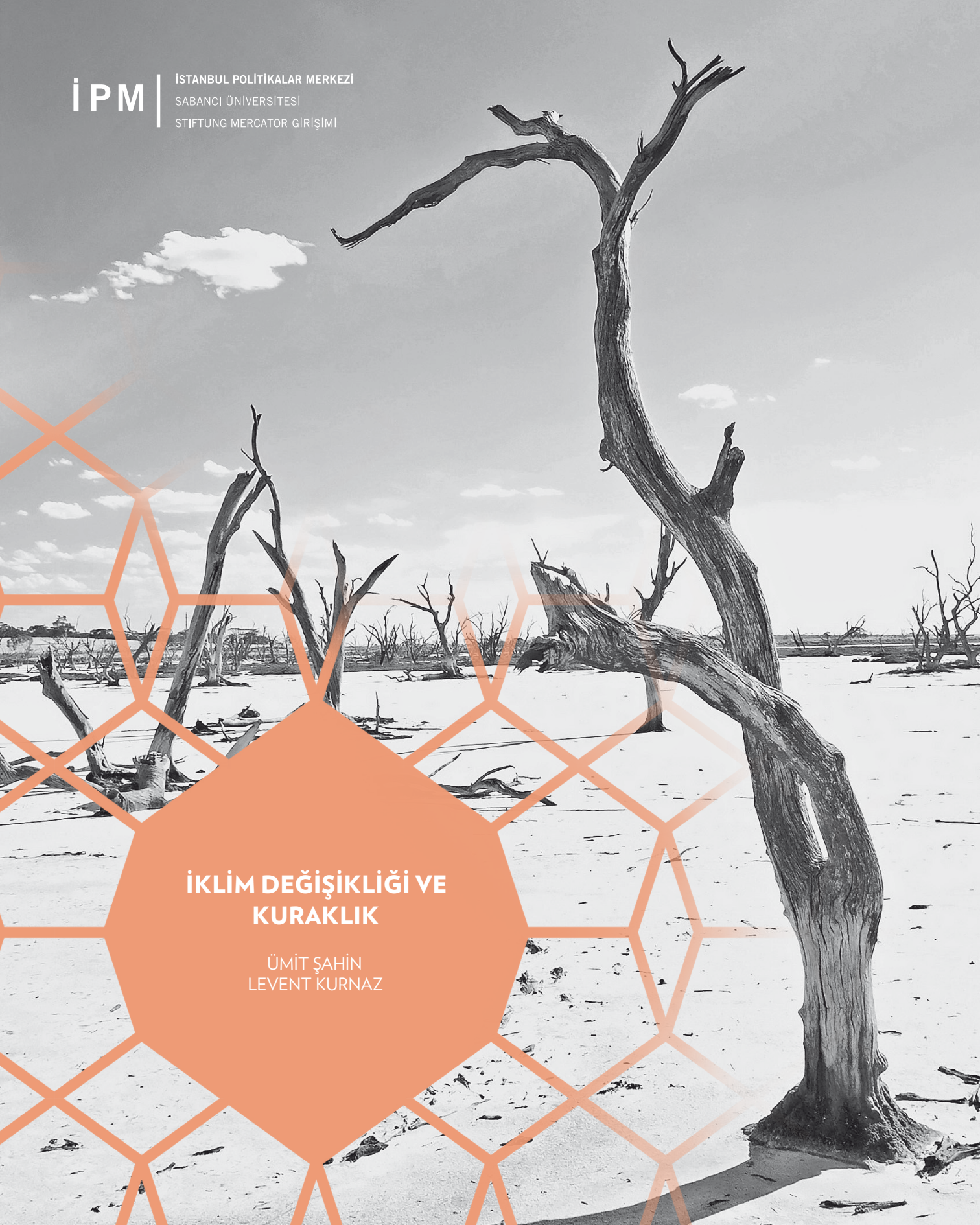


İPM
İSTANBUL POLİTİKALAR MERKEZİ
SABANCI ÜNİVERSİTESİ
STIFTUNG MERCATOR GİRİŞİMİ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KURAKLIK

ÜMİT ŞAHİN
LEVENT KURNAZ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KURAKLIK

ÜMİT ŞAHİN, LEVENT KURNAZ

Ekim 2014

Ömer Madra Açık Radyo Yayın Yönetmeni ve Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi 2012-2013 Mercator-İPM Kıdemli Araştırmacısı'dır.

Ümit Şahin Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi Kıdemli Uzmanı'dır.

Levent Kurnaz Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü Öğretim Üyesi ve Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi 2013-2014 Mercator-İPM Araştırmacısı'dır.

Bu raporda yer alan görüşler yazarlara aittir.

İstanbul Politikalar Merkezi Hakkında

İstanbul Politikalar Merkezi, küresel uzantıları olan bağımsız bir politika araştırma merkezidir. Misyonu, sosyal bilimler alanında yapılan akademik araştırmalara ve bunların politika oluşturma süreçlerinde uygulanmasına katkıda bulunmaktır. İPM, iç ve dış politika alanlarında karar vericilere, kanaat önderlerine, akademisyenlere ve toplumun geneline yenilikçi ve nesnel analizler sunmayı amaçlamaktadır. İPM, Türkiye-AB-ABD ilişkileri, eğitim, iklim değişikliği, Türkiye'deki siyasal ve sosyal eğilimler ve bu eğilimlerin sivil toplum ve yerel yönetişime etkisi konularını da kapsayan -fakat bunlarla sınırlı kalmayan- geniş bir alanda uzmanlığa sahiptir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ – ÖMER MADRA 5

1- GİRİŞ 8

2- KURAKLIK TANIMLARI, KAVRAMLAR VE AYRIMLAR 11
A. KÜRESEL SU SORUNU 11
B. KURAKLIK TANIMLARI 13
C. ÇORAKLIK VE ÇÖLLEŞME 14

3- İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BİR SONUCU OLARAK DÜNYADA KURAKLIK 16
A. METEOROLOJİK MEKANİZMALAR 16
B. IPCC RAPORLARINA GÖRE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KURAKLIK 18
C. BİLİMSEL LİTERATÜRDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KURAKLIK İLİŞKİSİ 23

4- TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI KURAKLIK 26

5- TÜRKİYE'DE KURAKLIĞA YÖNELİK ÇALIŞMALAR VE EYLEM PLANLARI 30

6- ÇÖZÜM ÖNERİLERİ 33

ÖNSÖZ

AKAD'IN LANETİ – SURİYE CEHENNEMİ – GEZEGENİN GELECEĞİ

Ömer Madra

"Kentler kuruldu kurulalı ilk kez,
Koca arazilerden tahıl alınamadı,
Sulak arazilerden balık çıkmadı,
Sulak bahçelerden ne şurup çıktı, ne şarap,
Toplaşan bulutlardan damla düşmedi yere,
Masgurum büyüyüp yeşeremedi...
Bir paraya çeyrek şişenin yarısı kadar yağ alabildin ancak
Bir paraya çeyrek şişenin yarısı kadar tahıl alabildin ancak...
Her kentin her pazarında hep bu fiyatlar vardı!
Derken, damda yatan damda kaldı,
Evinde yatanın cenazesi evde kaldı,
Açlıktan insanlar göğsünü bağrını parçaladı..."

Kısa bir süre önce Nusaybin yakınlarında bulunan 4 bin küsur yıllık bir kil tablette insanlık tarihinin en büyük facialarından biri böyle anlatılıyor. Akadlar dünyada kurulmuş ilk imparatorluk... 4300 yıl kadar önce kurulmuş, yüzlerce yıl yaşadıktan sonra 46 yıl süresince gittikçe hızlanan bir iklim bozulması ve kuraklık sonucunda da tamamen ortadan kalkmış, hâlâ bugüne kadar da bilinemeyen birçok yönü olan büyük bir uygarlık. İ.Ö 2154 yılında yıkılmış ve karanlık bir döneme girmiş. Zağros dağlarından gelen "barbarlar" (Gutianlar) tarafından yok edilmiş.

Belgeyi bularak tarihin en karanlık sırlarından birini aydınlatan Yale ekibinin başındaki Profesör Harvey Weiss, "olay"ı şöyle anlatıyor:

"Nusaybin'in 20 dakika kadar güneydoğusunda, Akadlar'ın bu bölgeye geldikleri yolu keşfettik, yerel sarayı ele geçirmelerini ve bu verimli bölgeyi kontrol altında tutmak üzere Akad idari merkezi haline getirmelerini izledik. Bu bölge Nusaybin civarı ve Kamışlı, Ninova'ya, Musul'a oradan batıya, Türkiye'ye, Şanlıurfa'ya, Karababa bölgesine uzanır, bilirsiniz...

"Sonuçta burası yüksek miktarda yağmur alan, yüksek miktarda buğday üretimi olan bir bölge ve 4200 yıl önce birden bu kuraklığın olması, kanıtladığımız gibi, bu bölgenin Akadlar ve yerel nüfus tarafından terk edilmesiyle eş zamanlı olmuş. Yani herkes âniden terk etmiş!..."[1]

Profesör Weiss'a göre kuraklık 3-4 yılı aştıktan sonra artık bir daha geri dönüş mümkün olamamış ve 5. yılın sonunda da her şey bitmiş. Kazılarda işçilere verilen yiyecek karnelerinin seramik parçaları da bulunuyor. Yiyecek-içecek karneye bağlanmış yani! Üstelik, bu büyük kuraklık felaketi Dicle-Fırat nehirlerinin havzasında tarihte en büyük medeniyetlerden birkaçına beşiklik etmiş olan "Münbit (Bereketli) Hilal" denen sulak bölgede oluyor![2]

***

Geleceğe geri dönüş! Şimdi de Akadlar'dan günümüze, Suriye'ye geçelim: 4300 yıl sonra aynı bölgede 2006'da başlayan kuraklık hikâyesini siyaset bilimci William Polk anlatıyor: 2006'dan 2011'e kadar süren şiddetli bir kuraklık sonucu ülkenin büyük bir kısmında yağmur 20 santimetrenin altına, yani sulama yapılmayan tarımın

1 "Açık Radyo'da Profesör Harvey Weiss ile İklim ve Uygarlık Üzerine Bir Söyleşi", http://acikradyo.com.tr/default.aspx?_mv=a&aid=32857

2 agy; ayrıca bkz.: Elizabeth Kolbert, Field Notes From A Catastrophe – Cimate Change: Is Time Running Out?, Bloomsbury, 2006, s. 93

kaldıramayacağı orana kadar düşmüş. Çare olarak on binlerce kuyu açılmış. Tabii, o durumda yeraltı suları da süratle, ulaşılamaz seviyeye inmiş. Bu veriler, 2008 ABD Tarım Bakanlığı Raporu'nda yer alıyor. Bazı yerlerde ekim durmuş, tarımsal üretim yüzde 70 oranında azalmış; hayvanların yüzde 85'i ölmüş!

Bütün bunların sonucunda yüzbinlerce insan, yani kırsal bölge halkının bir bölümü hızla şehirlere göç etmiş. O zaman da gıda sorunu ortaya çıkmış. 2-3 milyon insan, yani nüfusun yüzde 30'u yoksulluk sınırının altına düşmüş!

Şehirlere göç ise bambaşka sorunlara neden oluyor. Şehirlerde büyük rekabet var. 250 bin Filistinli göçmen zaten orada. 1948'den beri oradalar. ABD işgali sonrası Irak'dan gelen yüz bin mülteci de orada. O yoğun işsizlik ortamında birbirleriyle rekabet etmek zorundalar. Buna Esad yönetiminin sert baskısını da ekleyelim. Sonuçta minik bir kıvılcım, bir "zahirî" sebep: Küçük Dera kasabasında bir protesto oluyor, Esad kan ve ateşle bastırıyor, sonunda da bu durum ortaya çıkıyor. Yani, kuraklık bugün Suriye'deki iç savaş cehenneminin temelindeki asıl neden oluyor.[3]

Bu durumda kuraklık ve iklim değişikliğini sadece su kıtlığı gibi düşünmek hataların en büyüğü olur. Son noktada medeniyetlerin bile ortadan kalkmasına sebep oluyor gördüğümüz gibi. Suriye'de iç çatışma ve savaş sonucunda en az 200 bini aşkın insan öldü, ölmeye devam ediyor: Sadece 2014'ün ilk 8 ayı içinde 90 bin kişinin öldürülmesinden söz ediyoruz! Ayda 11 binden fazla ölüden! Öte yandan, Suriye bu yıl sonuna kadar 5 milyonu aşacak mülteci sayısı ile dünyanın en büyük mülteci nüfusuna sahip olacak. Gerçek bir cehennem manzarası. İnsanların açlıktan öldüğü kamplardan bahsediyoruz. Ve bunu, 4300 yıl sonra esas olarak yine kuraklık ve iklim değişikliğine bağlayabiliyoruz.

3 William R. Polk, "Understanding Syria: From Pre-Civil War to Post-Assad", The Atlantic, 10 Aralık 2013

Çağları aştıktan sonra bir de coğrafya sıçraması yapıp kıtaları aşalım şimdi de: Dünyanın en büyük 6. ekonomisi, ABD'nin tüm tahıl gıdasının yarısını temin eden 38 milyon nüfuslu dev California'da en az 1500 yılından beri görülmüş en büyük kuraklık yaşanıyor. Bazı yörelerde musluk suyu yerine PET şişe suyu dağıtımına geçilmiş durumda. Eyalette son 18 ay içinde 63 trilyon galon yeraltı suyu kaybolduğu için yeryüzü kabuğunda ortalama 0,4 santimetre yükselme olmuş! Eyaletin kara susamış dağlarında durum daha da kötü: Orada da yerkabuğu geçen yıl yaklaşık 1,25 santimetre yükselmiş! 2013'te başlayan ürkütücü yükselme halen devam ediyor. Ama aynı zamanda tersi durum da geçerli: Kuruyan kuyular, mecburen nadasa bırakılan tarlalar ve yeraltı sularının çekilmesi ile yılda 30 santimetrelik toprak çökmeleri de oluyor! Eyalet toprakları salıncak gibi sallanıyor yani...[4]

Türküsünü yakmak için yeni bir Woody Guthrie, öyküsünü anlatmak için yeni bir John Steinbeck bekleniyor... Öte yandan, Türkiye'nin ve "Bereketli Hilal"in en önemli akarsularından Dicle nehri son 100 yılın en düşük seviyesine inmiş durumda. Nehirdeki canlı hayatı tehlikeye girerken, 3 bin yılda oluşmuş yüzen adalar da karaya oturmuş!

Dicle türküsünü yakacak yeni bir Aram Tigran aranıyor![5]

***

Arkeolog Joseph Tainter, Karmaşık Toplumların Çöküşü adlı kitabında eşitsizlik temeli üzerinde inşa edilmiş, yoksulların ve daha sonra yoksullar safına katılmış eski orta sınıfların üzerine gittikçe ağır yükler bindirilen toplumların nasıl çöktüğüne ilişkin yararlı bir model sunuyor. Tarihin belli başlı

4 Rong-Gong Lin II, "63 trillion gallons of groundwater lost...", Los Angeles Times, 21 Ağustos; Ryan Koronowski, "Drought-Stricken California...", Climate Progress, 30 Ağustos

5 Ömer Madra, "10 Derste Gezegenimiz ve Biz" http://acikradyo.com.tr/default.aspx?_mv=a&aid=33154&cat=100

24 medeniyetinin tümü yıkılmış ve yıkılışlarında da çok benzer bir çizgi izlemişler. Tainter, toplumlar karmaşıklaştıkça, kaçınılmaz olarak azalan kaynakların gittikçe daha fazlasını, genişleyen karmaşıklık sistemlerine yatırdığını gösteriyor. Bu da, toplumlar için çöküş ve yokoluş anlamına geliyor.

Çağdaş medeniyet açısından bakalım: İklim değişikliğinin, kuraklığın, yiyecek kıtlığının ve bütün bunların yol açtığı istikrarsızlık, şiddet ve çatışmaların sonucunda gelebilecek çöküş ve yokoluş, daha önceki 24 karmaşık medeniyetten farklı olarak, bütün gezegenin çözülüp dağılması anlamına da gelebilir pekâlâ.[6]

Ümit Şahin ve Levent Kurnaz'ın "İklim Değişikliği ve Kuraklık" kitabı ilk bakışta fizikî dünyanın temel özelliklerine eğilen ve genel gidişâta dair eğilimleri ele alan bir kitap gibi gözükebilir. Ama, aldanmamalı! Kitabı 4 bin ikiyüz yıl öncesindeki Akad'ın Laneti'nden gelip sadece 35 yıl sonrasının muhtemel su kıtlığına, dev mülteci dalgalarına ve "din" savaşlarının kaotik manzaralarına uzanan cehennemî bir panorama olarak okumakta çok yarar var. Yazarların, önlemler konusuna da ciddiyetle eğildiğini dikkate alırsak, karar alıcılar başta olmak üzere hepimiz için önemli uyarıları olduğunu söylemeliyiz!

Yazarların uyarıları ışığında harekete geçmek için pek az vaktimiz kaldığını da unutmasak pek iyi olur tabii.

İstanbul, 14 Eylül 2014

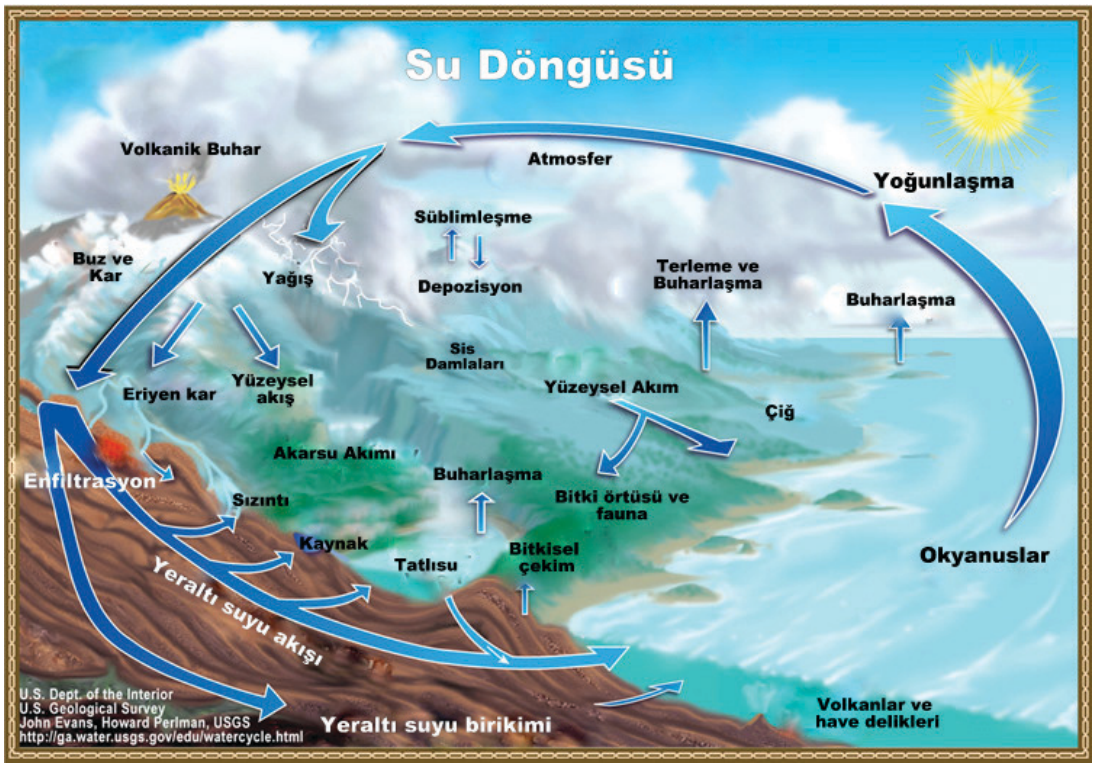
6 Chris Hedges, "Growth Is The Problem", TruthDig.com, 10 Eylül 2012

1 GİRİŞ

Ekolojik döngüler canlı yaşam için önem taşıyan karbon, azot, oksijen, su ve benzeri maddelerin yerkabuğu, atmosfer ve okyanuslar arasında kendi kendini düzenleyen bir mekanizma içinde süregelen hareketi olarak tanımlanır. Yeryüzünün en önemli enerji kaynağı olan güneş, bütün ekolojik döngüleri besler. İnsan etkinliklerinin ekolojik döngüleri hızlandırması ya da bozması, ekosistemde bazen geri dönülmez sorunlara yol açar. Dolayısıyla küresel ekolojik kriz, ekolojik döngülerin nasıl bozulduğu incelenerek anlaşılabilir.

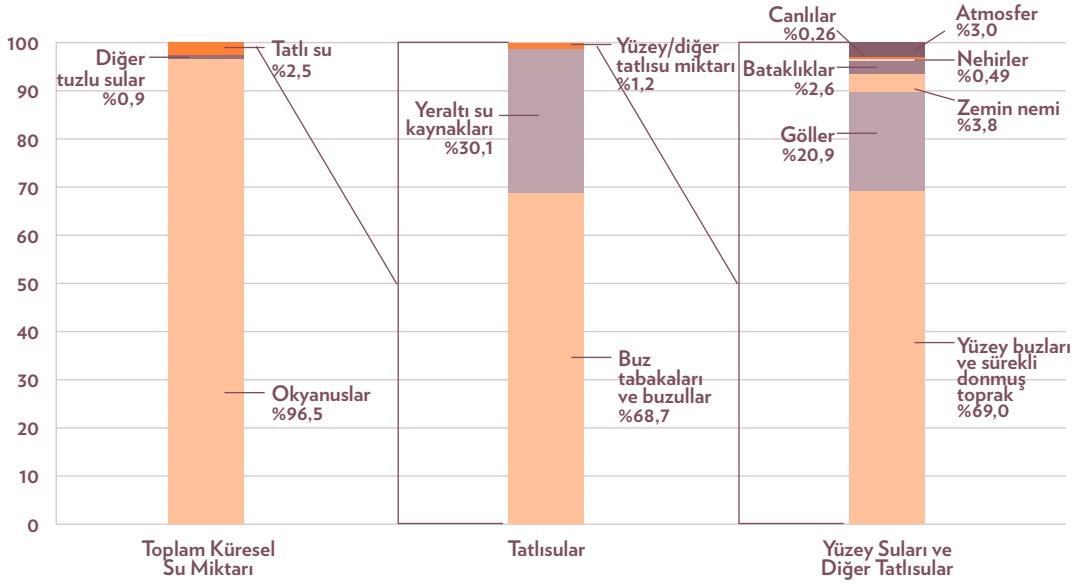
Yeryüzü ekosisteminin en önemli döngülerinden biri su döngüsüdür. Yaşamın temel kaynağı olan su, yeryüzünde maddenin üç halinde bulunur, su buharı olarak atmosferde; su olarak bulutlarda, yeryüzünde ve yeraltında; ve buz olarak yüksek bulutlarda, kar örtülerinde ve buzullarda. Okyanuslardan ve karalardan buharlaşarak atmosfere karışan su molekülleri soğuk katmanlarda yoğunlaşarak sıvı veya buz halinde bulutları oluşturur, yağışlarla yeryüzüne geri döner, okyanuslara, toprağa, yüzey veya yeraltı sularına karıştıktan sonra buharlaşıp tekrar atmosfere yükselir (Şekil 1).

Şekil 1 – Genel hatlarıyla su döngüsü



(Kaynak: USGS, 2014)

Şekil 2 – Yeryüzünde bulunan suların dağılımı



(Kaynak: USGS, 2014)

Yeryüzündeki toplam su miktarı milyarlarca yıldır değişmeden kalmıştır. Toplam su miktarı devasa hacimdedir (1 milyar 350 milyon kilometre küp), ancak bunun çok büyük bir kısmı (% 97,4) deniz suyu ve diğer tuzlu sulardır. Tatlı suyun önemli bir kısmı ise buzullarda (% 68,7) ve yeraltında (% 30,1) bulunur. Yeryüzünde serbest haldeki tatlı suyun da ancak % 5'i (200 bin kilometre küp) kullanılabilir durumdadır (Şekil 2). Bulut örtüsündeki, yağışlardaki, buzullardaki, yeraltı sularındaki ve topraktaki zamansal ve yersel değişiklikler, toplam su miktarının dağılımıyla ilgilidir. Buzulların büyüklüğünden yağışların miktarına ve yerine kadar su döngüsünde yaşanan değişkenlikler canlılar için jeolojik zaman ölçeğinde olduğu sürece nispeten uyum sağlanabilir niteliktedir. Ancak bunlar fazlasıyla kalabalık bir yeryüzünde, doğal hızından çok daha kısa sürede ve geniş alanlarda gerçekleştiği zaman bütün canlılar ve insan uygarlıkları için felaket halini alır.

Kuraklık, insan etkisinden bağımsız devam ediyormuş gibi görünen bu devasa su döngüsüyle ilgili olarak, yeryüzünün belli yerlerinde, yağışların yeterli olmadığı dönemlerde ortaya çıkar. Günümüzde artık kuraklığın bir doğa olayı olmaktan çıkmasına neden olan şey, insan etkinliklerinin, işte bu devasa döngüye geri dönülmez biçimde müdahale etmesidir. Su kaynaklarının ekolojik kurallara aykırı kullanımı; yani sulak alanların kurutulması, akarsu yataklarının değiştirilmesi, nehir sularının dev barajlarda depolanması, yeraltı su depolarının boşaltılması, suyun tarımsal üretim ve hayvancılıkta büyük miktarlarda kullanılarak küresel ticarette bir meta haline getirilmesi ve sanal su olarak kıtalar arasında yer değiştirmesi ve nihayet ekolojik su döngüsünün en önemli motoru olan yeryüzü ve okyanus sıcaklıklarını kalıcı bir şekilde artıran ve kendisi de insan eliyle karbon döngüsünün bozulmasının bir sonucu olan küresel ısınma ve iklim değişiklikleri... Bütün bunlar önce tarım devrimi, ardından

sanayileşmeyle, yeryüzüne etkisi devasa bir hal alan insan etkinliklerinin su döngüsünü geri dönüşsüz biçimde bozmasına neden olmuştur. Bugün iklim değişikliği, nüfus artışı, kirlilik ve toprak kullanımıyla beraber su döngüsü üzerindeki en büyük baskı nedeni olarak kabul edilmektedir (Kang vd., 2009).

Kuraklık, hem yüzey, hem de yeraltı sularını etkiler, gerek tarım ve sanayide, gerekse içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilir su miktarının ve su kalitesinin azalmasına, tarımsal ürün miktarının ve kalitesinin düşmesine, hidroelektrik üretimde azalmaya, sulak alanların ve doğal yaşamın zarar görmesine ve bütün bunlara bağlı sosyal ve ekonomik etkilere neden olur (Mishra ve Singh, 2010).

Sonuç olarak, geçmişte doğanın bir gerçeği, bir talihsizlik veya tanrının gazabı ve nihayet zaman zaman ortaya çıkan ve yönetilmesi gereken meteorolojik-hidrolojik bir sorun olarak görülen kuraklık, bugün sıklığı, şiddeti ve sonuçları insan eliyle artırılan bir ekolojik felakete dönüşmüştür.

Kuraklık, nedenleri, ortaya çıkış şekilleri, yaygınlığı ve sosyoekonomik sonuçlarıyla, sadece meteorologların, hidrologların ve tarımcıların değil, iklim bilimcilerden sosyal bilimcilere kadar pek çok akademik disiplinin ve elbette kamu yönetiminden sivil topluma kadar toplumdaki bütün tarafların bilgi sahibi olması ve çözüm önerileri üzerinde çalışması gereken bir meseledir.

Bu çalışmada, kuraklık felaketinin iklim değişikliğiyle bağlantısı, sorunun çok disiplinli özelliği göz önünde bulundurularak, kamuoyuna ve politika oluşturan kesimlere yol göstermeyi amaçlayan bir anlayışla ele alınmıştır. Kuraklık, tanımından çözüm yollarına kadar politik yönetim gerektiren bir sorundur ve günümüzde kuraklığı iklim değişikliğinden ayrı bir şekilde ele almak, soruna gerçekçi çözümler bulunmasını engellemektedir. Politikacılar ve kamu yöneticileri, artık kuraklığı iklim değişikliği gerçeğiyle birlikte, hatta onun bir parçası olarak ele almak durumundadırlar.

2 KURAKLIK TANIMLARI, KAVRAMLAR VE AYRIMLAR

Kuraklık, tanımı gereği göreceli dir. Çünkü bir yerde normal şartlarda yağan yağış miktarına göre azalma olup olmadığına bakılarak değerlendirilir. Kuraklık kavramı medyada ve kamuoyunda sıklıkla kullanılmakta ve Türkçe ifade edildiğinde su sorunuyla ilgili diğer kavramları da kapsayacak şekilde geniş anlaşılabilmektedir. Örneğin geçici bir durum olması gereken kuraklık (*drought*), kalıcı kurak durumları ifade eden çoraklık (*aridity*) ve çölleşme (*desertification*) gibi kavramların yerine kullanılabilmektedir. Toprağın ve yeraltı sularının kuruması (*dryness*) ya da azalması -geçici olmasa da- kuraklık deyimiyle ifade edilebilmektedir. Bu nedenle kuraklık kavramının ve diğerlerinin daha doğru kullanılması için öncelikle tanımlara bir göz atmamız gerekir. Ancak bundan da önce, kuraklığın da bir parçası olduğu küresel su sorununa dair birkaç söz söylemek gerekiyor.

a. Küresel su sorunu:

Küresel su sorunu, su kıtlığı veya kuraklıktan daha büyük bir çerçeveyi kapsar. Yaşamın temel kaynağı olan suyla ilgili en önemli sorunlardan biri, suların endüstriyel ve biyolojik atıklarla kirlenmesidir. Yapılan son çalışmalara göre dünya çapında 1,8 milyar insan (dünya nüfusunun dörtte biri) içme ve kullanma suyu olarak lağım sularıyla veya dışkıyla kirlenmiş su kullanmaktadır. Her yıl 2 milyon kişinin yetersiz ve kirli su kullanımına bağlı ishalli hastalıklardan öldüğü, beş yaş altı çocuk ölümlerinin % 5,5'unun (yani 361 bin çocuğun ölümünün) sadece suların temiz olması sağlanarak önlenebileceği bildirilmektedir (WHO, 2014; Prüss-Ustün, 2014). Bu sorunlar büyük ölçüde azgelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ve daha gelişmiş ülkelerin yoksul bölgelerinde görülmektedir. Dolayısıyla yeterli ve sağlıklı içme ve kullanma suyunun tüm insanlar için erişilebilir olmaması, hâlâ dünyanın en önemli çevre ve halk sağlığı sorunlarının başında gelmektedir.

Su kıtlığı ise daha geniş ölçekli bir sorundur. Dünya nüfusunun üçte birinin su kıtlığından etkilendiği ve bu sayının nüfus artışı, kentleşme ve tarımsal ve endüstriyel su kullanımının fazlalaşması gibi nedenlerle arttığı bilinmektedir. Aynı zamanda su kaynaklarının kirlenmesi de kullanılabilir su miktarının azalması sonucunu doğurmaktadır. Su kıtlığının yaşandığı alanlar da iklim değişikliğinin ve su yönetimindeki hataların etkisiyle hızla genişlemektedir. 2025'te 1,8 milyar kişinin mutlak su kıtlığı, dünya nüfusunun üçte ikisinin de su stresi çeken bölgelerde yaşayacağı tahmin edilmektedir (UN Water, 2014).

Ancak su kıtlığının tek nedeni nüfus ve kalkınmaya bağlı talep artışı değildir. Su kaynakları ekolojik olmayan yollarla kullanılmakta, büyük ölçüde talep odaklı bir şekilde tüketilmekte ve su kıtlığı insan eliyle şiddetlendirilmektedir. Örnek olarak Fred Pearce'ın dünyanın çeşitli yerlerinden derlediği çarpıcı su krizi hikayelerinin bazıları verilebilir (Pearce, 2009).

Hayatı tek bir nehre (İndus) bağlı olan Pakistan'da İngiliz sömürge yönetimi döneminde yapımına başlanan dev barajlarla sulanan İndus ovalarında toprak tuzlanıyor; suları nehire ulaşamayan nehrin deltası kuruyor; işsizlik, göç ve çatışma tehlikesi büyüyor.

Hindistan'da milyonlarca çiftçi tarlalarını giderek daha derinlere sondaj yapmak zorunda kaldıkları yeraltı kuyularıyla suluyorlar; ülke kuruyup terk edilmiş kuyularla dolu; suya fazlasıyla bağımlı üretim tercihleri (süt ürünleri, pamuk, tekstil gibi) sorunu derinleştiriyor.

Hindistan, Çin, Bangladeş ve pek çok Asya ülkesinde insanlar ileri derecede flor ve arsenik yüklü kuyu sularını içmek zorunda kaldıkları için zehirleniyorlar.

Amerika'da, Afrika'da ve başka yerlerde dünyanın en büyük sulak alanları, açılan kanallar ve yapılan barajlarla kurutuluyor. Bir zamanlar Afrika'nın en verimli sulak alanı olan Çad gölü, tıpkı Asya'daki Aral gölü gibi neredeyse kurumuş ve milyonlarca insan geçim kaynaklarından mahrum kalmış durumda.

Önemli Hintli ekolojist yazar Vandana Shiva, su kaynaklarının, yeraltı sularının ve havzaların yok edilmesini, hem suyun özelleştirilmesi, hem de kuyuların ve nehirlerin kirletilmesi yoluyla yoksul halkın suya erişiminin engellenmesini bir terörizm biçimi olarak görüyor ve su savaşlarının küresel bir hal aldığını vurguluyor (Shiva, 2007).

Buna benzer çok sayıda örnek, su krizinin, küresel ısınmanın etkisiyle önümüzdeki yıllarda çok daha yaygın bir hal alacağını göstermektedir. İklim değişikliği çağında kuraklık ve su kriziyle mücadele, her şeyden önce doğaya devasa müdahaleleri büyük bir başarı olarak gören eski anlayıştan uzaklaşmayı ve aynı hataları tekrarlamamayı gerektirir. Çözüm, ekolojinin kurallarına ve doğaya uygun bir rehabilitasyon anlayışına yönelmekle mümkündür.

Türkiye de su kıtlığı çekme yolundaki ülkelerden biridir. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün verdiği rakamlara göre halen kişi başına düşen tatlı su miktarı 1.519 metre küp olan Türkiye'de bu miktar, artan nüfus ve su kullanımındaki artış nedeniyle 2030'da 1.120 metre küp civarına düşecektir (DSİ, 2014). Kullanılan tanımlara göre Türkiye şu anda (kişi başına düşen su miktarı 2.000 metre küpün altında olduğu için) su azlığı çeken bir ülke olarak sınıflanmaktadır. Demek ki yaklaşık 20 yıl içinde su fakiri ülke olarak adlandırılmasına neden olacak kişi başı 1.000 metre küp sınırının altına düşebilir. Üstelik bu rakamlar iklim değişikliğinin etkileri ve su kaynakları üzerindeki diğer baskılar hiç hesaba katılmadan, sadece nüfus artışı üzerinden hesaplanmaktadır. Önümüzdeki yıllarda iklim değişikliğinin etkileriyle bu rakamın daha da azalacağı varsayılarak, Türkiye'deki su kaynaklarının ekolojik bir bakış açısıyla korunması ve kirlilik ve enerji üretimi gibi nedenlerle kullanılamaz hale gelmesinin önlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Öte yandan WWF-Türkiye'nin 2014'de yayınladığı Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu'na göre Türkiye'de üretimden ve tüketimden kaynaklanan su ayak izinin % 89'u tarımdan; tarımın su ayak izinin % 92'si bitkisel üretimden, % 8'i otlatmadan kaynaklanmaktadır. Bitkisel üretimin su ayak izinin en büyük kısmı ise (% 38) tahıllardan kaynaklanır. İkinci sırada ise % 31 ile yem bitkileri vardır. Bu da hayvancılığın su ayak izindeki oldukça yüksek olan payının sadece otlatmayla sınırlı olmadığını ortaya koyar. Bu rakamlar önümüzdeki yıllarda yaşanacak su kıtlığının öncelikle hem bitkisel, hem de hayvansal gıda üretimini etkileyeceğini göstermektedir.

Raporda ilgi çekici bir diğer nokta, tüketimin ayak izi hesaplandığında Türkiye'de kişi başına düşen su ayak izinin dünya ortalamasından yüksek olması ve giderek artmasıdır. 1996-2005 yıllarında kişi başına su ayak izi 1.624 metre küptür ve dünya ortalaması olan 1.385 metreküpün yaklaşık % 20 üzerindedir. Üstelik 2006-2011 verileri kullanılarak yeniden hesaplandığında, bu miktarın 1.977 metre küpe çıktığı görülmektedir. Bu artış üretim hacmindeki artışa ve tüketim alışkanlıklarındaki değişikliğe bağlanmaktadır. Raporda, TÜİK verilerine göre Türkiye'de içme ve kullanma amacıyla günlük kişi başına düşen su miktarının 216 litre olarak göründüğünü, ancak sanal su, yani tüketim ürünlerinin üretiminde kullanılan suyun hesaba katılmasıyla dolaylı olarak tüketilen su miktarı dikkate alındığında bu miktarın 5.416 litreye çıktığı belirtilmektedir (WWF, 2014).

Dolayısıyla Türkiye, bir yandan iklim değişikliği nedeniyle kullanılabilir su miktarı baskı altında olan, bir yandan da nüfusu, üretim hacmindeki artış ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi nedeniyle su

kullanımı hızla artan bir ülkedir. Buna bir de yanlış su yönetimini ve devasa projelerle, eski anlayışlarla, ekolojik kurallara aykırı bir şekilde yürütülen su politikalarını eklersek, Türkiye'nin beklenenden çok daha kısa bir süre içinde su kıtlığı çeken bir ülke haline gelmesi, bunun da hem kentlerde ihtiyaç duyulan suyun karşılanmasında sıkıntı yaratarak, hem de gıda üretimini düşürerek ciddi bir sosyal ve ekonomik krize yol açması şaşırtıcı olmayacaktır.

b. Kuraklık tanımları:

Kuraklık, yağışların bir bölgede beklenenden daha az olması durumudur. Dolayısıyla sadece sürekli az yağış olan bölgelerde değil, yağışlı bölgelerde de kurak dönemler olabilir. Kuraklıktan söz edilmesi için yağışların normal ya da beklenen düzeyin altında olduğu zamanın en az bir mevsim veya bir yıl sürmesi gerekir. Yani kuraklık belli bir bölgede, yağışların belli bir süre boyunca normalden az olmasıyla ortaya çıkar (Mishra ve Singh, 2010).

Kuraklığın ortaya çıkmasında yağış miktarı kadar sıcaklıkların, havadaki bağıl nemde azalmanın, yüksek rüzgârların, yağışların zamanlamasının ve niteliğinin, örneğin ürünlerin ekim zamanı yağıp yağmamasının, yağış hızının ve süresinin de etkisi vardır. Kuraklık, kalıcı bir iklim özelliği olan çoraklığın tersine geçici bir normalden sapma halidir. Kuraklık, geçici bir durumu ifade etmekle birlikte, birkaç gün veya haftadan uzun sürmeyen sıcak dalgalarından farklı olarak yıllarca sürebilir ve sıcak dalgalarıyla birlikte seyrettiğinde etki şiddeti artar.

Çeşitli kurumlar tarafından yapılan kuraklık tanımları şöyle özetlenebilir (Mishra ve Singh, 2010):

Dünya Meteoroloji Örtütü'ne (WMO) göre kuraklık uzamış ve aralıksız devam eden yağış azalmasıdır. Birleşmiş Milletler Kuraklık ve Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi'ne (UNCCD) göre kuraklık, yağışların kaydedilmiş normal seviyelere göre belirgin biçimde azalmasıyla ortaya çıkan doğal bir femonendir ve yeryüzü kaynaklarının üretim sistemlerini kötü etkileyen ciddi hidrolojik dengesizliklere neden olur. Birleşmiş Milletler Dünya Tarım Örgütü'ne (FAO) göre, kuraklık zararı, nem azalmasından dolayı ürünlerin zarar gördüğü yılların yüzdesine göre tanımlanır. İklim ve Hava Durumu Ansiklopedisi (Schneider, 1996) kuraklığı bir bölgede istatistiksel olarak uzun yıllar ortalamasına göre yağışların azaldığı uzamış –bir mevsim, bir yıl, ya da yıllar- bir dönem olarak tanımlar.

Kuraklık genelde dört kategoride sınıflanır (Mishra ve Singh, 2010):

Meteorolojik kuraklık, bir bölgenin normalden uzun bir süre ortalamaların altında yağış almasıdır. Normalin altındaki ortalama yağış miktarı akarsu akışlarının ve yeraltı sularının seviyesinin azalmasına yol açtığı gibi, toprağın nemliliğinde de düşüşe sebep olur. Bir yandan yağış miktarının azalması, diğer yandan artan sıcaklık ve azalan nemden dolayı zaten azalmış olan suyun da kaybedilmesi meteorolojik kuraklığın ana sebepleridir.

Tarımsal kuraklık, toprak nemliliğindeki azalmayı izleyerek tarımsal ürün miktarının azaldığı bir dönem olarak tanımlanır. Ancak havadaki nem ve toprağın aldığı yağış azalsa bile, toprağın içindeki su miktarı hemen azalmaz. Bu sebepten dolayı tarımsal kuraklık genelde uzun süren meteorolojik kuraklığın ardından ortaya çıkar.

Hidrolojik kuraklık, bir yerdeki mevcut su yönetim sistemleri içinde, yüzey ve yeraltı sularının yetersiz hale düşmesiyle, yani barajların, göllerin ve yeraltı sularının seviyelerindeki düşüşle ortaya çıkar. İnsanların, tarım ve enerji üretimi gibi faaliyetleri nedeniyle suya olan ihtiyaçları dönemsel farklılıklar gösterdiğinden, meteorolojik kuraklık ile hidrolojik kuraklık eş zamanlı olmayabilir. Yani, suyu ne zaman kullandığımızı biz belirlediğimiz için, su girdisinin azaldığı zamanla bizim suya ihtiyacımız olup da eksikliğini fark ettiğimiz zaman değişik olabilir.

Kuraklığın bir yandan tarıma ve canlılara, diğer yandan da su kaynaklarına ve dolayısıyla da bu kaynaklardan faydalanması gereken endüstrilere etkisi, yani suyun bir ekonomik girdi olarak talep edildiği ölçüde temin edilememesi de, *sosyoekonomik kuraklığı* oluşturur. Bu bağlamda kuraklığın ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerini bir bütünlük içerisinde ele alarak incelemek gerekir.

c. Çoraklık ve çölleşme:

Kuraklığın aksine çoraklık kalıcıdır. Çoraklık bize nehir ya da göllerin olmadığı, yağmurun çok seyrek ve az yağdığı, su azlığına alışmış kaktüs gibi bitkileri barındıran çöl ya da çöle benzer bölgeleri çağrıştırır. Her ne kadar çorak dediğimizde çoğumuzun aklına kuru, kavrulmuş, bitki örtüsü için yetersiz yağışa sahip gibi tanımlar gelse de, çoraklığı tanımlamak kolay değildir. Bu zorluğun arkasındaki ana neden, çoraklığın yağış ve nem azlığının yanı sıra potansiyel buharlaşma ve terleme (*evapotranspirasyon*) kavramına dayanmasıdır.

Potansiyel buharlaşma ve terleme, kısa boylu bir bitki ile kaplı bir alanda, bu bitkinin sağlıklı olduğu ve toprağın da yeterli neme sahip olduğu varsayılacak olursa, topraktan ne kadar buharlaşma olacağının ve bitkinin terleme ile ne kadar su kaybedeceğinin bir ölçüsüdür. Buradan anlaşılacağı gibi, buharlaşma ve terleme öncelikle sıcaklığın bir fonksiyonudur. Bundan dolayı da çoraklık iki değişik şekilde ortaya çıkabilir: Ya yağışın az olmasından dolayı, ya da yağış yeterli olsa bile sıcaklığın yüksek olmasından dolayı su kaybı nedeniyle. Ancak her iki durumda da sonuç aynıdır, toprak ya bitkilerin sağlıklı büyümelerine yeterli olacak kadar yağış almaz, ya da aldığı bu suyu hızla kaybettiğinden üzerinde bitki yetişmesine imkan vermez.

Çoraklık, ya da aridite, "yeryüzünün herhangi bir yerinde egemen olan fiziki coğrafya denetçilerinin ve uzun süreli atmosfer dolaşımı düzeneklerinin oluşturduğu sürekli yağış ve nem açığı koşulları ya da klimatolojik kuraklık" şeklinde tanımlanabilir (Türkeş, 2007). Yani bir bölgenin çorak olması için kuraklık yeterli değildir. Bu kuraklığın aynı zamanda atmosfer koşullarından dolayı sürekli olması gerekmektedir. Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nde, kurak, yarıkurak ve kuru-yarınemli araziler, "yıllık yağışın potansiyel buharlaşma ve terlemeye oranı 0,05-0,65 aralığında kalan alanlar" olarak belirlenmiştir (UNCCD, 1995). Yıllık yağışın potansiyel buharlaşma ve terlemeye oranına aynı zamanda kuraklık indisi diyoruz.

Bu tanımlar ışığında çoraklık ve kuraklığı birbirine karıştırabilmek kolaydır. Özellikle dünyadaki iklim türlerini sınıflandırırken çorak yerine kurak kelimesinin kullanılması bu problemi daha da anlaşılmaz hale getirebilmektedir. Basitçe söylemek gerekirse, kurak bir bölge, yağışın az olduğu, ama buna karşılık sıcaklıkların yüksek olmasından dolayı toprağın nemini kaybettiği bir bölgedir. Bu bölgede bitkilerin yetişmesi için uygun koşullar bulunmadığı için buraya çorak diyoruz.

Çoraklık ve kuraklık ise zamansal açıdan farklı anlamlar taşır. Her ikisinde de yağış az ve sıcaklık yüksektir, ancak çoraklık uzun süreli, yani kalıcı, kuraklık ise kısa süreli ve geçicidir. Kuraklığın uzun süreli ve kalıcı hale gelmesi, bir bölgeyi çorak hale getirir.

Yıllık yağışın potansiyel buharlaşma ve terlemeye oranı 0,05'den düşük olduğunda, toprakta bitkilerin yaşamasında artık neredeyse imkan yoktur. Bu tür alanlara gerçek veya iklimsel çöl diyoruz. Aynı zamanda çöllerin aldığı yıllık ortalama yağış tutarı 100 mm'den az olduğundan, bu bölgeler şiddetli kurak olarak sınıflandırılır.

İnsanların yanlış arazi kullanımından ve/veya uzun süreli kuraklıklar gibi olumsuz iklim koşullarından dolayı ekonomik ve biyolojik olarak üretken bir arazi ekolojik olarak bozularak, daha az üretken ya da üretken olmayan bir hale dönüşebilir. Buna çölleşme diyoruz. Çölleşme, düşük toplam yağışa, yetersiz su kaynaklarına, uzun kurak mevsimlere,

yinelenen kuraklık olaylarına, gevşek yüzey malzemesine ve ince toprak katmanına sahip, seyrek ve aynı zamanda hassas bir vejetasyon ile kaplanmış ortamlarda hem daha sık oluşur, hem de daha fazla etkili olur (Türkeş, 2012a).

Türkiye'de kuraklık indisinin 0,2'de düşük olduğu bölgeler bulunmamaktadır. Kuraklık indisinin 0,2 ile 0,49 arasında olduğu yarıkurak bölgeler ise Konya Ovası ve Iğdır bölgesidir. Güneydoğu'da ve iç bölgelerde ise kuraklık indisi 0,5 ile 0,64 aralığındadır, bu da bu bölgelerin kuru-yarınemli olduğunu gösterir. Çoraklık tanımına göre ise yarı-kurak ve kuru-yarınemli bölgelerimizin tamamı çorak bölgeler olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca bu bölgelerin tamamı uzun süreli kuraklıklar ve yanlış arazi kullanımı nedeniyle çölleşme riski taşımaktadır. Çorak bölgelerin tüm yüzölçümüne oranı % 34 olduğundan, iklim değişikliğinin etkilerinin gelecekte daha da artması ile bu arazilerin kaybedilmesi riski, toprak politikalarının en önemli gündem maddesi olmak zorundadır.

3 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN BİR SONUCU OLARAK DÜNYADA KURAKLIK

a. Meteorolojik mekanizmalar:

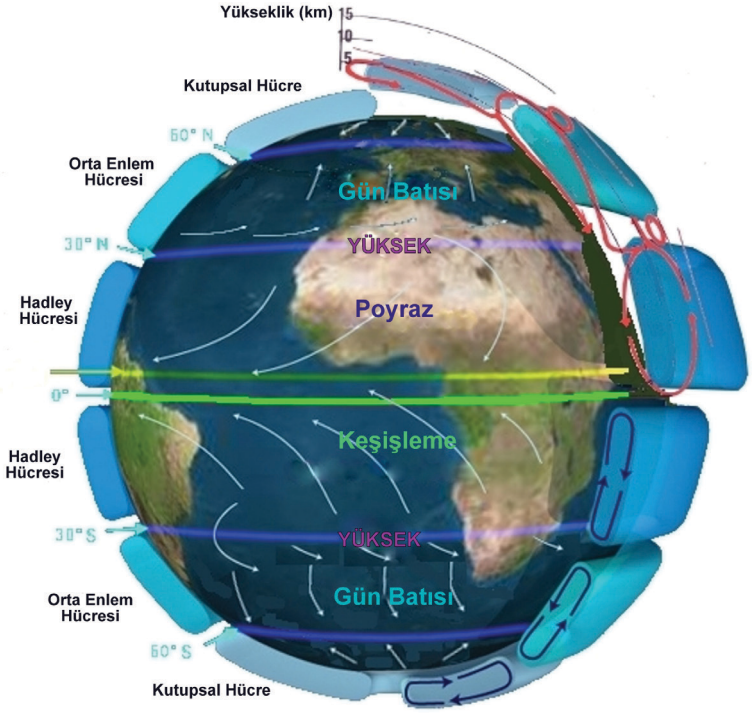
İklim değişikliğinin gelecekte beklenen ve bugün görmekte olduğumuz ana sonuçlarının başında dünyanın ortalama sıcaklığının artması gelir. Bunun dışındaki en önemli etki de yağış sistemindeki değişikliktir. Bundan anlamamız gereken şey, dünyanın aldığı toplam yağışın hafifçe artacak olmasına rağmen, bu yağışın dağılımında görülmesi beklenen değişikliktir. İklim değişikliğinin iki yağış arasındaki süreyi ve yağış şiddetini artırması beklenmektedir. İki yağış arasındaki sürenin artması bizim açımızdan meteorolojik kuraklık anlamına gelir. Yağışların şiddetinin artması ise bir yandan sel olaylarının sayısını ve kuvvetini artırırken diğer yandan da toprağın suyu emmesine zaman tanımadığı için hem toprak neminin azalmasına, hem de yeraltı sularının yeterince beslenememesine yol açar. Toprak açısından ideal durum, her gün azar azar yağmur yağmasıdır. Bu durumda hem toprağın katmanlarındaki su miktarı artar, hem de sızan su birikerek yeraltı su kaynaklarını besler. Ancak ani ve şiddetli yağışlarda su toprağın içine sızamadan taşkınlarla denize aktığı için, toprak suyla beslenemez. Buna ortalama sıcaklıkların artmasından dolayı toprağın su kaybındaki artışı da ekleyecek olursak bizi bekleyen problemin büyüklüğü daha doğru bir şekilde ortaya konabilir.

İklim değişikliğinin dünya genelinde yarattığı problemlere ek olarak, içinde yaşadığımız Akdeniz Havzası, dünyada bu değişikliklerden en fazla etkilenecek bölgelerin başında gelmektedir. Ülkemiz de bu coğrafya içerisinde bulunduğundan bizi bekleyen değişiklikleri daha detaylı incelememiz gerekli bir adımdır.

Güneşten gelen enerji dünyanın her bölgesine eşit olarak dağılmaz. Bu enerji ekvator kuşağını çok daha fazla, kutupları ise çok daha az ısıtır. Buna bağlı olarak da ekvatorda ısınan hava yükselir ve burada bir alçak basınç bölgesi oluşur. Tam tersine, soğuyan hava kutuplarda aşağıya doğru çöktüğü için buralar birer yüksek basınç bölgesidir. Ancak ekvatorda yükselen hava kutuplara doğru hareket etse de dünyanın hızlı dönmesinden dolayı kutuplara ulaşamadan kuzey ve güney yarı kürede 30 derece enlemi civarında aşağıya doğru çöker ve bu enlemler bir yüksek basınç bandı oluşturur (Şekil 3). Eğitim sistemimiz içerisinde bu yüksek basınç bandına ve sebeplerine fazla değinilmemiş olsa da, bunun sonucu olan kurak bölgelerin ve çöllerin varlığı çok daha kolaylıkla bilinebilir. Atmosferdeki bu hareketten dolayı Arabistan yarımadasının orta enlemleri, Afrika'nın Sahra bölgesi, Namibya ve Güney Afrika'nın kuzeyi, ABD'de Arizona ve New Mexico eyaletleri ve Avustralya'nın orta bölgeleri dünyada en çok bilinen çöller arasında yer almaktadır.

Ülkemiz ve ülkemizin de içinde yer aldığı Akdeniz Bölgesi açısından iklim değişikliğinin belki de en önemli sonucu 30 derece enlemi civarındaki bu yüksek basınç bandının dünyanın ortalama sıcaklığının artmasıyla kutuplara doğru kaymasıdır (Quan vd., 2004; Frierson vd., 2007; Seidel vd., 2007; Johanson ve Fu, 2009). Bunun ülkemiz açısından anlamı açıktır. Orta, güney ve güneydoğu bölgelerimiz şu an için bile yarı kurak iklim kuşağı içerisinde ve çölleşme riski ile karşı karşıya bulunmaktadır. Yakın gelecekte etkisini daha da artıracak olan iklim değişikliği, ülkemizin güney yarısının iklimini güney komşularımız Suriye ve Irak benzeri bir iklime çevirecek, orta ve kuzey bölgelerimiz de şu an güney bölgelerimizdeki iklim yapısı ile karşı karşıya kalacaklardır. Bunun ülkemiz için anlamı tüm bölgelerimizde kuraklık ve çölleşme riskinin artacak olmasıdır.

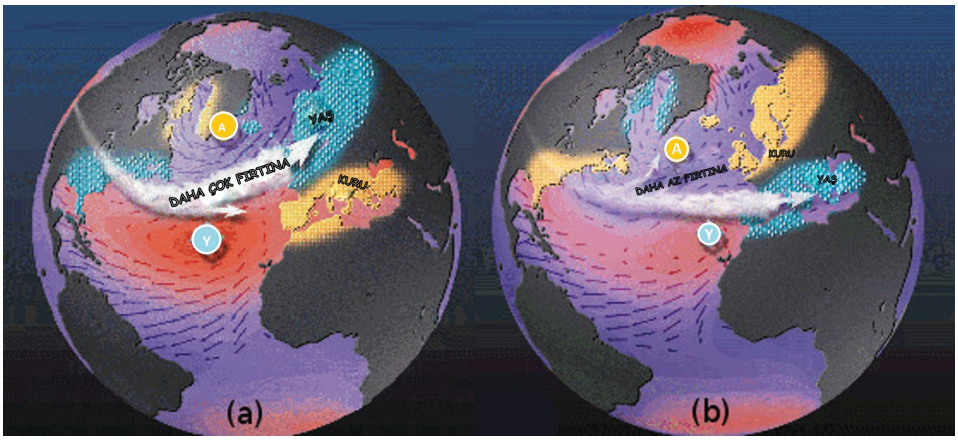
Şekil 3 - Dünyanın atmosferindeki ana hava akımları



(Kaynak: Wikimedia Commons)

Avrupa'ya gelen yağışın en önemli kaynağı Atlantik Okyanusu'ndan kıtaya doğru esen ve nem taşıyan rüzgârlardır. Batıdan esen bu rüzgârların yönünü ve şiddetini daima İzlanda üzerinde bulunan bir alçak basınç merkezi ile, daima Azorlar üzerinde bulunan bir yüksek basınç merkezi belirler. Bu sistemlerin yerleri ve birbirlerine göre şiddetleri periyodik olmayan bir şekilde seneden seneye değişir. Biz bu değişikliğe Kuzey Atlantik Salınımı (*North Atlantic Oscillation*-NAO) diyoruz. Kuzey Atlantik Salınımının pozitif evresinde, yani Azorlar üzerindeki yüksek basınç merkezi daha kuvvetlendiğinde, Atlantik Okyanusu'ndan gelen rüzgârlar yağış bırakacak olan nemi Avrupa'nın kuzey ve batı kesimlerine doğru yönlendirirler (Şekil 4a). Tam tersinde ise, rüzgârlar Akdeniz üzerinden Türkiye'ye ulaşarak ülkemizde yağışın artmasına neden olurlar (Şekil 4b). Bu nedenle Türkiye'deki şiddetli ve geniş alanlı kış kuraklıklarının önemli bir bölümü NAO değişkenliğinin kuvvetli pozitif indis evrelerine karşılık gelir (Türkeş ve Erlat, 2003; Türkeş ve Erlat, 2005; Türkeş ve Yıldız, 2014). Sera gazlarındaki artışa paralel olarak etkisini artıran iklim değişikliğinin önemli etkilerinden birinin NAO indisinin pozitif dönemlerini uzatacağı ve şiddetini de arttıracağı yönündedir (Visbeck, 2001). Bunun da Akdeniz bölgesinde görülen yağışların şiddetini azaltacağı öngörülmektedir (Krichak, 2013).

Şekil 4 - Kuzey Atlantik Salınımının (a) pozitif (b) negatif evresi.



b. IPCC raporlarına göre iklim değişikliği ve kuraklık:

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporları, iklim değişikliği konusunda dünyada varılan bilimsel konsensusun altın standardını oluşturur. 1990'dan bu yana beş değerlendirme raporu yayımlayan IPCC, raporun hazırlandığı dönemde konuyla ilgili literatürün geniş ve sistematik bir derlemesini yaparak sonuçlara varır. 2007'de yayımlanan 4. Değerlendirme Raporu (AR4) ve 2013-2014'te yayımlanan 5. Değerlendirme Raporu (AR5), iklim değişikliğinin bilimsel temelleri, etkileri ve azaltılmasına ilişkin güncel ve geçerli bilgiler içermektedir.

IPCC'nin 2007'de yayımlanan 4. Değerlendirme Raporu'nun Fiziksel Bilim Temelleri başlıklı 1. Bölümünde (IPCC, 2007a), 1900-2005 arasında yapılan uzun dönemli gözlemlere göre, yağışların zamansal ve yersel olarak büyük değişiklikler gösterdiği belirtilmektedir. Rapor, yağışların Kuzey ve Güney Amerika'nın doğu kesimleri, Kuzey Avrupa ve Kuzey ve Orta Asya'da arttığını, Afrika'nın Sahel kuşağında, Türkiye'nin de bulunduğu Akdeniz bölgesinde ve Güney Asya'nın bazı bölgelerinde azaldığını belirtmektedir. Rapora göre geniş alanlarda, özellikle de tropik ve subtropik bölgelerde 1970'den bu yana daha yoğun ve uzun süreli kuraklıklar gözlenmektedir.

Buzulların erimesinin iklim değişikliğinin en önemli sonuçlarından biri olduğu bilinmektedir. Ancak iklim değişikliğine bağlı olarak sadece kutuplardaki kara ve deniz buzullarının miktarı değil, akarsuları ve yeraltı su kaynaklarını beslediği için son derece önemli olan kış aylarındaki kar örtüsü de azalmaktadır. Rapora göre kuzey yarı kürede 1966'yla 2005 arasında karla örtülü toplam alan ciddi biçimde azalmıştır.

IPCC AR4'ün İklim Değişikliğinin Etkileri, Adaptasyon ve Kırılganlık başlıklı 2. bölümünde (IPCC, 2007b) iklim değişikliğine bağlı olarak gözlenen değişiklikler arasında Afrika'nın Sahel bölgesinde sıcak ve kurak mevsimlerin uzamasının tarımsal üretim üzerinde yıkıcı etki yarattığı, Afrika'nın güneyinde de uzayan kurak mevsimin tarımsal uyumu zorunlu kıldığı belirtilmektedir. Ayrıca buzullardaki ve kar örtülerindeki erken ve fazla erimenin nehir ve göllerdeki hidrolojik durumu etkilediği söylenmektedir.

Raporda iklim değişikliğinin kuraklıkla ilgili beklenen etkileri arasında şunlar sayılmıştır:

Nehir debileri 21. yüzyıl ortasına kadar yüksek enlemlerde % 10-40 artacak, orta enlemlerdeki kurak bölgelerde ve kurak tropikal bölgelerde ise % 10-30 azalacaktır; bu bölgelerin çoğu zaten su kıtlığı çeken bölgelerdir. Kuraklıktan etkilenen alanlar genişleyecektir.

Ağır yağış olaylarının sıklığı artacak ve bu da sel riskini artıracaktır. Yüzyıl boyunca buzullarda ve kar örtülerinde depolanmış bulunan su miktarı düşecek, dünya nüfusunun altıda birinin yaşadığı, su ihtiyacı dağlardaki buzullara ve kar örtülerine bağımlı olan ülkelerde su kıtlığı artacaktır. Kuraklık gibi iklim değişikliğinin artırdığı iklimsel olaylar nedeniyle pek çok ekosistemin esneklik sınırları aşılacaktır. Tarımsal üretim, sıcaklık artışı 1-3 dereceye kadar olursa orta ve yüksek enlemlerde ve küresel ortalamada hafifçe artacak, fakat daha fazla bir ısınmada düşecektir. Aşağı enlemlerde ve özellikle de mevsimsel kuraklıklar yaşanan yerlerde ve tropik bölgelerde ise ısınmanın 1-2 derecede sınırlanması durumunda dahi tarımsal üretim düşecek, bu da açlık riskini artıracaktır. Kuraklık ve sellerin sıklığındaki artış özellikle geçimlik tarımsal üretimin yaygın olduğu aşağı enlemlerde tarımsal üretimi negatif yönde etkileyecektir.

Bölgelere göre yapılan değerlendirmeye göre, Afrika'da 2020'ye kadar 75-250 milyon insan iklim değişikliğine bağlı su sıkıntısıyla karşılaşacaktır. Pek çok Afrika ülkesinde tarımsal üretim ve gıdaya erişim iklim değişikliğine bağlı olarak zorlaşacaktır. 21. yüzyılın ortasına kadar Doğu ve Güneydoğu Asya'da % 20 daha fazla, Orta ve Güney Asya'da % 30 daha az ürün alınacaktır. Bu durum hızlı nüfus artışıyla birlikte değerlendirildiğinde, bazı gelişmekte olan ülkelerdeki açlık riski çok yüksektir. Avustralya'nın güney ve doğusunda ve Yeni Zelanda'da su güvenliği sorunları yağışların azalmasına ve buharlaşmanın artmasına bağlı olarak 2030'a kadar artış gösterecek, tarımsal üretim ve orman ürünleri aynı tarihe kadar kuraklık ve yangınlara bağlı olarak azalacaktır.

Güney Avrupa'da yüksek sıcaklıklar ve kuraklık artacaktır, bu da kullanılabilir su miktarını, tarımsal üretimi, yaz turizmini ve hidroelektrik potansiyeli olumsuz etkileyecektir. Orta ve Doğu Avrupa'da da yaz aylarındaki yağış miktarı azalacaktır. Kuzey Avrupa'nın ise başlangıçta iklim değişikliğinin etkilerinden fayda sağlayacağı (evsel ısıtma ihtiyacının azalması, tarımsal üretimin ve ormanların artması, vb.), ancak ısınma devam ettiğinde seller ve ekosistem üzerindeki zararlar gibi olumsuz etkilerin faydalara ağır basacağı belirtilmektedir.

Latin Amerika'da 21. yüzyıl ortasına kadar sıcaklık artışı ve toprak neminin azalması nedeniyle tropikal Amazon ormanlarının bir bölümünün savanlara dönüşeceği, yarı kurak iklim bitkilerinin tropikal bitkilerin yerini alacağı öngörülmektedir. İklim değişikliği, kurak bölgelerdeki tarım topraklarında tuzlanma ve çölleşmeye neden olacak, tarım ve hayvancılık ürünlerinde düşüş görülecektir. Yağışların azalması ve buzulların ortadan kalkması nedeniyle tarımda, enerjide ve evsel kullanım için kullanılabilir su miktarı düşecektir. Kuzey Amerika'da ise ılımlı iklim değişikliğiyle yağmura bağımlı tarımda % 5-20 azalma görülebileceği, ancak bu etkinin bölgeler arasında farklılık göstereceği belirtilmektedir.

Pasifik'teki ve Karayipler'deki küçük ada ülkelerinde ise su kaynakları, 21. yüzyıl ortasına kadar yağışların düşük olduğu dönemlerde ihtiyacı karşılayamayacak düzeyde azalacaktır.

IPCC'nin 2013'de yayımlanan 5. Değerlendirme Raporu'nun Fiziksel Bilim Temelleri başlıklı 1. bölümünde (IPCC, 2013) kuraklıkla ilgili yapılan değerlendirmeler AR4'de belirtilen bilgilerdeki kesinlik düzeyinin yapılan ölçümlerle azaldığı yönünde olmuştur. Buradan almamız gereken temel mesaj, AR4'de kuraklıkla ilgili yapılan önermelerin

doğru olduğu, fakat bu önermelerin tüm dünyaya yayılması konusunda dikkatli davranılması gerektiğidir. Yani, "dünyanın tümü son 60 senede daha kuraklaştı ve 2100 yılına kadar da kuraklaşacak" önermesi AR5'de destek bulmuyor. Ancak bunun yanında dünyanın ülkemizi de içine alan Akdeniz Havzası ve Kuzey Afrika gibi bölgelerinde kuraklığın artmakta olduğu, buna karşılık Avustralya'nın kuzeybatısı ve Kuzey Amerika'nın orta bölgelerinde ise azalma olduğu belirtiliyor. Dünya açısından bakıldığında AR5 kuraklık hakkında verdiği mesajları yumuşatsa da, ülkemiz açısından bakıldığında durumun tehlikesi daha ciddi bir şekilde ortaya konuyor.

1950 yılından günümüze kadar olan döneme baktığımızda tüm dünyada bir kuraklaşma görüldüğü kesinlikle söylenemese de, bölgesel olarak özellikle 1970'den sonraki dönemde kuraklık olaylarının arttığı görülmüştür. Ancak bu artışta insanlığın katkısı daha kesin değildir. Bu değişimlerin 21. yüzyılın ilk yarısında ciddi anlamda artması beklenmemesine rağmen, yüzyılın sonlarına doğru bazı bölgelerdeki kuraklık riskinin artması beklenmektedir.

IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporu'nda kuraklıkla ilgili risklerde kesin yargılara varılamamasının iki ana sebebi bulunmaktadır. Bunlardan ilki kuraklığın diğer iklim göstergelerinde olduğu gibi basitçe tanımlanmasındaki zorluktur. Yani yağış miktarındaki azalmayı veya sıcak hava dalgalarının sayısındaki ve şiddetindeki artışı matematiksel olarak ortaya koymak kolaydır. Ama bunun yanında kuraklık değişik yaklaşımlar ve görüşler içeren indislerle tanımlanmaktadır. Bu indislerin bir kısmı sadece bir ay gibi kısa bir süre için tanımlanmakta, bazıları ise yıllar süren dönemler içermektedir. Dolayısıyla bir indisin kuraklık gösterdiği bir yörede başka bir indis normal şartlara işaret edebilir. Değişik bilimsel yayınlarda bu değişik indislerin kullanılması da tüm kaynakların görüş birliğine varmalarını zorlaştırmaktadır.

Dünyanın ortalama sıcaklığı son 1400 senede olmadığı kadar yüksek bir ortalama değere ulaşmıştır. Ancak aynı yorumu kuraklık için yapmak neredeyse imkansızdır. Özellikle El Nino gibi dünya iklimini bir süre için ciddi anlamda etkileyen olgular dünyanın değişik bölgelerinde en az şu an yaşadıklarımız şiddetinde kuraklık olaylarına yol açmışlardır. Bu da kuraklık riskinin iklim değişikliği bağlantısının kurulmasını zorlaştıran ikinci ana sebeptir.

Bir diğer problem de kuraklık açısından en önemli faktörlerden biri olan toprak neminin ölçülmesindeki zorluktur. Dünyanın az gelişmiş bölgelerinin çoğunda bu parametre doğru ölçülemediği ya da hiç ölçülemediği için, 20. yüzyılda yaşanan kuraklıklar hakkında bilgi sahibi olup karşılaştırma yapmak da kolay değildir. Bu sebeple IPCC raporları bilimsel yargılara hep temkinli yaklaşmayı tercih etmiştir. Ancak bu temkinli yaklaşım çoğu noktada aşırılığa da kaçmaya başlamıştır. Buradan basit dilde anlamamız gereken ana olgu, IPCC raporlarının tamamen bilimsel bir yaklaşım sergilemelerinden dolayı en ufak bilimsel şüphe olsa dahi konuya temkinli yaklaştıkları, oysa gerçek hayatta yaşananların bu temkinli yaklaşımın tam tersi sonuçlara yol açmış olduğudur. Yani, yaşanan kuraklıklarda binlerce kişi açlık ve susuzluktan ölmüş olsalar da IPCC raporları o bölgedeki toprak nemi ölçümlerindeki eksiklikten dolayı, yaşanan kuraklığı aşırı kuraklık olarak değerlendirmemiş olabilirler. Bunun da bize gösterdiği, esas durumun IPCC raporlarından daha kötü bir kuraklığa işaret etmesi gerektiği yönündedir.

Gene de raporda 1950'den bu yana Kuzey Amerika'nın orta bölgelerinde ve kuzeybatı Avustralya'da kuraklıkta bir azalma görüldüğü, buna karşılık Akdeniz havzası, Batı Afrika ve Sahel bölgesinde, doğu Asya'da ve doğu Avustralya'da ise kuraklıkta artış olduğu belirtiliyor.

Raporda şu an kuru olan bölgelerde bu yüzyıl içerisinde toprak neminde azalma ve tarımsal kuraklık riskinde artma bekleniyor. Bu azalmanın en fazla olacağı bölgeler olarak güney Afrika ve Akdeniz kıyısındaki kuzeybatı Afrika sayılabilir. Hadley döngüsünün 30. enlemden kutuplara doğru kaymasıyla birlikte Akdeniz havzası, güneybatı ABD ve Afrika'nın güneyinde toprak neminde önemli azalma olması bekleniyor. Toprak neminin artabileceği öngörülen bölgelerde beklenen bu artışın, azalma beklenen bölgelerdeki azalmadan çok daha az olması öngörülüyor.

CCD (*Consecutive Dry Day*) indisi 1mm'den daha az yağışın görüldüğü ardışık günlerin sayısıdır. Bu indisin yüksek olması meteorolojik kuraklık ihtimalini artırır. 21. yüzyılın sonu için bu indisin Akdeniz havzası, orta Amerika, Brezilya, güney Afrika ve Avustralya'da artacağı, buna karşılık kuzey enlemlerde azalacağı öngörülmektedir. Bu beklenti de ülkemizde son zamanlarda görülmeye başlanan uzun süren yağışsız dönemlerin ardından gelmeye başlayan yoğun yağışlarla örtüşmektedir.

Solomon ve arkadaşlarının (2009) yaptığı çalışmaya göre, atmosferdeki CO2 miktarı 600 ppm'e yükselip sonrasında CO2 salımları sıfıra düşse bile, kuzey Amerika'nın güneybatısı, Avrupa'nın güneyi ve Avustralya'nın batısı gibi bölgelerde normallere göre en az % 15 yağış azalması uzun süre devam edecektir.

Akdeniz havzasında kıyıdan içeri kesimlere doğru ilerledikçe kuraklık koşullarının artacağı öngörülmektedir. Ancak bu koşullar dağlık kesimlerin varlığıyla değişebilecektir.

IPCC'nin 2014'de yayımlanan 5. Değerlendirme Raporu'nun İklim Değişikliğinin Etkileri, Adaptasyon ve Kırılganlık başlıklı 2. Bölümünde (IPCC, 2014) raporun Fiziksel Bilim Temelleri başlıklı 1. bölümünde kuraklıkla ilgili yapılan değerlendirmeler kullanılarak bu fiziksel olayların insan ve doğaya yapacağı etkiler ele alınıyor.

Bu raporun en önemli bulgularının başında temiz su kalitesinde beklenen düşüş geliyor. Temiz su kaynakları bir yandan kuraklıklardan dolayı suyun azalmasıyla normal filtreleme yöntemleriyle temizlenemeyecek hale gelecek, diğer yandan da kurak dönemler arasındaki yoğun yağışla taşınan kirleticileri temizleyebilmek normal şartlar altında mümkün olamayacaktır.

IPCC raporuna göre küresel ısınmanın evapotranspirasyonun artmasına sebep olacağı, bunun da toprak nemini azaltacağı öngörülüyor. Buna göre 2100 yılında 1950 yılına göre toprak neminin azalmasından kaynaklanan ve 4-6 ay süren kuraklıklar, alan büyüklüğü ve sıklık olarak iki kat artacak; 12 aydan uzun süren kuraklıklar da üç katına çıkacaktır.

Dünyanın önemli bölgeleri günümüzde yüksek dağların tepelerindeki buzullardan gelen suyla beslenmektedir. Raporda yeralan tüm modeller, bu buzulların alanlarının ve kalınlıklarının azalacağını gösteriyor. Bu nedenle de özellikle Çin ve Hindistan gibi kurak dönemlerde bu buzullardan gelen suyla beslenen bölgelerde kurak dönemlerin etkisi daha da artacaktır.

1. bölümde fazla sözü edilmeyen hidrolojik kuraklık konusunda 2. bölüm soğuk bölgeler hariç kara yüzeyinin % 18-30'luk bölümünde kuraklığın artacağını, % 15-45'lik bölümündeyse azalacağını söylüyor. Hidrolojik kuraklık yağan yağışın uzun süreli toplamıyla ortaya çıktığı için, aslında çok uzun süreli meteorolojik kuraklıklığa bağlı olarak yaşanıyor. Dünyanın çoğu bölgesinde yağışlar mevsimlik olduğu için de kuraklık genelde bir mevsimden diğerine fazla taşmıyor. Atmosferdeki su buharı miktarı da arttığında hidrolojik kuraklık beklentisinin artmaması bu bağlamda doğal karşılanıyor. Ancak durum ne olursa olsun, daha sık ama kısa süreli hidrolojik kuraklıkların su yönetim sistemlerini zorlaması bekleniyor.

Artan kuraklıkların ekosistemler açısından da önemli götürüleri olacaktır. Öncelikle azalan su miktarından dolayı ağaçların ve bitkilerin ölümünün yanı sıra yangın riski de artacağından tüm bitki örtüsü stres altına girecektir. Bir diğer problem de sıcaklıklardaki artıştan dolayı bazı bitki türlerinin kutuplara doğru kaymasıdır. Yeni bölgelere gelen bitki türleri, burada yaşamakta olan bitki türlerine oranla kuraklıklara çok daha dayanıklı olduklarından artan kuraklıkla birlikte yeni bölgeleri ele geçirmeye başlayacaklardır. Gerek kuraklık, gerek diğer türlerin yayılması, gerekse de zararlıların artması nedeniyle ağaçlarda görülecek ölüm olayları ise ormanların karbon tutma kapasitelerine zarar vereceği için iklim değişikliğini artırma yönünde etki yapacaktır.

Nehir sularındaki azalma nehir deltalarının deniz suyu ile tuzlanmasına da neden olacaktır.

Kuraklık genelde yağışlı sezonun sonunda beklendiğinden, tarımda ürün seçiminin, su ihtiyacını yağışlı dönemde karşılayarak hızlı büyüyen bitkilere doğru kaydırılması gerekmektedir. Normalde serin geçen yağışlı dönem iklim değişikliğinin etkisiyle daha ılımanlaşacağı için bu yeni tarım politikası sürdürülebilir olacaktır. Bunun dışında tarımda kuraklığa daha dayanıklı cinslerin de kullanılması öncelikli bir konudur.

Kuraklığın tarıma olan doğrudan etkisinden dolayı, kırsal yaşam ekonomik açıdan kuraklıktan daha fazla etkilenecektir. Kuraklığın yaratacağı ek stres, gelir ve iş azalmasına bağlı göçlere yol açabilir. Göçlere sebep olan problem tarımsal çıktının azalmasının yanında, temiz su bulma güçlüğünün de dayanılmaz seviyeye çıkmasıdır. Asıl tehlikede olanlar ise göç edebilecek kaynaklara bile sahip olmayan gruptur. Tarımsal çıktının kuraklık nedeniyle azalması şehir nüfusuna ekonomik açıdan etki edecektir. Ancak şehir nüfusu bunu dengeleyebilecek imkanlara sahip olduğundan, esas zarar görmesi beklenenler tarımsal çıktısı olmayan ve şehir dışında yaşayan düzensiz topluluklar olacaktır. Özellikle hayvancılıkla geçinen topluluklar hem yem, hem de su azlığından dolayı besi hayvanlarını kaybetme riski ile karşı karşıya kalacaklardır.

Hidrolojik kuraklık elektrik üretimini de negatif yönde etkileyecektir. Enerjisinin önemli bir kısmını hidroelektrik santrallerden sağlayan ülkeler açısından bu kayıp % 25 civarına kadar tırmanabilir.

Kuraklık yanında seller ve fırtınalar gibi doğal afetlerden, erkeklerden çok kadınların, yetişkinlerden çok çocukların zarar gördükleri görülmüştür. İklim değişikliği ile artacak olan bu doğa olaylarının gene kadın ve çocukları daha kötü etkilemesi beklenmektedir. Kuraklık ve seller çocukların okuldan işgücüne transferini arttırarak eğitim altyapısına da zarar verebilir.

Tüm bu zararların bir seviyeye kadar azaltılabilmesi için çeşitli önlemlerin alınması gereklidir. IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporunun 2. Bölümüne göre, bu önlemlerden biri özellikle tarımda yaygın ve kullanılabilir bir sigorta sisteminin çalıştırılabilmesidir. Gene tarımda daha verimli sulama sistemlerin ve gübrelemenin yaygınlaştırılması, kuraklığa dayanıklı tohum üretilmesi ve planlama dahilinde üretim yapılması ve kuraklık ve sellerin etkilerini azaltmak amacıyla otlakların sürdürülebilir bir biçimde kullanılmasının kuraklığın tarımsal risklerinin azaltılması yönünden önemli olduğu belirtilmektedir. Raporda ayrıca kimyasal gübre ve zararlılarla mücadele için kullanılan ilaçlarla biyoteknolojinin de kuraklık zamanlarında tarımsal üretimin ciddi zarar görmemesi için gerekli olduğu yorumu yapılmaktadır.

Rapora göre, kentsel ve kırsal yaşamın su ihtiyacı için su yönetiminin ciddiye alınması kaçınılmazdır. Burada atılması gereken en önemli adım su kaçaklarının önlenmesi ve eldeki suyun en verimli biçimde kullanılmasıdır. Kurak zamanlarda suyun temizlenerek yeniden kullanılması gerekebilir. Tüm önlemler alındığında gene de su açığı varsa

tuzlu sudan tatlı su elde edilebilir, ancak bunun da çevreye çok zararlı ve aşırı enerji tüketen bir yöntem olduğu unutulmamalıdır.

Rapora göre 2100 yılında küresel ortalama sıcaklıklar 4 derece artacak olursa, bu kuraklık felaketi ile karşı karşıya kalabilecek tarım arazilerinin oranını % 15'ten % 44'e çıkartacaktır. Aynı durum için kuzey yarı kürede sulamaya ihtiyaç duyulan tarım arazilerinin oranı da % 20 artacaktır.

c. Bilimsel literatürde iklim değişikliği kuraklık ilişkisi:

Literatürde iklim değişikliği ve kuraklık ilişkisine dair yayınların sayısı son yıllarda hızla artmaktadır. IPCC raporlarının yanı sıra başta Augio Dai'nin 2011 tarihli makalesi olmak üzere bu alanda yapılan başlıca çalışmalar ve derlemelerde konuyla ilgili öne çıkan noktaları şöyle özetleyebiliriz:

İklim değişikliğinden kaynaklanan ve kuraklığın sıklığının ve şiddetinin artmasına neden olan olguların temelinde, 1950-2008 arasında karalardaki sıcaklığın, dünya genelinde coğrafi değişkenlik göstermek kaydıyla, 1-3 derece arasında artması, en fazla ısınmanın da Kuzey Amerika ve Kuzey Asya'da görülmesi; aynı dönemdeki yağışların ise Afrika'nın büyük kısmı, Güney Avrupa, Güney ve Doğu Asya, Doğu Avustralya, Orta Amerika, Kuzey Amerika'nın Pasifik sahilleri ve Güney Amerika'nın bazı bölümlerinde azalmış olması yatmaktadır. Bu bölgelerde nehir havzalarındaki akışlar da düşmüştür. Geniş alanlar için bakıldığında bazı bölgelerde yağış değişiklikleriyle ve nehir havzalarındaki akışlarla bitkilerin büyümesindeki değişmeler arasında tutarlı bir ilişki gözlenmektedir.

Yirminci yüzyıl başından bu yana yağış paternlerinde, akışlarda ve toprak neminde gözlenen değişiklikler değerlendirildiğinde, 1980'den önce karalardaki su bütçesinin büyük ölçüde yağışlar tarafından belirlendiği, ancak daha sonra yüzey sıcaklığı, güneş ışınlarında bulutlardan kaynaklanan değişiklikler, rüzgar şiddeti ve nemlilik gibi diğer değişkenlerin de önemli hale geldiği görülmektedir. 1970'lerin son yıllarından 1990'ların başlarına kadar Afrika ve Doğu Asya'da yağış miktarında görülen düşmenin küresel düzeyde karalarda hem genel bir kuraklığa hem de toprak nemliliğinin azalmasına neden olduğu, günümüzde Afrika'da gözlenen kuraklığın ise Atlantik Okyanusu'ndaki deniz yüzeyi sıcaklık paternleri ve Hint Okyanusu deniz suyu sıcaklığındaki artmayla ilgili olduğu görülmektedir. Hint Okyanusu'ndaki sıcaklık artışının küresel ısınmayla ilgili olması olasıdır.

Doğu Asya'da 1970'lerin sonlarından itibaren yağmur paternleri ve yaz musonları döngüsünün, insan etkisiyle oluşan hava kirliliğine neden olan kirletici asılı parçacıkların artışı ve tropikal okyanus sularının ısınması nedeniyle zayıflamış olması olasıdır. Ayrıca kuzey yarı kürede asılı parçacıklarda görülen artış günümüzde Afrika'nın Sahel bölgesinde ve diğer tropikal bölgelerdeki yağış değişiklikleriyle ilgili olabilir (Dai, 2011).

Mevcut kuraklığın (kuruluğun) en önemli nedeni 1970'lerden bu yana El Nino olaylarının sıklığındaki ve şiddetindeki artış gibi görünse de, Augio Dai, küresel ısınmanın kuraklıktaki rolünün belirgin olduğunu şu şekilde açıklamaktadır:

"El Nino'yla ilişkili kurumanın yanı sıra, yukarıdaki sonuçlar, günümüzde görülen yüzey sıcaklıklarındaki artışın karalardaki buharlaşmayı artırdığını ve bunun da 1980'den bu yana yaşanan kurumaya katkıda bulunduğunu göstermektedir. Yüzey sıcaklıklarındaki artış büyük ölçüde insan etkinliklerinden kaynaklanan sera gazı artışına bağlı olduğu için, insan kaynaklı sera gazı artışının yeryüzünde şu anda görünen kurumaya katkıda bulunduğu sonucunu çıkarabiliriz. Ayrıca, artmış sera gazları Hint Okyanusu ve Pasifik Okyanusu'nun ısınmasına ve dolayısıyla Afrika ve Doğu Asya'daki kurumaya da katkıda bulunmuş oluyor. Böylece her ne kadar

El Nino Güney Salınımları'ndaki (ENSO) doğal değişkenlikler, Atlantik okyanusunda yüzey suyu sıcaklıklarında artış ve Asya musonlarının büyük rolü olsa da, insan etkinliklerinin karalarda bugün gözlenen kurumaya belirgin ölçüde katkıda bulunduğu sonucuna varabiliriz."

Kalıcı kuraklıktan 1970'lerin başından beri en çok etkilenen yerlerden biri olan Afrika'nın Sahel bölgesinde, daha önce insan etkinliklerinin yerel iklime olan etkisinin kuraklığı artırdığına dair görüşler de son yıllarda terk edilmeye, yarı kurak bir bölge olan Sahel'de sürekli hale gelen ve sık sık açlık krizlerine dönüşen kuraklığın okyanus sıcaklıklarındaki değişimle ilgili olduğu, bunun da, her ne kadar iklim modellerinde volkanlardan, hatta biyoyakıtlardan kaynaklanan aerosollerin etkisi gibi doğal veya yerel etkenlerden tam olarak ayırmak mümkün olmasa da, insan kaynaklı küresel ısınmanın bir sonucu olarak görülebileceği yorumları ağırlık kazanmaya başlamıştır (Giannini vd., 2008).

Dai'ye göre akış değişiklikleri karaların aldığı yağışlardaki değişkenlikleri izlese de, toprak nemi farklılık göstermekte ve yağışların arttığı kuzey üst enlemlerde bile azalmaktadır. Güney Asya ve Güney Amerika'nın kuzeybatısı gibi aşağı enlemlerde de toprak nemi her zaman yağış değişikliklerini takip etmemektedir. Bu da kuraklık ve çoraklaşmanın pek çok çalışmada yapıldığı gibi sadece toplam yağış miktarı alınarak değerlendirilmesinin yanlış olduğunu göstermektedir. Şiddetli yağışların artması, hafif ve orta şiddetteki yağışların azalması yüzey akışı/yağış oranını artırabilir ve hava sıcaklıklarındaki ve radyatif ısınmadaki artış atmosferdeki nem talebinin artmasına neden olabilir. Bu süreç, yağış miktarında artış olsa bile toprakların kurumasına neden olabilir (Dai, 2011).

Dai'ye göre Orta Amerika, ABD'nin güneybatısı, Akdeniz bölgesi ve Afrika'nın güneyindeki kurumanın başlıca nedeni yağış azalması olmakla birlikte, Avustralya'nın kuzeyi ve Güneydoğu Asya'da olduğu gibi bazı orta enlemlerde ve subtropikal bölgelerde çoraklaşmanın başlıca nedeni buharlaşmadaki artıştır. Yapılan çalışmalar gelecekte kuraklığın yaygınlaşmasıyla mevcut kuraklık ölçütlerinin eskisi kadar işe yaramayacabileceği uyarısını yapmaktadır.

IPCC AR4'te kullanılan iklim modellerine göre çoraklaşmanın artışına bağlı olarak Afrika'nın büyük bölümü, Güney Avrupa, Ortadoğu, Amerika kıtasının büyük bölümü, Avustralya ve Güneydoğu Asya'da kuruma devam etmektedir ve bu bölgeler 2060 yılı itibariyle şiddetli kuraklık içine düşecektir. Bu yerlerden bazılarının, örneğin ABD'nin, son 50 yılda büyük ölçüde ENSO'daki on yıllık varyasyonlara bağlı olarak uzun süren kuraklıklardan kurtulduğu söylenebilir. Ancak bu bölgelerde yaşayan insanlar önümüzdeki 20-50 yıl içinde ENSO ve diğer doğal değişkenliklerin sera gazı artışından kaynaklanan kuruma nedeniyle modüle edildiğini ve kalıcı ve şiddetli bir kuraklığa geçildiğini görebilirler. (Dai, 2011)

İklim değişikliğinin en çok etkilediği yerler arasında çöller ve yarı çöller gibi kurak alanlar gelir. Yağışların düzensiz, su kaynaklarının kısıtlı olduğu bu alanlar arasında çöllerin yanı sıra savanlar ve ılıman çayırlık alanlar da (*temperate grasslands*) yer alır. Yeryüzünde karaların % 40'ını kaplayan bu kurak alanlarda 2 milyar insan yaşamaktadır. Bu alanların % 90'ı gelişmekte olan ülke sınırları içindedir ve bu bölgelerde yaşayan insanların en az yarısı, yani 1 milyar insan en yoksullar arasında yer alır. Bu nedenle iklim değişikliğinin çorak alanlara olan etkisi, konunun küresel ve sosyal adalet boyutu açısından da çok önemlidir. Çünkü bu insanların geçimi çok büyük ölçüde iklim değişikliklerinden en fazla etkilenen doğal kaynaklara bağımlıdır.

Kuraklığın çorak alanlarda yarattığı baskı şöyle özetlenmektedir: Su azlığına bağlı olarak tahıl hasadında, suyun ve otlakların azalması nedeniyle hayvancılıktan elde edilen gıdalarda azalma (aynı

zamanda sütü ve eti için beslenen hayvanların iklim şartlarına ve hastalıklara dayanıklığında azalma); buna bağlı olarak gelirin azalması; daha fazla iş yükü; suya erişimin kısıtlanması nedeniyle ortaya çıkan çatışmalar, sağlık ve eğitim hizmetlerine erişmede artan güçlük; kırdan kente göç; hayat kalitesinde düşme ve yoksullaşma; aile ve toplum içinde parçalanma ve uyum sorunlarının artması. Bütün bu sorunların temelinde yer alan gıda krizinin neden olduğu beslenme yetersizliği, büyüme geriliği ve diğer sağlık sorunları uzun vadeli etkileriyle bütün toplumu etkilemektedir. İklim değişikliğinin zaten ekosistemlerin esneklik sınırlarının zorlandığı çorak alanlarda diğer yerlerden daha ciddi etkilerde bulunabileceği ve bu etkilerin artacağı düşünülmektedir. (Middleton ve Sternberg, 2013; Rust ve Rust, 2013)

İklim değişikliğine bağlı olarak tarımsal üretimde beklenen düşme de büyük ölçüde kuraklıkla, yani yağışlardaki düzensizlik, buharlaşmada artış ve toprak nemindeki azalmayla bağlantılıdır. Kuraklığın yarattığı ekonomik kayıplara dair kimi çalışmalar vardır. Mishra ve Singh'in aktardığı bir çalışmaya göre 1988'de görülen büyük çaplı kuraklığının yarattığı ekonomik kayıp yaklaşık 40 milyar dolardır ve başka bir çalışmada 1980-2003 arasında kuraklığın 144 milyar dolara mal olduğu hesaplanmıştır. Avrupa'da ise 1991'den bu yana kuraklık yılda ortalama 5,3 milyar Euro ekonomik zarara neden olmaktadır, 2003 kuraklığının maliyeti ise 8,7 milyar Euro'yu bulmuştur. Kuraklığın kronik bir sorun haline geldiği ve 1997-2006 arasındaki 10 yıllık mega kuraklığın tarihsel bir rekor olarak adlandırıldığı Avustralya'da, 2006 kuraklığı sonucunda kış tahıllarının üretimi 2005'dekine göre % 60, toplam tahıl ve hayvancılık ürünlerinin üretimi ise % 35 düşmüştür (Murphy ve Timbal, 2007) ve bu da ülkenin kırsal kesimlerinde 3,5 milyar Avustralya doları ekonomik zarara neden olmuştur. (Mishra ve Singh, 2010).

Avrupa Çevre Ajansı'nın 2008'de yayımladığı iklim değişikliğinin etkilerine dair gösterge bazlı değerlendirme raporuna göre yıllık yağış miktarları 20. yüzyıl boyunca Kuzey Avrupa'da % 10-40 artmış, Güney Avrupa'nın bazı bölgelerinde % 20'ye kadar düşüş göstermiştir. Aynı dönemde kış yağışları Batı ve Kuzey Avrupa'nın çoğu yerinde % 20-40 azalırken, Güney Avrupa ve Orta Avrupa'nın bazı yerlerinde azalmıştır. Aynı bölgelerde yaz yağışlarında da azalma beklenmektedir. Yıllık nehir debilerinin de Güney ve Güneydoğu Avrupa'da azalması, Kuzey Avrupa'da ise artması beklenmektedir. Ayrıca iklim değişikliğinin Avrupa'daki nehir debilerinde yaşanan mevsimsel değişiklikleri şiddetlendireceği, yaz ve sonbahar debilerinin Avrupa'nın büyük bir kısmında azalacağı ortaya konmaktadır. Günümüzde su sıkıntısı çeken Güney Avrupa'da iklim değişikliğine bağlı olarak su sıkıntısı artacak ve buna bağlı olarak tarımsal üretim azalacaktır. (EEA, 2008)

4 TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI KURAKLIK

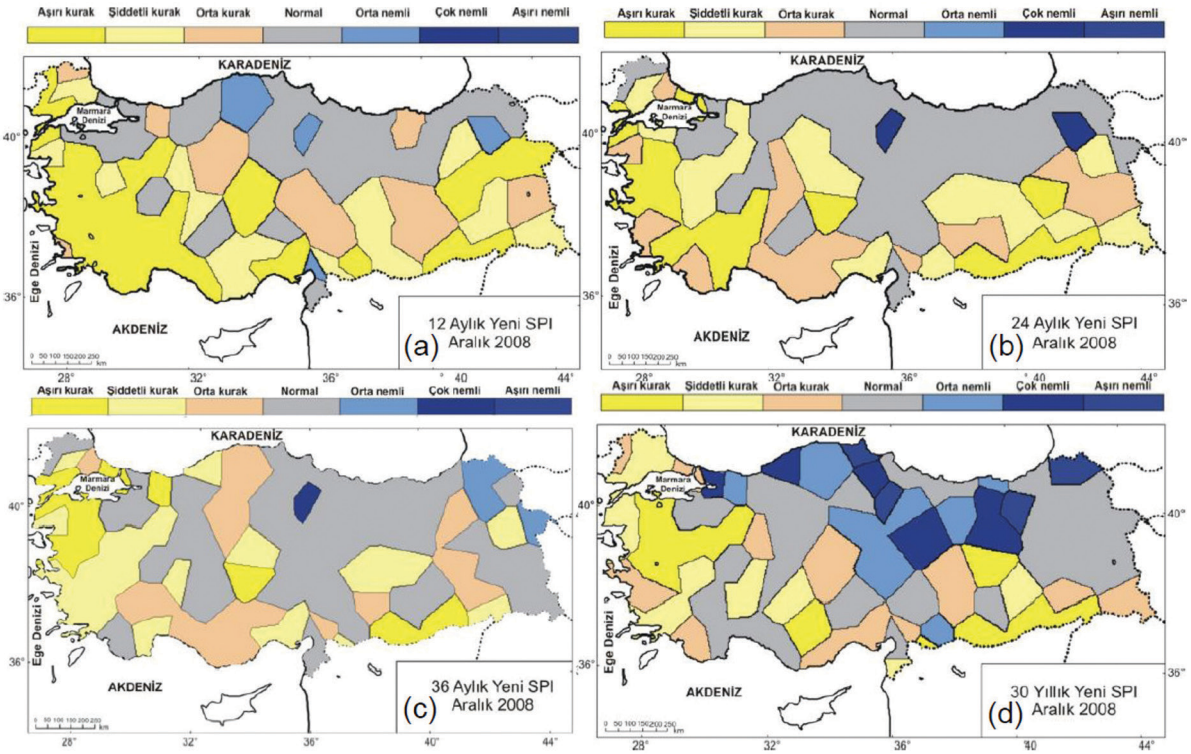
Ülkemiz yarıkurak/yarınemli orta enlem bölgesinde yer almaktadır. Bu bölgede yer alan çoğu ülke gibi dönemsel olarak bazen daha kurak, bazen ise daha nemli iklimin görüldüğü olmuştur. Ancak son yıllarda ülkemizde, IPCC raporları ile tutarlı bir biçimde, özellikle yaz aylarında bir yandan aşırı yağışlar artarken, diğer yandan da bu yağışların arasındaki süre uzamaktadır. Bu da artan kuraklığın önemli göstergelerinden biridir.

Ülkemizde yağışın daha sık görüldüğü kış mevsimi ve yıllık yağış değişimleri dikkate alındığında son 40 yılda, kuraklık olaylarının en şiddetli ve geniş yayılım göstermiş olanlarının, 1971-1974, 1983-1984, 1989-1990, 1996, 2001 ve 2007-2008 yıllarında meydana geldiği görülür. Bu kuraklık olaylarının uzun süreli olanları meteorolojik kuraklık olarak başlayıp daha sonra tarımsal ve hidrolojik kuraklık halini de almıştır. Son olarak Kasım-Aralık 2006'dan başlayarak Aralık 2008'e kadar süren 2007-2008 kuraklık döneminde, özellikle sonbahar ve kış aylarında yağışlar Türkiye'nin birçok yöresinde uzun süreli ortalamaların altında kalmıştır. Bu durum ise, o dönemde yeni bir meteorolojik kuraklık olayları dizisinin yaşanmasına ve bunlara bağlı olarak da tarımsal, hidrolojik ve sosyoekonomik kuraklıkların (ör. sırasıyla, tarımsal ürün kayıpları, yer altı ve yer üstü su kaynaklarının zayıflaması ve yetersizliği, İstanbul ve özellikle Ankara gibi bazı büyük kentlerde içme suyu sıkıntısı ve su kesintilerinin yaşanması, vb.) oluşmasına neden olmuştur. 2007-2008 döneminde oluşan bu kuraklık olayları, Türkiye'nin özellikle Marmara, Ege, İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde etkisini göstermiştir. Büyük kentlerde yaşanan bu su sıkıntısı Melen ve Kızılırmak gibi su kaynaklarından su aktarımı yapılarak aşılmaya çalışılmıştır.

Kuraklığı bilimsel olarak ele almak için akla gelen en basit yöntem yağış toplamlarındaki ve yağışlı gün sayılarındaki azalmayı incelemektir. Bu durum bu havzalarda rezervuara giren akımlardaki, yani geneli anlamında bu bölgeye düşen yağıştaki azalmanın bir sonucudur. Ancak farklı kuraklık olaylarını belirlemek, nitelendirmek ve izlemek amacıyla değişik kuraklık indisleri ve yöntemleri de kullanılır. Kuraklık indislerinin bazıları, yağış dizilerine dayanır ve meteorolojik kuraklıklarla ilgiliyken, bazıları ise hidrolojik ya da tarımsal kuraklıkları ve kentsel su sağlama sistemlerindeki su açıklarını tanımlamaya yöneliktir. Bunlardan, Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI), Normalleştirilmiş Yağış Anomali İndisi (NPAI), Palmer Kuraklık Şiddet İndisi (PDSI) ve onda birler (desiller) günümüzde dünyada en yaygın olarak uygulanan kuraklık indislerindendir. (Türkeş ve Yıldız, 2014)

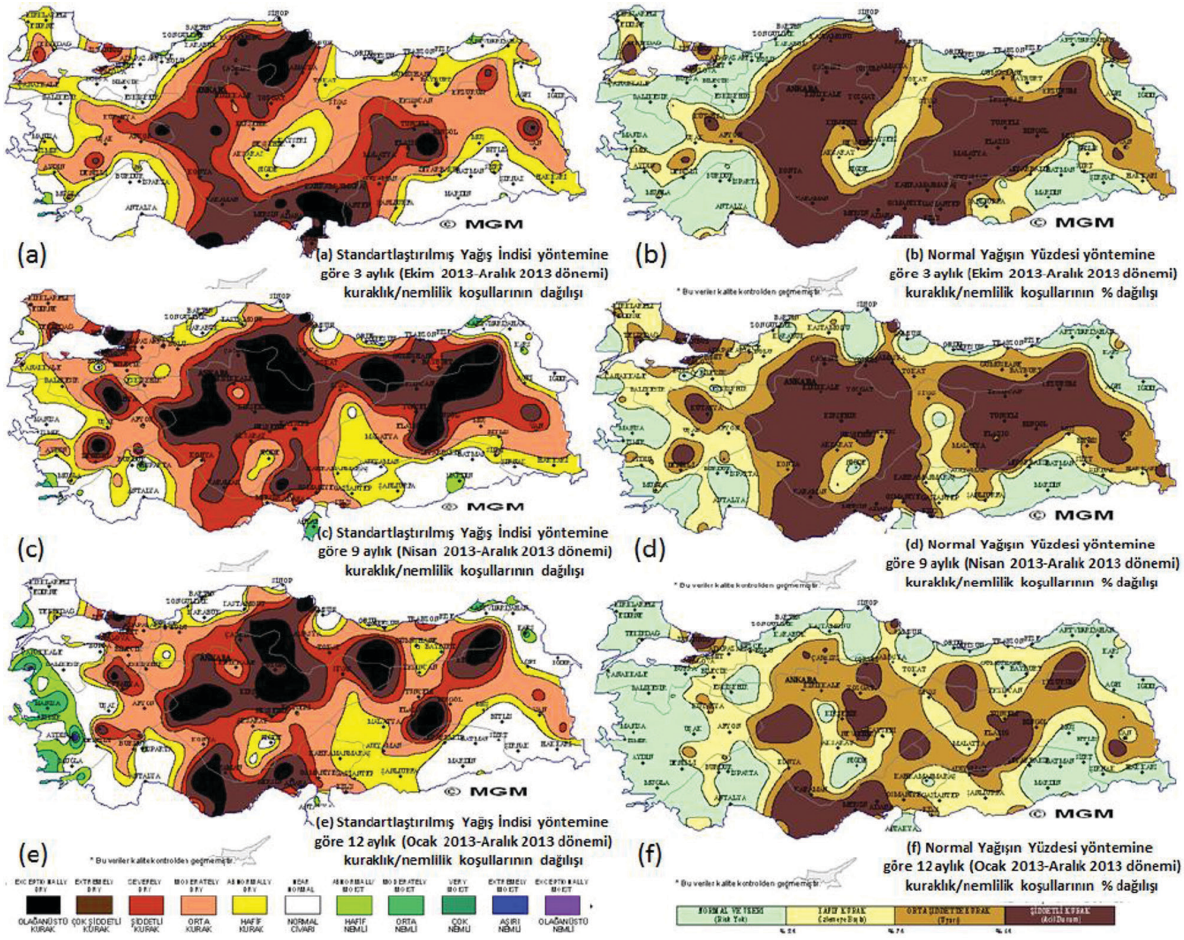
Şekil 5'de değiştirilmiş Standartlaştırılmış Yağış İndisi (MSPI) yöntemi (Türkeş ve Tatlı, 2009) kullanılarak Kasım-Aralık 2006-Aralık 2008 döneminde gözlenen kuraklık boyunca elde edilen kuraklık şiddetleri ve etkilenen kurak bölgelerin dağılımını görüyoruz. Bu grafiğin özellikle sonbahar, kış ve ilkbahar yağışlarını alan batı ve güney bölgelerinde ve bu bölgelere kuzeyden komşu karasal iç bölgelerde egemen olan uzun süreli ve şiddetli kuraklık olaylarını açık bir biçimde betimlemesi dikkat çekicidir (Türkeş, 2012b). Ancak, ülkemiz açısından belki de daha önemli olan vurgu; Aralık 2008 tarihinden önceki 360 aya ait MSPI değerleri de (Şekil 5d), geçen 30 yıllık dönemde genel olarak Türkiye'nin Akdeniz yağış rejiminin etkili olduğu batı ve güney bölgelerinde bir kuraklaşma eğiliminin egemen olduğunu gösterir.

Türkiye'de 2007-2008 kuraklığından sonraki dönemde görülen ortalamadan daha yağışlı koşullar ülkemizde kuraklığa hazırlık açısından bir zaafa düşülmesine yol açmıştır. Yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı artık ülkemizde yağışlı seneler



Şekil 5 - Aralık 2008 12 aylık (a), Aralık 2008 24 aylık (b), Aralık 2008 36 aylık (c) ve Aralık 2008 30 yıllık (360 ay) (d) değiştirilmiş SPI (MSPI) değerlerine göre, çeşitli kuraklık (nemlilik) koşullarının Türkiye üzerindeki alansal dağılış desenleri. (Kaynak: Türkeş 2012b)

değil, kurak seneler normal olarak alınmaya başlanmalıdır. Bunu kanıtlayacak şekilde 2012 yılında İç Anadolu ve Doğu Anadolu'nun bazı bölümlerinde yeniden etkili olmaya başlayan meteorolojik kuraklıklar, Akdeniz ikliminin doğasından beklenen yaz kuraklığıyla da birleşerek, 2013 yılında Türkiye'nin büyük bölümünde ortadan olağanüstü kurağa kadar değişen şiddette kuraklık görülmesine yol açmıştır (Şekil 6).



Şekil 6: Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI) (a, c ve e haritaları) ve Normal Yağışın Yüzdesi (b, d ve f haritaları) yöntemlerine göre, 2013 yılında, 3 aylık (Ekim 2013-Aralık 2013), 9 aylık (Nisan 2013-Aralık 2013) ve 12 aylık (Ocak 2013-Aralık 2013) dönemleri için hesaplanan kuraklık/nemlilik koşullarının (uzun süreli ortalama ya da normal yağış tutarına göre daha yüksek ya da daha düşük yağış anomalileri) Türkiye üzerindeki alansal dağılış desenleri (Kaynak: Türkeş ve Yıldız, 2014)

01 Ekim 2013-27 Ağustos 2014 tarihleri arasında Türkiye geneli için hesaplanan kümülatif yağış tutarı, uzun yıllar ortalamasına göre % 14,1 ve 2013 yılına göre de % 20,6 oranında azalmıştır (Türkeş ve Yıldız, 2014). Şekil 6'da 2012 yılında karasal İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde başlayan kuraklığın 2013 yılında Orta ve Doğu Akdeniz, Doğu Marmara ve Orta Karadeniz bölümleri de dahil olmak üzere Türkiye'nin büyük bölümüne yayıldığı görülmektedir.

2012 yılında başlayan meteorolojik kuraklık artık içme suyu kaynaklarını, tarımsal sulamayı ve enerji üretimi amaçlı diğer hidrolojik sistemleri etki-

Bölgelerimizin Yağış Durumları (1 Ekim 2013 – 27 Ağustos 2014)

Bölge	Yağış (mm)	Normali (mm)	Geçen Yıl (mm)	Artma-Azalma Oranı	
				Normale Göre (%)	Geçen Yıla Göre (%)
Türkiye Geneli	529.3	616.0	666.9	-14.1 Azalma	-20.6 Azalma
Marmara	662.8	626.0	722.1	+5.9 Artma	-8.2 Azalma
Ege	581.5	614.8	765.5	-5.4 Azalma	-24.0 Azalma
Akdeniz	546.6	753.9	884.5	-27.5 Azalma	-38.2 Azalma
İç Anadolu	319.2	383.3	374.1	-16.7 Azalma	-14.7 Azalma
Karadeniz	755.5	803.2	740.8	-5.9 Azalma	+2.0 Artma
Doğu Anadolu	416.3	571.1	577.6	-27.1 Azalma	-27.9 Azalma
Güneydoğu Anadolu	379.3	534.6	655.1	-29.1 Azalma	-42.1 Azalma

lemeye başlamıştır. Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre 27 Ağustos 2014 itibarıyla dört büyük ilimize (İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa) içme suyu sağlayan barajlarda 2013 yılının aynı dönemine oranla % 12 daha az su birikmiştir. Bu şehirlerden sadece İzmir'in barajlarındaki doluluk oranı 2013 yılı Ağustos ayı değerlerinin üzerindedir. İstanbul'daki barajların doluluk oranı bir sene öncesine oranla % 44 azalmıştır. Gene DSİ Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre, 27 Ağustos 2014 itibariyle işletmede olan 88 adet enerji amaçlı barajda doluluk oranı % 37,8 düzeyindedir. 18 havzadaki bu barajların 15 havzadaki doluluk oranları 2013 yılı düzeyinin altında kalmaktadır. İşletmede olan 204 adet sulama amaçlı barajda doluluk oranı da % 37,5 düzeyindedir. Burada da 23 havzadan 19 tanesinde doluluk oranları bir önceki seneye göre azalmış bulunmaktadır. Özellikle Doğu Akdeniz, Batı Akdeniz, Antalya, Seyhan ve Marmara havzalarındaki enerji barajlarında doluluk oranı geçen yıla göre yaklaşık % 60 oranında azdır. Bu durum bu havzalarda rezervuara giren akımlardaki, yani geneli anlamında bu bölgeye düşen yağıştaki azalmanın bir sonucudur.

Yukarıda bahsettiğimiz üzere, ülkemizin içinde yer aldığı Akdeniz Havzası, gerek IPCC raporlarında, gerekse de yapılan diğer çalışmalarda yakın gelecekteki iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek bölgelerin başında gelmektedir. Son yıllarda sıklaşan ve şiddetlenen kuraklık olaylarını iklim değişikliğine doğrudan bağlayacak kanıtlar bulunmamaktadır. Ancak, bir yanda iklim bilimi ülkemizde kuraklığın nasıl ilerleyeceğini anlatıp, diğer yanda da gözlemlediğimiz değişimler bu bilimsel öngörüleri destekler biçimde olunca, iklim biliminin öngörülerine olan güvenimiz artmaktadır. Bu öngörülere göre bu yüzyılın sonuna dek ülkemizin yarıkurak bölgelerinin kurak, yarınemli bölgelerinin yarıkurak, nemli bölgelerinin ise yarınemli şartlara doğru değişmesi beklenmektedir. Bunun bizim açımızdan basitçe anlamı, Antalya'nın Kahire, Ankara'nın Antalya, Giresun'un da Ankara gibi bir yaz sıcaklığına ve yağış düzenine sahip olacak olmasıdır. Gene IPCC raporlarına göre ülkemizde kış yağışlarının aşırı azalması beklenmemektedir. Bu sebepten kuraklığa neden olacak temel faktör zaten az olan yaz yağışlarının iyice azalmasından ziyade artan sıcaklıklarla hem toprağın hem de su kaynaklarının aşırı su kaybetmesidir.

5 TÜRKİYE'DE KURAKLIĞA YÖNELİK ÇALIŞMALAR VE EYLEM PLANLARI

Ülkemizde 29.6.2011 tarihli ve 645 sayılı "Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname" ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı altında kurulan Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün görevlerinden bazıları şunlardır:

- Su kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi ve kullanılmasına ilişkin politikaları belirlemek.
- Su yönetiminin ulusal ve uluslararası düzeyde koordinasyonunu sağlamak.
- Su kaynaklarının kıyı suları dahil olmak üzere koruma-kullanma dengesi gözetilerek, sucul çevrenin ekolojik ve kimyasal kalitesinin korunması ve geliştirilmesini sağlamak amacıyla havza bazında nehir havza yönetim planları hazırlamak, hazırlatmak, bütüncül nehir havzaları yönetimi ile ilgili mevzuat çalışmalarını yürütmek.
- Yer üstü ve yer altı sularının kalite ve miktarının korunmasına yönelik hedef, ilke ve alıcı ortam standartlarını ilgili kurum ve kuruluşlarla birlikte belirlemek, su kalitesini izlemek veya izletmek.
- Nehir havza yönetim planlarına uygun olarak sektörel bazda su kaynaklarının tahsislerine ilişkin gerekli koordinasyonu yapmak.
- İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi ile ilgili çalışmalar yapmak.

Dolayısıyla ülkemizde suyun yönetimi ve kuraklıkla ilgili konuların koordinasyonu bir kanun hükmünde kararname ile Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'ne verilmiştir.

Ülkemiz su havzalarının doğal kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilirliği amacıyla, 17.10.2012 tarihinde "Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik" yürürlüğe girmiştir. 18.06.2013 tarihinde ise "Havza Yönetim Heyetinin Teşekkülü, Görevleri, Çalışma Usul ve Esasları Tebliği" yayınlanmıştır. Bu tebliğ kapsamında temel olarak Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu (SYKK) ve Havza Yönetim Heyetleri'nin (HYH) teşkili öngörülmektedir. SYKK ve HYH, belirlenen Ulusal Su Yönetimi Politikaları ile uyumlu biçimde, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nce (SYGM) hazırlatılacak olan Nehir Havzası Yönetim Planlarının havza genelinde uygulanmasını sağlamakla yükümlüdür.

Buna bağlı olarak Orman ve Su İşleri Bakanlığı koordinasyonunda 20 Mart 2012 tarih ve 28239 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 2012/17 sayılı Başbakanlık Genelgesi uyarınca Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu (SYKK) kurulmuştur. Bu koordinasyon kuruluna Dışişleri, Avrupa Birliği, Bilim, Sanayi ve Teknoloji, Çevre ve Şehircilik, Enerji ve Tabii Kaynaklar, Gıda, Tarım ve Hayvancılık, İçişleri, Kalkınma, Kültür ve Turizm ile Sağlık Bakanlıkları temsilcileri katılmaktadır. Bu kurulun görevleri su kaynaklarının bütüncül havza yönetimi anlayışı çerçevesinde korunması için gereken tedbirleri belirlemek, etkili bir su yönetimi için sektörler arası koordinasyonu, işbirliğini ve su yatırımlarının hızlandırılmasını sağlamak, ulusal ve uluslararası belgelerde yer alan hedeflerin gerçekleştirilmesi için strateji, plan ve politika geliştirmek, havza planlarında kamu kurum ve kuruluşlarınca yerine getirilmesi gereken hususların uygulanmasını değerlendirmek, üst düzeyde koordinasyonu ve işbirliğini sağlamak olarak sıralanmaktadır.

Avrupa Birliği (AB) adaylık sürecinde olan Türkiye için tüm AB su direktiflerinin çerçevesini oluşturan ve 2000 yılında yürürlüğe giren Su Çerçeve Direktifi'nin (SÇD) gerekliliklerinin yerine

getirilmesi maksadıyla yürütülen çalışmaların en önemlilerinden biri havza koruma eylem planlarının hazırlanması çalışmalarıdır. Bu kapsamda, öncelikli olarak belirlenen 11 havzada "Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması" işi 2010 yılında TÜBİTAK MAM tarafından yapılmış olup ertesinde, 9 havzada "Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması", 5 havzada "Havza Koruma Eylem Planlarının Güncellemesi" işi 2013 yılında TÜBİTAK MAM tarafından tamamlanmıştır.

Su Çerçeve Direktifi'nin gereği olarak hazırlanacak olan Nehir Havzası Yönetim Planları'nın amacı, daha önce hazırlanan Havza Koruma Eylem Planları'nın Nehir Havza Yönetim Planları'na dönüştürülmesi çalışmasını gerçekleştirmek ve bu süreçte ulusal kapasiteyi geliştirmektir. Nehir Havzası Yönetim Planları ile Su Çerçeve Direktifi'ne uygun olarak Havza Koruma Eylem Planları'nda yapılmayan havza bazlı su kütlelerinin kategorisi ve sınıflandırması yapılacak, ekolojik değerlendirmeler ve biyolojik parametreler ile hidromorfolojik baskılar belirlenecek ve tüm bu parametrelerin izleme yöntemi net olarak ortaya konacaktır. Bu proje öncelikle Meriç-Ergene, Konya Kapalı, Büyük Menderes ve Susurluk havzalarında yürütülecek olup 2014 yılı içinde başlatılması planlanmaktadır.

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü koordinasyonunda yürütülen bir diğer projede İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi araştırılmaktadır. Bu proje ile iklim modellerinin çıktıları kullanılarak iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi havzalar özelinde çalışılacaktır. Proje tüm ülkeyi kapsayacak şekilde 25 havzada uygulanacaktır. Ayrıca iklim değişikliği senaryolarının havzalar bazında yüzey ve yer altı sularına etkisinin tespiti ve sektörel etkilerin anlaşılması sonrasında uyum faaliyetlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. 18 Aralık 2013 tarihinde sözleşme imzalanmış olup işe başlanılmıştır.

Kuraklık konusuyla doğrudan ilgili olarak Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye'nin 25 havzasında Kurak Dönem Yönetim ve Eylem Planları hazırlatılmaktadır. Bu projeye Konya ve Akarçay Havzaları ile 2013 yılında başlanmıştır ve diğer tüm havzaların kuraklık eylem planlarının 2019 yılına kadar tamamlanması öngörülmektedir. Proje sonunda elde edilecek olan kuraklık yönetim planı ile birlikte kuraklığın üretim kaynaklarına ve sosyo-ekonomik hayata olumsuz etkilerinin azaltılması, havzadaki kısıtlı su kaynaklarının akılcı ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması hedeflenmektedir.

03.06.2011 tarih ve 639 nolu Kanun Hükmünde Kararname ile kurulan ve eski Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın devamı olan Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın başlıca görevleri arasında da, tarımsal üretimin ve tarım sektörünün geliştirilmesi ve kırsal kalkınmanın yanı sra, toprak, su kaynakları ve biyoçeşitliliğin korunması da bulunmaktadır. Kuruluş kanununda belirtilen görevleri arasında "Küresel iklim değişiklikleri, tarımsal çevre, kuraklık, çölleşme, diğer tarımsal afetler ve tarım sigortası ile ilgili hizmetleri yürütmek, tabii afetlerden zarar gören çiftçilere özel mevzuatında yer alan esaslar çerçevesinde yardım yapmak" olan Bakanlık, kuraklıktan zarar gören çiftçilere yardım amacıyla konuyu tarım sigortaları kapsamında değerlendirmektedir.

Ayrıca 03.07.2005 tarih ve 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Koruma Kanunu'nun 15. maddesinde "Bakanlık; kurak, yarı kurak ve az yağışlı yerlerde iklim değişiklikleri ve insan faaliyetleri de dahil olmak üzere, çeşitli nedenlerle toprak bozulması görülen çölleşmeye maruz alanlarda ilgili kamu kurum ve kuruluşları, sivil toplum örgütleri ile işbirliği yaparak gerekli önlemleri alır veya aldırır" denmektedir.

Tarımsal Kuraklık Yönetimi, ilki 2008'de, ikincisi 2012'de yayımlanan Tarımsal Kuraklık Yönetiminin Görevleri, Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelikleri ile kurumsal bir yapıya kavuşturulmuş, bu

yönetmeliklerle Tarımsal Kuraklık Yönetimi Koordinasyon Kurulu kurulmuştur. Ayrıca bu kurula bağlı olarak merkezde, İzleme, Erken Uyarı ve Tahmin Komitesi ile Risk Değerlendirme Komitesi, illerde ise Vali başkanlığında Tarımsal Kuraklık İl Kriz Merkezleri oluşturulmuştur. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı zamanında 2008-2012 yıllarına ait, yeni bakanlık döneminde de 2013-2017 yıllarına ait Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planları yayımlanmıştır. Türkiye için yapılan genel tarımsal kuraklık eylem planlarının yanısıra illerde de o ile özel tarımsal kuraklık eylem planları hazırlanmaktadır.

Tarımsal Kuraklık Yönetimi Koordinasyon Kurulu Tarım Bakanlığı müsteşarının başkanlığında toplanmakta ve Bakanlığın bütün genel müdürleri ile diğer bakanlıkların ilgili genel müdürlerinden (Orman ve Su İşleri Bakanlığı'ndan DSİ, MGM, OGM, Su Yönetimi ve Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürleri ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan Çevre Yönetimi Genel Müdürü) oluşmaktadır. Koordinasyon Kurulu toplantılarına ayrıca Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanı ile Türkiye Ziraat Odaları Birliği (TZOB) ve TEMA temsilcileri katılmaktadır. Koordinasyon Kurulu ihtiyaca binaen, veri hazırlayan izleme erken uyarı tahmin komitesi ise her ay toplanır.

6 ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

İklim değişikliği ve kuraklık arasındaki yakın bağlantıyı öncelikli olarak göz önünde tutmak ve kuraklık konusunda yapılması gerekenleri sistematik bir politika haline getirmek hükümetin başlıca görevleri arasındadır. Kuraklığın, gıda güvenliği, su temini, enerji üretimi gibi toplum ve ekonomi açısından vazgeçilmez alanlarda büyük riskler oluşturduğu ve suyun doğanın, tüm canlıların ve insanın en önemli haklarından biri olduğu akıldan çıkarılmamalı, bu politikaların ekonomik ve ekolojik olarak sürdürülebilir olması sağlanmalıdır. Sorunu tam olarak tanımlamayan, küçümseyen, üzerini örtmeyi amaçlayan, ya da kısa vadeli ve günü kurtarmaya yönelik politikalar krizi derinleştirir ve çok uzun olmayan bir vadede Türkiye'yi kendini beslemekten uzak, gıda ve su krizleriyle ekonomik krizlerin birbirini kovaladığı bir ülke haline getirebilir. Bunun yanı sıra iklim değişikliğinin etkisiyle kronikleşen ve Türkiye'nin yeni normali haline gelmeye başlayan kuraklıkla ilgili alınacak önlemlerin toplumun tüm kesimlerinin, yani kamu kuruluşlarının yanı sıra sivil toplum örgütlerinin, meslek kuruluşlarının, özel sektörün, üniversitelerin ve başta çiftçiler, üreticiler ve köylüler olmak üzere toplumun tüm kesimlerinin katıldığı açık ve çok aktörlü bir müzakere zemininde belirlenmesi ve uygulamaya geçirilmesi gerekir.

Bu raporda belirttiğimiz güncel gerçekler ve bilimsel değerlendirmeler doğrultusunda kuraklıkla ilgili alınacak önlemlere yönelik olarak önerdiğimiz bazı temel ilkeleri şöyle özetleyebiliriz:

- Kuraklığın, şiddeti ve sıklığı iklim değişikliği tarafından artırılan bir iklim felaketi haline gelmeye başladığı ve iklim değişikliğiyle kuraklık arasındaki dolaysız bağ kabul edilmeli, kuraklığın geçmişte olduğu gibi insan tarafından etkilenmeyen, periyodik, normal, beklenen bir doğa olayı olarak değerlendirilmesinden vazgeçilmelidir.
- Kuraklık, iklim değişikliğinin etkisiyle, Türkiye'nin yeni normali halini almaya başlamıştır. Konuyla ilgili bilimsel çalışmalar ve politika oluşturma çalışmaları bu gerçeği göz önünde bulundurarak, meselenin çoraklaşma ve çölleşme boyutunu da içerecek şekilde geliştirilmelidir. Çoraklaşma ve çölleşmeyle ilgili politika birimleri, kuraklıkla ilgili politika birimleriyle yakın işbirliği içinde çalışmalıdır.
- Kuraklık konusundaki politika çalışmalarında kamu içindeki çok parçalılığın bir sorun haline gelmemesi için Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, DSİ Genel Müdürlüğü, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve başta Çevre ve Şehircilik Bakanlığı olmak üzere, iklim değişikliği konusunda çalışan diğer kamu kurumları yakın işbirliği içinde olmalıdır. Tüm politika süreçlerinde konuyla ilgili çalışan sivil toplum örgütleri, meslek kuruluşları, özel sektör ve üniversiteler siyasi görüş ayrımı yapılmadan bir araya getirilmeli, müzakere süreçleri yapılandırılmış ve bağlayıcı olmalıdır.
- İklim değişikliği tarafından şiddetlendirilen kuraklık sorunu önüne geçilemeyecek bir doğal afet değildir. Türkiye kuraklıkla mücadele için öncelikle iklim değişikliğiyle mücadele konusunda aktif ve somut adımlar atmalı, üzerine düşen sorumluluğu yerine getirmelidir.
- Türkiye'nin "ortak ve farklılaştırılmış sorumluluklar" ilkesi çerçevesinde iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarını düşürmek için hedefler tespit etmesi, bu amaçla fosil yakıt tüketimini azaltması, enerji verimliliğini artırması, ormanları koruması ve geliştirmesi, uluslararası iklim politikalarında aktif rol alması gerekmektedir.

- Kuraklığa uyum için yapılan çalışmalarda ekolojik kurallar çerçevesinde davranılmalı, doğayı ve ekosistemleri tahrip eden büyük ölçekli girişimlerden uzak durulmalı, su yönetiminin dev barajlar gibi büyük su yapıları yapmaktan ibaret olduğu anlayışı terk edilmelidir. Bunun yerine akarsuları, gölleri ve sulak alanları doğal ortamında koruyan, bozulan yerlerde ekosistemi restore eden, su kullanımını sürdürülebilir bir anlayışla ele alan, suyu tasarruflu ve gerektiği kadar kullanmayı sağlayacak sulama sistemleri kuran, su kullanımında önceliği yerel halka, tarımsal ve evsel kullanıma veren, suların sanayi ve atıklarla kirletilmesinin önüne geçen ekolojik bir yaklaşım benimsenmelidir.

- Sorunun sadece piyasaya bırakılamayacak bir kronik felaket haline dönüşebileceği göz önüne alınarak, kuraklığa dayanıklı ürün desenine geçmek, sulama biçimini değiştirmek, yeraltı sularının kullanımını kısıtlamak, su krizi yaşanan bölgelerde fazla su isteyen ürünlerin yerine daha uygun olanların ekilmesini sağlamak gibi amaçlarla, gerektiği ölçüde planlamacı bir tarımsal üretim ve su kullanımı sistemine geçilmesi gerekebilir. Bu amaçla, kuraklığa karşı alınacak önlemlerin, bilimsel bir yaklaşımla, ancak üretici birliklerinin de mutlaka sürece katıldığı bir müzakereyle, uzun vadeli ve sürdürülebilirlik esasına göre belirlendiği, bağlayıcı bir su ve gıda yönetim sistemi oluşturulmalıdır.

- Büyük kentlerde yerel su kaynaklarının korunması için su toplama havzalarında yapılaşmadan kaçınılması, su kaynaklarına evsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların boşaltılmaması, böylece zaten azalan ormanların ve su kaynaklarının korunması kuraklık yönetiminin en önemli unsurları arasındadır. İstanbul ve Ankara'da görüldüğü gibi uzun mesafelerden taşınan sularla su krizini çözmeye çalışmak ekolojik ve sürdürülebilir değildir. Önceliğin mutlaka yerel kaynakların korunmasına verilmesi gerekmektedir.

- Kuraklığın yaratacağı su azlığı, tarımsal üretimin düşmesi, gıda fiyatlarının artması gibi su ve gıda ile ilgili olumsuzluklar öncelikle yoksul çiftçileri ve kentlerin çeperlerinde yaşayan yoksulları, dezavantajlı toplumsal kesimleri ve çocuklar, yaşlılar gibi risk gruplarını etkiler. Bu nedenle kuraklık konusu sadece bir su yönetimi konusu değil, aynı zamanda bir toplumsal adalet meselesi olarak ele alınmalı, dezavantajlı kesimlerin oluşan zararlardan korunması için devlet tarafından önlemler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

Dai A. (2011) Drought under global warming: a review. WIRE's Climate Change (2): 45–65

DSİ. (2014) Toprak-Su Kaynakları. http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari Erişim: 01.09.2014

EEA (2208). Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment: Joint EEA-JRC-WHO report. European Environment Agency, Copenhagen

Giannini A, Biasutti M, Verstraete MM. (2008) A climate model-based review of drought in the Sahel: Desertification, the re-greening and climate change. Global and Planetary Change 64: 119–128

IPCC. (2007a) Climate Change 2007 The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers, Technical Summary and Frequently Asked Questions. IPCC, Geneva.

IPCC. (2007b) Climate Change 2007 Impacts, Adaptation and Vulnrability. Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers and Technical Summary. IPCC, Geneva.

IPCC. (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC. (2014) Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Johanson CM, Fu Q. (2009) Hadley Cell Widening: Model Simulations versus Observations. Journal of Climate 22: 2713–2725.

Kang Y, Khan S, Ma X. (2009) Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security – A review. Progress in Natural Science, 19: 1665–1674

Frierson DMW, Lu J, Chen G. (2007) Width of the Hadley cell in simple and comprehensive general circulation models. Geophysical Research Letters 34: L18804.

Krichak SO, Breitgand JS, Gualdi S, Feldstein SB. (2013) Teleconnection - extreme precipitation relationships over the Mediterranean region. Theor. Appl. Climatol. DOI 10.1007/s00704-013-1036-4.

Middleton NJ, Sternberg T (2013). Climate hazards in drylands: A review. Earth-Science Reviews 126: 48–57

Mishra AK, Singh VP. (2010) A review of drought concepts. Journal of Hydrology, 391: 202–216

Murphy BF, Timbal B. (2007) A review of recent climate variability and climate change in Southeastern Australia. International Journal of Climatology 28 (7): 859–879

Pearce F. (2009) Nehirler Kuruyunca, Çeviren: Füsun Doruker, Altın Kitapları, İstanbul.

Prüss-Ustün A, Bartram J, Clasen T, et al. (2014) The European Journal of Tropical Hygiene and International Health, 19: 8 s. 894–905

Quan XW, Diaz HF, Hoerling MP. (2004) Changes in the Tropical Hadley Cell since 1950. The Hadley Circulation: Present, Past, and Future. Advances in Global Change Research 21. 85–120.

Rust JM, Rust T (2013), Climate change and livestock production: A review with emphasis on Africa South African Journal of Animal Science 2013, 43 (3): 255-267

Schneider SH (Ed.) (1996) Encyclopaedia of Climate and Weather. Oxford University Press, New York

Seidel DJ, Fu Q, Randel WJ, Reichler TJ. (2007) Widening of the tropical belt in a changing climate. Nature Geoscience 1: 21–24.

Shiva V. (2007) Su Savaşları. Çeviren: Ali K. Saysel, BGST Yayınları, İstanbul.

Türkeş M. (2007) Türkiye'nin kuraklığa, çölleşmeye eğilimi ve iklim değişikliği açısından değerlendirilmesi. Pankobirlik 91, 38-47.

Türkeş M. (2012a) Kuraklık, Çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin ayrıntılı bir Çözümlemesi. Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, Çevre Özel Sayısı 20: 7-56.

Türkeş M. (2012b) Küresel İklim Değişikliği ve Çölleşme. İçinde: Günümüz Dünya Sorunları – Disiplinlerarası Bir Yaklaşım (ed. N. Özgen), s.1-42. Eğiten Kitap: Ankara.

Türkeş M, Erlat E. (2003) Precipitation changes and variability in Turkey linked to the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2000. International Journal of Climatology 23: 1771-1796.

Türkeş M, Erlat E (2005) Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2001. Theoretical and Applied Climatology 81: 45-69.

Türkeş M, Tatlı H (2009) Use of the standardized precipitation index (SPI) and modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. International Journal of Climatology 29: 2270–2282.

Türkeş M, Yıldız D (2014) Türkiye›de Hidroelektrik Santrallerin Geleceği. http://www.hidropolitikakademi.org/tr/turkiyede-hidroelektrik-santrallerin-gelecegi-3.html

UN Water. (2014) Water Scarcity. International Decade for Action "Water for Life" 2005-2015. http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml Erişim: 01.09.2014

UNCCD (1995). "The United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa, Text with Annexes". Geneva:United Nations Environment Programme (UNEP).

USGS (2014). The Water Cycle. US Geological Survey web sitesi. http://water.usgs.gov/edu/watercycle.html Erişim: 09.09.2014

Visbeck MH, Hurrell JW, Polvani L, Cullen HM. (2001) The North Atlantic Oscillation: Past, present, and future. Proc. Natl. Acad. Sci. 98: 12876-12877.

WHO. (2014) Global burden of disease: impacts of poor water, sanitation and hygiene. http://www.who.int/water_sanitation_health/gbd_poor_water/en/ Erişim: 01.09.2014

WWF. (2014) Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu. WWF-Türkiye, İstanbul.

İPM

İSTANBUL POLİTİKALAR MERKEZİ
SABANCI ÜNİVERSİTESİ
STIFTUNG MERCATOR GİRİŞİMİ

ISBN: 978-605-4348-89-3

İstanbul Politikalar Merkezi
Bankalar Caddesi No: 2 Minerva Han
34420 Karaköy, İstanbul TÜRKİYE
+90 212 292 49 39
+90 212 292 49 57
@ ipc@sabanciuniv.edu
w ipc.sabanciuniv.edu