

TÜRKİYE TOPRAKLARINDA EROZYON, BOZULMA VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ

Tayfun AŞKIN¹, Günay ERPUL², Halil GÜNGÖR³, Temel BECER⁴, Taygun MERTCAN⁵, İlhami ÜNVER⁶

ÖZET

Arazi bozulması, arazinin özellik veya niteliklerini gerileterek, onun verimliliğini veya verim potansiyelini düşüren herhangi bir değişmedir. Bu olgu, temel olarak iki grupta toplanır, ilki toprağın su veya rüzgarla uzaklaştırılması, yani erozyon; ikincisi ise, toprağın bulunduğu yerde fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin gerilemesidir.

Türkiye’de erozyon kayıplarının boyutları konusundaki tek ciddi veri olan sediment ölçümleri sonuçlarından, akarsularımızdaki yıllık sediment yükünün 354 ton/yıl/km² dolayında olduğu hesaplanmıştır. Doğal olarak, su erozyonu kayıpları, bu değer in çok üzerindedir. Topraklarımızdaki tuzlulaşma oranının, tuzlu alanların özellikle GAP arazilerindeki sulamalarla birlikte, on pilot proje alanı temelinde yüzde 14 dolayında arttığı belirlenmiştir. Toprağı yalnızca bir tarımsal üretim aracı olarak gören anlayışın yerini, onun doğal süreçteki ve yaşam döngüsündeki temel işlevlerinin alması gereği vurgulanmaktadır.

1. GİRİŞ

Türkiye’de, çalışan nüfusun yüzde 42’si tarımla uğraşmakta olup, tarımın ulusal gelir içindeki payı yüzde 14 düzeyindedir. Bu özellikleriyle ülkemiz OECD ülkeleri arasında geçimini tarımdan sağlama oranları yönünden ilk sıradadır (OECD, 2001). OECD ülkelerinde tarımda kullanılan toprak miktarı yüzde 45, su miktarı da yüzde 40 dolaylarında iken, Türkiye’de bu oranlar sırasıyla yüzde 63 ve yüzde 75 dolayındadır. Tarım topraklarının yıllar önce ekonomik sınırına dayandığı ülkemiz, 33 OECD ülkesi içinde son on yılda tarım arazisi artan üç ülkeden biri olmuştur ki, bu veri, hiçbir mantıklı açıklama kabul etmemektedir.

Son yıllarda küresel ölçekte gözlenen önemli üretim artışlarına koşut olarak, Türkiye’de de tarımsal verim ve üretim önemli ölçüde artmış, bunun ve dış ticarete liberalleşmenin ortak sonucu olarak, bir çok tarım ürünü ucuzlamıştır. Sorun üreticiler açısından incelendiğinde, fiyat düşüşlerinin ülkesel boyutuna karşın, verim artışlarının yöresel nitelikte, yani yoğun tarıma elverişli alanlarda olduğu ve kırsal kesimde gelir dağılım adaletsizliğinin artmasına koşut olarak, doğal kaynaklar üzerinde baskının da yoğunlaştığı gözlenmektedir. Öte yandan üretim artışları, özellikle toprak kaynaklarımızdaki bozulmayı perdeleyerek, görülmesini güçleştirmiştir. Rakam belirtmek zor olmakla birlikte, tuzlulaşma, erozyon kayıpları, kirlilik, toprağın yapısının gerilemesi gibi arazi niteliklerinin bozulmasına bağlı olarak, son dönemde geniş alanlarda verim azalmaları olduğu yadsınamaz bir gerçektir.

¹ Yrd. Doç. Dr., KTÜ Ordu ZF - ORDU

² Doç. Dr., Ankara ÜZF - ANKARA

³ Yrd. Doç. Dr., OGÜZF - ESKİŞEHİR

⁴ Dr., KH Ankara Arşt Enst. – ANKARA

⁵ Ankara ÜZF - ANKARA

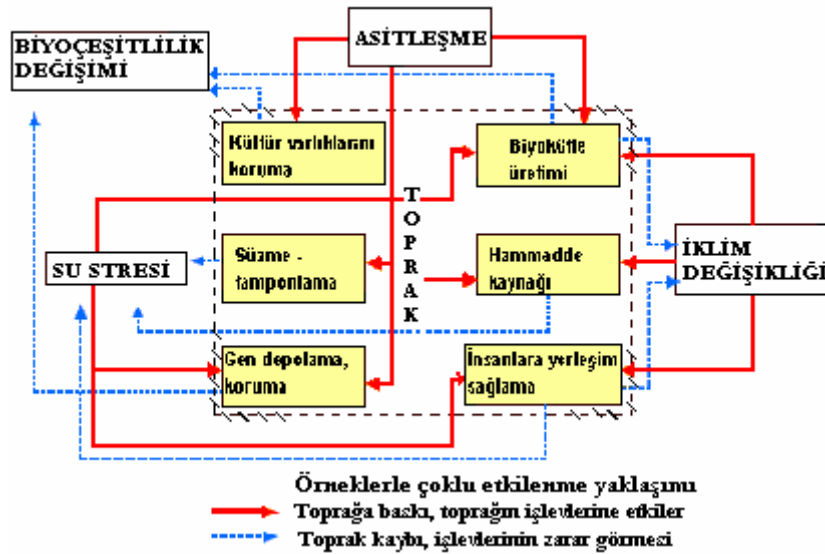
⁶ Prof. Dr., Ankara ÜZF - ANKARA

1.1 Toprağın İşlevleri

Toprağı yalnızca bir tarımsal üretim aracı olarak gören anlayış son yıllarda geçerliğini yitirmiştir. Toprağın ana işlevleri, günümüzde aşağıdaki gruplar altında toplanmaktadır:

- Doğal çevre olarak: yaşama alanı, gen kaynağı, depo, süzgeç ve dönüştürücü, arıtıcı
- Ekonomik değer sağlayıcı olarak: besin, lif, orman ürünleri, sağlık ürünleri vb kaynağı, hammadde
- Arazi değerleri olarak
- Kültürel değerler olarak
- Hammadde olarak: tuğla-kiremit, çimento, seramik vb

Toprak bu işlevlerinden herhangi birini yeterince yerine getiremediğinde, arazi bozulması gündeme gelmektedir. Burada iki gerçeğin altını çizmek gerekmektedir. Birincisi arazi bozulması kavramı yalnızca tarımsal verim düşüşünü nitelermemektedir. İkincisi ise, küresel değişiklikler ve miktarı ve çeşitliliği günden güne artan arazi istekleri, hem tarımsal üretimin ve hem de arazilerin kalitelerinin geleceği konusunda kestirme yapmayı zorlaştırmaktadır. Avrupa Birliği, toprak ile çevresi arasındaki etkileşimi ve toprağın işlevlerini Şekil 1'deki gibi göstermektedir.



Şekil 1. Toprak-çevre etkileşimi ve toprağın işlevleri (AB, European Environment Agency)

Şekil 1'de toprağın gerek işlevleri ve gerekse karşılaştığı kalite gerilemeleri sonucu ortaya çıkan sorunların çok geniş bir görüş açısıyla ele alındığı, tarımsal üretimin de, doğal olarak, bu bakışın bir bölümünü oluşturduğu, ancak arazi niteliklerindeki bozulmaların, çok daha ciddi sonuçlar doğurduğu gözlenmektedir.

1.2 Arazi Bozulmasının Türleri

Arazi bozulması, arazinin özellik veya niteliklerini geriletirerek, onun verimliliğini veya verim potansiyelini düşüren herhangi bir değişimdir. Bu durum, yanlış veya aşırı insan etkinlikleri sonucu arazideki doğal dengelerin bozulmasıyla oluşur (Williams, 1991). Başka bir deyişle, arazi bozulmasının başlıca nedeni, arazinin ve diğer kaynakların yeteneklerinin üzerinde kullanılmasıdır. Arazi bozulması temelde iki ana grupta toplanır, ilki toprağın su veya rüzgarla uzaklaştırılması, yani erozyon; ikincisi ise, bulunduğu yerde fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin gerilemesidir. Bir başka sınıflama tekniğine göre de arazi bozulması, “geri dönüşümsüz”, “geri kazanılabilir ama yüksek harcama gerektirir” ve “iyi yönetimle kalitesi yükseltilebilir” biçiminde üç grupta toplanmaktadır.

Toprak niteliklerinin bozulması etmenleri arasında ilk sırayı erozyon kayıpları almaktadır. Erozyona zemin hazırlayan ve onu hızlandıran nedenlerin başında da insan gelmektedir. İnsanların etkinlikleri genelde erozyonu artırıcı yöndedir, ancak alınan önlemlerle (ağaçlandırma, doğal örtüyü geliştirme, vb) erozyonun azaltılabildiği görülmektedir. Türkiye’de de genellikle yağışların erozyon oluşturma güçlerinin yüksek olması, topoğrafik yapının çok dalgalı olması, toprak özelliklerinin ve bitki örtüsünün iyi korunamamış olması gibi nedenler erozyonu hızlandırmaktadır.

Erozyonun zararı daha çok tarım arazilerinde ortaya çıkmaktadır. Bunun temel nedeni arazilerin, sahip oldukları iklim, toprak ve arazi nitelikleri dikkate alınmadan ve kullanım planlaması yapılmadan toprak işlemeli tarımda kullanılmasıdır. FAO uzmanlarına göre erozyonun başlıca nedenleri ormanların yok edilmesi, aşırı otlatma, endüstrileşme ve kentleşme veya kazı-dolgu işlemleri (yapılaşma) ve yanlış tarım teknikleridir (FAO, 1996; Yassoglou vd, 1998). Bu gerekçeler ülkemiz için de mutlak geçerlidir.

Arazi bozulması konusunda, üç kavramın birbirinden ayırt edilmesi gerekir. Bunlar: “şimdiki durum”, “bozulma oranı” ve “risk”tir. Bozulma oranı, şimdiki duruma göre, son 5-10 yıl içinde artan veya azalan bozulma miktarını, risk ise, iklim, arazi kullanımı gibi herhangi bir değişiklikte, bozulmaya yatkın bir arazi üzerindeki riski gösterir (van Lynden, 2000).

Genellikle kolayca görülebilmelerine karşın, doğrudan olumsuz etkilenenler dışında insanların gözden kaçırdığı arazi bozulmaları, son dönemde fark edilmeye başlanmıştır. Örneğin aşırı otlatma sonucu olarak çoğu otlaklarda değerli hayvan besini olan otların büyük bölümü yok olmuş, bunların yerini daha değersiz türler kaplamıştır. Kurak bölgelerde, daha önceki kırsal ekosistemlerin önemli tümleyicisi olan ahlat, hınnap, alıç, badem, sumak, muşmula, üvez, öküzgözü gibi küçük, özel gruplar hızla yok olmakta ve yeniden üreme şansları kalmamaktadır. Otlaklarda hayvanların severek yemediği odunsu otlar yaygınlaşmaktadır. Tuzlu toprakların alanı, GAP yöresi başta olmak üzere, yanlış sulama tekniklerinden dolayı, günden güne artmaktadır. Avrupa Çevre Bürosu’nun (EEB) belirlemelerine göre Çernobil nükleer kazasının en olumsuz etkileri güney ve doğu Avrupa’da görülmüş olup, yarılanma ömürleri 30 yıl kadar olan ve besin zincirine katılarak insana değin ulaşan Cs-137 ve Sr-90 izotoplarının topraklarda izlenmesi aralıksız sürdürülmelidir. Büro, adeta Türkiye’nin bu konuda yapması gereken işlemleri tanımlamakta iken, Türkiye,

görüldüğü kadarıyla, Çernobil kazasını yok sayarak, arazilerindeki olası nükleer kalıntıları izleme programlarını terk etmiştir.

Örnekler çoğaltılabilir. Açık bir gerçek varsa, o da geleneksel arazi bozulması kavramında önemli bir yer tutmasına karşın, bozulmaların yalnızca erozyon kayıplarıyla sınırlandırılmasının doğru olmayacağıdır.

1.3 Arazi Bozulmasının Maliyeti

Arazi bozulmasının türlerinin, etki derecelerinin ve yaygınlıklarının değişkenliği dolayısıyla, neden olduğu zararlar konusunda en gelişmiş ülkelerde bile sağlıklı rakamlar verilememektedir. Üzerinde görüş birliği sağlanan tek nokta, bu konudaki kayıpların korkutucu boyutta olduğudur.

Olaya, yalnızca tarımsal üretim düşüşleri açısından bakmak çok yanıltıcı olmaktadır. Arazi değerinin düşmesi, zararlı görünüm etkileri, doğal ekosistemler ile, flora ve fauna üzerindeki yıkıcı etkileri ve olanak bulunduğu buraların yeniden kazanılabilmesi için yapılması gereken harcamalar gibi, maliyet öğelerini artıran çok sayıda etmen bulunmaktadır.

Otlaklarda aşırı otlatmanın flora ve fauna toplulukları üzerine yaptıkları etkiler, örneğin tür değişimleri, türlerin azalmaları veya çoğalmaları, örtü yüzdesindeki değişimler, kök sistemleri farklılıkları gibi çok önemli konular hemen hiç incelenmemiştir. Oysa bu konular son derecede karmaşık olup, ekolojik koşullara bağlı olarak geçici ve kalıcı geniş etkileri vardır (Behnke ve Scoones, 1993). Örneğin doğal denge kuramına inanan kimi araştırmacılar, aşırı otlatmanın erozyonu artırıcı etkisinin sanıldığı ölçüde yüksek olmadığını, çünkü bu etkinin hem kesintili nitelik taşıdığını, hem de, florayı uyarıcı etkide bulunduğunu belirtmektedirler (Rowntree vd, 2004). Bu konularda ekologlar ile, otlak yönetimi uzmanları arasında giderek artan ölçüde tartışmalar yaşanmaktadır. Görünen en iyi çözüm, otlaklarda belirli sayıda hayvanın, erken yeşerme ve çiçeklenme-tohumlanma gibi dönemlerde bitki gelişimine izin veren takvimlere ve otlatma nöbetine uyularak serbest bırakılmasıdır.

Günümüzde olmasa bile, gelecekte tıpta, kozmetik endüstrisinde, ya da beslenme rejiminde devrim yaratabileceği anlaşılan bir türün veya çeşidin yok olması, doğaldır ki her hangi bir ekonomik parametreyle ölçülemez ve insanlığın ortak kaybı olarak nitelenir. Çevre duyarlılığı konusunda uluslar arası işbirliği ve eşgüdümün temel gerekçeleri; bozulmaların küresel sonuçlar doğurması, gelişmekte olan ülkelerin önemli bölümünün kendi olanaklarıyla bu tür yıkımları önleyememesi ve küresel ölçekte yarar beklentileridir.

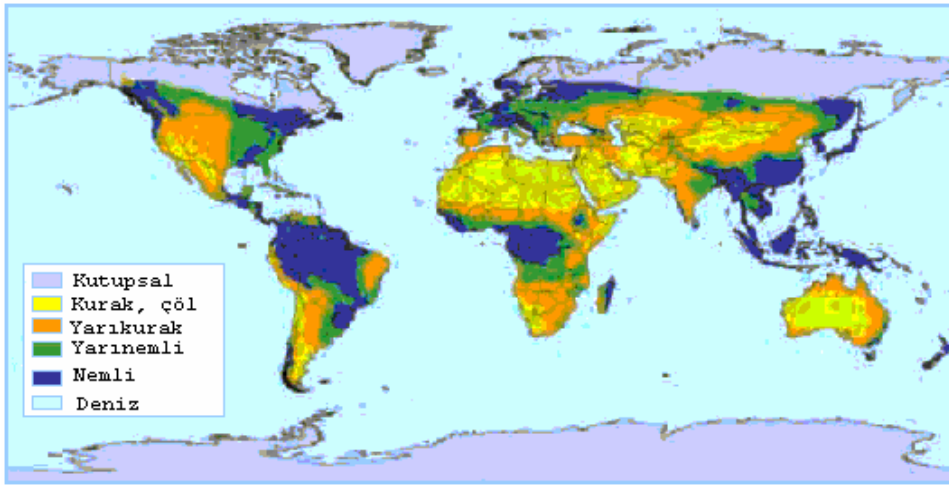
2. ÇÖLLEŞME KAVRAMI

Birleşmiş Milletler Çölleşme İle Savaş Sözleşmesi (United Nations Convention to Combat Desertification - UNCCD) Sekreterliği çölleşme tanımına aşağıdaki olumsuzlukları almaktadır:

- Su ve rüzgar erozyonu ile oluşan toprak kayıpları,
- Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik veya ekonomik özelliklerinin kötüye gitmesi,

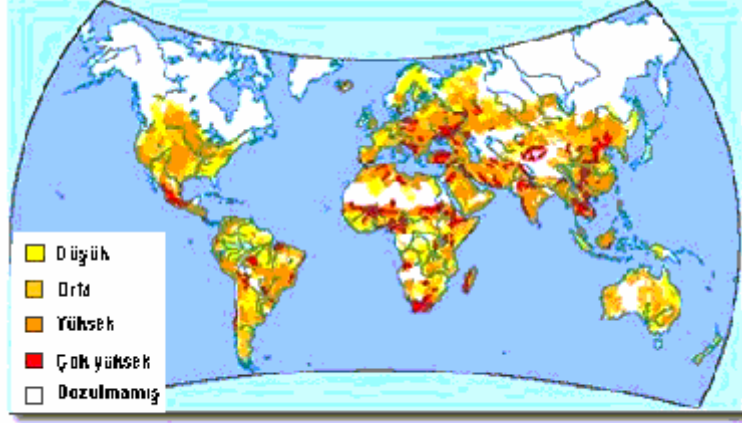
- Doğal bitki örtüsünün uzun süreli kaybı.

BM ve ABD-NASA ilgilileri, artan insan etkinliklerine bağlı küresel ısınma başta olmak üzere iklim değişikliklerinin, yakın gelecekte yerküreyi tehdit eden en önemli sorun olacağını belirtmekte ve söz konusu tehdidi bölgesel ölçeklerde konu grupları altında değerlendirmektedirler. UNCCD Sekreterliği'ne ve Avrupa Komisyonunun bir raporuna göre (2002), arazi bozulması kurak koşullarda gerçekleştiğinde bu olay "çölleşme" olarak adlandırılmaktadır. Olay, iklim koşulları (kuraklık, çoraklık, düzensiz ve aşırı yağış rejimleri) ile, insan etkinliklerinin (ormanların yıkımı, aşırı otlatma, toprak yapısının bozulması) ortaklaşa etkisinden kaynaklanmaktadır. Etkilenen alan artık bitki gelişimini sağlayamamaktadır. Birleşmiş Milletler'in Dünya Çölleşme Atlası'nda (UNEP, 1992) ve FAO kuraklık indisi haritalarında ülkemizin önemli bölümü yarı kurak bölgede ve çölleşme riski altında yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Anakaraların nem rejimleri (FAO, AGLL, GIS, SDRN, 2002)

BM öngörülerine göre küresel çapta büyük bir sorun olan çölleşme, ciddi sosyo-ekonomik sorunlara ve sonuçta toplumların destabilizasyonuna ve büyük çaplı göçlere neden olabilecektir. Kurak alanlarda iklimin elverişsizliği, bozulan alanların geri kazanımını engelleyen önemli bir etmendir. Haritada, Türkiye'nin batı kıyıları ve doğusunda arazi bozulma düzeylerinin orta ölçekli olmasına karşın, Orta Karadeniz'den Akdeniz'e inen kuşakta arazi bozulmalarının çok yüksek düzeyde olduğu görülmektedir (Şekil 3) (UNEP, 1992).



Kaynak: UNEP, World Atlas of Desertification

Şekil 3. Küresel ölçekte arazi bozulmasının boyutları

UNCCD Sekreterliği'nin verilerine göre dünyada 5,2 milyar ha kuru tarım alanının yüzde yetmişi bozulmuş durumda olup (Lean, 1995), BM tanımında tümü çölleşme başlığı altında toplanan bozulma türleri ile küresel ölçekte etkin savaşılabilmesi için, 20 yıl boyunca her yıl 10,0-22,4 milyar dolarlık yatırım yapılması gerekmektedir. Ülkemizin 1998 yılından başlayarak taraf olduğu Sözleşme, Afrika'daki çölleşmeye özel vurgu yapmakla birlikte, Türkiye'yi de içine alan "Kuzey Akdeniz" özel bölümüne de ek dördte yer vermektedir (UNCCD, 1996). Sözleşme, Kuzey Akdeniz'deki hızlı çölleşme beklentilerinin kaynağı olan özel koşulları aşağıdaki gibi sıralamaktadır:

- Geniş alanları etkileyen yarı kurak iklim koşulları, mevsimlik kuraklıklar, yağışların aşırı değişkenliği ve ani ve yüksek yoğunluklu yağışlar,
- Cıvız ve erozyona duyarlılığı yüksek topraklar, yüzey kabuğu oluşturma eğilimi,
- Çok değişken arazi parçalılığı, düzensiz ve dik eğimler,
- Sık sık yaşanan orman yangınlarına bağlı olarak bitki örtüsündeki aşırı kayıplar,
- Arazilerin terk edilmesinin yanı sıra, geleneksel tarımdaki kriz koşullar, toprak ve su koruma yapılarının zarar görmesi,
- Su kaynaklarının bilinçsizce sömürülmesi sonucu, kimyasal kirlenme, tuzlulaşma ve akiferlerin elden çıkması gibi, ciddi çevresel zararlar,
- Kentsel gelişim, endüstriyel etkinlikler, turizm ve sulu tarımın sonucu olarak, ekonomik etkinliklerin kıyı bölgelerde yoğunlaşması.

Çölleşme konusunda BM uzmanlarınca öne sürülen savlar doğru çıkarsa, karşılaşılabilecek senaryolar şöyle özetlenebilir:

- Ortalama yıllık sıcaklıktaki bir artış, bitki örtüsü yüzdesi ile, yüzey toprağının organik madde kapsamında düşüşe neden olacak ve su ve rüzgar erozyonu oranlarında artış gerçekleşecektir.
- Ortalama yıllık yağış veya ortalama yağış yoğunluğundaki bir artış, tarım alanlarında su erozyonu oranını yükseltecektir.
- Değişen sosyo-ekonomik koşullar veya sıcaklıktaki artışlar, Akdeniz Bölgesi'nde görüldüğü gibi, çorak, verimsiz, fakat işlenen arazilerin terk edilmesine, yüzey ve parmak erozyonu hızlarının düşmesine (kolaylıkla taşınan taneciklerin uzaklaşması ve geride daha dayanıklı sıkışmış erozyon yüzeylerinin kalması ile) ve

arazide eğim aşağılarda oyuntu erozyonu hızlarının artmasına (duru su etkisi ile) neden olabilecektir.

- Geleneksel çok ürünlü tarımdan tek çeşitli kültürlere geçiş, erozyon hızını artıracaktır.
- Tarımsal alanlarda giderek artan gereksinimleri karşılamak amacıyla, nadas zamanı kısaltılırsa veya nadas alanları azaltılırsa, topraklardaki organik madde kapsamı ve agregat dayanıklılığı düşebilecek ve artan su erozyonu gündeme gelebilecektir.

Bu yaklaşımların geçerlik düzeyleri konusunda ulusal ve uluslar arası işbirliği ile, gözlemsel ve deneysel veri toplama, değerlendirme ve önlem alma çabalarına girilmesi gerekirken (Boardman, 1994), ölçüsüz bir aldırma gözlendi. Örneğin organik madde kapsamındaki küçük azalmalar, agregat dayanıklılığı üzerine önemli etkide bulunur (Pieri, 1989). Bu nedenle, küresel ısınma sonucu artan organik madde ayrışması, özellikle yarı kurak bölgelerin kumlu topraklarında yüzey sıkışması ve kabuk (kaymak tabakası) oluşumunu körükleyebilecektir. Özetle, arazi bozulması kavramı ve bu sorunun geleceğine ilişkin varsayımlar, karmaşık, sabır gerektiren, zor, ancak zorunlu araştırmalara gerek göstermektedir.

Türkiye ise, 1998 yılında taraf olduğu "BM Çölleşme İle Savaş Sözleşmesi"ne ilişkin Ulusal Eylem Planı'nı, ancak 6 yıl sonra, 2004 yılı Ağustos ayında yayınlamıştır (ÇOB, 2004). Planın ne ölçüde yaşama geçirilebileceğini ise, zaman gösterecektir.

3. KÜRESEL ÖLÇEKTE SORUN

3.1 Genel Uygulamalar

ABD'de toprak koruma programlarına öteden beri çok önem verilmekte olup, Toprak Koruma Kurumu - SCS (yeni adıyla Doğal Kaynakları Koruma Kurumu - NRCS), 1933'ten beri çalışmaktadır. Bu ülkede, Toprak ve Su Koruma Fonu-Land and Water Conservation Fund (LWCF) dört ayrı federal kurum devlet arazilerini elinde tutma yetkisi bulundurmaktadır. Ülke arazilerinin % 28 ine sahip olan bu kurumlar: Arazi İşletme Bürosu (BLM), ABD Orman İdaresi (USFS), ABD Balık ve Yaban Yaşamı İdaresi (USFWS) ve Ulusal Park Servisi (NPS) dir. Diğer federal ve eyalet arazileriyle birlikte, kamunun elindeki arazi, toplam yüzölçümünün yüzde kırk kadarını oluşturur (CSTCFALC, 1993). İşin ilginç yanı, bu miktar, ABD topraklarının korunması için yeterli görülmemekte olup, etkin bir erozyon savaşımı için kamunun elindeki arazilerin genişletilmesi gereği tartışılmaktadır.

Minnesota'da, Toprak ve Su Koruma Derneği (SWCS) ile Amerika Toprak Bilimi Topluluğu (SSSA) tarafından 25-27 Haziran 2004 tarihleri arasında dünyanın ilk "uluslar arası toprak koruma" sergisi açılmıştır. Serginin ülke içinde değişik bölgelere taşınarak, sorunun büyüklüğü ve toprağın önemine dikkat çekilmesi planlanmakta olup, yılda 6-9 milyon kişiye ulaşılması hedeflenmiştir. Burada ana amaç, kamuoyunun toprağa ilgisini çekmek, koruma programlarına katılmasını sağlamak ve yurttaşları sorunun boyutları konusunda bilgilendirmektir.

GEF, GM, UNCCD, UNEP ve FAO'nun işbirliği ile yürütülen LADA (land degradation assessment in drylands - kurak alanlarda arazi bozulması değerlendirmesi) projesine ilişkin bir toplantının sonuç raporunda (FAO, 2003), arazi

bozulmasının nedenleri ve çeşitleri hakkında kamuoyunun yeterince bilgi sahibi olmadığı vurgulanmış ve sınır aşan sular, biyolojik çeşitlilik, iklim değişiklikleri, karbon tutulması gibi konularda elde olunan sonuçların bütüncül duruma getirilmesinin önemi belirtilmiştir. Türkiye ise, bu tür uluslar arası projelerin hemen hiç birinde yer almayarak, neredeyse hiç sorunu yokmuş gibi davranmaktadır.

Wiebe (2003), gelir düzeyi düşük olan 67 ülkede erozyondan kaynaklanan verim düşüşlerinin, artan besin açığı ve aç insanların sayısı üzerine etkilerini incelemiştir. Temel besin güvenliği modeline göre bu 67 ülkedeki aç insan sayısı 2000 yılında 774 milyon olup, bu sayı 2010 yılında 694 milyona inecektir (Shapouri ve Rosen, 2000). Bu modele göre toprak erozyonu dolayısıyla yıllık ortalama verim kaybı binde iki düzeyinde olmaktadır. Bir başka senaryoya göre, diğer etmenler göz önüne alınmayıp, yalnızca erozyonda binde bir azalma sağlanabilirse, 2010 yılında 657 milyon, bu kayıplar tümüyle ortadan kaldırılabilirdiğinde ise -bu seçenek ekonomik olmamaktadır-, 627 milyon kişi aç kalacaktır (Claassen vd, 2003).

3.2 Arazi Bozulması Sorunlarıyla Savaşım

Arazi bozulmasına karşı savaşım konusunda en eski ve en yaygın yöntemler, erozyonun önlenmesine odaklanmıştır. Bakker vd (2004), erozyon yoluyla olan verim kayıplarını, her 10 cm lik toprak kaybı için, gübreleme ile besin maddesi kayıpları karşılanmak kaydıyla % 4,3 olarak hesaplamışlardır. Bu değer ancak genel bir fikir verebilmesine karşın, girdi kullanımına bağlı verim artışları durakladığında, erozyon kayıplarının büyük boyutlarda verim düşüşlerine yol açacağını göstermesi bakımından dikkate değer bulunmaktadır. Son dönemde, sivil toplum kuruluşlarının öncülüğünde, erozyonun yanı sıra, tuzlulaşmanın önlenmesi, sulak alan, kıyı kumulu, bozkır vb değerli ekosistemlerin korunması ve seyrelen flora ve fauna kalıntılarının kaybının önlenmesi, su kaynaklarının akılcı kullanımı gibi cılız girişimler başlatılması, eylem temelinde olmasa da, düşünce akımı olarak umut verici görülmektedir. Bu etkinlikler ülkemizde de hemen hemen aynı eğilimle gelişmektedir.

Geleneksel anlamda arazi kayıpları; kentleşme, endüstrileşme ve göçlerin neden olduğu arazi-arsa dönüşümleriyle tanımlanırdı. Günümüzde bu nedenler, hizmet sektörü ve besin güvenliğindeki gelişmeler, yaşam standartlarındaki yükselme, ev niteliklerinin gelişmesi, toplumsal ölçüt ve değerlerdeki değişimler ve hareket yeteneğinin artması gibi çok sayıda başka etmenle birlikte değişik boyutlar kazanmıştır. Özellikle ulaşım altyapısının gelişmesi ve bununla birlikte artan trafik, son dönemde arazi kayıplarının geometrik hızla artışına neden oldu. İnsan etkinliklerinden dolayı doğrudan veya etki alanı nedeniyle dolaylı habitat kayıpları veya bozulmaları, onarılamaz boyutlara ulaştı.

4. AVRUPA'DAKİ ARAZİ BOZULMASI SORUNLARI

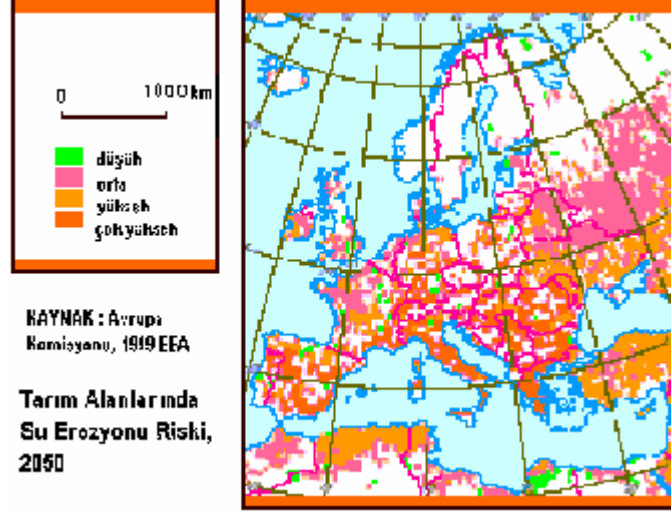
AB ülkeleri "Toprak Sözleşmesi"ni (Soil Charter) 1972 yılında imzalamışlar ve 2003 yılında yeniden gözden geçirmişlerdir. Her iki sözleşmede arazi bozulmasına ilişkin hükümler yer almakla birlikte, özellikle ilk sözleşme çerçevesinde yapılan çalışmalar yeterli düzeye ulaşamamıştır. AB, toprağın, su ve hava kirliliğinin önlenmesi dahil olmak üzere, çevresel parametrelerdeki önem düzeyini geç anladığını resmi ağızlardan kabul etmiş (Falter, 2004) ve 6. Çevre Eylem Planı'nda toprağın korunmasına ilişkin önlemlere büyük öncelik tanımıştır. Kasım 2003'deki AB

Parlamentosu, toprağın korunmasına ilişkin aldığı kararlar arasında, erozyon, arazi işgali, sıkışma, toprağın yerinden alınması ve bulaşma başlıklarını “alarm verici” grup altında toplamıştır. AB Çevre Bürosu’nun bu bağlamda en önemli belirlemesi, toprak konusunda stratejik hedefler, zorlayıcı düzenlemeler ve yasal önlemler yürürlüğe girmedikçe, toprak koruma politikalarının diğer sektörlerle içselleştirilemeyeceği gerçeğidir.

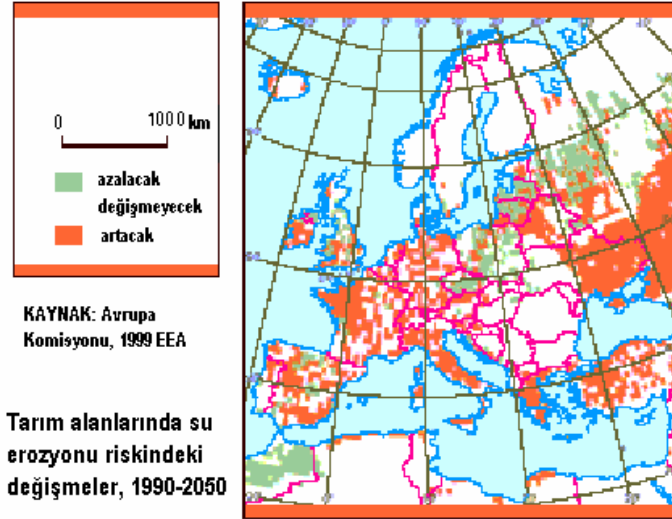
Standartlaştırılmış veri olmamakla birlikte, uzman öngörülerine göre AB’de 26 milyon hektar su, 1 milyon hektar arazi de rüzgar erozyonundan etkilenmektedir (World Map of the Status of Human Induced Soil Degradation “GLASOD”, 1990). Bu kestirme sırasında AB ülkeleri sayısının 12, günümüzde ise 25 olduğu göz önüne alınsa da, verilen değerler ülkemiz ile karşılaştırıldığında ya Türkiye’deki erozyon için aşırı abartma, ya da gerçek tehlikenin büyüklüğü söz konusu olmaktadır. Bilindiği üzere Türkiye’de su erozyonundan zarar gören alan 58 milyon hektar, rüzgar erozyonunun etkisi altındaki alan ise çeşitli kaynaklarda 600 bin hektar olarak bildirilmektedir. Bu sunuşta, anılan tartışmaya girmek yerine, ülkemizde sağlıklı veri üretmenin önemine değinmekle yetinilecektir. Avrupa için erozyon risklerini kestiren bir model (CORINE-CoORDination of INformation on the Environment-Çevre Konusundaki Bilgilerin Eşgüdümü) geliştirilmekte ise de, henüz arazi koşullarında yeterince test edilmemiştir (Commission of the European, 2002). Yani veri güvenilirliği sorunu, ülkemiz ölçüsünde olmasa da, AB’de de geçerliğini korumaktadır.

Avrupa’da yürütülmekte olan “PESERA” (Pan European Soil Erosion Risk Assessment-Birleşik Avrupa Toprak Erozyonu Risk Değerlendirmesi) projesi ile, arazi kullanımı, topografya, toprak ve iklim özelliklerini temel alan bir model geliştirilmiş olup, bunlara bağlı yüzey örtüsü, kabuk oluşumu, yüzey akışı ve sediment taşınımı kestirmeleri yapılmakta ve akarsulara ulaşan su ve sediment miktarları belirlenmektedir (Kirkby vd, 2003). Bu proje çerçevesinde, yürüten taraflardan biri olmamız dolayısıyla, ülkemizden de uzmanların katıldığı periyodik toplantılar düzenlenerek, projenin akışı şekillendirilmektedir. Bu sonuçlardan ülkemizin ne oranda yararlandığı ise belirsizliğini korumaktadır. USLE, CORINE, Hot Spots, RIVM, GLASOD, INRA gibi diğer Avrupa erozyon modellerinde de benzer parametreler temel alınmaktadır. Rüzgar erozyonunun modellenmesi için de WEELS (Wind Erosion on European Light Soils - Avrupa’nın Kaba Bünyeli Topraklarında Rüzgar Erozyonu) adlı bir proje gerçekleştirilmiştir (Warren, 2000).

AB’nin Türkiye’yi de kapsayan çalışmalarına bakıldığında, ilk dikkat çeken konu, yeterli güvenilirlikte ayrıntılı veri bulunmaması olmaktadır. Genel amaçlı çalışmalar arasında yer alan ve Avrupa Çevre Kurumu (EEA) tarafından hazırlanan erozyon haritalarında ise, yurdumuzun geçit bölgelerindeki tarım arazilerinde orta, diğer alanlarda ise yüksek erozyon riski olduğu görülmektedir (Şekil 4). Ancak, önümüzdeki elli yıl göz önüne alındığında, güney ve güneydoğu bölgelerimizdeki tarım alanlarında erozyon riskinin fazla değişmeyeceği, kalan bölümlerinde ise artacağı öngörülmektedir (Şekil 5). Şekil 5 deki harita hazırlandıktan sonra ilk sonuçları alınmaya başlanan PESERA projesi, özellikle güney Avrupa’da korumalı tarım ve organik tarım gibi tekniklerin yayılmasıyla birlikte, ölçülür erozyonun azalmakta olduğunu göstermiştir. Türkiye ise, söz konusu teknikleri Malta ve Kıbrıs ile birlikte en yetersiz uygulayan ülkelerden biri olarak bu tehlikeli gidişi önlemede etkisiz kalmıştır.



Şekil 4. Avrupa'da su erozyonu risk dağılımı haritası (European Commission, 1999).



Şekil 5. Avrupa'da tarım arazilerinden su erozyonu risk değişimi haritası (European Commission, 1999).

Öte yandan FAO ve ISRIC (International Soil and Reference Information Centre) tarafından ortaklaşa yayınlanan bir raporda belirtildiğine göre, Avrupa'da insan etkinlikleri sonucu kirlenmiş alanlar, 18 milyon ha ile, tüm kimyasal kirlenmenin yüzde 72'sini oluşturmaktadır (van Lynden, 2000). AB, toprakları bozucu ve su kaynaklarını kirlenmeye eğilimli etkinlikler için, ceza sistemiyle birlikte, vergilendirme sistemini de tartışmaya başlamıştır. Yakın bir gelecekte bu uygulamanın başlatılacağına kuşku yoktur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Ülkemizin Genel Durumu

Kırsal kesimde son 15-20 yıldır 23-24 milyon dolayında durulmuş olan nüfus, artışın ve dolayısıyla arazilerin üzerindeki baskının durduğu biçiminde yorumlanmamalıdır. Bu alanda doğurganlık hala çok yüksektir ve durulmanın nedeni göçlerdir. Sonuçta, artış ile, eksilmeler ayrımlı yörelerde görüldüğünden, çoğu yörelerimizde toprak kaynaklarımızın üzerindeki baskı günden güne artmaktadır.

Türkiye'nin tarıma bağlılık boyutlarını daha net görebilmek için, AB "bütüncül yönetim ve denetim sistemi (IACS)" uyum çalışmaları çerçevesinde Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nca yürütülen Sorunlu Tarım Alanlarının Tespiti Ve İyileştirilmesi Projesi (STATİP)'ndeki karşılaştırmalı verileri incelemekte yarar bulunmaktadır (Çizelge 1). Çizelge incelendiğinde en çok dikkat çeken konular, tarımda çalışan nüfus, tarımsal işletme sayısı ve gayri safi milli hasılaya (GSMH) tarımın yaptığı katkı konusunda ülkemizin aleyhine olan rakamlardır. Ülkemizde geçimini tarımdan sağlayan nüfus, AB ülkeleri toplamını aşmaktadır.

Bu değerler, Türkiye'de arazilerin korunmasına verilmesi gereken değerlerin diğer ülkelerden çok daha fazla olması gerektiğini de gözler önüne sermektedir. Sorun arazi niteliğindeki gerilemeler açısından incelendiğinde ise, kuşkusuz arazi bozulması türleri arasında Türkiye için en önemli tehdit, su erozyonudur. Bu konuda topografyanın elverişsizliği, yağışların düzensiz ve dengesiz dağılımı, bitki örtüsünün cılızlığı gibi çok sayıda diğer etmen, olumsuzluklar arasında yer almaktadır. Erozyon kayıpları konusunda yapılan model çalışmaları, 75 cm den sığ olan topraklarda 2100 yılına değin verim düşüşünün % 30 düzeyinde olacağını göstermektedir (de la Rosa vd, 2000). Ülkemiz topraklarının üçte ikisinin 50 cm den sığ olduğu göz önüne alınırsa, bizleri bekleyen tehlikenin büyüklüğü daha iyi anlaşılır.

Çizelge 1. Türkiye ve Avrupa Birliği'nde Kimi Tarımsal Verilerin Karşılaştırılması (TKB, 2004).

Ekonomik Göstergeler	Türkiye	AB
Toplam tarım alanı (1000 ha.)	27.000	134.261
Toplam tarım işletmesi sayısı (1000 adet)	3.967	6.989
Ortalama işletme büyüklüğü (ha.)	5.9	18.4
Toplam nüfus (milyon kişi)	62.8	374
Tarımdaki nüfus (milyon kişi)	22.2	18.5
Tarımdaki istihdam (milyon kişi)	10.2	7.4
Toplam istihdamda tarımın payı (%)	25.7	5.0
GSMH'da tarımın payı (%)	14.9	1.9
Kişi başına düşen GSMH (\$)	3.213	23.981
Tarımda kişi başına düşen GSMH (\$)	1.384	9.286
Dışsatımda tarımın payı (%)	9.0	7.5
Dışalımda tarımın payı (%)	4.1	10.5

Akarsularımızın üzerinde içme-kullanma suyu, tarım ve endüstrinin su gereksinimlerini karşılamak, enerji üretimi ve taşkın kontrolü gibi amaçlarla barajlar, bentler yapılmaktadır. Ancak, sedimentasyon bilgisinin azlığından dolayı bu yapıların göllerini besleyen akarsuların getirdiği katı maddeler baraj göllerini doldurmakta,

depolama kapasitelerini azaltmakta ve ekonomik ömürlerini kısaltmaktadır. Bu konu, yarı kurak iklimin egemen olduğu ve karmaşık bir topoğrafik yapısı olan ülkemizde daha da önem kazanmaktadır. Türkiye’de su erozyonun gerçek boyutları konusunda güvenilir veriler, doğrudan amaçlanmamakla birlikte, Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından 1962 yılından bu yana 94 istasyonda sürdürülmekte olan sediment ölçümlerinden elde olunmaktadır. Bu veriler ise, hem istasyonlara ulaşamayan yükün ölçülememesi, hem de havzanın hangi yörelerinden daha fazla yük ulaştığı gibi soruları yanıtsız bırakmaktadır. Ne yazık ki, bir iki pilot bölge çalışması dışında, ülkemizde doğrudan erozyon kayıplarına yönelik yöresel veya bölgesel ölçekte hiçbir veri toplanmış değildir ve bu konuda verilen rakamlar spekülatif kestirmelerden öteye gitmemektedir. Çizelge 2’de, önemli akarsularımızın taşıdıkları sediment yükleri verilmektedir (EİEİ, 2000). Buna göre EİEİ tarafından 29 394 750 ha yağış alanında, uzun yıllar ortalaması olarak 104 196 797 ton/yıl sediment ölçülmüştür.

Enterpolasyon işlemi sonucunda tüm ülkeyi kapsayan erozyon kayıplarının 275 761380 ton/yıl olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu hesaplamadaki başlıca hata kaynakları aşağıdaki gibidir:

- Akarsu yatakları ile, baraj-gölet vb su yapılarına takılan sediment miktarları hesaba dahil edilememektedir. Başka bir deyişle, erozyonla yerinden alınan toprağın tümü, sediment olarak istasyonlarda tutulamamaktadır.
- Hesaba alınan yağış alanları toplamı ülke yüzölçümünün % 37,7 sini oluşturmakla birlikte, ana akarsu sistemlerinin tümünü kapsamaktadır. Yani ölçüm alınmayan alanların aynı oranla sediment taşıma olasılıkları çok düşüktür.

Yine de ölçüm alınan istasyonların toplam yıllık sediment verimleri, toplam yağış alanına oranlandığında, ülkemiz akarsularındaki yıllık sediment yükünün 354 ton/yıl/km² gibi çok yüksek bir değer olduğu sonucuna varılabilir.

Çizelge 2. Başlıca Akarsularımızda Askıdaki Sediment Yükleri (EİEİ, 2000)

Havza		Akarsu ve istasyon		Yağış alanı (km ²)	Ölçüm yılı sayısı	Askıdaki sediment	
No	Adı	No	Adı			Miktarı (ton/yıl)	Verimi (ton/yıl/km ²)
1	Meriç	103	Meriç	27 250,8	26	291 951	11
2	Marmara	210	Gönen Çayı	1 192,8	24	26 048	22
3	Susurluk	302	M. Kemalpaşa Ç	8 440,2	33	1 258 143	148
4	Kuzey Ege	406	Bakırçay	2 308,6	3	130 323	56
		407	Karamenderes	1 149,4	19	19 316	17
5	Gediz	518	Gediz Nehri	6 526,4	30	410 298	63
6	K. Menderes	601	K. Menderes N	3 255,2	25	206 025	63
7	B. Menderes	706	B. Menderes N	7 129,6	12	397 781	56
8	Batı Akdeniz	812	Dalaman Çayı	4 622,3	29	649 046	140
		815	Eşen Çayı	2 448,0	20	1 291 043	527
		902	Köprüçay	1 942,4	28	391 852	202
9	Antalya	912	Manavgat Çayı	625,6	14	71 358	114
		917	Alara Çayı	863,9	2	87 697	102
		1003	Bozçay	1 291,6	18	9 700	8
11	Akarçay	1108	Akarçay	795,7	3	18 449	23
12	Sakarya	1243	Sakarya Nehri	10 671,6	33	3 043 424	285
13	Batı Karadeniz	1335	Filyos Çayı	13 141,0	30	2 763 613	210
14	Yeşilirmak	1413	Yeşilirmak	18 939,3	26	2 866 293	151
15	Kızılırmak	1528	Kızılırmak	29 471,0	24	4 466 650	152
16	Konyakapalı	1611	Çarşamba Suyu	271,2	3	5 455	20
		1612	İbrala Suyu	267,7	15	3 268	12

	1622	Peçeneközü D	648,4	3	12 418	19
17 Doğu Akdeniz	1714	Göksu Nehri	6 906,7	32	1 699 854	246
18 Seyhan	1818	Seyhan Nehri	13 846,0	28	2 096 392	151
19 Asi	1907	Asi Nehri	16 170,0	22	140 159	9
20 Ceyhan	2004	Ceyhan Nehri	5 139,0	26	2 219 100	432
	2102	Murat Nehri	24 811,6	28	13 174	531
21 Fırat					082	
	2156	Fırat Nehri	12 950,0	6	6 767 945	523
	2218	İyidere	834,9	27	58 317	70
	2228	Fol Deresi	191,4	8	37 161	194
22 Doğu Karadeniz	2232	Fırtına Deresi	763,0	9	25 928	34
	2238	Melet Çayı	1 024,4	27	89 880	88
	2245	Terme Çayı	232,8	9	16 023	69
	2248	Değirmendere	732,6	1	43 070	59
23 Çoruh	2315	Çoruh Nehri	17 835,4	30	7 146 932	401
24 Aras	2402	Aras Nehri	8 872,8	27	2 7133	306
					861	
25 Vangölü	2505	Bendimahı Çayı	1 447,2	2	16 736	12
	2511	Güzelsu Çayı	1 390,4	8	140 284	101
	2606	Dicle Nehri	30 774,7	25	22 557	733
26 Dicle					064	
	2627	Zap Suyu	6 771,9	5	2 458 375	363
	TOPLAM		293 947,5	104	196 797	Ortalama: 354

Çizelge 2'nin ortaya koyduğu bir diğer gerçek de, birim alandan en fazla toprak kayıplarının, Dicle ve Fırat havzaları ile, Eşen Çayı havzasından gerçekleşmekte olduğudur. Birim alandaki sediment verimleri arasındaki büyük ayrımlar, görüldüğü üzere, erozyonu önleme çalışmalarında pilot alan seçimi ve kaynak aktarma önceliği yönünden çok değerli veriler sağlamaktadır.

Ülkemizde toprak kaynaklarını koruyucu düzenli veri akışını bulmak bir yana, serpinti verilere bile çok seyrek rastlanmaktadır. Milli Prodüktivite Merkezi tarafından yayınlanan bir raporun sonuç bölümü, aşağıdaki paragrafla bitmektedir: "Türkiye'de, başta erozyon olmak üzere, herhangi bir nedenle zarar görmüş arazilerin güncel durumları ile ilgili ayrıntılı envanterler bulunmamaktadır. Ek olarak, arazilere zarar veren süreçlerin temel dinamiklerini belirleme amaçlı çalışmalar da yeterli değildir. Yöresel düzeyde ve birbirinden çok farklı amaç ve tekniklerle yapılan araştırmaların bulguları ise, çoğunlukla genelleştirilebilir nitelikte değildir. Bu nedenlerle, toprak koruma ve arazi iyileştirme çalışmaları için gerçekçi stratejilerin gerçekleştirilmesi olanaksızlaşmaktadır" (MPM, 1998).

Oysa erozyon, kayma, taşkın gibi, arazi bozulmasının sonucu ortaya çıkan felaketler birbirini izlemektedir. Örneğin Isparta'nın Senirkent ilçesinde 13.07.1995 tarihindeki taşkın ve toprak kaymasından dolayı, 74 yurttaşımız hayatını yitirmiştir. Daha önceleri sedir ve ardıç ile, çalı ve ot formlarıyla kaplı olan Kapıdağ'dan inen çamur önüne çıkan her şeyi silip süpürmüştür. Bu felaketten çıkarılması gereken bir diğer ders, 1960'lı yıllarda yörede başlatılan ağaçlandırma çalışmalarının, yerel halk tarafından otlak alanlarının elden gideceği gerekçesiyle engellenmesi olmuştur. Bu yıkımdan sonra, ilçe halkı erozyon önleme çalışmalarına gönüllü öncülük etmiştir. Aynı yıl, İzmir'de Yamanlar deresinin taşması sonucu, 63 yurttaşımız yaşamını yitirmiştir. Bu yıkımda da, üst havzada yeterince toprak koruma önleminin alınmamış olması ve çıkış ağzının tıkanması rol oynamıştır. Tokat, Adıyaman, Mersin, Çankırı-Eldivan, hatta Ankara merkez gibi bir çok yerleşim yerinde, bu tür yıkımlar yaşandıktan sonra önlem alınmıştır.

Türkiye’de tuz ve sodyum etkisi altındaki arazilerin Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz havzaları dışındaki 24 havzada görüldüğü, 2004 yılındaki toplamının 467 083 ha olduğu belirtilmiş ve örnek seçilen 8 alanda yapılan çalışmalara göre, sulamaya açılan arazilerde tuzluluk yayılmasının %14 düzeyinde bulunduğu belirlenmiştir (Özer, 2004). Bu artış oranı, arazilerin bozulmasında yetersiz sulama tekniklerinin ne denli etkin olduğunu göstermektedir.

Arazi bozulmaları konusunda hızla kötüleşen bir başka olgu da otlakların yok olması ve artan nüfusa bağlı olarak, açık alan hayvancığında gözlenen gerilemelerdir. Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı verilerine göre (DPT, 1998b), Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Batı Karadeniz bölgelerinde birim hayvan başına düşen otlak alanı değerleri, kritik düzeye düşmüştür. Bu sonuçta, otlaklarımızın ölçüsüzce tarıma ve diğer kullanımlara açılmış olması birinci derecede etkilidir. Oysa çağdaş anlayışta otlakların hayvan otlatmadan öte, erozyonu önleyici, yaban yaşamına ortam hazırlayıcı, biyoçeşitliliği sürdürücü ve gen kaynağı nitelikleri ön planda tutulmaktadır. Daha sonra değinileceği üzere gerçek otlakları örneğin çıplak kayalıklardan ayıracak bir sistemin uygulanmaması, bu konudaki kayıplarımızı artırıcı etki yapmaktadır.

Kimi uçuk görüşlere göre, otlak ve ormandan tarıma açılan alanlardaki organik madde kayıpları atmosferdeki karbondioksit oranını artırmış olup, tarımsal etkinlikler küresel ısınma üzerinde olumsuz etkide bulunmuştur. İşlemeli tarım arazilerinde sürekli ve çok yoğun oksijen üretimi olduğu dikkate alındığında bu görüşlerin ciddiye alınması zordur. Öte yandan küresel karbon döngüsü mekanizmaları konusunda ortaya atılan savlar, bugünkü bilgilere göre, atmosferdeki karbondioksit artışı gerçeği dışında, spekülasyondan öteye geçmemektedir. Ancak, abartılı olsun ya da olmasın, böyle düşünen kişilerin varlığı, konunun ayrıntılı araştırılması gereğini göstermektedir.

5.2 Doğru Arazi Kullanımı

Toprak korumada üç ana önlem belirtilebilir. Bunlar:

- a. Geniş alanlı otlak yönetiminin kurulup, sürdürülmesi,
- b. Yeşil malç ve korumalı işleme (anıza ekim),
- c. Erozyona duyarlı tarım alanlarının yem bitkileri üretimine dönüştürülmesi, yaban yaşamına terk edilmesi, canlı çit ve tarla sınırlarının oluşturulması, dir.

Erozyonu denetim önlemleri ile, bozulmayı önleyici, usulüne uygun arazi kullanımları iki grup altında toplanabilir. Bunlar:

1. Bitkisel ve kültürel yöntemler (araziye kullanıma uygunluk sınıfına göre kullanmak, uygun ve en az düzeyde veya sıfır toprak işleme yapmak, bitki nöbetlerine yer vermek, otlak alanlarında nöbetleşe otlatma yapmak, otlatma takvimi uygulamak, anız örtülü tarım yapmak, çiftlik gübresi, yeşil gübre, kompost vb organik artıkları değerlendirmek, eğim eğrilerine uyar yönde ve şeritsel tarım yapmak, vb),
2. Mekanik-fiziksel yöntemler, (teraslama, otlandırılmış su yolları, oyuntu kontrolü, kıyı koruma, gölet, bent vb yapımı) dir.

Erozyonun ve arazi bozulmasının önlenmesinde, özellikle Çevre ve Orman Bakanlığı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, DSİ ve Karayolları genel müdürlükleri ile, kırsal kesimde etkin veya konu üzerinde görev yapan sivil toplum örgütlerinin işbirliği içinde olmaları zorunludur. Bu tür eşgüdümelerde halkın planlama, karar alma ve uygulama aşamalarında etkin katılımının sağlanması ve havzaların bir bütün olarak değerlendirilmesi, başarının önemli ön koşullarındandır.

Türkiye’de geniş alanlarda erozyon fiilen durmuştur, çünkü örtü toprağı kalmamış, ana kaya yüzeye çıkmıştır. Böyle alanların erozyon envanterlerinden çıkarılıp, rekreasyon, yaban yaşamı, tarımsal üretim dışı yapılaşmalar gibi kullanımlara ayrılması gerekmektedir. Bu işlem yapılmadığı sürece, yerleşimler, endüstriyel birimler, yollar vb, başka seçenek bulunmadığı gerekçesiyle, değerli arazileri işgal etmeyi sürdüreceklerdir.

5178 sayılı yasayla değiştirilen 4342 sayılı “Mera Kanunu”nun 14. maddesinde, I., II. ve III. sınıf mera arazilerinde tahsis amacı değişikliği yapılamayacağı” hükme bağlanmıştır. İlk bakışta topraklarımızı koruyucu gibi görünen bu uygulamada temel yanlış, anılan arazilerin öncelikle işlemeli tarıma tahsis edilerek, dönüşümlerinin yapılması gereğinin göz ardı edilmesidir. Bu tür yanlış uygulamalar sonucu, toprağın gereğine ve niteliğine uygun kullanımı yerine, aşırı zorlanması gerçeğiyle karşılaşmaktadır. Aynı yasanın geçici üçüncü maddesiyle de, 1 Ocak 2003 tarihinden itibaren belediye ve mücavir alanlar içinde işgal edilen meralarda, fiili durum tescil edilerek, mera kayıplarının artmasına çağrı yapılmaktadır.

5.3 Erozyonun Önlenmesi

Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü’nün incelemelerine göre Türkiye’de kısa dönemde erozyondan korunabilecek arazi miktarı 2,7 milyon hektar kadardır. Ancak bu değer yalnızca orman için erozyon kontrolü alanlarını kapsamaktadır. Türkiye’de erozyonun temel nedeni yanlış yerlerde işlemeli tarım yapılması ve yanlış tekniklerin uygulanmasıdır. Yani erozyonun ve arazi bozulmasının önlenmesinde öncelikli uygulama alanları tarım arazileri olmalıdır.

Erozyon kontrolünde ağaçlandırma çalışmaları kamunun önceliğini oluşturmaktadır. Bu yaklaşım çok da yanlış olmamakla birlikte, kimi gerçekler gözden kaçırılmamalıdır. Her şeyden önce ağaçlandırma çalışmaları, hazırlıklardan, belirli bir örtü katı elde olunana değin önemli bir süre geçmesini gerektirmektedir. Bu sürede kayıplar sürmekte olup, özellikle Akdeniz bölgesi tarihsel kalıntılarında bu konuda yapılan yanlışların izleri görülmektedir. Bir ikinci etmen ekonomik olup, kırsal kesimde yaşayanlar otlakları ormanlara yeğlemektedirler. Son olarak, otsu ve çalı formu bitkilerin toprak derinliği ve kalitesi isteklerinin ağaçlara göre daha sınırlı olduğuna değinilmelidir. Bu durumda havza yönetimi kavramı, tüm ekolojik ve çevresel etmenleri birlikte değerlendiren yaklaşımlarla kendini göstermektedir.

Doğru teknikler uygulanarak yapılan sulama da, erozyonun önlenmesinde çok etkili bir araçtır. Rüzgar erozyonunu hemen tümüyle durdurur, su erozyonu açısından da doğru yöntemin seçilmesi, çok etkin önleyici işlev görür (DPT, 1998a). Çünkü bu yolla, çok güçlü bir bitki örtüsü oluşturularak yağmurun darbe etkisinin sınırlandırılması, yüzey suyunun akış hızının azaltılması ve toprağın derinlerine doğru doğal bir kanal sisteminin oluşturulması olanakları sağlanmaktadır. Yani

organik tarım dışındaki tarım tekniklerinin erozyonu mutlaka artıracığı savı doğru değildir.

ZMO tarafından on yıl önce gerçekleştirilen Ziraat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi'nde, erozyonu önlemeye yönelik önlemler arasında "havza kullanım planlaması, konu üzerindeki uzman açığına kapatmak için özel eğitim verilmesi ve korumalı tarım yapan çiftçilere kredi kolaylıkları" gibi önlemler dile getirilmişti (Taysun vd, 1995). O günden beri konu üzerinde hemen hiç yol alınmadığı, söz konusu önerilerin güncelliğini korumasıyla, açıkça görülmektedir.

4122 sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu,1995 yılında yürürlüğe girmiş olup, devlete ait kurum ve kuruluşların ülkenin ağaçlandırılmasına katkılarının ve sorumluluklarının yöntem ve ilkelerini belirlerken, meslek kuruluşları, sendikalar, vakıflar, birlikler ve diğer gönüllü kuruluşların kendilerine ait veya tahsis edilen sahalarda ağaçlandırma yapabileceklerini de hükme bağlamıştır. Anılan yasa görüşüldüğü sırada kamuoyundaki genel izlenim, "ana amacın Orman Bakanlığının bütçe açıklarının kapatılması olduğu" idi. Aradan geçen zamanda yasanın öngördüğü hedeflerin hemen hiç gerçekleşmemiş olması, bu önyargıyı doğrulayıcı nitelikte olmuştur. Bu yasanın, Orman Genel Müdürlüğü'nün bütçe açıklarını kapatmak dışında erozyonun önlenmesine nasıl bir katkı sağladığı bilinmemektedir.

Arazi sahipleri ve kullanıcıların erozyon zararları konusunda tümüyle bilgisiz olduklarını benimsemek yanıltıcıdır. Devlet karışmadığı sürece yaklaşımları, bu işten elde edecekleri kazancın, harcamalarından yüksek olması gereğidir. Başka bir anlatımla, korumalı tarıma yöneltmesi için, bir yetiştiricinin bu yolla elde edeceği kazancın, harcamalarından daha fazla olacağına ikna edilmesi gerekir. Kazançlar ve harcamaların dökümünün çıkarılması için de, girdi ve çıktı fiyatları, mülkiyet durumu, çiftçinin özellikleri gibi analizlerin yapılması gerekir. Bu yaklaşım çoğu uzmana ters gelebilir, ama konuya yalnızca doğal kaynak koruma açısından bakıp, işin ekonomisini ve yetiştirici hakları boyutlarını hesaba katmayan anlayışın pek de başarılı olmadığını şimdiye dek yalın olarak ortaya çıkmıştır. Yapılması gereken şey, yetiştiriciye kısa ve uzun dönemli çıkarlarını tüm açıklığıyla sergilemektir. Bu bağlamda, uzun dönemli koruyucu önlemlerin etkin olabilmesi için arazi toplulaştırma (küçük işletmelerin birleştirilip, kullanışlı ölçeklere getirilmesi) ve arazi mülkiyetini yaygınlaştırıcı politikaların izlenmesi gerekmektedir. Erozyon başta olmak üzere, toprak özelliklerinin bozulmasında temel nedenlerden biri, mülkiyet hakkındaki belirsizliklerdir. Gelişmiş ülkelerde yeni yaklaşımlar, toprak koruma önlemlerinin çiftçiler ve devlet tarafından ortaklaşa planlanmasını ve birlikte finanse edilmesini öngörmektedir. Bunlar arasında erozyona duyarlı alanların işlemeli tarımdan çıkarılması, eğimli arazilerde çayır şeritlerinin, su toplama havzalarında da tampon bölgelerin oluşturulması gibi önlemler sayılabilir (Fullen, 2003).

Erozyon boyutlarının kestirilmesi konusunda Cs¹³⁷ izotopu ile yapılan çalışmalarda son yıllarda önemli gelişmeler kaydedilmiş olup (Du, 1998; Yan vd, 2002; Uğur vd, 2003), ayrıca Be¹⁰, Al²⁶ gibi radyoizotop teknikleriyle, akarsulardaki sediment birikimleri de oldukça güvenilir biçimde belirlenebilmektedir (Schaller vd, 2001). Erozyon denetimine ilişkin gözlemsel ve deneysel çalışmalarda bir diğer önemli konu da, çalışmaların havza ölçeğinde yürütülmesi gereğidir. Ülkemizde bu konuda yapılan sınırlı araştırmaların ise, parsel boyutunu aşmadığı bilinmektedir.

5.4 Diğer Arazi Bozulma Türleri

Yer altı sularının aşırı çekilmesi sonucu, düzeyleri 40 metreye varan oranlarda düşmüş olup, özellikle kıyı kesimlerinde tuzlu su çekişleri büyük bir sorun haline gelmiştir. Gerçekte, tarımsal sulamalarda yetersiz teknoloji uygulamaları, su kaynakları savurganlığının başında gelmesinin yanı sıra, taban suyunun yükselmesi, hastalıkların ve zararlıların artması, biyoçeşitliliğin azalması, türlerin yozlaşması, su kirliliğinin artması gibi sayısız zararlara yol açmaktadır. Arazi bozulmasını önlemede ve su kazancı sağlamada öncelikli ve ivedi konularımızdan biri, modern sulama yöntemlerinin yaygınlaştırılması olmalıdır. Anılan koruyucu önlemler yalnızca yerinde oluşan zararların giderilmesi için geçerli olup, alt havzada sediment birikmesi, ötrofikasyon vb başka bir zararın önlenmesi konularında kamu, yine de muhatap ve destekçi bulamayacaktır.

AB uyum paketi hazırlıkları çerçevesinde ilgililerce hazırlanan bir raporda, kırsal kalkınma hedeflerine ulaşılması için öncelikle tutarlı bir politikanın oluşturulması ve önceliklerin belirlenmesi gereğine değinilmekte ve 84 maddelik çözüm önerileri paketi, 6 ayrı başlık altında sunulmaktadır (TKB, 2003). Büyük bölümü kaynak korumaya yönelik olan bu önlemler arasında, kurumsal, finansal, yapısal, yasal vb konularda köklü öneriler yer almaktadır. Yalnızca bu öneriler incelendiğinde bile, ülkemizde kaynak koruyucu uygulamalar konusunda yapılması gerekenlerin fazlalığı göze çarpmaktadır.

5.5 Verilerin Yetersizliği

Türkiye’de, 1970’li yıllardan bu yana konuya ilişkin hemen tüm çalışmalarda, aynı derinlik, eğitim, erozyon etkisi, otlak alanı vb rakamlara rastlanmaktadır. Oysa aradan geçen otuz yılı aşkın sürede hem inceleme ve haritalama tekniklerinin, hem de değerlerin son derecede değişmiş olduğu açıktır. Ne yazık ki, ilgili kuruluşların kapatılması, devri, daraltılması gibi akıl almaz düşünceler, sağlıklı veri üretimi konusunda iyimser olmayı olanaksızlaştırmakta, uzun yıllar sonra da benzer yakınmaların gündeme gelebileceğini göstermektedir. Bu sunuşta, yıllardan beri izlenen yanlış politikaların kısa sürede fark edilip düzeltileceği umuduyla, yine de ülkenin doğal kaynaklarına ilişkin ivedi gerek duyduğu veriler konusunda iyi niyetli önerilerde bulunulacaktır.

Toprak erozyonunun ve işletme etkinliklerinden kaynaklanan toprak biyoçeşitliliği değişimlerinin izlenebilmesi için, işletme içinden ve dışından, mali değeri ölçülemeyen çevresel ve toplumsal dış etmenler kestirilmelidir. Toprak erozyonu göstergesi olarak yararlanılan kurumsal ve zamansal veri setleri geliştirilerek ve toprak biyoçeşitliliği göstergelerini oluşturmak için veri setleri kurularak, var olan veri tabanlarının daha etkili kullanımı ile, toplumun ulaşabileceği verilerin geliştirilmesi de dahil olmak üzere, politika analizi için yararlı konuma getirilmelidir.

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı’nın STATİP projesi, çiftçi kayıt sisteminin yanı sıra, kadastro çalışmalarının bitirilmesini, parsel tanımlama sisteminin (LPIS) ortaya konmasını ve korunması gereken tarım arazilerinin belirlenmesini amaçlayan, iyi niyetli bir girişimdir. 2002 yılında yürütülmeye başlanan projeye, sağlıklı destekleme politikaları, üretim planlaması, girdi ekonomisi vb çok sayıda yararın yanı sıra,

arazilerde bozulmaya yol açan uygulamaların izlenmesi ve giderici önlemlerin alınması da amaçlanmış bulunmaktadır. Ancak, şu anki uzman, araç-gereç vb yapısı bu çalışmayı yürütmek için yeterli değildir ve tarım arazilerinin sınıflandırılmasında uluslar arası ölçütlerle bağdaşmayan bir yöntemle yol almaya çalışılmaktadır.

5.6 Öneriler

Ülkenin topoğrafik yapısı ve iklim özellikleri üzerinde değişiklik yapılamayacağına göre, alınacak önlemlerin üç grup altında toplanması gerekmektedir. Bunlardan birincisi toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin geliştirilmesi, ikincisi bitki örtüsünün güçlendirilmesi (kapalılık oranının ve süresinin artırılması), üçüncüsü de baraj, bent yapımı, yatak düzenleme, engel kurma vb fiziksel yapıların kurulmasıdır. Doğaldır ki, yöresel olarak her üç gruptaki önlemler birlikte değerlendirilmeli ve uygulanmaya çalışılmalıdır. Konumsal ve zamansal yönden bütüncül ekosistem yaklaşımı geliştirilerek, arazi kullanımı, arazi örtüsü ve arazi yönetiminin toprak sağlığı ve işlevleri (fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak), sosyo-ekonomik değişkenler (örneğin ürün verimliliği, işletme yönetim uygulamaları ve maliyetleri, çiftlik gelirleri) ve ekosistem hizmetleri (örneğin karbon bağlanması, suyun süzülmesi, su depolama vb) konularındaki değişimler düzenli olarak izlenmeli ve değerlendirilmelidir.

FAO ve UNEP tarafından ortaklaşa hazırlanan bir raporda (FAO, 1996) sürdürülebilir arazi yönetimi için alınması gereken önlemler, “ulusal görevli kurum, kamuoyu duyarlığı, pilot alanlarda yerel kaynak yönetimi grupları oluşturulması, gereksinmelerin ve engellerin tanımlanması, eldeki bilgilerin doğrulanması, arazi yönetim planlarının tartışmalar yoluyla geliştirilmesi, yasal destek sağlanması ve ilgili kamu birimlerinin güçlendirilmesi” olarak sıralanmaktadır.

Toprak erozyonu ve toprak biyoçeşitliliği ilgilendiren modellerde, tutarlılığın, saydamlığın, iletişimin ve deneyimlerin paylaşımı sağlanmalı ve veriler, tanımlar, bilgi ağları ve göstergeler güçlendirilmelidir. Taraf olabilecek gruplar, FAO, CBD, UNCCD, UNEP, UNFCCC, ESCS, IUSS, WWF gibi uluslar arası örgütler, çay, tütün, pancar, pamuk vb tarımsal ürün işleme endüstrisi, Ziraat Odası, ZMO, sulama kooperatifleri ve birlikleri, tarım kredi, satış vb kooperatifler, belediye birlikleri, Çevre Vakfı, DHKV, TEMA, TTKV vb meslek kuruluşları ve sivil toplum örgütleri gibi, yerelden küresele çok geniş bir yelpazeyi kapsayabilir.

Kırsal kesime alternatif yakıt kaynakları sunularak, tezek ve sap-saman yakılması önlenmeli, organik artıkların doğrudan toprağa dönmesi özendirilmelidir. Bu bağlamda enerji kazanımı sağlayan yapı izolasyonunun artırılması da önemli bir amaç olmalıdır.

Yeşil gübreleme, kompost hazırlama, korumalı tarım, organik tarım gibi toprağın korunmasını ve yapısının gelişmesini sağlayıcı önlemlere ağırlık verilmelidir.

“Uygun arazi kullanımı” ölçütleri, gübre ve tarım ilacı gibi girdiler dahil olmak üzere, yöresel ve bölgesel ölçeklerde tanımlanarak, oluşturulacak yerel kurullarca izlenmeli ve onaylanmalıdır.

Tarımsal üretimin düşük ve erozyonun etkin olmasına yol açan etmenlerden biri de arazilerin yanlış kullanımıdır. Ülkemizde arazi kullanımını dağılımı hiç düzenlenmemiş olup, örneğin orman veya otlak niteliğindeki fazla eğimli alanlar tarıma açılmış, mutlak tarım alanları ormana tahsis edilmiş veya yol, yerleşim, endüstri vb amaçlarla elden çıkarılmıştır. Yine iyi nitelikli tarım arazileri suya boğulu olarak kalmakta veya çayır-mera arazileri bataklık olarak bırakılabilmektedir. Bu tür kullanımların bir merkezden planlanıp izlenmesi mutlak zorunluluk iken, son dönemde yapılan birtakım düzenlemelerle önce Topraksu Genel Müdürlüğü'nün kapatılması, sonra da, KHGM'nün yerel yönetimlere devri gibi, toprak koruma tekniklerine taban tabana zıt politikalar uygulanmaktadır. Ülke yönetimi, toprak yönetimine ilişkin konuları, uluslar arası kuruluşların baskı ve yönlendirmeleri sonucu, yerel nitelikli say(n)arak, tarihsel bir yanlışta düşmektedir. Gelişmiş ülkelerde arazileri kullanıma uygunluk sınıfına göre tahsis eden uygulamalar bile yetersiz görülüp, iklim, su tutma gibi diğer çevresel etmenleri de gözetilen sistemlere geçilmeye başlanmışken, ülkemizde ise bu çalışmaları yürütebilecek tek kurum da yok edilmeye çalışılmaktadır.

Toprak ve su kaynaklarını birlikte değerlendirerek, korunmaları ve geliştirilmeleri yönünde bir yapılanmaya gitmek ve yılların ihmali kapatacak atılımlarla ülke topraklarının kaybına ve bozulmasına set çekmek ivedi bir zorunluluk olmuştur.

KAYNAKLAR

- Bakker, MM., Govers, G. ve Rounsevell, MDA. 2004. The crop productivity–erosion relationship: an analysis based on experimental work. *Catena*, 57(1): 55 – 76.
- Behnke, RH Jr, ve Scoones, I. 1993. Rethinking range ecology: implications for rangeland management in Africa. In *Range Ecology at Disequilibrium: New Models of Natural Variability and Pastoral Adaptation in African Savannas*, Behnke RH Jr, Scoones I, Kerven C (eds). ODI/IIED: London; 1–30.
- Boardman, J. 1994. Erosion monitoring programmes. IGBP-GCTE-SEN Workshop “Soil Erosion Under Global Change”, 29-31 March 1994, Paris, France.
- Claassen, R., Wiebe, K. ve Hansen, LR. 2003. Farmers' Choices and the Role of Environmental Indicators In the Development of Soil Conservation Policy, September 11, 2003 For presentation at the OECD expert meeting on soil erosion indicators, Rome, Italy, March 25-28, 2003. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Commission of the European. 2002. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Towards a Thematic Strategy for Soil Protection, COM (2002 179 final); Brussels.
- Committee on Scientific and Technical Criteria for Federal Acquisition of Lands for Conservation, National Research Council. 1993. *Setting Priorities for Land Conservation*. The National Academies Press.
- Çevre ve Orman Bakanlığı. 2004. Çölleşme İle Mücadele Ulusal Eylem Programı Çölleşme İle Mücadele Ulusal Koordinasyon Birimi. <http://www.cevreorman.gov.tr/collesme/col-kapak> 12 Ekim 2004.
- de la Rosa, D., Moreno, JA., Mayol, F. ve Bonson, T. 2000. Assessment of soil erosion vulnerability in Western Europe and potential impact on crop

- productivity due to loss of soil depth using ImpelERO model, *Agric. Ecosyst. Environ.*, 81: 179–190.
- Den Biggelaar, C., Lal, R., Wiebe, K. ve Breneman, V. 2004. The global impact of soil erosion on productivity. *Advances in Agronomy*, 81:1- 48 ve 49-96.
- DPT. 1998a. Tarım ve Mera Arazilerinin Yönetimi. Ulusal Çevre Eylem Planı. Ankara.
- DPT. 1998b. Türkiye Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı. Ankara.
- Du, M., Yang, H., Chang, Q., Minami, K., ve Hatta, T. 1998. Caesium-137 fallout depth distribution in different soil profiles and significance for estimating soil erosion rate. *Sciences of Soils*, 3:3.
- Düwel, O. 2002. Soil erosion - an environmental problem? Relevance, causes and consequences. Workshop on Geo- and Mining Hazards, Geo Zentrum Hannover, 18-26 November 2002, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Gn Md. 2000. Türkiye Akarsularında Süspansediment Gözlemleri ve Sediment Taşınım Miktarları. Hidrolik Etütler Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- European Commission. 1994. Report on Desertification and Land Degradation in the European Mediterranean.
- European Commission. 1999. Economic Assessment of Priorities for a European Environmental Policy Plan. Report prepared by RIVM, EFTEC, NTUA and IIASA for Directorate General XI (Environment, Nuclear Safety and Civil Protection).
- Falter, C. 2004. European soil: from neglect to protection. *Metamorphosis, The European Environmental Bureau Newsletter*, January 2004, sf: 10.
- FAO ve UNEP. 1996. Our Land, Our Future: a New to Land Use Planning and Management. Rome.
- FAO. 2003. Land Degradation Project in Drylands-LADA Project. World Soil Resources Report no 97, Rome.
- Fullen, MA. 2003. Soil erosion and conservation in northern Europe. *Progress in Physical Geography*, 27(3):331-358.
- Keith, W. 2003. Linking Land Quality, Agricultural Productivity and Food Security. U.S. Dept. Agr., Econ. Res. Serv. AER-823.
- Kirkby, MJ., Irvine, B., Gobin, A. ve Govers, G. 2003. Models for soil erosion in Europe. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 5, 08297.
- Lean, G. 1995. Down to Earth, UNCCD Sekretariat.
- MPM. 1998. Türkiye’de Toprak Koruma ve Arazi İyileştirme Çalışmalarının Etkenleştirilmesi. Milli Prodüktivite Merkezi yayınları no: 627, Ankara.
- OECD. 2001. Environmental Indicators for Agriculture, Methods and Results. Executive Summary.
- OECD. 2003. OECD Expert Meeting on Agricultural Soil Erosion and Soil Biodiversity Indicators. 25-28 March, 2003, Rome.
- Özer, N. 2004. Dünya ve Türkiye’de tuzluluk durumu ve eğilimler. DSİ Gn Md. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu. 20-21 Mayıs 2004, Ankara.
- Pieri, C. 1989. Fertile des terres de savane. Bilan de trente ans de recherche et de developpement agricoles au sud du Sahara. Ministre de la cooperation / CIRAD, Paris, France, 444 pp.
- Rowntree, K., Duma, M., Kakembo, V. ve Thornes, J. 2004. Debunking the myth of overgrazing and soil erosion. *Land Degrad. Develop.* 15: 203–214.

- Shapouri, H., Shahla, S. ve Rosen, S. 2000. *Food Security Assessment*. International Agriculture and Trade Report GFA-12, Economic Research Service, U. S. Department of Agriculture, Washington DC.
- Schaller, M., von Blanckenburg, F., Hovius, N. ve Kubik, PW. 2001. Large scale erosion rates from in-situ produced cosmogenic nuclides in European river sediments. *Earth and Planet. Sci Lett.* 188, 441-458.
- Taysun, A., Çanga, MR., Uysal, H. ve Erpul, G. 1995. Toprak Erozyonu ve Korunma Önlemleri. TMMOB Ziraat Müh Odası, IV. Teknik Kongresi. 9-13 Ocak 1995. sf:267-280, Ziraat Bankası kültür yn no 26, Ankara.
- TKB. 2003. Avrupa Birliğine Üyelik Yolunda Türkiye Kırsal Kalkınma Politikası Raporu, Kırsal Kalkınma Çalışma Grubu, Ankara.
- TKB. 2004. <http://www.tarim.gov.tr/arayuz/9/menu.asp>. (1 Eylül 2004).
- Uğur, A., Yener, G., Saç, MM., Altınbaş, Ü., Kurucu, Y., Bolca, M. Ve Özden, B. 2003. Radyoaktif ¹³⁷Cs İzleyici Kullanarak Muğla-Yatağan Havzasında, Erozyon Hızının Tayini. VIII. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi, 15-17 Ekim 2003, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- United Nations Environment Programme, 1992. *World Atlas of Desertification*. Edward Arnold, London.
- Van Lynden, GWJ. 2000. Guidelines for the Assessment of Soil Degradation in Central and Eastern Europe. FAO & ISRIC, Report no: 97/08b, Rome.
- Warren, A.(ed). 2000. *Wind Erosion On European Light Soils(WEELS)*. Final Report to the European Union Commission. London.
- Williams, J. 1991. "Search for sustainability: agriculture and its place in the natural ecosystem". *Agricultural Science*, 4(2), 32-39.
- Yan, P., Shi, PJ. ve Dong, GR. 2002. Application of Caesium-137 Technique on Wind Erosion in Gonghe Basin, Qinghai Province, China. In : Lee, Jeffrey A. and Zobeck, Ted M., 2002, Proceedings of ICAR5/GCTE-SEN Joint Conference, International Center for Arid and Semiarid Lands Studies, Texas Tech University, Lubbock, Texas, USA Publication 02-2 p. 142.
- Yassoglou, N., Montanarella, L., Govers, G., Van Lynden, G., Jones, RJA., Zdruli, P., Kirkby, M., Giordano, A., Le Bissonnais, Y., Daroussin, J. ve King, D. 1998. *Soil Erosion in Europe*. European Soil Bureau.