

Sayı (Number): 3



**Taşkın ve Kuraklık Çeşitleri**

**Zekâi Şen**

**Şubat (February) 2017  
İstanbul - Türkiye**

**TAŞKIN KÜLLİYESİ  
TURKISH WATER FOUNDATION  
FLOOD FACULTY**

## TAŞKIN BÜLTENİ : SAYI 3

Taşkın ve Kuraklık Çeşitleri

*Zekai ŞEN*

©2017 SU VAKFI

Tüm yayın hakları anlaşmalı olarak Su Vakfı'na aittir.  
Kaynak gösterilerek alıntı yapılabilir, izinsiz çoğaltılamaz, basılamaz.

Basıma Hazırlayan :  
Muhiddin YENİGÜN



SU VAKFI

Libadiye Cad. Doğanay Sokak No:6 Kat:4 Üsküdar İstanbul  
Tel: (216) 412 3383 - Faks: (216) 412 3390  
suvakfi@suvakfi.org.tr - www.suvakfi.org.tr

# Taşkın ve Kuraklık Çeşitleri

Zekâi Şen

Su Vakfı

## 1 Giriş

Ekonomik ve sosyal değeri olan ve çevresine göre düşük yükselti alanlarda bulunan yerlerin zaman zaman su altında kalmasına sel veya taşkın adı verilir. Ayrıca sürekli yağmur yağması ya da karların erimesi sonucu birden gelip her şeyi sürükleyen su baskınına sel denir. Taşkın (feyezan) ise taşmış durumda olan ve ölçüyü aşan aşırı su baskınına (sele) verilen isimdir. Bir akarsuyun değişik sebeplerle yatağından çıkarak çevresinde bulunan arazilere, yerleşim yerlerine ve canlılara zarar vermesi veya verecek şekilde tehdit etmesi olayına taşkın denir.

Taşkın gibi doğal afet meydana geldiğinde riske maruz kalanların maddi ihtiyaçlarının olması ve taşkın olduğunda sık meydana gelmesi durumunda gerekli tedbirlerin önceden alınmasında yarar vardır. Taşkın risklerinden doğabilecek yükümlülükler hesaplarla maddi olarak değerlendirilebilmelidir. Küçük ölçekli taşkınlar oldukça sık ortaya çıkabilir ve istatistik olarak değerlendirilebilir. Ancak büyük ve afet şeklindeki taşkınlar çok az ortaya çıktıklarından bunların istatistik değerlendirilmeleri yeterli ve güvenilir olmayabilir. Bu tür taşkınların görülme ihtimalleri çok az olduğundan istatistik yaklaşımlar işe yaramayabilir. Ancak katosrof teorisi bu gibi durumlarda işe yarar.

## 2 Taşkınlar

Akarsularda (çay, dere, ırmak, nehir) yatakların aşınması, şehir yağmur suyu şebekesi kapasitesinin aşılması, sahil dalgakıran ve rıhtım duvarlarının dalgalarla aşılması, deprem durumlarında tsunami dalgalarının etkisi ile sahil bölgelerinin su altında kalması, taşkınlara örnek teşkil edebilecek birkaç misaldir. Taşkınların gelecekte iklim değişikliği etkisi ile daha da fazla tetiklenmesi söz konusudur. Alınacak önlemler bakımından bilinen yöntemlere birde iklim değişikliğinin sebep olabileceği durumlar da katılmalıdır. Taşkınlar bakımından biraz daha ayrıntıya gidilecek olursa aşağıdaki çeşitlilikler ortaya çıkar (Şen, 2008a).

1. Akarsu taşkınları: Sürekli, günlerce ve hatta haftalarca devam eden yağışlar sonucu zeminin tamamen doymuş hale gelmesi sonucunda akarsu yataklarının taşıyabilecekleri su miktarından fazlasına maruz kalmaları durumunda ortaya çıkar. Bazı yerlerde kar ve buzulların küresel ısınma dolayısıyla erimesi ile ilave su miktarları geçmişte gözlenmiş taşkınlardan daha büyük debili taşkınların ortaya çıkmasına sebep olabilir.

2. Dalga su basması: Fırtına ve gelgit olaylarının ortaklaşa da ortaya çıkardığı dalgaların rıhtım ve dalgakıranları aşarak aşırı zararlara sebep olmasıdır. Sahile doğru esen rüzgârların ortaya çıkardıkları dalgalar da bu tür su basmalarına sebep olur. Yüksek

gelgit, şiddetli rüzgâr ve yüksek dalgaların bir arada etkimesi ile büyük zararlara sebep olan su baskınları ortaya çıkar. Özellikle duvarlarla korunan düşük seviyeli sabit bölgelerde bu duvarları aşan dalgaların getirdiği suların tekrar denize geri dönmeleri mümkün olmadığından büyük olanlar uzun süre su altında kalır. İklim değişikliği sonucunda deniz seviyesinde beklenen artışlar bu tür taşkınların beklenmedik ölçekte ortaya çıkmasını tetikleyebilecektir.

3. Deniz depremleri (Tsunami) : Deniz diplerinde volkanik patlamaların veya büyük ölçüde yer kaymalarının olması sonucunda saatte birkaç yüz kilometre hızla hareket eden derin su dalgalarının sahilde sığ yerlere yaklaşması ile aşırı derecede su miktarı hareketi karalara doğru ilerler. Bunun sonucunda bazı sahillerde 30 metreye varan su yükselmeleri ortaya çıkar. İklim değişikliğinin sebebiyet vereceği deniz seviyesi yükselmesi ve kıyı erozyonları bu tür sahil su basma risklerini artırabilir.

4. Baraj patlamaları: Dünyada şimdiye kadar inşa edilmiş olan binlerce baraj alt taraflarında bulunan bölgeleri su basması riski altında tutar. Beton veya kaya dolgu barajlar aşırı yağışlar, yer (temel) oturması, yer kayması gibi sebeplerle patlayabilirler. Son yıllarda 2-3 senede bir dünyanın bir yerinde baraj patlamasına rastlanmıştır. İklim değişikliği sebebi ile ortaya çıkarak baraj biriktirme haznelere ulaşabilecek aşırı su toplanma riskleri bu tür olayların artmasına sebep olabilir.

5. Ani taşkınlar: Pratik olarak çöller de dâhil olmak üzere dünyanın herhangi bir yerinde ortaya çıkabilirler. En sık görülen taşkın türüdür. Birkaç saat süre çok yüksek şiddetli yağışın ortaya çıkardığı yerel taşkınlardır. Ani yağışlar zemin tarafından emilemeyerek yüzeysel akış halinde taşkına dönüşür. Ani taşkınlar neticesinde kanalizasyon sistemi aşırı yüklendiğinden geri

taşmalar ve bunun sonucunda da binaların bodrum katlarını sel basması ortaya çıkar. Ani taşkınlar özellikle bir kurak devrenin son kısımlarında ortaya çıkabilir. Bu sebeple ülkemizde zaman zaman tesiri altına alan kuraklığın artması şeklinde iklim değişikliği sonucunda ani taşkınların sayısı ve şiddetlerinde ve hatta beklenmedik yerlerde ortaya çıkması ihtimali artabilir. Bu bakımdan ülkemizin değişik havza ve akarsu yatakları için su basma riski haritalarının 10, 20, 25, 50 ve 100 yıllık risklere göre çıkarılmasında sayısız yararlar vardır.

6. Buz tıkanması: Dünyanın birçok yerinde kış aylarında nehirler donar. İlkbaharın başlangıcında çözülen ve kırılan buz kütleleri akarsuların dar kısımlarını, köprü ve menfez yerlerini tıkayabilir. Bazen bu buzlar sanki bir bent veya baraja benzer etki de yapabilir. Bunun sonucunda da etrafın sel baskınına maruz kalması söz konusu olur. Bunların yani buz barajlarının aniden kırılmaları ile ortaya çıkan yüksek dalgalar orta ve aşağı havzada sel baskınlarına sebep olur. İklim değişikliğinin tesirini gösterdiği dünyanın birçok yerinde buz tıkanmaları sayısında artışlar görülmüştür.

7. Çamur akışı: Yamaçlarda bulunan gevşek zeminin aşırı su içermesi ile aniden aşağıya doğru kayması sonucunda riskli durumlar ortaya çıkar. Zeminin doygunluğu tam veya aşırı ise kayan çamur etrafındaki su toplama mecralarında büyük bir hızla aşağılara doğru akar. Aslında çamur akışı, taşkın ve yer kaymasının ortaklaşa etkisidir. Su ve kaya karışımı olan yüksek yoğunluklu akışkan fazlaca hızlara da erişince önüne gelen her şeye zarar verecek bir potansiyele erişir. Etkilenen alan oldukça sınırlıdır. Çamur akışları birkaç gün ara ile de ortaya çıkabilir. Düşük yükselteli yerlerde biriken çamur bir baraj gibi vazife görerek su basmalarına meydan verebilir. Çamur akışları genel olarak ani taşkınlar ve akarsu taşkınları ile beraber ortaya çıkar. Volkan konilerinde çamur

akışının görülmesine Endonezya'ca "Lahar" adı verilir. Bir volkanın püskürttüğü külün yamaçlarda yığılması sonrasında ilk şiddetli yağış, bunların çamur akışı haline gelmesine sebep olur. Kar veya buz ile örtülü yerlerde volkan patlaması sonucunda bu buzların sıcaklık ile erimesi sonucunda ani çamur akışları da meydana gelir.

8. Yeraltı suyu: Yeraltı suyunun zeminde birkaç metre aşağıda olması durumunda cıvar mecralardan yağış ve sızma sonucunda beslenme ile yeraltı suyu seviyesinin yükselmesi temellere sızma sonucu zarar vererek onların stabilitelerinin bozulmasına sebep olurlar. Böylece yapıların kısmen veya tamamen zarar görmesi söz konusu olur. Aylar ve yıllar boyunca yağış şartlarının değişmesi ile yeraltı su seviyesi yükselebilir. Yeraltı suyunun sebep olduğu bir diğer su basmasının sebebi ise kurak olan bölgelerde yapılan yeraltı kuyusu sondajları sonucunda basınçlı olan akiferlerden çıkan suların düşük kotlu alanları basmasıdır. Bu durum dünyanın çöl bölgelerinde görülebilir. Mesela, Suudi Arabistan'ın Al-Qassim bölgesinde Unayza ve Burayda isimli şehirlere su temini için Nafud çölünde açılan ilk kuyular böyle bir sel ve taşkına sebep olduğundan hemen tıkanmaları gerekmiştir. Çünkü basınçlı akiferdeki sular artezyen yaparak doğal olarak yeryüzüne fıskırmıştır. Pratikte aşırı yeraltı suyu çekilmesi ile de zeminin taşıma gücü azalacağından yer yer oturmalar sonucunda bina ve alt yapılara zararlar olur. İklim değişikliğinde çekilmesi mümkün olan su sıkıntısını bertaraf etmek için yeraltı sularına aşırı yüklenmek söz konusudur. İşte böyle bir durumda bir taraftan kullanılabilir yeraltı suyu kalitesi bozulurken diğer taraftan zeminde oturmalar meydana gelebilir. Sibiryaya gibi yerlerde donmuş zeminlerin küresel ısınma dolayısıyla erimesi sonucunda yeraltı suyuna dönüşmesi bu yerlerdeki mühendislik yapılarının (bina, köprü, baraj, yol, vb.) temellerine zarar verebilir.

Yukarıda sayılan taşkın ve su basmalarının ayrı ayrı ortaya çıkmaları gibi bir veya birkaçının bir arada aynı zamanda görülmesi de mümkündür. Taşkınlara sebep olabilen ve karmaşık ilişkiler içinde bulunan olaylar arasında atmosferden kaynaklanan yağışlar (yağmur, kar, dolu vb.) suküre (hidrosfer) ve kayaküre (litosfer) etkileşimini ifade eden hidroloji ve bunlara ilave olarak yine çok önemli olan sosyal içerikli çevre olayları gelmektedir. Tüm bu olayların gelecekte iklim değişikliği etkilerinden soyutlanamayacağı gerçeği göz ardı edilmemelidir. Bu sebeplerin hepsi o yerin su (hidrolojik) çevrimine bağlıdır.

1. Atmosfer: Su çevriminin troposferdeki hareketlerinin doğurduğu meteorolojik olayların başlattığı yağışlar sel basması ve taşkınlarda başlıca rol oynar. Sera gazlarının artması sonucunda ortaya çıkan küresel ısınma ve iklim değişikliği etkileri su çevrimini etkilemesi beklenmektedir.

2. Hidroloji: Su çevriminin özellikle yağışlarla (yağmur ve kar) ilgili kısımlarının uç değerlerinin ortaya çıkması sonucunda taşkınlara sebep olur. Bunda iklim değişikliğinin tetikleyici rolü bulunabilir.

3. Çevre: Çevreyi doğal olarak değil de, insan faaliyetleri sonucunda doğal yerlerin yerleşim, sanayi, kültürel ve tatil bölgeleri haline dönüştürülmesi sonucunda sel basmaları ve taşkınlardan zarar görebilecek potansiyelde yerler haline dönüştürülmesidir. Büyük şehirler buna en güzel misalleri teşkil ederler.

### 3 Kuraklıklar

Dünya nüfusunun artması, şehirleşme, iklim değişimleri, orman tahribatları, çölleşme sonucunda kuraklık toplumu, çevre ve ülkeleri tehdit eder boyutlara ulaşmaktadır. Kuraklıkların ekonomik ve toplumsal boyutları vardır. Toplumun ekonomisi, sağlığı, psikolojisi ve ticareti ile yakından ilgilidir.

Kuraklık dünyada etkisini gittikçe arttırmasına rağmen henüz tam anlamı ile anlaşılammış ve etkileri yeterince değeriendirilememiştir (Şen, 2008b). Bunun doğal sonucu olarak kuraklığın kesin tanımı yapılamamaktadır. Yapılan tanımlar mesleklerle göre (hidrolojik, tarımsal, meteorolojik, coğrafik) veya endüstriyel, enerji üretimi, su temini, deniz taşımacılığı (navigasyon), mesire yerleri bakımından olmaktadır. Bir düşünürün dediği gibi eğer sorulmazsa onun ne olduğunu biliyorum ama izah etmem istenirse ne olduğunu bilmiyorum şeklinde cevap verilebilir.

### 3.1 Meteorolojik Kuraklık

Meteorolojik açıdan kuraklık bir süre yağışların beklenilenden (mesela ortalamadan) çok az olması durumunda ortaya çıkar. Atmosfer dolaşımında görülen sapmalar sonucunda meteorolojik kuraklıklar meydana gelir. Havada volkanik kül ve tozun taşınması dünyaya gelen güneş ışınımında azalmalara sebep olacağından kuraklıklar ortaya çıkabilir. Kuraklıkta yağış azalmasına karşılık buharlaşma artar. Atmosfer süreçlerinde ortaya çıkan uç (ekstrem) davranışların sonucunda okyanuslarla da etkileşerek karalar üzerindeki hava ve iklim olaylarına tesir ederek kuraklığın meydana gelmesine sebep olurlar. Kuraklık bir bakıma atmosferdeki uzun yıllar ortalamasında olabilecek sapmaların sonucunda meydana gelir. Bunun sonucunda bir bölgede uzun süre boyunca ve geniş bölgeler üzerinde yağış olmaması, azalması veya çok zayıf olması gibi durumlar ortaya çıkar. Meteorolojik kuraklık bir bakıma bu atmosfer olaylarından dolayı bazı bölgeler üzerine hava kütlelerinin çökmesi (subsidence) sonucunda meydana gelir. Yerel ve bölgesel iklim özellikleri de kuraklığın boyutlarına tesir eder. İklim değışikliği yine kuraklıkları özellikle Türkiye gibi alt tropikal (orta enlemlerde) bölgelerde bulunan ülkeleri oldukça fazla etkilemektedir (bak Şekil 1.1). Günümüzde geçmişte

ortaya çıkan kuraklıklara ilave olarak küresel ısınmanın getirdiği ilave katkılar da bulunmaktadır. Ülkemizin bulunduğu coğrafya konumunda etkili olan iklim değışikliği ile gelecekte daha ısrarlı ve etkin kuraklıkların ortaya çıkması beklenmektedir.

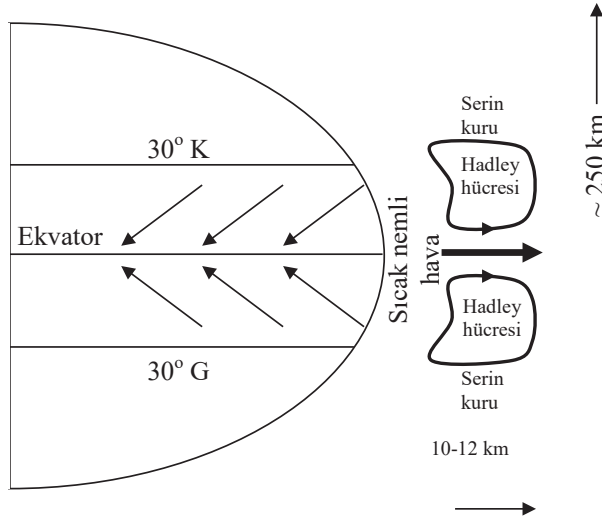
Atmosferdeki çökelmeler adyabatik sıkışmaya bu da sıcaklık artmasına ve bunların sonucunda da nemliliğın azalmasına sebep olur. Bu çökemenin sonrasında sıcaklık tersinimi (enversiyonu) ve böylece de atmosferin statik dengesinde artma ve bunun sonucunda da gerektiği kadar kalın ve yağmur getiren bulutlar meydana gelmez. Zaten çökme başlangıcında kuru olan hava çökme ile daha da kuru hale gelir. Böyle bir kuru ortamda bulutların meydana gelmesi zor ve hatta meydana gelse bile içindeki damlacıkların kuru çevrede buharlaşması sonucunda yağışlar olmaz veya olsa da az olur.

Kuraklıklar yerel olmayıp antisyklon hava hareketlerine ve yüksek basınç merkezlerinin konumlarındaki değışikliğe göre de etkili olurlar. Mesela, Azor ve Pasifik yüksek basınç merkezleri üst katmanlardaki gezegen dalgaları dolayısı ile batılı rüzgâr aracılığı ile birbirine bağlıdır. İşte bu merkezlerin ortalama konumlarında bir sapma olması durumlarında genel olarak kuru ama nemli hava kara bölgelerine taşınır ve bunların çökemeleri sonucunda kuraklık ortaya çıkar. Kurak sürenin başlangıç ve bitiş zamanlarını tespit edebilmek çok güç ve hatta imkânsızdır.

Meteoroloji açısından ortalama olarak küresel ısınmanın 1°C derece artması halinde Su Vakfı (2006) tarafından yapılan basit bir hesaplama ile bugün için güneydeki kurak kuşakların 250 km kadar kuzeye kayması beklenmektedir (Şekil 1).

Bu durum Türkiye iklim bölgelerini yakından etkileyerek güney bölgelerimizin daha kurak hale gelmesine sebep olabilecektir.

Kuraklığın yağışa bağlı türlerinden birincisi sürekli kuraklık, ikincisi mevsimlik kuraklık, üçüncüsü ve en belirsiz ve zararlı olanı düzgün olmayan kuraklıktır.



Şekil 1 Kurak kuşakların kuzeye kayması

### 3.2 Hidrolojik Kuraklık

Hidrolojik açıdan kuraklık sadece yağışlarda görülen eksiklik değil buna ilave olarak yüzeysel akış ve yeraltı sularında görülen azalmalarında ortaklaşa bir etkisi olarak tanımlanabilir. Kuraklık, biri diğerine bağlı olan pek çok hidrolojik olayda kendini göstermektedir. Bunların önemlileri nehir akımları, kar erimeleri, biriktirme hazneleri su hacimleri ve yeraltı suyu seviyelerindeki değişimlerdir. İklim değişikliğinin tesiri ile su çevrimine olabilecek etkiler arasında kuraklığın su sıkıntısı şeklinde ortaya çıkmasına sebep olması beklenmektedir.

### 3.3 Tarımsal Kuraklık

Tarımsal açıdan kuraklık değişik bitki türlerinin üretiminde azalmalar başlaması ile ortaya çıkar. Bu tür kuraklıkların insanları öldürücü etkisi fazla olmamasına karşılık göçlerin başlaması, nüfusun azalması, toplumsal yapının değişmesi, zor ekonomik güçlüklerin karşılanması ve önemli çevre sorunlarını beraberinde getirerek topluma fazlaca etki yapar. İklim değişikliği nedeni ile ülkemizde tarım kuşaklarının da kuzeye kayması beklenmektedir. Mesela, pamuk

ekimlerinin Adana yerine daha kuzeyde olan ve hatta Karadeniz şehirlerine bile varabilecek şekilde ortaya çıkması beklenebilir. Gıda üretimindeki dengesizliklerin tümü tarımsal kuraklığa bağlıdır.

### 3.4 Sosyal Kuraklık

Toplum ve ekonomik açıdan kuraklık sadece su kaynaklarındaki eksiklikler değil aynı zamanda su talebinin karşılanamamasından da ortaya çıkar. Buna göre kuraklık su talebi ile su kaynaklarının dağıtım yoğunluğunun etkisi ile de ortaya çıkabilir. Hemen her dinde özellikle kuraklık ve taşkınlarla ilgili kutsal cümleler vardır. İslamiyet, Hristiyanlık ve Musevilik, Hinduizm ve diğer dinler hep kurak bölgelerde ortaya çıkmıştır. Su sıkıntısının baş göstermesi durumunda toplumun hemen her sektörü (eğitim, öğretim, kamu hizmetleri, ulaşım, vb.) etkilenir. Bu etkilerin parasal miktarları çok büyük rakamlara ulaşabilir. Ülkemizde geliştirilen su kaynaklarının %75'i sulamada kullanılmaktadır. Bu sebeple, kurak periyotlarda belli oranlarda kısıntıya gidilmesi ekonomik bir çözüm olarak değerlendirilmektedir. Stratejik öneme sahip ihtiyaçlar dışında, uzun vadeli ve sadece kurak sürelerdeki ihtiyaçların karşılanmasında kullanılmaya yönelik depolama tesislerinin inşası teknik yönden mümkün olmakla birlikte, ekonomik yönden akılcı bir çözüm olarak görülmemektedir ve dolayısı ile kaynak israfı olarak değerlendirilmektedir.

### 3.5 Kuraklığın Etkileri

Toplum ve ekonomik açılarından iklim değişikliğinin de katkısı ile gelecek on yıllarda ortaya çıkabilecek kuraklıkların sebep olacağı sonuçları dünya, ülke, bölge ve tarım sektörü açısından şöylece sıralayabiliriz.

1. Dünya ölçeğinde açlık ve toplu ölümler,
2. Uluslararası su sorunları ve belki de çatışmaları,

3. Toplum sistemlerinin bozularak kesintiye uğraması,

4. Ciddi sağlık sorunlarının ortaya çıkması

Ülke içinde kuraklık sebebi ile ortaya çıkabilecek sorunları ise şöylece sıralamak mümkündür.

1. Sağlık sorunları,

2. Yiyecek (gıda) sıkıntısı,

3. Fiyat artışları,

4. Yabancı sermaye kayıpları,

5. Tarım sektörüne artan hükümet ödenekleri.

Bölge ölçeğinde kuraklık ve iklim değişikliği sonucunda ortaya çıkabilecek sorunların sıralaması aşağıda verilmiştir.

1. Ekonomik sektörlerin bozularak sekteye uğraması,

2. İşsizliğin artması,

3. Artan rahatsızlıkların topluma yayılması sonucunda çıkan sorunlar,

4. Tarımla uğraşanların yer değiştirmesi, iflas etmesi, artan borç ve gelir azalması gibi rahatsızlıklar.

Genel açıdan iklim değişikliği tetiklemeli kuraklıkların ortaya çıkaracağı sorunlar şunlardır.

1. Su eksikliğinin (yetersizlik, sıkıntı) bulunması,

2. Bunun oldukça uzun süre (zaman) devam etmesi,

3. Geniş bölgeleri (alan) kapsamaması.

İklim değişikliğinin sebebiyet verdiği yapay kuraklıklar insan kaynaklı çeşitli faaliyetler sonunda plansız, systemsiz ve akılsız bir biçimde su kaynaklarının sarf edilmesi veya gelecekte kullanılmak üzere korunamaması üzerine ortaya çıkabilir.

Kuraklık ile ilgili olarak çölleşme insan-

ların doğaya karşı dengeli hareket etmemele-ri sonucunda ortaya çıkararak etkisini en fazla arttıran, etkisi büyük alanlar ve uzun zamanlara uzanan doğal afettir. Bu bakımdan iklim değişikliğine karşı uyarılma ve mücadele ile kuraklığın önlenmesi çölleşmenin de önüne geçilmesi anlamına gelir. Doğal afetler içinde en sinsi olanı kuraklıktır.

Kuraklıkla ilgili aşağıdaki dört durumun iyi bilinmesi kuraklığın iyi anlaşılmasına yarar. Bunlar

1. Çöller: Buralar doğal olarak ortaya çıkmış ve sürekli su eksikliği olan bölgelerdir. Az nemlilik, çok güneş ışınımı, fazlaca sıcaklık değişimi (gece-gündüz) ve düşük yıllık yağışların olması buraların özellikleridir. Sınırlı tarım faaliyetleri, endüstri gelişmelerinin sınırlı su kaynaklarına yakın olması gerekliliği, seyrek insan yerleşimi, yetecek kadar ziraat olması gibi etkileri vardır. Toprağın iyileştirilmesi, sulama, su taşınması gibi çözümler gereklidir. Bu tür etkinlikler bu bölgelerde zaten az hissedilen iklim değişikliği etkilerinin azaltılmasına da yarar.

2. Kurak alanlar: Doğal etkenlerle ortaya çıkan ancak geçici olarak su eksikliği olan bölgelerdir. Israrlı olarak ortalamadan az yağışların olması, belirsiz süre, alan ve sıklığın olması, öngörülemeyen ortaya çıkışlar, azalan su kaynakları ve eko-sistemin gittikçe azalan taşıma kapasitesi gibi belirtileri vardır. Tarım alanlarının çölleşmesi, rüzgâr taşınımı, flora ve faunanın azalması, hava kalitesinin kötüleşmesi ve sürdürülebilir su kaynakları gibi etkileri bulunur. Kaynakların kullanılmasının düzenlenmesi, akılcı (rasyonel) kullanma, kısıntılara gitme ve kurumsal olarak kriz masalarının oluşturularak gerekli çözümlerin veya iyileştirilmelerin yapılması için önlem alınması lazımdır. İklim değişikliği gerekli önlemler alınmadığı takdirde oldukça sulak olan bölgelerin çölleşmeden önce kurak alanlar haline gelme-



sine sebep olabilir. Şekil 3.1’de ülkemizin de içinde bulunduğu kurak alanların kuzeye kayması bu bakımdan anlamlıdır.

3. Su sıkıntıları: İnsan tarafından yapay olarak ortaya çıkan ve geçici olabilen su dengesizlikleridir. Bu yapay etkiler arasında iklim değişikliği de bulunmaktadır. Yeraltı suyunun fazla çekimi, biriktirme haznelere ve baraj kapasitelerinin doluluk oranlarının düşmesi, kullanılan yüzey ve yüzey altı zemini, arazi kullanımının azalması, azalan su beslenmeleri ve değişken taşıma kapasitesi gibi belirtiler vardır. Yerel hidrolojik sistemin değişmesi, su kalitesinin bozulması, tuzlu su girişi ve su kullanıcıları arasında rekabet gibi etkileri bulunur. Kaynakların kullanımının düzenlenmesi, akılcı kullanma, kısıntılara gitme, suyun ekonomik değerinin artması, kurumsal önlemlerin alınması, koruma, teknolojik yenilikler ve arazi kullanımının değiştirilmesi gibi önlemleri vardır.

4. Çölleşme: Yine yapay olarak insanlar tarafından ortam hazırlanan ama gerekli önlemler alınmazsa uzun vadede sürekli su eksikliklerinin bulunabileceği yerlerdir. Yeraltı suyu kaynaklarının tükenmesi, toprağın tuzlanması, zeminin üst kısmının sertleşmesi veya sıkışması, toprak besleyiciliğinin azalması, zemin yüzeyinin zarar görmesi, yapılaşma için arazi alanlarının artması, ani taşkın ve yüzeysel su akışlarının artması, taşıma kapasitesinin kötüleşmesi veya kaybolacak mertebede düşmesi gibi belirtiler vardır. Su ve rüzgâr aşınması (erozyonu), toprağın tuzlanması, su tuzluluğunun gittikçe artması, akifer çökmeleri, yer oturmaları, küçük ölçeklerde (mikro) iklim değişiklikleri, kötüleşen hava kalitesi, değişen toplum yapısı, değişen ekonomik temel ve tarım alanlarının kaybolması gibi etkileri bulunur.

Arazi iyileştirilmesi için bazı ölçülerin getirilmesi, arazi kullanımında en büyükleme (maksimizasyon) karşı eniyileme (optimum) kullanım yollarının araştırılması,

ağaçlandırma, yeni yöntem ve teknolojilerin kullanılması yönüne gidilmesi, koruma ölçütlerinin gündeme gelmesine sebep olur. İklim değişikliğinin de rol oynayacağı gelecekteki kuraklığın etkilediği sonuçların sınıflandırılması ekonomik, çevre ve toplum olarak aşağıda verilmiştir. Ekonomik etkiler arasında şu noktalar önemlidir.

1. Hayvan mamulleri ve et üretimindeki azalmalar,
2. Tarım alanlarının azalması,
3. Temel stokların azalması,
4. Otlak yerlerinin azalması,
5. Hayvanlar için gerekli suyun temin edilememesi veya çok pahalı olması,
6. Hayvanların beslenmesinin pahalılaşması,
7. Çiftliklerin yanması,
8. Sürekli ekilen tahıl mahsullerinin azalması,
9. Rüzgâr taşınımı (erozyon) ile tarım alanlarının örtülerek azalması,
10. Böcek istilasası,
11. Bitki hastalığı,
12. Mahsule yabancı otlarının etkisi,
13. Orman yangınları,
14. Ağaç hastalıkları,
15. Orman alanlarının ve ürünlerinin azalması,
16. Balık hayatının tehlikeye girmesi,
17. Turizm ile ilgili eksilmeler,
18. Endüstriyel azalmalar,
19. İşsizliğin artması,
20. Finans kurumlarının kredi risklerinin artması,
21. Gelir gider dengesizliği,
22. Nehir taşımacılığının azalarak ekonomik kayıplara sebep olması,

23. Su taşınımının artması ve

24. Yeni ve ilave su kaynağı geliştirilme maliyetlerinin fazlaca artması,

İklim değişikliği ve kuraklıkların çevre etkileri arasında olan önemli noktaları şöylece sıralamak mümkündür.

1. Hayvan türlerine zarar,
2. İçme suyu eksikliği ve bulunmaması,
3. Hastalıkların baş göstermesi,
4. Balık türlerine olan zararlar,
5. Bitki türlerine olan zararlar,
6. Su kalitesinde kötüleşme ve tuzlanmanın artması,
7. Hava kalitesinin tesiri,
8. Arazi görünümünün kötüleşmesi.

Ülkemiz için kuraklık ve bunu daha fazla tetikleyecek olan iklim değişikliğinin sosyal etkileri arasında da aşağıdaki noktalar önem arz etmektedir.

1. Halkın orman ve çiftlik yangınlarından korunması,
2. Sağlığı etkileyecek düşük su akımlarının bulunması,
3. Azalan atık su akımı ile kirliliğin fazlaşması,
4. İşsizlik,
5. Mülk sahibi olamamak,
6. Tasarrufların azalması,
7. Emekli olmak,
8. Küçük aile çiftliklerinin kurulması,
9. Belirsizlik,
10. Mesire yerlerinin azalması,
11. Kirli sokaklar ve arabalar,
12. Evlerde suların tekrar kullanılması,
13. Eğlencelerin azalması,
14. Dine bağlılığın artması.

Orta enlemlerdeki kıta içlerindeki yaz sıcaklığında tahmin edilen artışlar ve bununla ilişkili kuraklık riski bir dizi ters etkiye yol açabilir. Bunlar arasında şu etkiler yer almıştır.

1. Azalan mahsuller,
2. Zemin çökmesinin sebep olduğu inşaat temeli hasarı artışları,
3. Azalan su kaynağı nitelik ve niceliği,
4. Artan orman yangını riski.

Buradan kara ve sosyo-ekonomik sistemlerdeki değişiklikler gibi iklim dışı faktörlere ilave olarak iklim değişikliğinin sel ve kuraklık tehlikesini artan biçimde etkileyeceği ve etkilerin birçoğunun ters olacağı sonucu çıkarılabilir.

#### **4 İklim Değişikliği Sel, Taşkın ve Kuraklıklar**

Sel, taşkın ve kuraklıklar insanoğlunu tehdit eden doğal afetlerdir. Yağış, nehir akışı, toprak nemi ya da yeraltı suyu düzeyi gibi suyla bağlantılı değişkenler önemli bir mekân ve zaman değişkenliği sergilemektedir. Zaman zaman bu değişkenler aşırı derecede yüksek ya da düşük değerler alabilir. Bu da toplum ve eko-sistemler üzerinde istenmeyen önemli ters etkiler yapabilir.

Son zamanlarda uç (aşırı) hidrolojik etkinlikler – seller ve kuraklıklar - dünyanın birçok bölgesinde her zamankinden daha fazla ve daha yıkıcı hale gelmiştir (Çizelge 1). Kuraklık ve sel tehlikesindeki bu hissedilir artışın hangi boyutta küresel değişikliklere ve şimdiye kadar yapılan gözlemlerin ışığında özellikle iklim değişkenliği ve değişikliğine atfedilebileceği acil sorusunu gündeme getirmektedir.

Berz (2001) tarafından derlenen verilere bakıldığında 1990-1998 yılları arasındaki 9 yılda (uluslar ve bölgeler arası yardımı gerektiren) büyük sel felaketlerinin sayısının ondan önceki 35 yılın yani 1950-1985

Çizelge 1 İklim değişikliğinin bazı hidrolojik olaylara etkisi ve mahzurları

Ülke yada bölge, tarih	Aşırı etkinlik türü	Hidrolojik yönler	Etkiler	Mevcut korunmaya muhtaçlık
Prag, Dresden, yaz, 2002	Sel	Sel zirve düzeyi bütün kayıtları aştı	2002 yılında 20 milyon Euro'nun üzerinde	Düşük
Sibirya, Rusya ilkbahar ,2001	Buz kırılması seli	Çok nadir sıklıkta (%0,5-%1)	Lena Nehri üzerindeki Lensk kasabasını sel basması	Orta
Kuzey Kafkasya	Sel	2002'deki yoğun yağmur nedeniyle	--	Orta
Sahra altı Afrika Sahil Kesimi	Kuraklık	Otuz yılı aşkın ortalamasının altında yağış	Doğal ve insanî sistemler	Yüksek
Güney Kanada	--	Yıllık minimum günlük ortalama akış azaldı	--	Orta

döneminin toplamından daha yüksek olduğu sonucuna varılabilir. Atmosfer kaynaklı afet kayıplarında gözlenen artışın kısmen nüfus artışı, korunmaya muhtaç bölgelerde toplanan zenginlik (kentler, yerleşim merkezleri, tarım alanları) ve arazi kullanımı değişikliği gibi sosyo-ekonomik faktörlerle bağlantılıdır. Bu faktörler tek başına iklim ile bağlantılı hasarın artması ve kayıpların bir kısmını açıklayamaz. Son zamanlarda birkaç tane yıkıcı sel Avrupa'yı vurmuştur. Mesela, 2002 yılında Avrupa kıtasında kaydedilen maddi sel hasarı daha önce bir yılda kaydedilen bütün kayıplardan daha fazladır (20 milyar Euro'nun üzerinde). Prag, Vltava'daki 2002 selinin tepe debisi son 175 yılda kaydedilen bütün olayları aşmıştır (Kubat vd., 2003). Diğer taraftan, 17 Ağustos 2002 tarihinde Dresden'te Elbe'nin su seviyesi eski en yüksek değerini önemli ölçüde aşarken birkaç yüzyılı aşkın bir süreye ilişkin aşamaların yeniden canlanması gelecek yıllarda da mümkündür (Becker ve Grünwald, 2003). Son yirmi yılda İskoçya'da önemli sayıda yeni en büyük (maksimum) akış değerleri kaydedilmiştir. İskoçya'nın 16 en büyük nehrinin (yani su toplama alanları 500 km<sup>2</sup>'den fazla olanlar) sekizinin 1989'dan bu yana rekorlar kırarak yeni en büyük akışları gerçekleştirdikleri ortaya çıkarılmıştır

(Black ve Burns, 2001). Rusya'da ve Nis'te son yıllarda birçok aşırı nehir seli gözlemlenmiştir (Frolov vd., 2005; Dukhovny ve Sorokin, 2004). Lena nehir havzasında (Haziran, 2001'de) buz kırılmaları sebebi ile çok nadir sıklıkta (%0,5-1) görülen sel felaketi yaşanmıştır (Buzin vd., 2004). Kuzey Kafkasya'da da Haziran, 2002'de yoğun yağmurlar sebebi ile aynı felaket yaşanmıştır (Frolov vd., 2005; Tumanovskaya, 2004). Bu taşkınlar yüksek sayıda can ve ağır maddî kayıplara sebep olmuştur. Taşkınlar dünyanın her yerinde bütün diğer doğal afetlerden daha fazla insanı (yılda ortalama 140 milyon kişi) etkilemektedir (WDR, 2003). Doğal felaketler arasında seller Afrika, Asya ve Avrupa'da en çok kaydedilen olaylar arasındadır (WDR, 2004). Bangladeş'te 1987, 1988 ve 1997 yıllarında üç aşırı sel felaketi yaşanmış ve bu felaketlerde Bangladeş'in yaklaşık %70'i sular altında kalmıştır (Mirza, 2003). Hindistan'da seller 1953-2000 yılları arasında yaklaşık 33 milyon kişiyi etkilemiştir (Mohapatra ve Sigh, 2003). Ayrıca, Nepal'de de dramatik taşkınlar meydana gelmiştir (Dixit, 2003).

Diğer taraftan, 16 ekstra-tropik havza da (bir aylık ölçekte) meydana gelen ağır taşkınların sıklığında 20. yüzyıl boyunca dünya çapında artış meydana geldiği ortaya

çıkarılmıştır (Milly vd., 2002). Uzun yıllar aylık nehir akışı veri dizinlerinin incelenmesinden çıkan sonuç 8 adet 100 yılda bir meydana gelen selin 7'sinin kayıtların ikinci kısmında (daha çok yakın dönemde) ortaya çıktığını göstermektedir. Ancak maksimum günlük akış yıllık değerlerine ilişkin 1999 uzun zaman serisinden meydana gelen verilerin araştırılmasından elde edilen sonuçlar genel ve önemle de bir yıllık en büyük nehir akışı büyümesi hipotezini desteklemektedir (Kundzewicz vd., 2005). Yine de 70 Avrupa zaman serisinde genel en büyük seviyenin (bütün 1961-2000 dönemi için) bu sürenin ikinci dilimi olan 1981-2000 alt döneminde, dönemin ilk alt dönemi olan 1961-1980 dönemine kıyasla (24 kez) çok daha sık (46 kez) meydana geldiğini göstermiştir. Elbe ve Oder'de (Orta Avrupa) aşırı yaz sellerinin meydana gelmesinde yukarı doğru bir gidiş görülmemiş ve her iki nehirde de kış taşkınlarında aşağı doğru bir gidiş saptanmıştır (Mudelsee vd., 2003). Doğu Sibiry'a'da (Ivanio, 2004) ve Rusya'nın deniz bölgesinde (Makagonova, 2004) son zamanlarda daha büyük yağmur kaynaklı taşkınlar kaydedilmiştir. Buna karşılık ilkbahar kar erimesi akışının en büyük seviyesi Ukrayna ve Beyaz Rusya'nın birçok nehrinde önemli ölçüde gerilemiştir (Vishnevsky ve Kosovets, 2004; Greben, 2004).

Özetlemek gerekirse ölçüm kayıtlarında hiçbir genel ve tutarlı değişiklik görünmemekte, – küresel olarak – taşkın akışlarında hiçbir tekdüze artma gidişi saptanamamıştır. Gerçekte de taşkın sıklığındaki iklimle bağlantılı değişiklikler sel üreten mekanizmaya bağlı olarak karmaşıktır. Bütün bölgelerde değil ama birçok bölgede şimdiden önemli ölçüde şiddetli yağış gözlemlenmektedir. Bu yüzden yağmur fazlalığının sebep olduğu nehir taşkınları ısınma ile birlikte artabilir. Taşkınlar birçok bölgede azalırken ana sel üretme mekanizması ilkbahar kar erimesidir.

Birkaç bölgede yüksek ısıdan kaynakla-

nan yaz kuraklığı görülmektedir. Bu durum uzun süreli düşük yağışla birleştiğinde potansiyel buharlaşmanın itici gücünü artırmaktadır. Üstelik genel olarak kar örtüsündeki azalma düşük toprak nemine ve yaz aylarında düşük nehir akışlarına sebep olmaktadır.

Meteorolojik kuraklık (uzun süren yağış eksikliği) tipik olarak hidrolojik kuraklığın (yerüstü sularının – nehirler, göller ve yeraltı suyu – düşük seviyesinin), her iki kuraklık türü de tarımsal kuraklığın (düşük toprak nemi düzeyi ve bunun yetiştirilen bitkiler üzerindeki ters etkisi) ve bütün bu kuraklıklarında sosyal kuraklığın (eko-sistemler üzerindeki etkiler) kaynağıdır. Su ve su ile bağlantılı ekonomik mallar ve hizmetlere (mesela hidro-elektrik enerji, balık üretimi, su kültürü, sulanan tarım, bahçecilik ve ormancılığa) olan talep arzı aşıldığı zamanlarda ortaya çıkar. Su sıkıntısının bazı yönleri sosyo-ekonomik faaliyetler ve politika ile ilişkili olabilir. Mesela, yerleşim bölgelerinde hem kaynağın fizik kıtlığı hem de yetersiz hizmet sunumu su sıkıntısına yol açabilir.

Son zamanlarda birkaç bölgede geniş alanı etkileyen kuraklıklar meydana gelmiştir. Kuraklık büyük alanları (kıta altı ölçeğine kadar) etkileyebilir ve yapıları itibariyle zaman bakımından aylardan yıllara ve hatta on yıllara kadar sürebilir. Güney Afrika Sahil bölgesi henüz 1960'larda başlayan kuraklığı atlatabilmiş ve 1990'lardaki tekil yağışlı yıllar uzun vadeli su eksikliğini gidermeye yetmemiştir (L'Hote, 2002; Ozer vd., 2003).

Kuraklık ve dengesiz bazı insan faaliyetleri korunmaya muhtaç bölgelerin (iklim değişikliğine maruz) çölleşmesine yol açabilir. Afrika'da kuraklık ve çölleşme her zaman mevcut olmakla birlikte yayılan Sahil bölgesi kuraklığı nüfus artışı (demografik) baskı ile birleştiğinde toprak ve biyo-üretici kaynakların daimi olarak bozulduğu korunmaya muhtaç alanların çölleşmesi sürecini

dramatik biçimde hızlandırmaktadır. Sahil kuraklığı için çeşitli ve açıkça belirlenebilen insan kaynaklı faaliyetler (aşırı ekim, aşırı otlatma, vs.) ve bunların etkisi ile iklim değişikliği bulunmaktadır. Sahil bölgesinde geleneksel hayat biçimi olan göçebeliğin yerini hayvan çiftliği ve üretim programlarına sahip daimi yerleşim yerlerinin alması su kaynaklarının aşırı kullanımına yol açmıştır (Kundzewicz vd., 2002).

Gelişmiş ülkelerde bile aşırı kuraklık önemli çevre, ekonomik ve sosyal kayıplara sebep olabilir. Mesela, 2003 yazında Avrupa'da çok ağır, yaygın ve uzun süren bir yaz kuraklığı yaşanmıştır. Bu kuraklık yağış kıtlığı ve bazı Avrupa ülkelerinde 40 °C'yi aşan ve ulusal kayıtları geçen rekor derecede yüksek hava sıcaklığının ortak etkileşiminden doğmuştur. Güney Avrupa'daki sıcaklık dalgası yetersiz yağışla birleştiğinde yangınlara, su temininde ve enerji üretiminde sorunlara ve ürün başarısızlıklarına yol açmıştır (Beniston, 2004; Beniston ve Diaz, 2004; Schär vd., 2004; Schär ve Jendritzky, 2004).

Birçok nehirde yıllık en düşük günlük akış zaman serisi karmaşık bir davranış gösterir. Zhang vd. (2001) yıllık en düşük günlük ortalama akışın Güney Kanada'da azalırken kuzey bölgesinde (Kuzey İngiliz Kolombiyası ve Yukon Bölgesi) arttığını saptamıştır. Douglas vd. (2000) ABD'nin orta batısında ve daha küçük ölçekte olmak üzere AB'nin üç küçük bölgesinde düşük akışlarda yukarı doğru bir gidişin bulgularını ortaya çıkarmıştır. Eğer bölgesel mukayeseli paralellik göz ardı edilmiş olsaydı dramatik biçimde farklı bir yorum ortaya çıkabilir ve o zaman çok daha fazla örnekte önemli gidişler bulunabilirdi. ABD nehir akış verisinin Lins ve Slack (1999) tarafından yapılan analizi 1924 -1993 arası 70 yıllık bir dönemde yıllık en düşük (minimum) günlük ortalama zaman serilerinin yaklaşık yarısının (34 kayıt) önemli gidiş gösterirken, 32 (2) kayıta gidi-

şin artma (azalma) yönünde olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Taşkın ve kuraklıkların etkisi birçok sektörde görülebilir. Mesela, tarımda (yağmurla beslenme, sulama), enerjide (hidro-elektrik enerji, soğutma), taşımacılıkta (deniz taşımacılığı, kara ve hava seyahatlerinde kesinti) yerleşim yerleri ve altyapıda (kentsel su temini, atık su, yapı güvenliği), sağlık ve insan refahında (ishal, salgınlar, stres), sigorta ve finansal hizmetlerde (maddi zarar, ölümler, ticarete kesintiler) olan etkiler sayılabilir.

### 5. Taşkın, Kuraklıklar ve Etkileri

İklim modellerinin sonuçlarına dayalı olarak birçok bölgede su çevriminin yoğunlaşacağı yani taşkın ve kuraklıkların daha aşırı ve sık hale geleceği tahmin edilmektedir. Ayrıca sel, taşkın ve kuraklık kayıplarını artıran su toplama alanlarındaki depolama kapasitesinde azalması, aşırı su çekilmesi ve insanların yerleşim bölgeleri etrafındaki düzlükleri talan etmesi gibi bir dizi iklim dışı faktörde etkilerini göstermektedir.

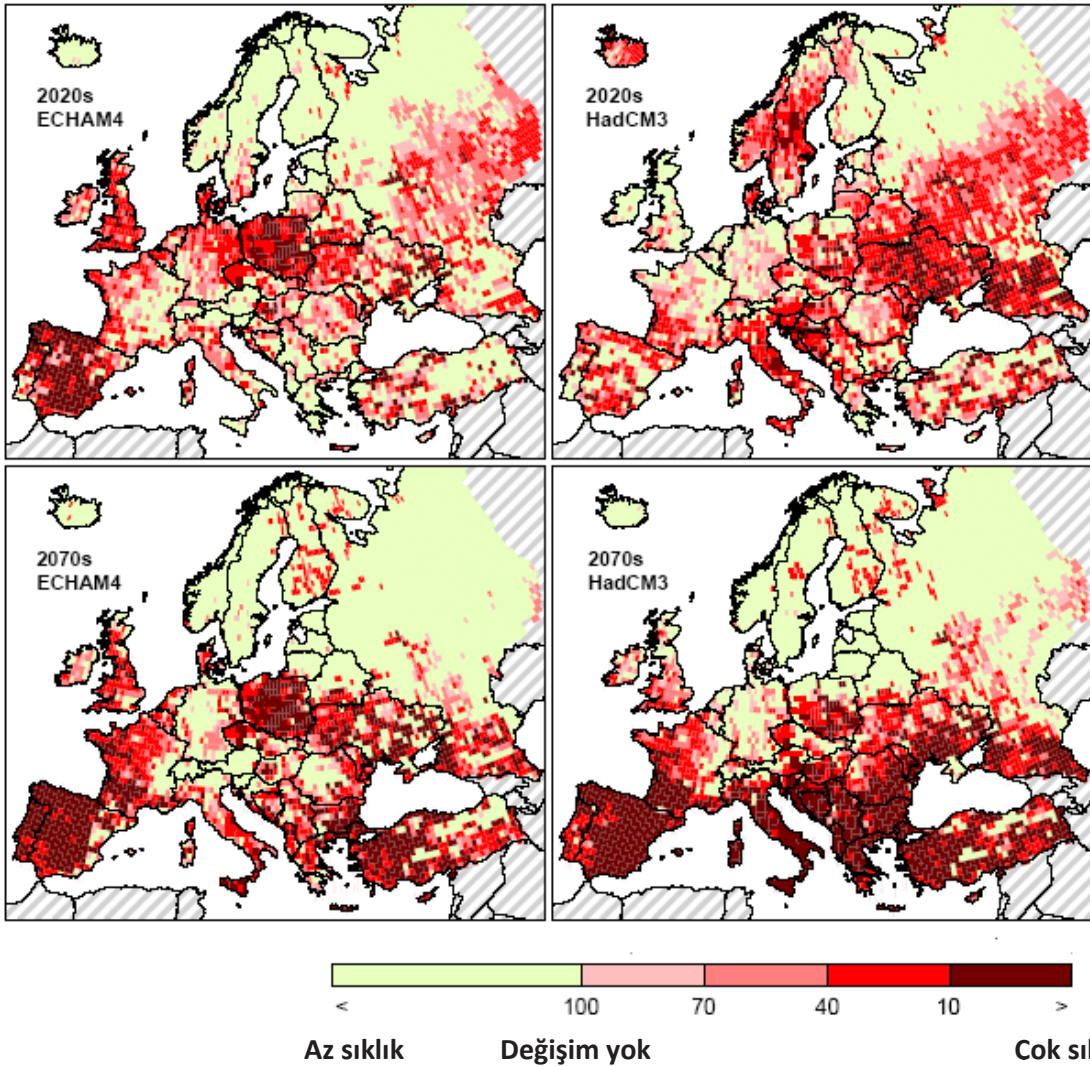
Şiddetli yağışların yerkürenin birçok bölgesinde artması büyük bir beklentidir. Yaz kuraklığının orta enlemlerdeki kıta içlerinde yükselmesi beklentisi de bulunmaktadır (Şekil 1). Avrupa'daki yağış aşırılıkları değişikliklerine ilişkin son çalışmalar günlük yağış olaylarının şiddetlerinin yıllık ortalama yağışın azalacağı bölgelerde bile baskın bir şekilde artacağına birleşmektedir (Giorgi vd., 2004; Räisänen vd., 2004; Christensen ve Christensen, 2003; Kundzewicz vd., 2004). Giorgi vd. (2004) çalışmalarına göre yağmurlu günlerin sayısı azalacak ve bu durum batı ve orta Avrupa kışları hariç diğer dönemlerde daha uzun kurak dönemlere yol açabilecektir. Avrupa'da yoğun yağışlı günlerin sayısının artacağı tahmin edilmektedir (Kundzewicz vd., 2004).

Palmer ve Räisänen (2002), 20. yüz-

yıl CO<sub>2</sub> oranlarına sahip kontrol akışı ile CO<sub>2</sub>'de geçici artışa sahip gruplar arasındaki modellenmiş farklılıkları analiz ederek, CO<sub>2</sub> miktarının günümüzden 61-80 yıl sonra bu gidişle şimdikininki iki katına çıkacağını hesaplamıştır. Avrupa'da çok yağışlı kış riskinde önemli bir artış ve Asya muson bölgesinde de çok yağışlı muson mevsimini öngörmüşlerdir. Modellenen sonuçlar normalin üzerinde iki standart sapmayı aşan toplam kuzey kış yağışı ihtimalinin Avrupa'nın geniş bölgelerinde önemli ölçüde artacağını göstermektedir. Mesela, İngiliz adalarının bazı bölümlerinde ve Baltık Denizi havzasında 5 katın üzerinde artış beklenirken Rusya'nın bazı bölgelerinde bu artış 7 katın bile üzerine çıkacaktır.

Milly vd. (2002) analiz ettikleri 16 geniş havzadan (200.000 km<sup>2</sup>'nin üzerinde) 15'inde 100 yıllık kontrol taşkınının CO<sub>2</sub>'nin dört katına çıkmasının sonucu olarak çok daha sık aşıldığını gösterdiler. Bazı bölgelerde kontrol akışı olarak verilen 100 yıllık taşkın çok daha sık hale geleceği hatta 2 ila 5 yılda bir gibi bir sıklıkta meydana geleceği ve kuzey Asya'da özellikle önemli artışların görüleceği tahmin edilmektedir. Bu değişikliklerin doğal iklim değişkenliğine bağlı olması ihtimalinin küçük olduğunu da belirlediler.

Avrupa'nın büyük bir kısmında taşkın ve kuraklık riskinde IPCC IS92a senaryosu altında (SRES A1'e benzer) 2020'ler ve 2070'lerde önemli değişiklikler beklen-



Şekil 2. 100 yıllık kuraklık tekrarlamasındaki değişiklikler günümüzün iklim ve su kullanımı (1961-1990) ve 2020'ler ve 2070'ler için benzetimler arasındaki karşılaştırmalara dayalı olarak hesaplanmaktadır (ECHAM4 ve Had CM3 iklim modelleri salınımları senaryosu IS92a ve "işler yolunda" su kullanımı senaryosu). Değerler Water GAP 2.1 ile hesaplanmıştır (Lehner, 2005).

mektedir (Lehner, 2005). Sel ve taşkın sıklıklarının artmasına en çok eğimli bölgeler kuzey ila kuzeydoğu Avrupa'dadır. Buna karşın güney ve güneydoğu Avrupa kuraklık sıklıklarında önemli artışlar göstermektedir. İklim değişikliğinin ECHAM4 ve HadCM3 modeli ile hesaplandığında durum budur (Şekil 2).

Eleştirel bölgelerde günümüzün 100 yıllık kuraklık ve taşkınlarının şiddeti

2070'lerde her 10-50 yılda bir meydana gelecektir. Bu araştırma sonuçları yalnızca aylık yağış (ve hava sıcaklığı) değerlerindeki değişikliklere dayanmaktadır. Günlük ölçekte yağış değişkenliğinde gelecekte beklenen değişiklikler dikkate alınmamıştır. Bu yüzden taşkın sıklıklarındaki artışların az hesaplanmış olması ihtimali yüksektir.

Daha fazla dinamik demografik büyümenin görüldüğü 21. yüzyıl su kıtlığı çağının habercisidir. Kuraklıklar sadece fizik ve doğal olaylar olarak görülmemelidir (Kundzewicz vd., 2002). Doğal şartlar ve insan faktörleri ile toplama havzasındaki depolama kapasitesindeki azalma, yerüstü örtüsünde olumsuz değişiklikler ve arazi kullanımı, su talebi ve arzı ile tüketimindeki değişiklikler arasındaki etkileşimden fiilen sosyo-ekonomik etkiler doğabilir. Nehirlerden su çekilmesi düşük akış ortamında büyük öneme sahip bir süreçtir. Bu yüzden su tüketimi kuraklığın etkisini etkin biçimde artırmaktadır.

Güney Avrupa'daki yaz yağış azalmaları artan hava sıcaklığıyla birleşerek buharlaşmayı artırmakta ve bu durum kaçınılmaz olarak daha sık ve daha yoğun kuraklıklara götürmektedir. Artan hava sıcaklığı özellikle azalan yağışa ilave edildiğinde kuraklıkların şiddetinde artışa yol açacaktır. Daha fazla yağmur ve daha az kara sahip daha sıcak kış şartları, daha erken kar erimesi ve daha az görülen kar bitkileşme mevsiminde kuraklık risklerinin artışına yol açması beklenmektedir.

Taşkınlar ve sel basması altında kalan eşyaların sigortalı olmaması mal sahiplerine taşkından sonra ikinci bir sıkıcı ve düşündürücü durum olur. Toplumda yangın, araba kazası gibi afet durumları için sigortalama oldukça yaygın olmasına karşılık taşkın sigortası yok denecek kadar azdır. Aslında dünyada taşkından etkilenen kişilerin sayısı ve malların miktarı diğer doğal afetlerden fazladır. Taşkınlarla sigortanın bulunmamasının esas sebebi acaba müşteri olabilecek kişi veya kuruluşlarda mı, yoksa sigorta şirketlerinin kendi politikalarında mıdır? Buna karar verebilmek için bir riskli durumun sigortalanmasında nelerin göz önünde tutulmasının gerektiğine bakmak gerekir. Gelecekte olabilecek iklim değişikliği etkileri ile daha da artması beklenen taşkın ve kuraklık risklerine karşı gerekli tedbirlerin alınması yanında sigortalama işlerinin de yapılması tavsiye edilmektedir. Sel, taşkın ve kuraklık gibi doğal afetler sebebi ile risk altında olan çok sayıda kişilerin bir araya gelerek dayanışması ile risk bilinci olan bir topluluk meydana gelir. Bir bölgede bulunan gayrimenkullerin taşkına maruz kalan miktarı %1 civarında bile olsa bu hem sigorta eden hem de edilen açısından ekonomik olmayabilir. Bu taşkın sigortalarının çok az olmasının bir sebebidir.

## KAYNAKLAR

- Black, A. R., & Burns, J. C. Re-assessing the flood risk in Scotland, *Science of the Total Environment*, 294, 169-184, 2001
- Becker, A. & Grünewald, U. (2003) Flood risk in Central Europe. *Science* 300. 1098–1099.
- Beniston, M., and Diaz, H.F., 2004: The 2003 heat wave as an example of summers in a greenhouse climate? Observations and climate model simulations for Basel, Switzerland. *Global and Planetary Change*, 44, 73-81
- Beniston, M., 2004: The 2003 heat wave in Europe. A shape of things to come? *Geophysical Research Letters*, 31, 2022-2026.
- Buzin, V.A., A.B. Klaven, Z.D. Kopoliani, V.N. Nikitin and V.I. Teplov, 2004: Results of the studies of the ice jam generation processes and the efficiency of the Lena river hydraulic model at Lensk. *Proceedings of the 17th International Symposium on Ice, St. Petersburg*, Vol. 3.
- Christensen, J.H, and O.B. Christensen, 2003: Severe summertime flooding in Europe, *Nature*, 421, page 805.
- Dixit A., 2003: Floods and Vulnerability: Need to Rethink Flood Management, *Natural Hazards*, 28, pages 155-179.
- Douglas, E. M., Vogel, R. M. & Kroll, C. N. (2000) Trends in floods and low flows in the United States: impact of spatial correlation, *J. Hydrol.*, 240, 90-105.
- Frolov A.V., Borshch S.V., Dmitriev E.S., Bolgov M.V., Alekseevsky N.I. (2005) Dangerous hydrological events: methods for analysis and forecasting, mitigation of negative results. – Proc. of the VIth All-Russia Hydrological Congress. Vol.1. St Petersburg (in press in Russian).
- Giorgi, F., X. Bi and J. Pal, 2004: Mean, interannual variability and trend in a regional climate change experiment over Europe. II: climate change scenarios (2071-2100). *Climate Dynamics*, DOI 10.1007/s00382-004-0467-0.
- Hydrological Sciences Journal–Journal Des Sciences Hydrologiques* 47: 563–572.
- Kundzewicz, Z.W., 2002. Non-structural flood protection and sustainability. *Water International*, 27(1): 3-13.
- Kundzewicz, Z. W., Graczyk, D., Maurer, T., Przymusińska, I., Radziejewski, M., Svensson, C. & Szwed, M. (2005) Change detection in annual maximum flow. *Hydrol. Sci. J.* (in press).
- L'Hôte Y, Mah'e G, Som'e B, Triboulet JP. 2002. Analysis of a Sahelian annual rainfall index from 1896 to 2000; the drought continues.
- Lehner, B., G. Czisch and S. Vassolo, 2005: The impact of global change on the hydropower potential of Europe: a model-based analysis. *Energy Policy*, 33, 839-855. *Hydropower*
- Lehner, B., P. Döll, J. Alcamo, H. Henrichs, H. and F. Kaspar, 2005: Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental, integrated assessment. *Climatic Change*. (submitted) drought Lins, H. F. & Slack, J. R. (1999) Streamflow trends in the United States, *Geoph. Res. Letters*, 26(2), 227-230.
- Makagonova M.A. (2004) Long-term and extreme water resources characteristics in the Maritime Territory in the condition of the changing climate. - The VIth All-Russia Hydrological Congress. Abstracts of papers. Section 3, p. 218-219 (in Russian).
- Milly P.C.D., Wetherald R.T., Dunne K.A. and Delworth T.L. (2002) Increasing risk of great floods in a changing cli-



- mate. *Nature*, 415(6871), 514–517.
- Mohapatra, P.K and R.D. Sigh, 2003: Flood Management in India, *Natural Hazards*, 28, pages 131-143.
- Mudelsee, M., Börngen, M., Tetzlaff, G. & Grünewald, U. (2003) No upward trends in the occurrence of extreme floods in central Europe. *Nature*, 421, 166-169.
- Ozer, P, Erpicum, M. Demarée, G. & Vandiepenbeeck, M. (2003) The Sahelian drought may have ended during the 1990s. Discussion of “Analysis of a Sahelian annual rainfall index
- Palmer, T. N. & Räisänen, J. (2002) Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate, *Nature*, 415, 512-514.
- Räisänen, J., U. Hansson, A. Ullerstieg, R. Döscher, L.P. Graham, C. Jones, H.E.M. Meier, P. Samuelson and U. Willén, 2004: European climate in the late twenty-first century: regional simulations with two driving global models and two forcing scenarios. *Climate Dynamics*, 22, 13-31.
- Schär, C. and G. Jendritzky, 2004: Hot news from summer 2003. *Nature*, 432, 559-560
- Şen, Z., (2008). İklim Değişikliği İçerikli Kuraklık Âfet ve Modern Hesaplama Yöntemleri. Su Vakfı Yayınları.
- Şen, Z., (2008). “İklim Değişikliği İçerikli Taşkın Âfet ve Modern Hesaplama Yöntemleri”, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Tumanovskaya S.M. (2004) Methodological problems of floods in rivers (the Kuban river case study). - The VIth All-Russia Hydrological Congress. Abstracts of papers. Section 2, p. 60-62 (in Russian).
- Vishnevsky V.I. & Kosovets A.A. (2004) Climate change impact on hydrological river regimes in the Ukraine. - The VIth All-Russia Hydrological Congress. Abstracts of papers. Section 3, p. 223-224 (in Russian).
- Zhang, X., Harvey, K. D., Hogg, W. D., Yuzyk, T. R. (2001) Trends in Canadian streamflow, *Water Resour. Res.*, 35, 987-998.
- Zhang, X., Harvey, K. D., Hogg, W. D., Yuzyk, T. R. (2001) Trends in Canadian streamflow, *Water Resour. Res.*, 35, 987-998

**SU VAKFI TAŞKIN KÜLLİYESİNDE  
DAHA ÖNCE YAYINLANAN BÜLTENLER**

SAYI 2	<b>Taşkin Tasarım Debisi ve Önemi</b> <i>Zekai ŞEN</i>
2017 Ocak (January)	
TÜRKÇE	
SAYI 1	<b>Flood and Risk Calculation</b> <b>Taşkın ve Risk Hesaplaması</b> <i>Zekâi ŞEN</i>
2016 Aralık (December)	
İNGİLİZCE	

*Tüm Su Vakfı bültenlerini <http://bulten.suvakfi.org.tr> adresinden bilgisayarınıza indirebilirsiniz.*



SU VAKFI

Libadiye Cad. Doğanay Sokak No:6 Kat:4 Üsküdar İstanbul  
Tel: (216) 412 3383 - Faks: (216) 412 3390  
suvakfi@suvakfi.org.tr - www.suvakfi.org.tr