerdir (Kışlık buğday, arpa, burçak vb.).

Genellikle, nadas yerine düşünülürler; yoğun yağışlı sonbahar ve ilkbahar aylarında toprak yüzeyini boş bırakmamak için, iklime bağlı olarak, ana ürün öncesi veya sonrası ekilirler. Toprağın işlenebilirliğini artırır, organik madde kazandırır ve erozyonu azaltır.



ÖRTÜ BİTKİLERİ

Kışlık baklagil (tüylü fiğ) – çavdar
15 Eylül: ekim tarihi



Sıralı ağaç/çalı-ürün sistemleri

Ağaç veya çalı sıralarının tarımsal ürünler ile birlikte yetiştirilmesidir; amacı

- yüzey akışlarının hızı düşürmek,
- yüzey akışlarla gelen sedimentleri yakalamak,
- ve varsa kirleticileri tutmaktır.



Sıralı ağaç/çalı-ürün sistemleri



EKİM NÖBETİ

- ▶ Aynı arazide farklı ürünlerin sıra ile yetiştirilmesidir.
- ▶ Örnek: 3–yıllık mısır, soya ve buğday kullanarak uygulanan ekim nöbeti.
- ▶ Avantajları
 - ▶ Toprak işleme daha iyi olur
 - ▶ Su tutulumu gelişir
 - ▶ Erozyon azalır
 - ▶ Organik madde artar
 - ▶ Su depolama kapasitesi gelişir



Ekimde hasat edilen mısırdan sonra örtü bitkisi olarak çavdar ve arpa karışık olarak ekilmiştir.

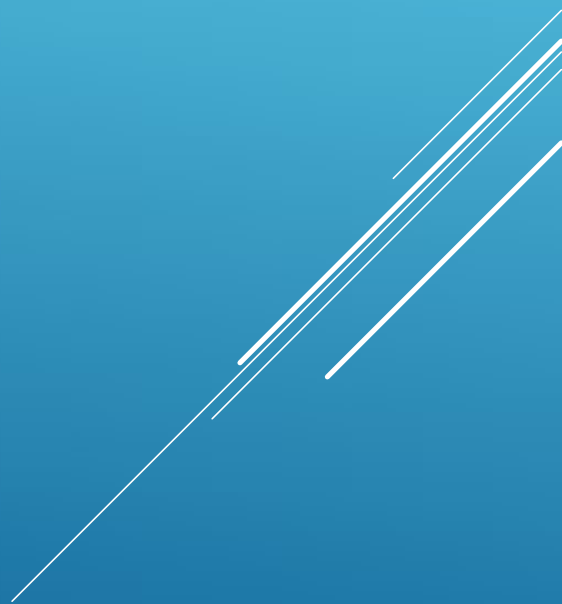
ŞERİTVARİ EKİM

Şerit üzerine ekim, arazi üzerinde eş yükselti eğrilerine paralel bir şekilde düzenlenilen şeritlerde tarım yapma yöntemidir.



- ▶ Farklı ürün şeritlerinin birbirini takip etmektedir.
- ▶ Hakim eğim yönüne dik olarak şeritler yerleştirilirler.
- ▶ Yem bitkileri şeridi, mısır şeridi, kuru ot şeridi
- ▶ Kuru ot şeritleri suyun daha fazla emilmesini sağlar, toprağı yerinde tutarak, oyuntu oluşumunu önler ve yüzey akış hızını düşürür.

FİZİKSEL ÖNLEMLER

- ▶ Korumalı sürüm
 - ▶ Kontur sürüm
 - ▶ Teraslama
 - ▶ Çevirme hendekleri
 - ▶ Otlandırılmış su yolları
 - ▶ Çitleme
- 
- A decorative graphic consisting of several parallel white lines of varying lengths, slanted diagonally from the bottom right towards the top right, set against a blue gradient background.

KORUMALI SÜRÜM

- ▶ Bu sistem ürün üretimi için ekonomiktir ve toprak ve suyun korunmasına yarar
- ▶ Önceki üründen kalan artıklar toprağın korunmasını sağlar
- ▶ Genel yöntemler ; 0 toprak işleme, Azaltılmış toprak işleme, Minimum toprak işleme
- ▶ Avantajları
 - ▶ Daha az enerji ve zaman gerektirir
 - ▶ Toprak nem ve organik madde düzeyi yükselir
 - ▶ Toprak erozyonunu azaltır
- ▶ Dezavantajları
 - ▶ Yabancı ot, zararlı ve hastalıkları artırır
 - ▶ Ürün artıkları azot bağladıkları için daha fazla gübrelemeye ihtiyaç gösterir



KONTUR SÜRÜM

- ▶ Yamaç arazilerde sürüm işleminin eğime dik olarak yapılmasıdır
- ▶ Yüzey akışlarının eğim aşağı kolaylıkla akmasını önler



TERASLAMA

- ▶ Arazide konturda daha fazla kanal yapılır
- ▶ Teraslar eğimin %2 yi geçtiği yerlerde inşa edilirler
- ▶ %2-12 eğimde saptırıcı ve emdirici, %12 den fazla eğimlerde seki teraslar yapılır



Solda ağaçlandırma sağda ise işlemeli tarım amaçlı seki teraslar gözükmektedir.

Çevirme hendekleri

Yoğun yüzey akış alanlarında ve eğimin üst kısmında akışların yoğunlaştığı alanlarda eğim uzunluğunu kırmak ve uygun bir çıkış ağzına yüzey akışları tahliye etmek için inşa edilirler.



OTLANDIRILMIŞ SU YOLLARI

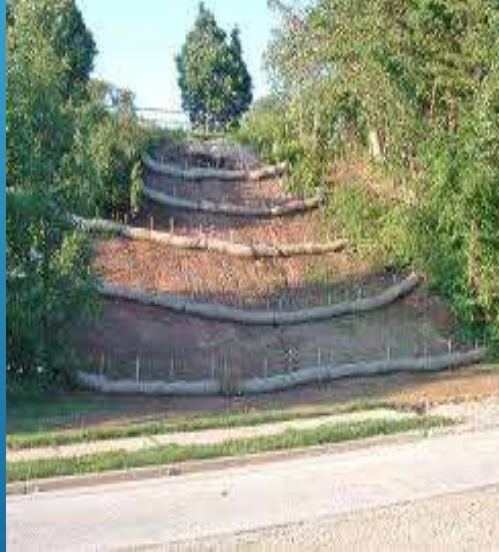
- ▶ Bitki örtüsü ile devamlı surette kaplanmış doğal drenaj kanalıdır.
- ▶ Çoğunlukla oyuntu oluşumunu önlemek için kullanılır
- ▶ Sıklıkla çok yıllık otlar yumak (fescue) ve çayır salkım otu (bluegrass) kullanılır
- ▶ Gübreleme, malçlama ve yüksek dozda tohum ekimi ile hızlı ot örtüsü kurulumu önerilir



Otlandırılmış su yolları çoğunlukla arazideki doğal depresyonlara bitki ekmek suretiyle tesis edilirler. Doğrultuları eğim yönündedir

ÇİTLEME (FENCİNG)

- ▶ Çitleme hayvanları göletler ve erozyona duyarlı yerlerden uzak tutar
- ▶ Büyük oranda oyuntuların gelişimini önler
- ▶ Hayvan dışkılarının doğrudan su kaynaklarına bulaşmasını önler



RÜZGAR EROZYONUNUN ÖNLENMESİ

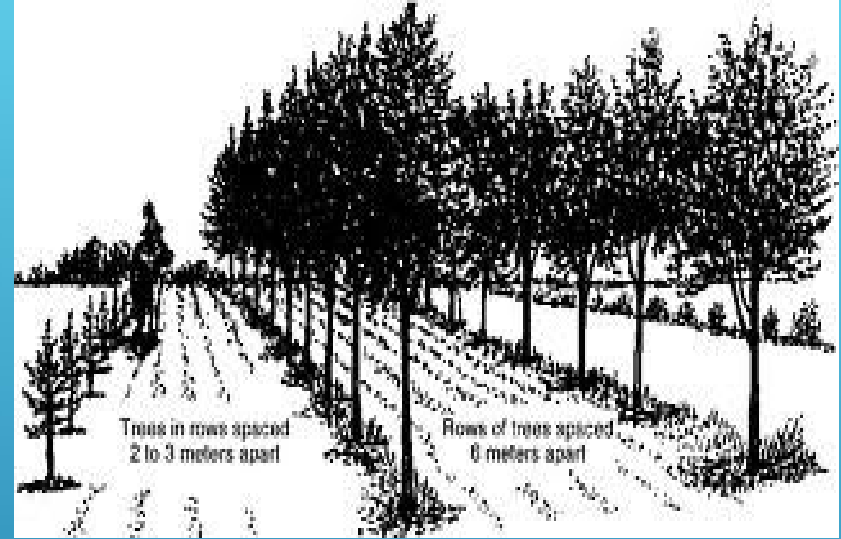
Rüzgar erozyonu doğal bir olay olmasına rağmen aynı zamanda ciddi bir küresel problem ve çölleşmeden sorumlu temel faktörlerden bir tanesidir. Bitki besin maddesi, organik madde ve ince toprak fraksiyonlarının kayıplarından dolayı toprak verimliliğinin azalmasına neden olur. İklim değişimini etkiler. Hava kalitesini bozarak insan sağlığını doğrudan ve taşıdığı patojenlerle dolaylı yoldan tehdit eder. Mikro besin elementlerinin karasal ve denizel ekosistemlerine taşınmasını sağlar. Aslında rüzgar erozyonu kurak ve yarı-kurak bölgelerde doğal bir süreç olmasına karşın, insan etkisi ile bozuluma uğramış mera ve tarım alanlarında dramatik boyutlara ulaşabilmektedir.

Rüzgar erozyonun kontrolünde uygulanacak yöntemler aşağıda sıralanmıştır;

- a) Acil sürüm
- b) Rüzgara dik sırtlı toprak hazırlığı
- c) Anızlı tarım ya da malç kullanımı
- d) Çiftlik gübresi kullanımı
- e) Acil sulama
- f) Toprak yüzey stabilizatörleri kullanımı
- g) Rüzgar perdeleri
- h) Şerit üzerine ekim



Sırtlı toprak hazırlığı



Rüzgar kırıcı ağaç şeritler



Sırtlı sürüm