

SERİ

B

CİLT

42

SAYI

3 - 4

1992

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



ÇÖL KAVRAMI, ÇÖLLEŞME OLGUSU VE TÜRKİYE

Prof. Dr. Ertuğrul GÖRCELİOĞLU¹⁾

Kısa Özet

Çölleşme, özellikle son 25 yıl içinde uluslararası gündemin önemli bir konusu durumuna gelmiştir. Dünya ikliminde gözlenen belirgin değişikliklerle birlikte çölleşme olgusu, günümüzde tüm insanlığı ilgilendiren konular arasında ön sıralara yerleşmiş bulunmaktadır.

Bu bağlamda, "çöl" kavramı ile "çölleşme" olgusu üzerinde durulması ve çölleşme tehlikesinin ülkemiz açısından gözden geçirilmesi yararlı olacaktır. Bu düşünceyle yapılan bu inceleme, konunun genellikle kurak bölgeler ve Türkiye açısından taşıdığı önemi ana çizgileriyle ortaya koymaktadır.

1. GİRİŞ

Afrika'nın Sudan-Sahil²⁾ kuşağında 1968-1973 yılları arasında yaşanan ve kitlesel ölümlere, açlık ve susuzluğa, göçlere neden olan kuraklık tüm insanların dikkatini dünyadaki kurak bölgelere çekmiş, çölleşme süreçleriyle ve bunların çevre ve insan toplulukları üzerindeki olumsuz etkileriyle savaşıma amacıyla uluslararası girişimleri başlatmıştır.

Afrika'daki kuraklık afeti 1980'li ve 1990'lı yılların ilk yarılarında da yinelenmiş, 27'den fazla ülkeyi etkileyen bu afetler, kuraklık, çölleşme ve açlık arasındaki ölümcül ilişkiyi bir kez daha insanlığın gözleri önüne sermiştir.

Arazi kaynaklarının biyolojik potansiyelini büyük ölçüde zayıflatan ya da yok eden, sonunda da çöle benzer koşulların ortaya çıkmasına yol açan çölleşme olgusu, çoğunlukla insanın akıl ve bilim dışı arazi kullanma uygulamalarının sonucudur. Çölleşmenin coğrafi kapsamı dünya ölçüsünde 45 milyon km² dolayındadır. Günümüzdeki verimli arazi kayıplarına ilişkin hesaplara göre, 1970'li yıllarda tarım yapılabilir nitelikteki arazilerin 1/3'ü bu yüzyılın sonuna kadar bu özelliğini yitirecek, elden çıkmış olacaktır. Daha önce görülmemiş ölçüdeki nüfus artışı ve buna bağlı olarak besin maddeleri talebinde ortaya çıkan büyük artış dikkate alınırsa, bunun olumsuz sonuçları kolayca tahmin edilebilir. Bu arada geri kalmış ya da az gelişmiş ülkelerin tümünde plansız yerleş-

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı.

2) Ekvatorun hemen kuzeyinde ve Büyük Sahra'nın güneyinde, yaklaşık 10°-20° kuzey enlemleri arasında kalan kuşak

min tarım alanlarını hızla yutmakta olduğu da düşünülürse, bu gidişin yakın bir gelecekte ortaya çıkaracağı durum daha da neleşecektir.

Kenya'nın başkenti Nairobi'de 1977 yılında toplanan Birleşmiş Milletler Çölleşme Konferansı'nda 95 ülkenin katılımıyla kabul edilen Çölleşmeyle Savaş İçin Eylem Planı uyarınca birçok ülkede çeşitli projeler uygulanmaktadır.

Topoğrafya, iklim ve başıboş arazi kullanma özellikleri nedeniyle ülkemizde de çölleşmenin önemli bir tehlike olduğu kuşkusuzdur. Son yıllarda çevre sorunlarına ilginin giderek artmasına ve çok sayıda sivil örgütün bu sorunlarla ilgili çalışmalar yapmasına bağlı olarak kamuoyunda bilgilendirme ve bilinçlenme de başlamıştır. Bu arada özellikle TEMA (Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı)'nın, "Türkiye Çöl Olmasın" sloganı, çöl ve çölleşme kavramlarını ülkemizde de güncelleştirmiştir.

2. ÇÖL VE ÇÖLLEŞME KAVRAMLARI

2.1 Çöl

İklim koşulları ile topoğrafya şekilleri arasında sıkı bağlantılar vardır ve bunlara göre yeryüzünde belirli morfojenetik bölgeler ayırt edilebilir. **Kurak bölgeler** ile **yarıkurak bölgeler**, belirli süreç ve etkenlerin yeryüzünü şekillendirme etkinliği bakımından ön plana geçmeleri ve buna bağlı olarak diğer alanlardan farklı bazı şekil gruplarının meydana gelmesi ile belirginleşen bu morfojenetik bölgelerden ikisidir.

Konuyla ilgili olarak önemli hususları, Erinç (1971)'in verdiği bilgilere dayanarak kısaca aktarmak yararlı olacaktır.

İklim ve topoğrafya bakımından nemli ve kurak bölgeler arasında kesin sınırlar çizmek güçtür. Aynı güçlük, yarıkurak bölgelerle kurak bölgeler arasındaki sınır belirlenmek istendiğinde de söz konusudur. Bununla birlikte nemli bölgelerle kurak bölgeler arasında büyük farklar göze çarpar. Nemli bölgelerde akarsular esas şekillendirme etkenidir. Kurak bölgelerde ise akarsular daha az önemli bir rol oynar. Buna karşılık arazinin şekillenmesinde rüzgâr faaliyeti ön plana geçer. Çöllerde sürekli akarsular nadirdir. Mevcut olanlar da, daha nemli bölgelerde doğup çölü aşan **allojen** (dış kaynaklı) nehirler halindedir. Zaman zaman düşen şiddetli sağanaklarla veya yüksek dağlar üzerindeki karların erimesi ile oluşan geçici ve sel karakterli bazı akarsular da görülür. Kurak bölgelerin başka bir özelliği de bitki örtüsünün fakirliğidir. Yarıkurak bölgelerde seyrek ve kserofil olan bitki örtüsü, kurak bölgenin kalbine yaklaştıkça büsbütün seyrekleşir, daha şiddetli olan kuraklığa uyum sağlamış şekiller alır ve bazı hallerde geniş alanlarda tamamen ortadan kalır. Kurak bölgelerde topoğrafya çözülme, seller, seyelânlar (sheetfloods) ve rüzgârın ortak faaliyetlerinin eseridir.

Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere yarıkurak ve kurak bölgeleri çeşitli karakterlerine göre ve çeşitli yöntemlerle ayrı ayrı tanımlamak ve bunlara dayanarak kabaca sınırlandırmak mümkündür. Bu hususta başvurulabilecek olan başlıca yöntemler aşağıda özetlenmiştir:

1) **Topoğrafya şekillerine göre** kurak bölgelerin sınıflandırılması, özellikle jeomorfolojik karakterlere dayanır. Buna göre çöller (a) nispeten arızaşız (engebesiz) çöller (örneğin Sahra, Kalahari, Suriye-Arabistan çölleri), (b) dağlık ve genellikle engebeli bir rölyefe sahip kurak bölge çölleri (örneğin Kuzey ve Güney Amerika çölleri, Orta Asya çölleri ile Akdeniz bölgesinin yarı çöl karakterindeki engebeli kısımlardaki çöller) olmak üzere iki tipe ayrılabilir.

2) **Bitki örtüsüne göre** bitki örtüsünden hemen hemen tümüyle yoksun denecek kadar çıplak olan çöller ile, bitki örtüsünün çok aralıklı ve pek fakir olduğu çölümsü stepler esas kurak bölgelere tekabül ederler. Buna karşılık çeşitli tiplerdeki stepler ve bazı savan alanları yarıkurak bölgeleri karakterize ederler.

3) **Klimatolojik verilere göre kurak ve yarıkurak bölgelerin sınırlandırılmasında** ya doğrudan doğruya yağış miktarları esas alınır, yahut da sayıları pek çok olan çeşitli formüller kullanılarak kuraklık derecesi araştırılır.

Birincisinde, yıllık yağış miktarı 20-40 cm arasında olan bir ıllman bölge istasyonu yarıkurak sayılır. Yağış miktarı 20 cm'den az olan bir istasyon da kurak bölgeye dahil edilir.

Bu yöntem çok kaba ve yaklaşıktır. Bunu bir örnekle açıklayabiliriz. Örneğin sıcak kuşakta yılda 70 cm yağış alan bir alan step halindedir ve yarıkurak sayılır. Oysa ıllman kuşakta aynı miktarda yıllık yağış alan bir alan nemlidir ve doğal olarak ormanla kaplıdır. Bu düşünceden hareketle, yağışla sıcaklığı bir arada değerlendirerek yağışın etki derecesini (yağış etkinliğini; yağış müessiriyetini) ifade eden çeşitli formüller geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

(a) **De Martonne'un kuraklık indisi**

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

formülüyle hesaplanır. Burada I = kuraklık indisi, P = yıllık yağış miktarı (mm), T = yıllık ortalama sıcaklık (°C) tir. Bu formüle göre

$$\begin{aligned} I < 10 & \text{ kurak bölge; çöl} \\ I = 10-20 & \text{ yarıkurak bölge} \\ I = 20-30 & \text{ yarınemli bölge} \end{aligned}$$

sayılır.

(b) **Köppen'in formüllerine göre kurak bölgelerle (BW = çöller) yarıkurak bölgeler (BS = stepler) arasındaki sınır;**

$$\begin{aligned} \text{kışı yağışlı bölgelerde} & : r = 1 \\ \text{yazı yağışlı bölgelerde} & : r = 1 + 14 \\ \text{düzenli yağışlı bölgelerde} & : r = 1 + 7 \end{aligned}$$

denklemlerinin erişildiği yerden geçer. Bu formüllerde r = yıllık yağış miktarı (mm), t = yıllık ortalama sıcaklık (°C) tir. En kurak yaz ayında, en yağışlı kış ayının yağış miktarının 1/3'ünden daha az yağış alan istasyonlar **kışı yağışlı**; en kurak kış ayında, en yağışlı yaz ayının 1/10'undan daha az yağış alan istasyonlar ise **yazı yağışlı** tipe dahil sayılır.

(c) **Thorntwaite'e göre bu yöntemin nemlilik indisi;**

$$I_m = \frac{100 \cdot s}{n}$$

formülüyle göre hesaplanır. Bu formülde I_m = nemlilik indisi, s = aylık su fazlasının yıllık toplamı, d = aylık su noksanının yıllık toplamı, n = potansiyel evapotranspirasyonun yıllık değeridir. Nemli iklim bölgelerinde indisin değeri pozitif, kurak iklimlerde ise negatif tir. İndi değeri 0 oldu gu yerler, nemli ve kurak bölgeler arasındaki sınırı oluşturur. 0 ile -20 arasında olan yerler kurak yarınemli, indisleri -20 ile -40 arasında olan yerler asıl yarıkurak, indisleri -40 ile -60 arasında olan yerler ise tam kurak bölgelere, yani çöllere tekabül ederler.

(d) **Ering'e göre kurak ve yarıkurak bölgeler;**

$$I_m = \frac{P}{T_{om}}$$

formülüyle sınırlandırılabilir. Bu formülde I_m = yağış etkinliği (yağış müessiriyeti) indisi, P = yıllık yağış miktarı (mm), T_{om} = yıllık ortalama maksimum sıcaklık (°C) tir. T_{om}'nin hesabında, aylık

ortalama maksimumun 0 °C'den düşük olduğu aylar. evapotranspirasyon kaybı çok az olacağı için, dikkate alınmaz. Bu formüle göre;

- $I_m < 8$: tam kurak (çöl)
 $I_m = 8-15$: kurak (çölümsü step)
 $I_m = 15-23$: yarıkurak

yörelere tekabül eder.

Kuraklık derecesinin şiddetine göre yeryüzünde ayrılan bölgeler Harita 1'de gösterilmiştir. Gerek De Martonne'un, gerek Thorthwaite ve Erinç'in formülleri memleketimize de tatbik edilmiş ve oldukça tatmin edici sonuçlar alınmıştır. Bu incelemelerden anlaşıldığı üzere, Türkiye'de iklimatik bakımdan gerçek kurak bölge, yani çöl karakteri gösteren bir alan yoktur. Buna karşılık Orta Anadolu ile Güneydoğu Anadolu'da oldukça geniş birer yarıkurak bölge yayılmaktadır. Fakat bu, ancak ortalama durumu ifade eder. Çeşitli yıllardaki yağış etkinliği ayrı ayrı hesaplandığı takdirde, ortalama duruma göre bazı yıllarda önemli ölçüde değişikliklerin meydana geldiği görülmektedir. Örneğin 1928, 1932 ve 1934 yıllarındaki kuraklık sırasında İç Anadolu ile Güneydoğu Anadolu iklim bakımından tam anlamıyla kurak bölge, yani çöl karakteri kazanmış ve bu sırada Ön Asya'da yayılan kurak morfojenetik bölgelerin sınırları Anadolu'nun ortalarına kadar sokulmuştur.

4) **Drenaj karakterine göre** de kurak, yarıkurak ve nemli bölgeler sınırlandırılabilir. Genel bir kural olarak nemli bölgeler, drenajın haricî (ekzoreik) olduğu alanlardır. Başka bir deyişle akarsular, nemli bölgelerde denize kavuşur. Kurak bölgelerde ise drenaj ya dahilî (andoreik) dir ya da düzenli bir akış yoktur. Buna karşılık sürekli akışın hiç bulunmadığı alanlar akışsız (areik) alanlar olarak adlandırılır; böyle yerler genellikle asil kurak bölgelere, yani çöllere tekabül ederler.

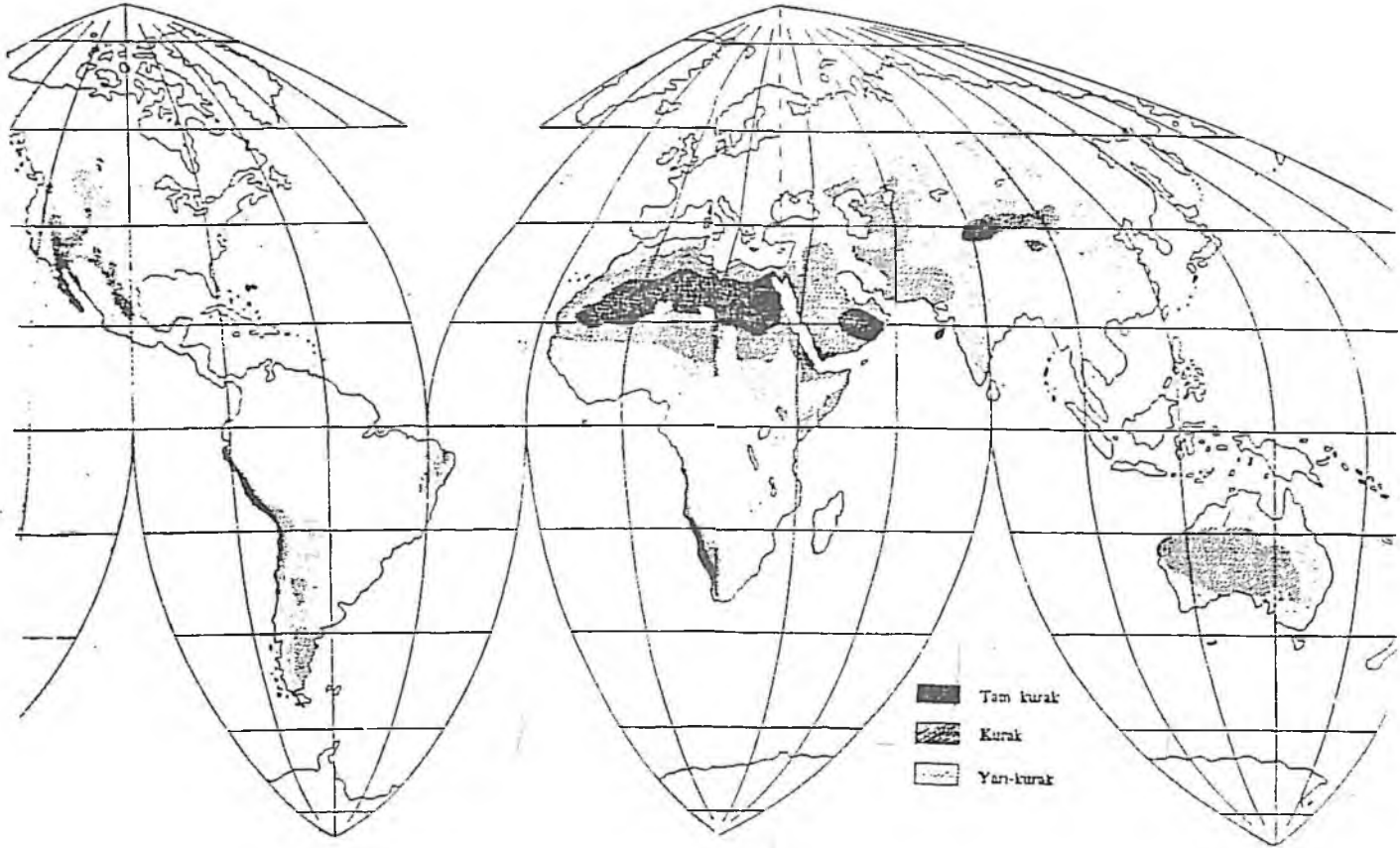
5) **Toprak tipleri, pedojenez ve kabuk oluşumu** ile iklim arasındaki sıkı ilişkiler, kurak ve yarıkurak bölgeleri sınırlandırmada yararlanılabilecek başka bir olanaktır. Bilindiği gibi zonal toprak gruplarından pedokal'ler nemli olmayan iklim bölgelerinde meydana gelirler. Bu grupta yer alan chernozyom (chernozem) ile kestane ve kahverengi step toprakları yarıkurak bölgeleri, buna karşılık serozomlar asil kurak bölgeleri, yani çölleri karakterize ederler. Bütün pedokallerde kireçlenme (kalsifikasyon) görülür. Kuraklık derecesi arttıkça, B horizonundaki kireçlenme yüzeye yaklaşır ve en kurak yörelerde tümüyle yüzeyi kaplar. Bu durumda toprağın üst kısmında kireç ya da diğer tuzların birikmesi ile bir çimentolaşma ve sertleşme meydana gelir; daha ileri aşamalarda ya da asil kurak bölgelerde bu çimentolaşma tabakası dayanıklı bir kabuk (duriscrust) halini alır. Yüzeydeki çimentolaşma zonunun ya da kabuğun kimyasal birleşimi, iklime ve zemin özelliğine bağlı olarak değişir. Buna göre kabuklar kireçli, tuzlu, killi ve lateritik olabilmektedir. Kabuk genellikle dayanıklı olduğu için, yarıkurak ve kurak alanların aşınmasını bir ölçüde frenler. Bu nedenle kabuk oluşumu, kurak ve yarıkurak alanların adeta bir "kendini savunma" süreci olarak nitelendirilmektedir.

Buraya kadar yapılan açıklamalar gösteriyor ki çöl kavramı, bakış açısına ve farklı kriterlere göre çeşitli şekillerde tanımlanabilmektedir. Bunların çoğu, iklim kriterlerine (yağış etkinliğine) dayanmaktadır. Yukarıda açıklanan ve sayıları aslında çok daha fazla olan yağış etkinliği formülleri, başka bir deyişle çölü tanımlamada söz konusu olan kriterler;

- yağış-sıcaklık oranına dayananlar,
- yağış-buharlaşma oranına dayananlar,
- yağış-doygunluk açığı oranına dayananlar

olmak üzere başlıca üç grupta toplanabilir (ERİNÇ 1969).

Buraya kadar sözü edilenlerin dışında da çölleri tanımlamada kullanılan bazı kriterler vardır. Yıllık yağış miktarı ve yağışın yıllara göre değişiklik oranı, bunlardan ikisidir. Örneğin genellikle pratikte 100 mm/yıl'dan az yağış alan yerler "çöl", 100-300 mm/yıl arasında yağış alan yerler de



Harita 1 : Yeryüzünde tam kurak, kurak ve yarıkurak bölgeler (ERİNÇ 1971,

"yarı çöl" olarak adlandırılmaktadır. Çölleri tanımlamada gösterge olarak kullanılan yağışın yıldan yıla değişiklik oranı ise, Kuzey Amerika çöllerinde % 30-40, Orta Asya çöllerinde % 40-50, Büyük Sahra Çölü'nde ise -batıdan doğuya artan şekilde- % 80-150 arasında değişmektedir (GÜNAY 1985).

İnsanların pek çoğu kurak bölgeleri, özellikle çölleri uçsuz bucaksız kumluklar ve kumullar ile kaplı olarak tasavvur eder. Halbuki kumlu ve kumullu çöllere kurak bölgenin ancak bir kısmına tekabül eder. Buna karşılık geniş çöl alanları kumsuz ve taşlıktır.

Yüzölçümüne oranla kumlu ve kumullu alanların en geniş yer tuttuğu çöl Arabistan çölüdür. Buna rağmen burada bile toplam yüzölçümünün ancak 1/3 kadarı kumlarla kaplıdır. Bu oran Büyük Sahra'da ancak 1/9 kadardır (ERİNÇ 1971).

Bu açıdan bakıldığında çöllere;

- a) kum çölleri,
- b) taşlı-çakıllı çöllere,
- c) kayalık çöllere,
- d) düşük verimli topraklara sahip çöllere,
- e) tuz çölleri,
- f) polar buz çölleri

karakterinde olabilmektedir (GÜNAY 1985).

Buraya kadar üzerinde durulan çeşitli kriter ve göstergelere göre yapılmış çöl tanımları dikkate alınarak yapılmış bazı "birleştirici" tanımlamalara da birkaç örnek vermek uygun olacaktır:

Murzayef'e göre çöllere, düşük ve düzensiz yağışlara sahip ve evapotranspirasyonun bu yağışları çok fazla geçtiği, sadece ölü/kuru veya geçici ıslak akarsu/sel yatakları ihtiva eden, sürekli yüzeysel akışların bulunmadığı, vejetasyonun çok seyrekleştiği, organik hayatın tüm çeşitleri ile gerilediği kurak iklimli alanlardır. Başka bir deyişle çöllere, sulanmaksızın tarım yapılamayan yerlerdir (GÜNAY 1985).

FAO'nun hazırladığı Dünya Çölleşme Haritasında (FAO/UNESCO 1977) çöllere, edafik kuraklık ya da yağış yetersizliği nedeniyle vejetasyonun çok seyrek olduğu veya hiç bulunmadığı rejyonlar olarak tanımlanmaktadır.

Houérou'ya (1976) göre ise çöl, iskelet topraklara sahip "reg"⁽¹⁾ ya da "glacis"⁽²⁾ler üzerinde vejetasyonun küçük gruplar halinde görüldüğü bir bütün olarak tanımlanmalıdır.

2.2 Çölleşme

Çölleşme için batı kaynaklarında iki farklı terim kullanılmaktadır. Bunlardan biri "desertization", diğeri "desertification"dur.

Desertization, "bir grup faktörün toplu etkisi altında bitki örtüsünün -az ya da çok- geriye dönüşü olmayacak şekilde azalması ve bunun sonucunda, daha önce çöl özellikleri taşımayan alanların çöl görünümüne dönüşmesi" olarak tanımlanmaktadır. "Desertization", esas itibarıyla çöllere dış kenarları boyunca ya da yağışın 100-200 mm arasında olduğu (istisnai durumlarda 300 mm'ye kadar çıktığı) yerlerde meydana gelir.

1) Rüzgâr erozyonunun şiddetli ve sürekli olduğu alanlarda en çok havalanan ve uzaklaştırılan maddeler, toz ve kum gibi ince elemanlardır. Buna karşılık iri ve ağır taşlar, çakıllar ve bloklar oldukları yerde kalırlar. Bu iri ve ağır elemanlar zemin üzerinde âdeta arnavut kaldırımına benzeyen bir taş kaplama meydana getirirler. Buna çöl kaldırımı ya da çöl zirhi adı verilir. Çöl kaldırımlarının kum, çakıl depoları, birikintili konileri ve yelpazeleri ya da taraça dolguları gibi yerli olmayan, taşınmış detritik maddeler üzerinde oluşan bir tipinin özellikle alüvyal dolgular üzerinde rastlanan alt tipine "reg" denir (ERİNÇ 1971).

2) Tatlı eğimli arazi, bayır (İZBIRAK 1992).

Daha geniş kapsamlı olan **desertification** kavramını ise genellikle "kurak, yarı kurak ve hattâ yarınemli iklimlerde vejetasyonun gerilemesi (regresyonu)" anlamında kullanılmaktadır (HOUÉROU 1976).

Buna göre, kullandığımız anlamda çölleşme, "desertization" dışında kalan ve daha çok "desertification" kavramını karşılayan bir terimdir. Örneğin kuru tropikal ormanın gerileyerek "savan"a ya da Akdeniz maki (garig) örtüsünün gerileyerek "step"e dönüşmesi (stepleşme) süreci, geniş kapsamlı çölleşme terimi ile ifade edilmektedir.

Çölleşme, verimli alanların ekolojik bir çöle dönüşmesiyle sonuçlanan bir arazi degradasyonu sürecidir. Son 1-2 bin yıl boyunca çölleşmede ana faktör **insan** olagelmıştır. Daha uzun bir geçmişe bakıldığında ise, çölleşmeye yol açan başlıca faktörün **iklim değişiklikleri** olduğu görülür.

İnsanın arazi degradasyonuna yol açması, doğal koşulları bozan otlatma, tarım, madencilik, yol yapımı, sulama, kentleşme, rekreasyon ve benzeri diğer etkinlikler sonucunda **bitki örtüsünün zayıflaması ya da yok edilmesi** durumunda başlar. Su ve rüzgâr erozyonu, bu degradasyon sürecini hızlandırır. Sonunda, koşullar arazinin insanlar tarafından terkedilmesine neden olacak ölçüde kötüleşir. Bu duruma gelmiş bir arazinin doğal olarak ya da insanın yapacağı düzenlemelerle yeniden kendine gelmesi, bozulmanın derecesine ve bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak birkaç yıl, birkaç onyıl, ya da birkaç yüzyıl sürebilir. Ancak, çok sayıda örnekler bakıldığında görüleceği gibi, **çölleşmenin yol açtığı zarar ve hasarların tümüyle giderilmesi ve arazinin eski verimlilik düzeyine getirilmesi asla mümkün değildir.**

"Çölleşme" (desertification) terimini ilk kez kullanan bilim adamı, bir Fransız botanikçi ve ekoloğu olan Aubreville (1949) olmuştur. Aubreville, çölleşmeyi net olarak tanımlamamakla birlikte, çölleşmenin "insanın yol açtığı toprak erozyonu nedeniyle verimli arazinin harap olması ve sonuçta çöle dönüşmesi" olduğu düşüncesindedir. Aubreville'in çalıştığı nemli tropik bölgelerde (Afrika'da) arazilerin harap olmasına yol açan başlıca nedenlerin, özellikle son 100-150 yılda görülen aşırı ağaç kesimi, ormanların, ağaçlık ve otluk alanların değişik amaçlarla yakılması ve bilinçsiz tarım olduğu öne sürülmektedir.

ABD'de şiddetli ve çok şiddetli çölleşmeye maruz kalmış kurak arazi miktarının 5.83 milyon km² olduğu bildirilmekte ve bu çölleşmenin ana nedenleri:

- a) aşırı sığır ve koyun otlatılması,
- b) erozyona çok duyarlı olan topraklarda kuru tarım yapılması,
- c) sulanan toprakların drenaj yetersizliği,
- d) taban suyunun aşırı ölçüde pompalanarak çekilmesi,
- e) XIX. yüzyıldaki aşırı orman tahripleri

olarak sıralanmaktadır (SHERIDAN 1986).

Eski Sovyetler Birliği'nin çeşitli bölgelerindeki çölleşmede en yaygın ve ortak faktörler ise;

- a) bitki örtüsünün tahribi ve aşırı otlatma sonucu toprak erozyonunun artması,
- b) kurak ve yarıkurak bölge arazilerinde, toprak özellikleri dikkate alınmadan yapılan entansif kuru tarımın su ve rüzgâr erozyonunu hızlandırması,
- c) tarım ve hayvancılıkla uğraşanlar arasında koordinasyon ve işbirliği bulunmaması,
- d) yakacak odun elde etmek için bitki örtüsünün tahrip edilmesi,
- e) yol yapımı, endüstriyel inşaat, jeolojik etütler, açık madencilik, insan yerleşimleri ve sulama tesisleri nedeniyle, duyarlı bitki örtüsünün ve toprağın fazlasıyla tedirgin edilmesi,
- f) kurak bölgelerdeki duyarlı bitki örtüsünün motorlu araç trafiği yüzünden zarar görmesi,

- g) yeri ve düzenlemesi uygun olmayan hayvan sulama noktaları çevresinde hayvan sürülerinin çığnemesiyle bitki örtüsünün giderek yok olması,
- h) sulanan arazide ve çevresinde sekonder tuzlanma, alkalileşme ve aşırı su doygunluğu meydana gelmesi,
- i) kapalı havzalarda solonçak çöllerinin genişlemesi

şeklinde belirlenmiştir (ZONN/ORLOVSKY 1986). Bütün bu faktörler teker teker, ya da çeşitli kombinasyonlar halinde etkili olabilmektedir.

Çölün tanımında olduğu gibi çölleşmenin tanımında da çeşitli yaklaşımlar olmuştur. Örneğin Aubreville'e göre (1949) çölleşme, insanın yol açtığı toprak erozyonu nedeniyle verimli arazinin harap olması, yozlaşmış çoraklaşmasıdır.

FAO'ya göre çölleşme, çöl koşullarının doğal olarak ya da insan müdahaleleri sonucu yayılması ve yoğunlaşmasıdır. Bu şekilde biyokütlerde, hayvanlar için mera kapasitelerinde, insanlar için üretimde ve dolayısıyla refahta gerilemeler meydana gelmekte, bozulan ekosistemin biyolojik üretim gücü kaybolmaktadır. Olay, ekosistemin tipik bir bozulma ve gerilemesi olayıdır (FAO/UNESCO 1977).

Başka bir tanımlamaya göre çölleşme, insan müdahaleleri sonucu kurak, yukarıkurak ve bazen yarı nemli ekosistemlerin yoksullaşmasıdır. Bu ekosistemlerdeki değişim süreci, arzu edilen bitkilerde verimliliğin azalması, canlı türleri ile biyokütlerde olumsuz değişiklikler meydana gelmesi, toprak degradasyonunun hızlanması, ortamın insan yaşamı için giderek artan tehlikeler arzemesi şeklinde belirir. Bu nedenle çölleşme, arazinin aşırı ve kötü kullanılmasının sonucudur (UNEP 1977).

Dregne'ye (1978) göre çölleşme, karasal ekosistemlerin insanın etki ve baskısı altında yoksullaşmasıdır.

Çölleşmenin ne olduğu hakkında geçmişte kişisel çalışmalarda ve uluslararası kuruluşların yayınlarında görülen farklı düşünce ve tanımlamalara karşılık, günümüzde kalkınma ile ilgili çalışmalar yapan araştırmacılar artık kısa, fakat o ölçüde geniş kapsamlı bir tanımlama üzerinde uzlaşmaya varmış görünüyolar. Bu tanımlama, sorunun analizinde ve belki de uygun ve etkili önleyici politikalar geliştirilmesinde yeterli bir temel oluşturabilir. Uluslararası düzeyde müzakere edilerek Haziran 1992'de Rio de Janeiro'da yapılan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında benimsenen en son çölleşme tanımı şöyledir:

"Çölleşme, iklim değişiklikleri ve insan etkinliklerini de içeren çeşitli faktörlerin etkileri sonucunda kurak, ve kuru sub-humid alanlarda meydana gelen arazi degradasyonudur".

Dikkat edilirse bütün çölleşme tanımlamalarında, çölleşme nedeninin iklimle, insanın çevreyi tahribi ya da yanlış kullanması arasındaki karşılıklı etkileşimler olduğu vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, konunun insanla ilgili yönü üzerinde durulurken, fiziksel yön gözden kaçırılmamalıdır (DARKOH 1994).

Çölleşme kuru arazilerde -hangi nedenle olursa olsun- arazinin degradasyonu olduğuna göre, genellikle kurak bölgelerde böyle bir degradasyona zemin oluşturabilecek başlıca üç çevresel olumsuzluktan söz edilebilir:

1. Önceden tahmin edilemeyen ve çoğu kez şiddetli olan nispeten kısa süreli kuraklık. Burada **kuraklık** terimi, 1-2 yıl devam edebilen yağış yetersizliği anlamındadır ve buna, mevcut ekolojik, teknik ve sosyal stratejilerle katlanılabilir.

2. Kronik kuraklık nedeniyle kuruma ya da kuraklaşma. Burada **kuraklaşma** terimi uzun süreli (10 yıl ve daha fazla) olan, ekolojik ve sosyal düzeni ciddi şekilde kesintiye uğratan, yöresel önlemlerin ötesinde ulusal ve küresel önlemlere gerek gösteren yağış açığı anlamındadır. Ancak

şunu da belirtmek gerekir ki yalnız başına kuraklık ve kuraklaşma, kuru araziye sahip bölgelerde her zaman çölleşmeye yol açmaz. Kuraklığı ya da kuraklaşmayı çölleşmenin izlemesinde, böyle arazilerdeki kaynak amenajmanının rolü çok büyüktür. İnsanın araziye kötü kullanması nedeniyle doğal sistem zayıfladığı takdirde, kuraklık ve kuraklaşma çoğunlukla çölleşmeye yol açar.

3. Esas itibariyle uygunsuz arazi kullanmaya bağlı olarak ortaya çıkan kuru arazi degradasyonu, aşırı kùltivasyon, aşırı hayvan otlatma, ormanları yok etme ve kötü sulama pratikleri gibi yanlış uygulamalar nedeniyle arazi verimliliğinin yavaş yavaş zayıflaması şeklinde kendini gösterir.

Bu üç sorun arazide birbiri üzerine binip örtüşmekle birlikte, uygun ve etkili politikalar geliştirilmesi açısından bunların birbirinden ayırt edilmesi önemlidir. Nüfus, yoksulluk, çevre ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki bağıntıların ortaya konulmasında ise, yukarıda sözü edilen bu üç çevresel olumsuzluktan sonuncusu üzerinde yoğunlaşmak uygun olur.

3. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE ÇÖLLEŞME

3.1 Dünyada Çölleşme

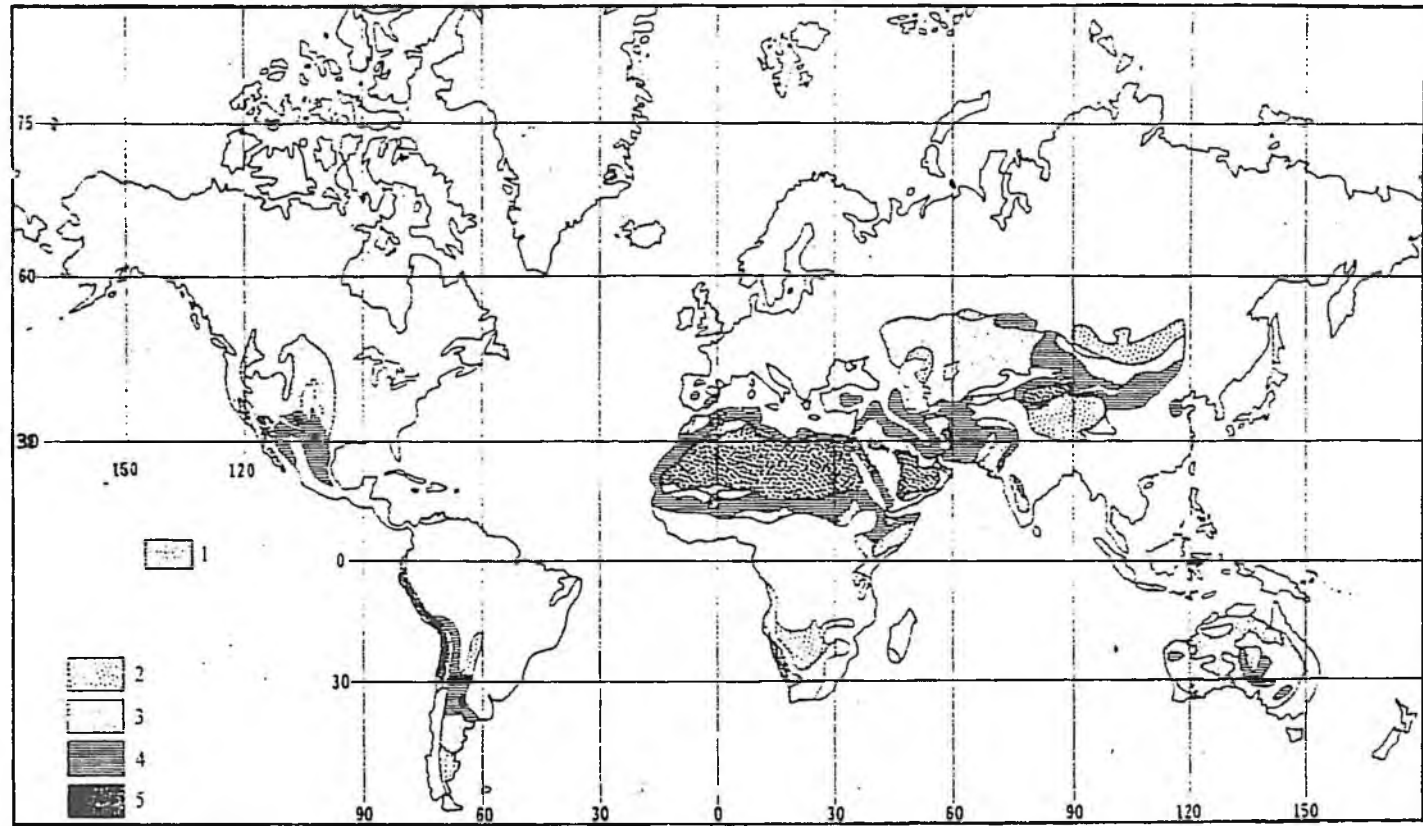
Dünyanın kurak bölgelerinde çölleşmenin yayılışı ve şiddeti Harita 2'de gösterilmiştir. Çölleşme dört sınıfta incelenmekte ve bunlar 1) hafif, 2) orta, 3) şiddetli, 4) çok şiddetli çölleşme olarak adlandırılmaktadır. Çölleşmenin sınıfını (derecesini) belirlemede kullanılan kriterler Tablo 1'de verilmiştir. Otlak (mer'a) alanları için ana faktör, bitki örtüsünün tahribidir; kuru tarım yapılan alanlar için ana faktör toprak erozyonudur; sulu tarım alanları için en önemli faktörler ise tuzlanma ve su ile aşırı doygunluktur. Öte yandan erozyon, toprağın kabuk bağlaması ve verimlilik kaybı otlak alanlarında ikincil (sekonder) faktörleri oluştururken, kuru tarım yapılan alanlarda verimlilik kaybı, toprağın kabuk bağlaması ve sıkışma, önem bakımından ikinci sırayı almaktadır. Toprağın sıkışması, ağır makinelerin kullanıldığı sulu tarım alanlarında da önem taşımaktadır. Kentleşme, madencilik ve rekreasyon baskıları altındaki alanlar, esas itibariyle bitki örtüsü kaybindan ve erozyondan etkilenmektedir.

Aşırı ölçüde kurak (hiperarid) bölgeler haritada ayrıca belirtilmiş ve buraları hafif çölleşme alanları şeklinde gösterilmiştir. Bunun nedeni, aşırı kurak bölgelerde doğal verimliliğin sifıra yakın olması ve buralarda insanın, verimlilik kaybı üzerine olumsuz etkisinin hemen hemen söz konusu olmamasıdır.

Çölleşme, ancak son yıllarda üzerinde önemle durulmaya başlanmış olmasına karşın, yeni bir sorun değildir. Tarihsel kanıtlar ciddi ve geniş kapsamlı arazi bozulmalarının yüzlerce yıl önce başlıca üç bölgede ortaya çıktığını göstermektedir ki buraları a) Akdeniz yöresi, b) Mezopotamya, c) Çin'in lös platolardır.

Akdeniz'in bütün çevresinde, büyük olasılıkla doğudaki Fenikeliler'den başlayarak, gemiler, tapınaklar için kereste ve maden eritme tesisleri için odun sağlamak üzere, ayrıca tarım için arazi kazanma amacıyla dağ yamaçlarındaki ormanlar tüketilmiştir. Görkemli Toros (Lübnan) sedirlerinin İ.Ö. 3000 yıllarında başlayan yok edilme süreci, orman tahribinin arazi bozulmasına nasıl yol açtığını gösteren klasik bir örnektir (AYTUĞ/GÖRCELİOĞLU 1994).

Eski zamanlarda toprakların su ile aşırı doygun duruma gelmesinden ve tuzlanmasından kaynaklanan çölleşmenin en belirgin ve çarpıcı örneği, Dicle ve Fırat nehirlerinin aşağı vadilerinde bulunmaktadır. Mezopotamya olarak bilinen bu bölgelerde ilk kez İ.Ö. 2400 yıllarında başlayan tuzlanma sorunları günümüze kadar süregelmiştir. Bugün Irak, söz konusu bölgede o zamanlarda yapılan yanlışlıkların ortaya çıkardığı hasarın giderilmesi için hâlâ çaba göstermektedir (JACOBSEN/ADAMS 1958). Tuzluluk ve taban suyu düzeyindeki yükselme sorunlarına ek olarak, Mezopotamya'daki sulama sistemleri de kanallardaki siltasyon nedeniyle kullanılmaz duruma gelmiş, sonuçta arazinin büyük bölümü terkedilmiştir.



Harita 2 : Kurak bölgelerde çölleşme. 1- Aşırı kurak (hiperarid) bölgeler; 2- 5- Kurak bölgelerde çölleşme şiddetleri: 2- hafif, 3- orta; 4- şiddetli; 5- çok şiddetli (DREGNE 1978).

Tablo 1: Çölleşme Derecesinin Belirlenmesi İçin Kriterler

Çölleşme Sınıfı	Bitki Örtüsü	Erozyon	Tuzlanma veya Aşırı Doymunluk (sulu tarım arazisi) $EC_{cx}10^3$ (mmhos)	Ürün Verimleri
Hafif	Mükemmelden iyiye kadar	Sıfırdan hafife kadar	< 4	Verim azalması % 10'dan az
Orta	İyice	Orta şiddette yüzey erozyonu, sığ oyuntular, tek tük tümsekler	4-8	Verim azalması % 10-%50
Şiddetli	Fakir, zayıf	Şiddetli yüzey erozyonu, yaygın oyuntulanma, yer yer rüzgârın "süpürdüğü" alanlar	8-15	Verim azalması % 50-%90
Çok şiddetli	Arazide bitki örtüsü kalmamış	Şiddetli oyuntulanma ya da çok sayıda "süpürülmüş" alanlar	Hemen tümüyle geçirimsiz topraklar üzerinde kalın tuz tabakası	Verim azalması % 90'dan fazla

EC_c = Elektrik iletkenliği

Çin'in kuzey bölgelerinde geniş alanlar kaplayan, özellikle Sarı Nehir'in çizdiği büyük yayın içinde ve çevresinde kalınlığı yer yer 100 m'yi aşan lös depoları, rüzgârların taşıyıp biriktirdiği toprak partiküllerinden, silt ve kil agregatlarından oluşur. Lös, çok verimli olmasının yanı sıra su erozyonuna da çok duyarlıdır. Lös topraklarının su ile kolayca taşınıp gidebilmesi, Çin'i arazi degradasyonu bakımından dünyada en ciddi örneklerden biri durumuna getirmiştir. Lös bölgesindeki oyuntu ve yüzey erozyonu, Sarı Nehir'in taşıdığı aşırı miktardaki siltin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Buralardaki yamaçlarda yer alan tarım alanlarından kısa bir yağış döneminde 10 cm'lik işlenmiş üst toprağın tümüyle taşınıp gittiği gözlenmiştir (DREGNE 1986).

XX. yüzyıldaki duruma bakarsak, birçok bilim adamının arazi degradasyonunu ve çölleşmeyi, erozyona yol açan ve sonunda kumu ya da kayaları çıplak bırakan hızlı orman tahriplerine bağladığını görüyoruz. Ormanların hızla yok edilmesinin erozyona ve sonuçta çölleşmeye yol açtığı görüşünün dikkatleri orman azalmasının beraberinde getireceği tehlikelere çekmesi üzerine birçok ülkede, çölleşmeyi durdurmak ve bu süreci geriye döndürmek üzere otlama amenajmanı, toprak ve su koruma teknikleri geliştirme amacıyla araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda arazi korumanın temel prensipleri bugün iyice anlaşılmiş bulunmaktadır. Bu prensiplerin arazide uygulanması ise, gelişmiş ülkeler dışında günümüze kadar maalesef yavaş ilerlemiştir ve erozyonla arazi degradasyonu, insanların refah düzeyini geliştirme çabalarını engellemeye devam etmektedir.

Çölleşmenin fiziksel ve biyolojik nedenleriyle bunların çözüm yolları, Tablo 2'de özetlenmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi su darlığı ya da kuraklık, çeşitli çölleşme faktörlerinden sadece birini oluşturmakta, çölleşme hemen tümüyle yanlış insan müdahaleleri sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Tablo 2: Çölleşmenin Fiziksel ve Biyolojik Nedenleri ve Çözüm Yolları

Faktör	Sorunlar	Nedenleri	Çözüm Yolları
Su	Yetersizlik	Düşük yağış, yağmurun zayıf ve düzensiz dağılışı, sulama suyunun yanlış idaresi, yeraltı ve yerüstü sularının aşırı kullanımı, evaporasyonla su kayıplarının kontrol edilmemesi.	Su kaynaklarının geliştirilmesi, su toplama.
	Kuru tarımda yanlış uygulamalar	Yağmurun zayıf ve düzensiz dağılışı, kontrol edilemeyen yüzeysel akış	Yüzeysel akışın kontrolü, bitki kontrolü, toprak koruma.
	Sulamada yanlış uygulamalar	Kullanımda sarfın bilinmemesi, drenaj yetersizliği, tesviye ihtiyacı, yanlış su dağılımı, sağlıksız su ölçümleri, zayıf sulama metodları.	Geliştirilmiş sulama yöntemleri, drenaj sistemleri, tuzluluk kontrolü, güvenilir su kaynakları.
	Taşkınlar	Yağmurların zayıf ve düzensiz dağılışı, kontrol edilmeyen yüzeysel akış	Taşkın kontrolü.
Toprak	Su ve rüzgâr erozyonu	Vejetasyon örtüsünde azalma, kontrol edilmeyen yüzeysel akış, sedimentasyon ve siltasyon, toprak strüktürünün bozulması, yanlış toprak işleme, kuvvetli rüzgârlar, toprak profil derinliğinde azalma, verimli üst toprağın kaybı, su tutma kapasitesinin azalması	Toprak koruma, toprak rutubetini koruma, canlı bitki ile koruma, gübreleme.
	Toprak tuzluluğu, su basmaları	Kanal sızıntıları, su basmaları, düşük su kalitesi, yıkamada deneyim noksanlığı, sulamada yanlış uygulamalar, drenaj sistemi yetersizliği, taşkınlar.	Sulama suyu, tuz kontrolü, güvenilir su kaynakları, toprak tuzluluğu kontrolü, drenaj, bitki tesisleri, bitki yoluyla koruma, yüzeysel akışların kontrolü, kanal tahkimi.
Bitki	Vejetatif üretimde düşüklük	Düşük yağış, yağmurun zayıf ve düzensiz dağılışı, sulama suyunun yanlış idaresi, yeraltı ve yerüstü sularının aşırı kullanımı, evaporasyonla su kayıplarının kontrol edilmemesi.	Su kaynaklarının geliştirilmesi, su toplama.
Hayvan	Hayvansal üretimde düşüklük	Su darlığı, yem bitkileri ve yem rezervleri ihtiyacı, sağlık ve beslenme, aşırı hayvan sayısı.	Su kaynakları, su koruma, otlak amenajmanı, ahır hayvancağı toprak koruma, bitki verimli toprak, ıslah, bitki koruması, zararlı kontrolü.

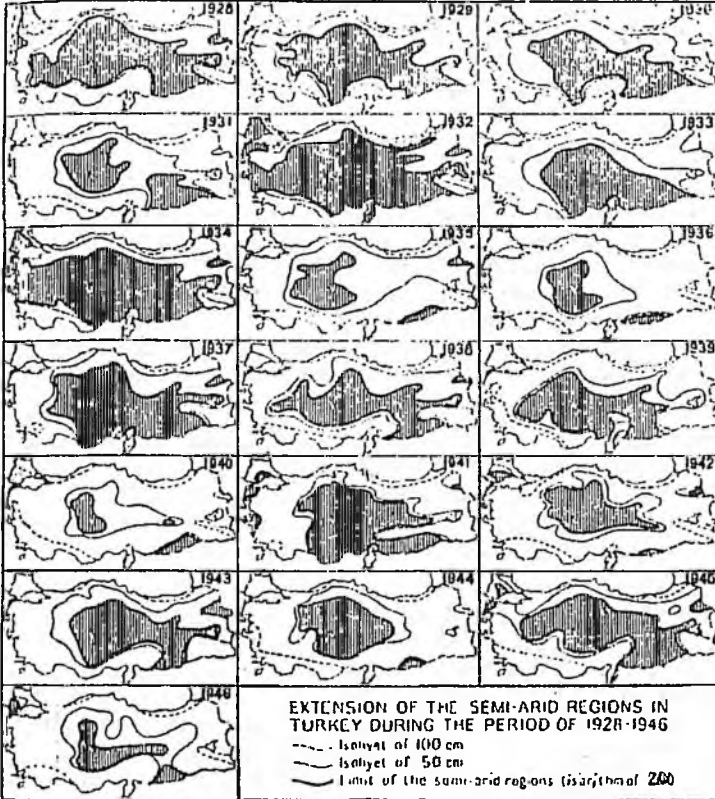
(Kaynak: GÜNAY 1985)

Dünyanın kurak/yarıkurak bölgelerinde başlıca arazi kullanım şekli bakımından otlaklar ve kuru tarım yapılan araziler, orta dereceden çok şiddetli dereceye kadar çölleşmenin etkilediği alanlar içinde en büyük oranı oluşturmaktadır. Örneğin kurak bölgelerdeki tarım ve otlak alanları dikkate alındığında, çölleşmiş arazi oranı sulu tarım alanlarında % 21, kuru tarım alanlarında % 77, otlak alanlarında % 82'dir. Dünyanın kurak bölgelerindeki tarım arazilerinin yaklaşık % 80'i, orta ya da daha ileri derecede çölleşmeden nasibini almış bulunmaktadır (DREGNE 1986).

Dünyada her yıl yaklaşık 6 milyon hektar verimli arazi kullanılmaz duruma gelmekte, UNESCO Uzmanlar Komitesi tarafından çölleşme olarak adlandırılan bu süreçte yanlış arazi kullanımı ve ormansızlaşma büyük rol oynamaktadır.

3.2 Türkiye'deki Durum

Yazının başlarında çöl kavramı incelenirken belirtildiği üzere, De Martonne, Thornthwaite ve Erinç formüllerinin ülkemize uygulanmasıyla ulaşılan sonuçlardan da anlaşılacağı gibi Türkiye'de iklimatik bakımdan gerçek kurak bölge, yani çöl karakteri gösteren bir alan yoktur. Buna karşılık İç Anadolu ile Güneydoğu Anadolu'da oldukça geniş birer yarıkurak bölge yayılmaktadır. Ancak, çeşitli yıllardaki yağış etkinliği ayrı ayrı hesaplandığı takdirde, bazı yıllarda ortalama durumdan çok farklı değişikliklerin meydana geldiği görülmektedir (Harita 3).



Harita 3 : Türkiye'de -Thornthwaite formülüne göre- yarıkurak bölge sınırlarının 1928-1946 yılları arasındaki değişimi (ERİNÇ 1969)

Örneğin 1928, 1932 e 1934 yıllarında nemlilik indisinde genel bir alçalma meydana gelmiş, bütün İç Anadolu (Thorntwaite formülüne göre) çöl iklimi koşulları altına girmiş, bu kurak iklim Ege kıyılarından Türkiye'nin doğu sınırlarına kadar ülkeyi etkisi altına almıştır. Batı Anadolu'nun ve Trakya'nın büyük bir bölümünde ise kuraklığa yakın yarınemli iklim koşulları oluşmuştur. Yine aynı yıllarda Güneydoğu Anadolu da çöl karakteri kazanmıştır (ERİNÇ 1969). Bu incelemenin günümüze kadar sürdürülmesi halinde, benzer durumlarla daha sonraki yıllarda da defalarca karşılaşıldığı görülebilecektir.

Çeşitli şiddetlerdeki kuraklıkların yinelenme olasılıkları (olası frekansları) üzerine yapılan bir incelemenin (TÜMERTEKİN/CÖNTÜRK 1956) sonuçlarına göre, Türkiye'de yarıkurak iklim koşullarının (De Martonne formülüne göre kuraklık indisinin 20 ve daha aşağı olduğu durumların) meydana gelme olasılığı İç Anadolu'da ve Güney Anadolu'da en fazladır. Buralarda bu kuraklık derecesinin yinelenme süresi (tekerrür periyodu) 2 yıldan azdır. Başka bir deyişle bu bölgeler, Türkiye'nin kronik (müzzin) yarıkurak bölgeleridir. Çöl koşullarının (De Martonne formülüne göre kuraklık indisinin 10 veya daha aşağı olduğu durumların) ortaya çıkması olasılığı bakımından da İç Anadolu başta gelmektedir. Bu değerlerin yinelenme süresi 10 yıldan azdır; başka bir deyişle İç Anadolu'da çöl koşullarının 10 yıldan daha kısa aralıklarla yinelenmesi olasılığı vardır. Güneydoğu Anadolu'da da durum bundan pek farklı değildir.

İklim özelliklerinin yanı sıra, insanın doğal kaynakları, özellikle toprak, bitki örtüsü ve suyu yanlış kullanmasının da kurak ve hatta yarıkurak bölgelerde giderek çölleşmeye yol açtığını belirtmiştik. Gerçekten de arazinin -doğal yeteneği dikkate alınmadan- yanlış kullanımı, kurak arazilerde aşırı kültivasyon, aşırı ve düzensiz hayvan otlatma, ormanları yok etme, kötü sulama gibi zararlı uygulamalar sonucunda arazi verimliliğinin giderek zayıflaması, toprakların taşınıp gitmesi ve çıplak kayalarla ya da kumla kaplı alanların ortaya çıkması, çölleşme sürecinin açık görüntüleridir. Bu açıdan bakarsak, ülkemizdeki durum şöyle özetlenebilir:

Ülkemiz hem yarıkurak iklim koşulları, hem de topografik ve jeolojik özellikleri bakımından duyarlı bir ekosistemler bütünü oluşturmaktadır. Dünyanın çölleşme tehlikesine açık bölgelerini gösteren haritalarda Türkiye'nin -başta İç Anadolu ve çevresi olmak üzere- önemli bir bölümü "çölleşmeye çok fazla ve fazla duyarlı" yerler olarak gösterilmektedir. Nitekim, Konya-Karapınar olayı da bunu doğrulamış bulunmaktadır. Aşırı otlatmalar, yakacak için otsu bitkilerin köklenmesi ve tarıma elverişli olmayan bu alanların sürülerek makinalı tarım altına alınması duyarlı olan doğal dengeyi alt üst etmiş, 5-10 yıl gibi kısa bir sürede tipik bir çöl görünümüyle ve ona ilişkin sorunlarla karşı karşıya kalınmıştır (GÜNAY 1985). Bu durumu biraz açıklamak yararlı olacaktır:

Pedolojik koşullar nedeniyle oluşmuş zayıf tuz kabukları ya da yüzeyde meydana gelen tuz kristalleri, topraktaki suyun buharlaşmasını ve partiküllerin pudra gibi gevşek bir hale gelmesini sağlayarak rüzgâr erozyonuna elverişli koşullar hazırlarlar. Özellikle, ince tuz kabuklarının insanlar ve hayvanlar tarafından çiğnenerek, motorlu araçlarla ezilerek ya da pullukla sürülerek tahrip edildiği yerlerde meydana çıkan bu gevşek materyal rüzgâr erozyonunun büyük ölçüde artmasına neden olur. İç Anadolu'da Konya-Karapınar dolaylarında da böyle olmuştur (ERİNÇ 1971).

Türkiye'de kum örtüsünün ve kumulların en büyük ölçüde gelişmiş ve 1970'li yıllarda yaşamsal bir soruna dönüşmüş olduğu alan Konya-Ereğli havzasının tabanı, özellikle Karapınar çevresidir. Karapınar dolaylarında kumul topoğrafyası, arazi kullanma şeklinin doğa koşullarına uygun olmaması sonucunda tehlikeli bir gelişme göstermiş ve alanın bazı kısımları çöl görünümü almıştır. Bu alanda kumulları besleyen esas kaynak, bugün ortadan kalkmış plüviyal bir gölün dibinde çökelmiş olan gevşek, çimentolaşmamış ve oldukça kalın kum ve çakıl depolarıdır. İklim bakımından yöre yarıkuraktır ve ortalama 250-300 mm yağış alır. Yöre özellikle yazın şiddetli rüzgârlara maruzdur. Zemin tuzlu alüviyal topraklarla kaplıdır. Toprağın üst kısmında ince bir zar halinde tuz birikme tabakası görülür. Bitki örtüsü çok zayıf, zemin yazın kuru ve yeraltı suyu çok derindedir. Bütün bu elverişsiz koşullara ek olarak tarla açma, otlatma, otlak alanlarını makinalı tarım alanlarına dönüştürme, yakacak temini gibi nedenlerle vejetasyonun yok edilmesi rüzgâr erozyonunu hız-

landırmış ve bunun sonucunda kum örtüleri, kum kalkanları, küçük barkanlar ve bazılarının yüksekliği 10-15 m'yi bulan barkan sıraları gibi çok çeşitli bir kum rölyefi meydana gelmiştir. Konya'da rüzgâr erozyonundan etkilenen arazi 322 bin hektarı bulmaktadır.

Buna benzer bir sorun daha yakın bir zamanda (1986 yılından itibaren) Manisa-Akhisar'da ortaya çıkmış, Beyoba, Sazoba, Tiyenli vb köylerde 20 bin dekarı aşkın bağ-bahçe alanı ve mer'a arazisi rüzgâr erozyonu sonucu kumlarla kaplanıp harap olmuştur.

Kumulların en fazla geliştiği yerlerden biri de kıyılardır. Ülkemizde Çukurova, Göksu, Demre, Eşen Çayı, Küçük Menderes, Sakarya, Yeşilirmak ve Kızılırmak deltalarının kıyılarında, ayrıca güneyde Side-Sorgun kıyılarında, kuzeyde Kilyos-Terkos arasında ve Şile çevresinde kumulların önemli gelişme gösterdiği geniş yöreler vardır. İstanbul'un kuzeyinde Kilyos ve Karaburun arasında ve Sakarya deltasında kıyı kumullarının ve kum örtülerinin bazı yerlerde Karadeniz sahilinden 2-3 km, hattâ yer yer daha fazla içeriye sokulduğu görülür. Bütün Türkiye'de kıyı kumullarıyla kaplı yerlerin toplam alanı 30 bin hektara yakındır.

Burada şunu da belirtmek gerekir ki iç kumullarda, sahil kumullarında ve ülkenin her köşesinde yürütülmekte olan çeşitli erozyon kontrolü ve ağaçlandırma çalışmalarında, kurak koşullarda ürün artırıcı tekniklerde ve buralara sulama hizmetleri götürmede çok başarılı örnekler verildiği de bir gerçektir. Örneğin Manisa-Akhisar'da Orman Örgütü tarafından 1988 yılında yapılan fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ağaçlandırması mükemmel sonuç vermiş, 1995'teki gözlemlerimize göre yılda 1 m'den fazla boy artımı yapan ve yaklaşık 20 cm çapa ulaşan fidanlar ağaçlandırma alanında kumul hareketlerini durdurmuştur.

Ülkemizin orman varlığına baktığımızda, bugün 20.2 milyon hektar olan ormanlarımızın 11.3 milyon hektarının (% 56'sının) bozuk orman karakterinde olduğunu görüyoruz. Bu nitelik bozulmasının hızla devam etmekte olmasının yanı sıra, zaman zaman orman alanlarının çeşitli gerekçelerle orman rejimi dışına çıkarılması da öteden beri süregelen olumsuz bir uygulamadır. Ormanlarımızın gerilemesinde aşırı ve usulsüz faydalanmalar, orman yangınları, tarla açmalar, ağır otlamalar büyük rol oynamakta, çıplak ve bozuk alanlara her yıl yenileri eklenerek ormanların devamlılığı bir türlü sağlanamamaktadır.

Ormansızlaşmanın çölleşme sürecinde çok önemli bir yeri olduğu, orman azalmasının erozyonda tetik görevi yaptığı düşünülürse, ülkemiz topraklarının % 75'ini kemiren şiddetli ve çok şiddetli erozyonun, giderek daha sık görülmeye ve daha zararlı olmaya başlayan sel, taşkın ve çığ afetlerinin altında yatan başlıca neden de anlaşılacaktır.

Tarım sektörü marjinal alanlarda tarıma devam etmekte, bir yandan 1. sınıf tarım arazileri yerleşim ve endüstri alanlarına dönüşürken, bir yandan da marjinal tarım, ormanlar aleyhine olumsuz tırmanışını sürdürmektedir.

Halen tarım alanı olarak kullanılma şansını yitirmemiş birçok ovamızda ise, verimdeki geçici artışlara aldandılarak yapılan aşırı sulamalar sonucunda tuzlanma-çoraklaşma sorunları görülmeye başlamıştır. Benzer bir tehlike, Güneydoğu Anadolu'da sulu tarıma geçilmesiyle gündeme gelebilir. Bu konuda önlemlerin düşünülmesi zorunludur.

Hayvancılık halen başıboşluğunu korumakta, mer'alar taşıma kapasitesinin üzerinde yükler altında ezilip kemirilmekte, ormanlara hâlâ doğal -ya da yedek- otlak alanları gözü ile bakılmaktadır.

Endüstrinin düzensiz ve kontrolsüz gelişimi de bir yandan denizleri, gölleri ve akarsuları -su ürünleri açısından- kuruturken, bir yandan da karasal ekosistemleri bozmaktadır. Eskiden yalnız Murgul'da yaşanan tipik örneğin günümüzde yurdun daha başka bölgelerine de yayılma eğilimi göstermesi, gelecek açısından düşündürücüdür.

4. ÇÖLLEŞMENİN SOSYO-EKONOMİK YÖNÜ

Kuraklık ve daima onunla birlikte anılan kıtlık ve felâketler, dünyanın çeşitli bölgelerinde zaman zaman görülen ve tarihte birçok uygarlığın çöküşünü belirleyen bir neden olmuştur. Türklerin Orta Asya'dan göç etmek zorunda kalması, Çin'deki birçok uygarlıkların yok olarak yenilerinin ancak Sarı Nehir boylarında tutunabilmesi, İndus Vadisinde İndus (Hint-Pakistan), Mezopotamya'da Sümer ve Babil, Nil boyunda eski Mısır uygarlıkları gibi daha nicelerinin yok oluşu, görünürde hep büyük kuraklık afetlerinin noktaladığı trajik sonlardır (BENNETT 1939; GÜNAY 1985). Fakat bu sonların nedenlerine biraz daha dikkatle eğilindiğinde, gerçek nedenlerin, sosyo-ekonomik baskılarla bozulan ekosistemlerin getirdiği sorunlar çevresinde toplandığı görülür.

Bu eski uygarlıklarda, örneğin Sümer ve Babil uygarlıklarında, başlangıçta uzun refah dönemlerinin yaşandığı, buna bağlı olarak hızla artan nüfus zamanla yayılarak yukarı havzalara tırmanmaya ve buralardaki ormanları tahrip ederek tarım alanları açmaya çalıştığı, vadilerde ve ovalarda ise ürünü artırmak için aşırı sulamalara geçildiği bilinmektedir. Ormanların tahribi sellere ve ovalardaki sulama kanallarının sedimentle dolmasına, aşırı sulamalar taban sularının yükselmesine ve toprakların tuzlanıp çoraklaşmasına yol açmış, İ.Ö. 1800 ve İ.S. 900'lerde meydana gelen nüfus patlamaları da bu çölleşme olgusuna eklenince Sümer ve Babil uygarlıkları son bulmuştur.

Bu döngü, benzer şekillerde bugün de dünyanın birçok bölgesinde yaşanmaktadır. 2000'li yıllarda dünya nüfusunda yeni bir patlama olması beklendiğinden, yakın gelecekte dünyanın bugünlere göre çok daha ağır kuraklık ve açlık felaketleri ile karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir. Bunda, sera gazları etkisiyle giderek ısınan dünya atmosferinin yol açtığı iklim değişikliklerinin katkısı da büyük olacaktır. Bu bakımdan çölleşme ile savaş yöresel ve ulusal olmaktan çıkmış, küresel bir anlam ve önem kazanmıştır.

1980'de dünyanın kurak bölgelerinde yaşayan 770 milyon insanın en az 450 milyonunun, çölleşmenin doğrudan ya da dolaylı etki ve baskılarını hissettiği ve bunun yarattığı sorunları yaşadığı hesaplanmıştır. Kurak bölgeler için -sadece kuraklık nedeniyle- kaybedilen tarım ürünlerinin 1989 rayicine göre değerinin her yıl 26 milyar Amerikan doları olduğu belirlenmiştir. Çölleşmenin toplam direkt maliyeti ise çok daha fazladır.

Arazi bir kez degrade olup çölleştikten sonra, çölleşmeye karşı savaşmanın ve bu araziye en verimli duruma geri döndürmenin ne ölçüde mümkün olacağı sorusu ve bunun maliyeti gündeme gelir. Tablo 3'te, başlıca tarımsal kullanım biçimlerinin her biri için ıslah çalışmalarının ekonomik olacağı, yani ıslah masraflarının ıslahtan sağlanacak ekonomik faydadan daha küçük kalacağı oranlar, başka bir deyişle hangi kullanım biçiminde hangi oranda arazi ıslahının ekonomik ölçüler içinde mümkün olduğu gösterilmiştir. Sulanan tarım arazilerinin tamamı ıslah edilmeye değer bulunurken, otlak alanlarının ancak % 25'i pozitif bir fayda/masraf oranı vermektedir. Fazlasıyla tuzlanmaya maruz kalmış sulu tarım alanlarında ıslah masrafları çok yüksek olmakla birlikte, ıslahtan sağlanacak potansiyel faydaları da yüksektir. Öte yandan otlak alanlarının ıslah masrafları nispeten düşüktür, fakat bundan sağlanacak ekonomik kazançlar da azdır. Kuru tarım arazilerinin pozitif net kazanç vermeyen % 30'u, çoğunlukla iklim bakımından marjinal araziler durumundadır ve böyle yerler, çölleşmeden önce otlak arazisi olarak iyi, fakat tarım arazisi olarak zayıf yerler durumundadır. Daha fakir olan otlak alanları ise ya daha kurak bölgelerde yer almaktadır, ya da öyle şiddetli

Tablo 3: Islahı Durumunda Net Kazanç Veren Arazi Oranları

Arazi Kullanma Tipi	Arazi Yüzdesi (%)
Sulanan tarım arazisi	100
Kuru tarım arazisi	70
Otlak arazisi	25

bir yüzeysel erozyona veya kumul istilasına maruz kalmışlardır ki, otların yeniden yetiştirilmesi ve kumulların stabilizasyonu mümkün görülmemiştir (DREGNE 1986).

Tablo 3'ten anlaşılacağı gibi bazı araziler ekonomik bakımdan ıslah edilmeye değer bulunmakta, diğer bazı araziler ise ekonomik bir ıslaha uygun bulunmamaktadır. ıslaha değer arazi, öncelikle en yüksek verim potansiyeline sahip olan, yani en elverişli toprak, iklim, su temini ve ulaşım koşullarına sahip bulunan arazidir. Marjinal araziler, ıslaha ilk kriter olarak ekonomik fayda alınırsa, en son ıslah edilecek araziler olacaktır.

Şunu belirtmek gerekir ki bu analiz, arazi ıslahında işgücünün direkt ekonomik maliyeti ile harcanan diğer kaynaklara ve sonuçta artması beklenen gıda ve lif üretiminden elde edilecek direkt ekonomik faydalara dayandırılmıştır. Otlak alanlarının % 75'inin, buraları ıslah etmek için harcanması gereken parayı geri ödemeyeceği gerçeğine rağmen, bazen böyle ıslah programlarına sosyal nedenlerle yatırım yapılması uygun görülebilir. Bu sosyal nedenler arasında kırsal kesimden kentlere göçün yavaşlatılması isteği, kalkınma fonlarında sektörel harcamaların eşitliği, bir doğal kaynağın daha fazla bozulmasının önlenmesi, yılın belli dönemlerinde yöre halkına iş olanağı sağlanması vb olabilir. En kötü tarım arazilerinin ıslah edilmesini gerektirebilecek nedenler arasında ise, buralarda yaşayan insanlara yeterli bir gelir sağlamak -bu, sadece arazinin daha fazla degrade olmasını önlemekle mümkün olsa bile- yer almaz.

Doğal kaynakların korunmasıyla sağlanacak sosyal faydanın ne ölçüde takdir edilebileceği, bir ulusun ulaştığı toplum bilincinin bir ölçüsüdür.

Genel olarak çölleşmeye karşı mücadele yatırımları **kârlı yatırımlar** olarak görülmektedir (GÜNAY 1985). Nitekim Dünya Bankası ve kalkınma projelerini destekleyen çeşitli finans kurumları, çölleşmenin önlenmesi/çölleşmeyle savaş plan ve projelerinde yatırımın geri dönüş oranını, çölleşme riskine bağlı olarak % 11-100 arasında kabul ederek, bu gibi projeleri desteklemektedir. Ülkemizde de ağaçlandırma, erozyon kontrolü vb gibi çölleşmeyle mücadele çalışmalarının kısa sürede doğrudan gelir de getirmeye başlayan çok ekonomik ve kârlı yatırımlar olduğunu gösteren birçok uygulamalar vardır.

5. SONUÇ

Ekolojik bir olay olarak çölleşme, insanın neden olduğu, sonuçlarından -diğer canlılarla birlikte- insanın zarar gördüğü ve mücadelesini yine ancak insanın yapabildiği antropojen bir süreçtir.

Çölleşme, bir bakıma ormansızlaşma ve yanlış arazi kullanma ile özdeş bir sorundur ve çölleşmeyle mücadelede insanlığın elindeki en etkili savunma aracı ağaçlandırmadır.

Çölleşmeyle mücadelenin teknik yönleri hemen tüm dünyada yeterince bilinmekte ve bu konuda hemen her ülkede başarılı birçok örnekler gerçekleştirilmiş bulunmaktadır. Ülkemiz için de durum böyledir. Ancak, kaynak yetersizliği nedeniyle çölleşmeyle mücadelede yeterli hıza erişilememekte, dolayısıyla çölleşme/ormansızlaşma, başta gelişmekte olan ülkeler olmak üzere tüm dünyada insanlığın ve doğal kaynakların aleyhine işlemektedir. Hızlı nüfus artışı da dikkate alındığında, 2000'li yıllarda çölleşmenin olumsuz etkilerinin çok daha ağır bir şekilde günlük yaşama yansıtacağı kuşkusuzdur.

Türkiye'de de çok ciddi boyutlara ulaşmış bulunan bir ormansızlaşma ve çölleşme olgusu ile karşı karşıya bulunduğumuz, yadsınamaz bir gerçektir. Ülkemizin ve ulusumuzun geleceğini güvence altına almak istiyorsak, en kısa sürede;

- 1) erozyon ve etkileri konusunda toplumu bilinçlendirmek,
- 2) çirkin politikacılarda adeta kalıtsal bir davranış bozukluğu şeklinde 1940'lardan bu yana süregelen ve giderek etki alanı genişleyen "oy uğruna ormanları feda etme" hastalığıyla savaşmak,

- 3) ülke çapında yılda en az 300 000 hektarlık bir ağaçlandırma hızına ulaşmak,
- 4) arazi kullanımında, arazi yetenek sınıflarıyla taban tabana zıt gelişmeleri kontrol altına almak

zorundayız. TBMM'de 23.07.1995 tarihinde kabul edilen Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanunu ile, yılda 300 000 hektarlık bir ağaçlandırma hızına ulaşılabilmesini sağlayacak kaynak oluşturulmuştur. Arazi yetenek sınıflarına uygun arazi kullanımının sağlanması, siyasi iradenin buna inanması ile gerçekleştirilebilir. Çirkin politikacıların politika arenasından ayıklanması için ise toplumsal bilinçlenme şarttır. Bu da ancak güçlü sivil toplum örgütlerinin ve basın-yayın organlarının çabalarıyla gerçekleştirilebilir.

Çölleşmenin kontrolü, çevre amenajmanının tüm yönlerini kapsar. Çölleşme kontrolünde su amenajmanının rolü çok önemlidir. Suyun daha etkili şekilde "hasat" edilmesi ve boşa akıtılmaması zorunludur. Biyolojik çeşitliliğin korunması, iklim değişikliği ve kuzey-güney yarıküreler arasındaki ekonomik bağlar gibi diğer yöresel konular da arazi ve su amenajmanı ile entegre bir şekilde ele alınmalıdır.

Kısaca söylemek gerekirse, arazinin çöle dönüşmesini durdurmak için, arazi üzerindeki insan ve hayvan baskısının azaltılması teorik olarak yeterlidir ve bunu tamamlayacak çeşitli çözümler vardır. Bunların uygulanması eğitime, organizasyona, insangücünün eğitilmesine ve yayım çalışmalarına bağlıdır. Fakat çölleşme her şeyden önce politik ve sosyal bir sorundur; bu sorun, bir arazi geliştirme ve amenajman politikası belirlemek ve bu politikayı etkili biçimde uygulayacak yolları ve araçları bulmak suretiyle çözümlenebilir. Öte yandan, teknik çözümler % 100 uygulansa bile sorun tümüyle ortadan kalkmaz; hızlı nüfus artışı sürdüğü takdirde, kısıtlı doğal kaynaklar ergeç yetersiz kalacaktır.

Özetle, teknik önlemlerle kısa vadede çölleşmenin etkili biçimde kontrol altına alınması mümkün olabilir. Orta ve uzun vadede başarılı olmak için ise, aşırı nüfus artışının kontrolü şarttır.

KAYNAKLAR

- AUBREVILLE, A., 1949: *Climats, Forêts et Desertification de l'Afrique Tropicale*. Société des Editions Géographiques, Maritimes et Coloniales, Paris.
- AYTUĞ, B.; GÖRCELİOĞLU, E., 1994: *Archaeobotany in Anatolia*. 29 th International Symposium on Archaeometry, 9-14 May 1994, Ankara.
- BENNETT, H.H., 1939: *Soil Conservation*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York-London.
- DARKOH, M.B.K., 1994: *Population, Environment and Sustainable Development - Desertification in Africa*. Desertification Control Bulletin No. 25.
- DREGNE, H.E., 1978: *Desertification - Man's Abuse of the Land*. Journal of Soil and Water Conservation 33.
- DREGNE, H.E., 1986: *Magnitude and Spread of the Desertification Process*. Arid Land Development and the Combat Against Desertification - An Integrated Approach. UNEP/GKNT, Moscow.

- ERİNÇ, S., 1969: *Klimatoloji ve Metodları*. 2. Baskı. İ.Ü. Yayınları No. 994, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No. 35, İstanbul.
- ERİNÇ, S., 1971: *Jeomorfoloji II*. 2. Baskı. İ.Ü. Yayınları No. 1628, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No. 23, İstanbul.
- FAO/UNESCO, 1977: *World Map of Desertification*, 1/25 000 000 A/CONF. 74/2.
- GÜNAY, T., 1985: *Dünyada ve Ülkemizde Çöl ve Çölleşme*. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, Simpozyum-7, Erzurum.
- HOUÉROU, H.N., 1976: *Can Desertification Be Halted? Conservation in Arid and Semi-Arid Zones*, FAO Conservation Guide 3, Rome.
- İZBİRAK, R., 1992: *Coğrafya Terimleri Sözlüğü*. M.E.B. Yayınları, Öğretmen Kitapları Dizisi 1957, İstanbul.
- JAKOBSEN, T.; ADAMS, R.M. 1958: *Salt and Silt in Ancient Mesopotamian Agriculture*. Science 128.
- SHERIDAN, D.A., 1986: *Problems of Desertification of the United States. Arid Land Development and the Combat Against Desertification: An Integrated Approach*, UNEP/GKNT, Moscow.
- TÜMERTEKİN, E.; CÖNTÜRK, H., 1956: *İstatistik Metodları ile Türkiye'de Kuraklığın İncelenmesi*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, No. 7.
- UNEP., 1977: *Technology and Desertification. United Nations Conference on Desertification*, A/CONF. 74/6.
- ZONN, I.S.; ORLOVSKY, N.S., 1986: *Anthropogenic Factors of Desertification. Arid Land Development and the Combat Against Desertification: An Integrated Approach*, UNEP/GKNT, Moscow.