

## RÜZGÂR EROZYONU ve KONTROLU(x)

Çeviren Doç. Dr. Hayati Çelebi(xx)

Uzun süreden beri devam eden ve toprak oluşumunda önemli olan jeolojik olaylardan biri de, toprak materiyalinin rüzgârla hareketi ve onun tekrar arz yüzeyinde dağılmasıdır. Bitki örtüsü, toprak ve iklim şartları arasındaki denge aşırı hayvan otlatma ve ziraî ürünlerin yetiştirilmesi maksadı ile bozulduğu zaman; hızlandırılmış rüzgâr erozyonu bir problem olarak kendini gösterir. Genellikle, bu problem kurak veya yarı yağışlı bölgelerin eski çayır arazilerinde görülür. Bu yazıda ziraî sahalardaki hızlandırılmış rüzgâr erozyonundan bahsedilecektir.

**Erozyonun Mekânîği :** Esasında, rüzgâr erozyonu olayında iki hareket tipi mevcuttur. Bunlar: (1) materyalin başlangıç hareketi ve (2) erozyonun çeşidine veya zerrenin hareket şekline bağlı olmadan rüzgâr kuvvetinin materyali taşıma hareketidir. Aşınan materyalin depozit olarak birikmesi bir erozyon olayı değildir, ancak bu erozyon olayının bir neticesidir.

Mütecanis olmayan toprak materyalinde, yatak hareketinin başlaması veya sona ermesi bakımından bir başlangıç hızından veya makaslama kuvvetinden bahsetmek mânasız olacaktır. Pratik noktaî nazardan, çıplak ve aşımablen kültüre müsait arazilerde yüzeyden 60 cm. yukarıda rüzgâr hızı saatte 16,5 Km. ile 25 Km. arasında olduğu zaman toprak hareketi meydana gelir.

Çapları 0,2-0,7 mm. arasında değişen ve hemen hemen mütecanis kohezyonsuz kum yatakları üzerinde yapılan rüzgâr tuneli denemelerinde, salasyon ile toprağın harekete geçmesi aşağıdaki şekilde tesbit edilmiştir (4):

$$r_s = 0,007.d$$

Burada :

$r_s$ : yatak sahasında rüzgârın zâhiri makaslama kuvveti, pound/ft<sup>2</sup>.

d: Kum zerrelereinin çapı, mm.

Çapları 0,10 ile 0,15 mm. arasındaki toprak zerrelereini harekete geçirebilmek için minimum bir başlangıç hızına ihtiyaç vardır. Çapları 0,10 mm. den daha küçük olan toprak zerrelereini harekete geçirmek için gereken ortalama yatak hızı, zerre üzerinde hava akımının viskoz ve muhtemelen kohesif etkisi dolayısıyla çoğalmağa başlar.

Bir toprak sathı üzerinde rüzgârın başlama hızı ( $r_0$ ), toprak yüzeyinden belli bir yükseklikteki hızın ( $u$ ) karesi ile orantılıdır. Bu faktörlere bağlı olarak, belli bir toprak veya kum materyalinin hareket hızı,  $q$ , aşağıdaki şekilde ifade edilebilir :

$$q \propto r_0^{3/2} \propto u^3$$

**Erozyon Çeşitleri :** Hızlandırılmış rüzgâr erozyonunun çeşitleri; (1) arazi yüzeyinin düzlenmesi, (2) toprak materyalinin parçalanması ve (3) toprak materyalinin taşınmasıdır. Lister âleti ile sürülmüş bir tarla düşünelim: Sürüldükten sonra tarlada köşeli kesek-

(x) Agricultural Engineers Handbook. C. B. Richey, editor in chief 1961 Sa: 504-508.

(xx) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü Öğretim Üyesi.

ler ve kırıklar mevcut olur. İlk anda, toprak sathı, toprak materyalinin yüzeyden daha alçak yerlere hareketini engelleyecek şekilde yeteri kadar bir pürüze sahiptir. Kısa zamanda kesekler tecezzi olayları sonucu ayrışmaya ve toprak sathı da rüzgâr, yağış ve yerçekimi etkisi ile düzenlenmeğe başlar. Yüzeyin düzenlenmesi ile, rüzgâr, tedricen daha küçük parçalanmış toprak materyalini harekete geçirir. Nihayet öyle bir duruma gelir ki, toprak yüzeyinin büyük bir kısmı aşınabilen materyalle örtülerek zerrelere toprak yüzeyinde aşağı yukarı daha serbest hareket edecek bir hale gelirler. Bundan sonra, zerre hareketi, yüzeydeki materyalin iyice parçalanıp kırılmasına bağlı kalır.

**Toprak Hareket Tipleri:** Zerrelere, havada uçarak (süspansiyon), zıplayarak (saltasyon) ve toprak yüzeyinde sürüklenerek hareket ederler (1). Süspansiyon ile taşınabilen materyal, toprak yüzeyindeki vasat rüzgârdan daha az bir son düşüş hızına sahiptir. Genellikle, şüphesiz bunlar, doğal şekillerine ve zahiri yoğunluklarına bağlı olarak 0,1 mm. çapından daha küçük olan zerrelere dir.

Saltasyon, jeoloji literatüründe çok kullanılan ve toprak yüzeyinden yukarıda bir hava akımı halinde kum zerrelere nin hareketini izah eden bir terimdir. Yüzeyde sürüklenme de, yatak boyunca hareket eden materyali ifade eder. Saltasyonda hareket eden zerrelere ileri hareketlerinin mühim bir kısmını yalnız rüzgâr basıncından aldıkları halde; yüzey sürüklemeye hemen hemen bütün hareketler saltasyondaki çarpma tesirinin bir sonucudur. Saltasyonda zerrelere x, y ve z yönünde ha-

reket bileşiklerine sahiptirler. Ayrıca, çok seri halde çekilen fotoğraflar, bunların yatak üzerinde veya havada başka zerrelere elâstiki olarak çarpışması ile yüksek fakat değışebilen dönüş hızlarına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Dönüş eksenleri değışebilir ve dönüş bu gibi eksenlerin etrafında herhangi bir yönde de olabilir.

**Rüzgâr Erozyonunun Tipleri:** Bir arazi yüzeyinden toprak materyalinin kitle halinde hareketi, esasında, silt ve kilden meydana gelen ince tekstürlü topraklarda müşahade edilen bir olaydır. Bu gibi topraklarda bütün primer zerrelere, rüzgâr kuvvetine bağlı olarak süspansiyon ile hareket ederler. Aynı zamanda, primer zerrelere bir araya gelerek sekunder olarak agregatları meydana getirirler. Agregatların az miktarda oluşması rüzgârların tesiriyledir. Genel olarak, agregatlar rüzgâr etkisi ile parçalanmak suretiyle saltasyon hareketine tâbi olarak orijinal yerlerinden daha uzaklara taşınırlar. A.B. Devletlerinde Great Plains'deki topraklar umumiyetle koyu renkli olup bunlar «sert topraklar» adını alırlar.

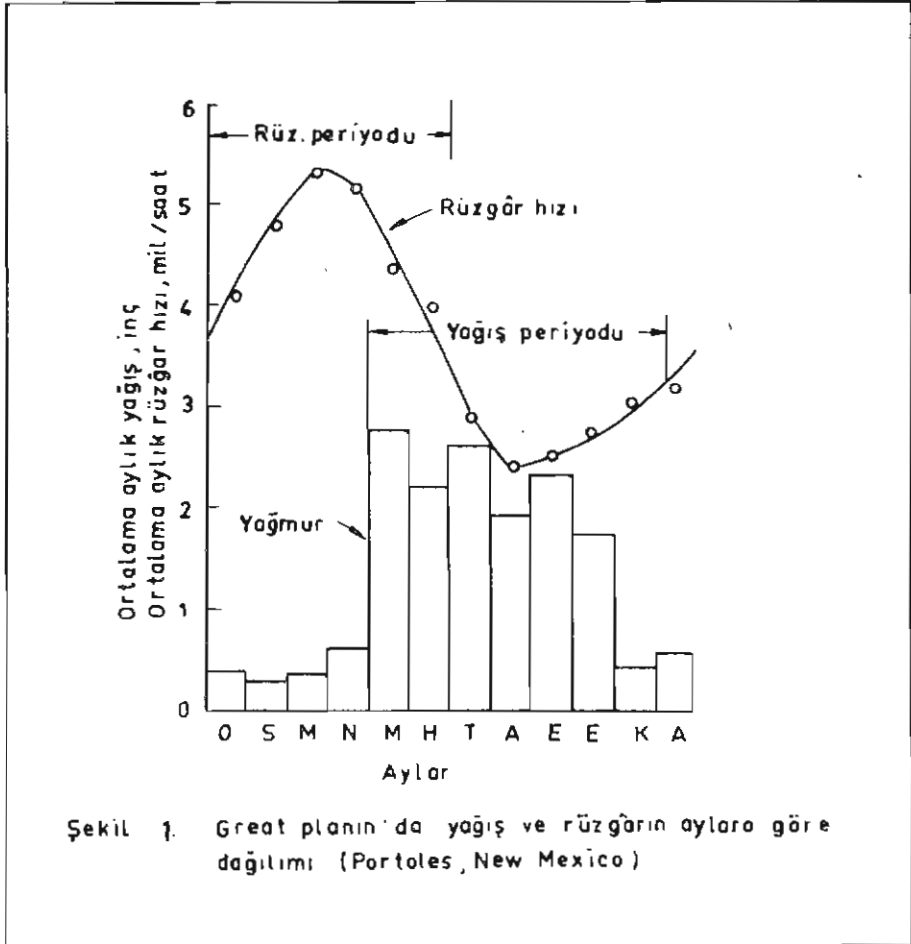
**Selektif Erozyon:** Aşınabilen yüzeyden materyalin inceliklerine göre taşınarak şekillenmesidir. Bu olay, rüzgâr kuveveti ile süspansiyon olmayacak ve orijinal yerinden kaldırılmayacak kadar çok iri olan bazı primer toprak materyalini havi kumlu arazilerde görülür. Bu tip erozyon, aşınma sahasındaki topraktan daha ince ve verimli fraksiyonların taşınması ile hasıl olur. Geride kalan kaba materyal, yani kumlar tümsekler ve kumullar halinde yığılırlar. Bazı hallerde, oldukça kaba materyal yüzeyde toplanarak bir çöl

manzarası meydana getirirler. Bu topraklar genellikle rezidual veya kolluvial karakterdedirler.

**İklim Faktörleri:** Rüzgâr erozyonu olayı üzerinde etkili iklim faktörleri; rüzgâr hareketleri, yağış ve ısı sıralanabilir. Az miktarda yağış, şiddetli rüzgârlar ve fazla ısı dereceleri rüzgâr erozyonu üzerinde etkilidir. Şekil (1) de A.B. Devletlerinde Great Plains'de bir sahadaki yağış ve rüzgârın mevsimlere dağılışı görülmektedir.

Bu şekilde görüleceği gibi, en şiddetli rüzgâr hareketleri kurak peri-

yodda ve kış sonlarına doğru yağmurlar başlamadan ve bitki örtüsü gelişmeden önce vukuu bulmaktadır. Zararlı rüzgârlar günde birkaç saat olarak fırtına şeklinde eserler. Bunlar senelik olduğu gibi, günlük ve mevsimlik olarak da gösterilebilirler. Fırtınaların direkt tesirleri ve tipleri de dikkate alınmalıdır. Atmosferik hareketlerde büyük farklar mevcut olduğu gibi, aynı hızdaki fırtınaların toprakları aşındırma kabiliyetleri de çok farklıdır. Kuraklık, rüzgâr ve yüksek ısı derecesinin anormal bir şekilde biraraya gelmesiyle şiddetli erozyon olayı mey-



dana gelir. A.B.Devletlerinde 1930 yılında görülen çok şiddetli erozyon olayı toz fırtınaları bu yukardaki faktörlerin bir araya gelmesinin sonucudur. O zaman mevcut iklim durumunun tekrerrür ihtimali hemen hemen yüz senede bir olarak hesaplanmıştır.

**Toprak Faktörleri:** Rüzgâr erozyonu bakımından tekstür ve strüktür değişmeyen toprak faktörleri olarak görülmekle beraber, gene topraklar bir çok hususlarda farklı karakterler gösterirler. Toprak rüzgâra mâruz bıraktığında hemen yüzeyinde birtakım önemli fiziksel değişiklikler meydana gelir. Bir toprağın kesek veya agregat yapısı; mevsimler, toprağın işlenme şekli, donma, ıslanma, kuruma ve çözünme gibi faktörlerle değişikliğe uğrar. Toprak yüzeyi pürüzlülük, sıkışma derecesi ve kabuk bağlama (yüzeyde) veya çimentolaşma bakımından oldukça değişiklik gösterir.

Toprakların erozyon durumunu tesbit gayesiyle yapılmış olan rüzgâr tuneli çalışmalarında; yüzey toprağına ait kuru elek analiz neticelerinin, belli bir anda o toprak için bir erozyon indeksi olabileceğini ortaya koymuştur (2).

**Kontrol Prensipleri:** Rüzgâr erozyonunun kontrolü iki esasa dayanmaktadır: (1) Erozyon sahasında direkt rüzgâr hızını azaltmak ve (2) rüzgâr faaliyetine karşı koyabilmek için toprak materyalini veya zerrelere hareketini sınırlandırmaktır.

**Bitki Örtüleri ve Bitki Artıkları :** Yüzeyde toprak zerrelere hareketi geçiren rüzgâr hızının bir kısmını tutacak kabiliyette dedir. Halâ rüzgâr kuvveti toprak kitlesine etki ediyorsa;

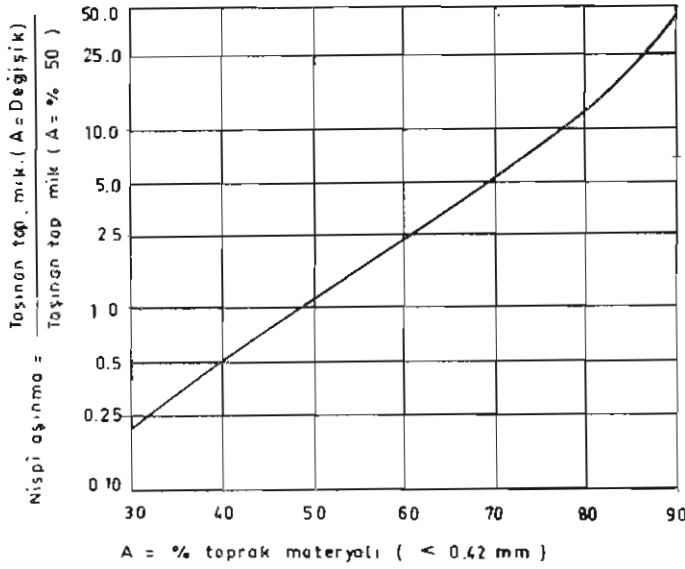
bu taktirde, rüzgâr kuvveti yüzeyde aşınabilen zerrelere ziyade toprak içinde dağılmış bitki artığı veya bitki üzerine gelecek şekilde değiştirilmelidir.

Toprak yüzeyinde rüzgâr yönüne dik olarak tanzim edilen *manialar*, yüzeyde rüzgâr kuvvetini azaltmak suretiyle etkili bir saha meydana getirirler. Bu koruyucu tedbir, arazi yüzeyi üzerinde hava akımında birtakım değişikliklere sebep olur.

Yüzeyde erozyona mukavim toprak agregatlarını veya kesekleri idame ettirmeye matûf her türlü kültürel faaliyetler kontrol prensibinin ikinci gurubuna dahildir. Ayrıca, toprağın kesekli ve pürüzlü olması, zerrelere hareketi geçmesini önleyici bir etkiye sahiptir.

**Kontrol Metodları:** İklim, toprak ve bitki örtüsü arasında mevcut bir dengede, özellikle bitki örtüsü arazi yüzeyini rüzgâr faaliyetlerine karşı oldukça muessir bir şekilde muhafaza eder. Genel olarak, kültür altındaki arazilerde bu durum dikkate alındığı taktirde, rüzgâr erozyonu lâyiki veçhile kontrol altına alınmış olacaktır.

Arid bölgelerde rutubet daima bitki örtüsünü sınırlayan bir faktördür. Bazı mahsülün rutubeti muhafazası gayesiyle nadas faaliyetine başvurulmuştur. «Sweep tipi» pullukların kullanıldığı bitki artıklı ziraat sisteminde; bitki artıkları, nadas periyodunda mahsülün gelişmesi ve toprakta rutubetin depolanması için koruyucu bir örtü hasıl etmiştir. Hasattan sonra gelecek ilkbahara kadar tarlanın işlenmeden bırakıldığı geç nadas durumunun toprağın korunması bakımından daha uygun olduğu müşahade edildi. Bu



Şekil 2. Kuru toprak materyali (< 0.42 mm) yüzdelere bağlı olarak nispi toprak aşınması.

faaliyet avantajlı olduğu için yıllardır kullanıldı.

**Rüzgâr Perdeleri:** Daimi ağaç ve çalı şeritlerinden müştekil olup, bunlar mekanik koruyucu bir mania teşkil ederler.

Bu tesisler elverişli rutubet kaynağına sahip olan derin topraklarda uygulanırlar. Perdelerin uygun olarak yerleştirildiği yerlerde, şeritler arasındaki mesafe ağaç boyunun 15 veya 20 misli uzunluğunda olmalıdır. Zararlı rüzgârlar hâkim yönden esmiyorsa, bu taktirde perdeler iki istikamette tanzim edilmelidir.

Fazla şiddetli hâkim rüzgâr yönüne dik olarak tanzim edile *mahsul sıraları* toprağın vegetatif olarak korunmasını sağlayan müessir bir tedbirdir. Değişik

şeritlerin kullanılması, mania tesiri dolayısıyla daha iyi bir mekaniksel korunmayı temin eder ve erozyona maruz sahalar da elimine edilmiş olur. Maalesef A.B. Devletlerinde Great Plains'in bazı bölgelerinde hemen hemen aynı tahribatı yapan rüzgârlar doğu-batı ve aynı zamanda kuzey-güney yönlerinde eserler. Great Plains'in kuzey kesimlerinde mahsul sıra'arının kuzey-güney yönünde tanzimi ve ekimi faydalı olmakla beraber, güney kesimlerinde bu istikamet in doğu-batı yönünde olması daha faydalı olmaktadır.

Toprak stabilitesini sağlayan bitki büyümesi için rutubeti elverişli bir şekilde tutan ve muhafaza eden uygun bir amenajman şekli kurak mıntikalarda rüzgâr erozyonunun iyi bir şekilde kontrolü için esastır. Kurağa çok

dayanıklı mahsullerde dikkate değer gelişmeler olmuştur. Muhtelif mahsul-lerin ortalama su ihtiyaçları başka başkadır. Örneğin, sorgum bitkisi rutubeti buğdaya nazaran daha etkili bir şekilde kullanır. Diğer taraftan, sorgum, arazi üzerinde tekrar çabucak bir örtü teşkil etmek üzere kışlık buğdaydan sonra ekilebilen bir bitkidir. Sun'i gübreler de mahsul üretimi bakımından rutubetin daha tesirli olarak kullanılmasını mümkün kılarlar ve bitkilerin büyümesini hızlandırarak toprağın rüzgârdan korunmasını temin ederler.

### Chiselle Derin Sürüm ve Alttan

**Sürümde:** Altta bulunan nisbeten sert veya geçirimsiz tabakaların gevşetilerek, rutubetin toprağın içine nüfuzu ve kök gelişmesi bakımından çok müsait şartları hazırlamak suretiyle toprağın normal bir derinliğe kadar işlenmesi sağlanır. Aynı zamanda bu sürüm faaliyetleri ile toprak materyali yüzeyde sert kesekli bir hale gelir ve dolayısıyla toprak belli bir zaman için kısmen rüzgâr tesirlerine dayanıklı olur. Keza, kumlu arazilerde 30-45 cm. derinliğe kadar uygulanan bir sürüm şekli toprağın rüzgâr ile taşınmaya karşı mukavemetini artıran genel bir faaliyettir. Rüzgâr olayını müteakiben birçok arazilerin yüzeyi fazlaca kumlu bir karakter alır. İnce tekstürlü materyali havi arazilerde, aşınabilen yüzey materyalinin gömülmesi, silt ve kilin yüzeyde birikmesi gibi direkt faydalar da mevcuttur. Nispeten dengeli arazi kullanma sistemlerinin tesisine yardımcı bir işlem takip edilmediği müddetçe, bu olay şüphesiz zararlı olacaktır.

Rüzgâr erozyonu kontrolü bakımından, toprağı mümkün mertebe kesekli hale getiren ve aynı zamanda bitki artıklarını gömmeyen bir sürüm âleti kullanılmalıdır (3).

*Yağmurlama sulama* metodu da organik veya kumlu toprakları havi bazı arazilerde şiddetli rüzgârların vukuu esnasında veya hitamından önce tatbik edilir. Bu metodun başarılı olması, sulanan arazinin kritik peryodlarda tam olarak bitki ile örtülü bulunup bulunmamasına bağlıdır.

Erozyona mâruz arazi yüzeyini kontrol etmek için uygulanan *âcil sürüm* şekli de, kontrolün güç olduğu hallerde araziye muhafaza etmek veya saltasyonla hareket eden zerrelerin genç bitkilere vaki zararlı tesirlerini azaltmak üzere baş vurulan en son çaredir. Bazı durumlarda, âcil sürüm tatbik ederek bir mahsülü korumak mümkündür. Bu metodun gayesi, erozyona mukavim toprakları havi tarlalarda teşkil edilen pürüzlü yüzey ile toprak hareketini önlemek veya aradaki sahalardan taşınan toprak materyalini tutmaktır. Bu metodun başarısı, işin zamanında yapıp yapılmamasına ve direkt olarak toprak sathı altında kısmen stabil materyalin bulunup bulunmamasına bağlıdır. Sert toprak materyalinin veya dayanıklı keseklerin meydana getirebilmeleri için ıslak toprağın mevcudiyeti şarttır. Bazı hallerde, toprağın lüzumundan fazla işlenmesi faydalı olmayıp daha zararlı olabilir.

Rüzgâr erozyonunun kontrolünde önemli üç husus şunlardır: (1) Bitki artıklarının kullanılması, (2) yüzey pürüzlülüğünün temini ve (3) toprak materyalinin üfürülmeye karşı dayanıklı kılınmasıdır. Rüzgâr erozyonunun tehlike arzettiği yerlerde, müdahale ile bu problem geniş çapta azaltılabilir. Rüzgâr erozyonu ve toprağın dejenerasyonu en müessir amenajman metodları ile önlenmediği takdirde, artık araziye başka bir metod tatbik edilmemelidir.

## LITERATÜR LISTESI

- 1- Bagnold, R.A. «The Physics of Blown Sands and Desert Dunes». Williams Morrow and Company, Inc., New York, 1943.
- 2- Chepil, W.S., «Factors That Influence Clod Structure and Erosion of Soil By Wind: I, Soil Texture. Soil Sci. June, 1953.
- 3- Woodruff, N.P. and W.S. Chepil, «Implements For Erosion Control». Agr. Eng. 37: 751-758, November, 1956.
- 4- Zeigg, A.W., «Wind Tunnel Studies Of The Movement Of Sedimentary Materials». Proc. Fifth. Hydraulic Conf. Iowa. Inst Hydraulic Research, June, 1952.