

CLIMATE CHANGE AND TÜRKİYE

Zekâi ŞEN

ABSTRACT

The chemical components of the troposphere, which is the lower layer of the atmosphere, are changing as a result of the release of greenhouse gases such as carbon dioxide and methane into the atmosphere as a result of the use of fossil-based energy sources, which are needed as an energy source in human activities in the fields of social, economic, water resources, energy, agriculture and industry. As a result, climate change and variability occur. In this article, together with the definition of climate change and its variability in general, its effects on different sectors, including socio-economic status and water resources are determined particularly for Türkiye. In addition, measures and adaptation principles that can be taken against climate change in Turkey were mentioned and necessary recommendations were made.

Keywords: Climate, Change, Variability, Energy, Water Resources Adaptation, Socio-Economics.

Prof. Dr., İstanbul Medipol Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

Mail: zsen@medipol.edu.tr

 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8926-1247>

Makale Atıf Bilgisi: Şen, Z. (2022). "İklim Değişikliği ve Türkiye", *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 1. Sayı: 1. ss. 1-19.

Makale Türü: Derleme
Geliş Tarihi: 20.01.2022
Kabul Tarihi: 29.01.2022
Yayın Tarihi: 20.02.2022
Yayın Sezonu: Ocak 2022

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TÜRKİYE

Zekâi ŞEN

ÖZ

Sosyal, ekonomik, su kaynakları, enerji, tarım ve sanayi alanındaki insan faaliyetlerinde enerji kaynağı olarak ihtiyaç duyulan fosil kökenli enerji kaynaklarının kullanılması sonucunda karbondioksit ve metan gibi sera gazlarının atmosfere salımı sonucunda atmosferin alt tabakası olan troposferin kimyasal bileşenleri değişmektedir. Buna bağlı olarak iklim değişikliği ve değişkenliği ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada genelde iklim değişikliği ve değişkenliğinin tanımlanması, özelde ise Türkiye’de değişik sektör, sosyoekonomik durum ve özellikle de su kaynakları üzerindeki etkilerine değinilmiştir. İlaveten Türkiye özelinde iklim değişikliğine karşı alınabilecek tedbir ve uyum ilkelerinden söz edilmiş ve gerek görülen tavsiyelerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İklim, Değişiklik, Değişkenlik, Enerji, Su Kaynakları Uyum, Sosyoekonomi.

Giriş

Yeryüzünde insanın var olabilmesi için iklimin uygun ve su kaynaklarının yeterli olması gerekir. Özellikle atmosferde, canlıların hayatlarını sürdürebilmesi için değişik kimyasal bileşenlerin belli oranlarda bulunması gerekir. İklimin en önemli kimyasal bileşenlere sahip olan atmosferin bu tabakasındaki hareketliliğin nedeni ise güneş ışınımı enerjisidir. Özellikle atmosferin ortalama kalınlığı 10 km kadar olan alt tabakasındaki (troposferdeki) su buharı (nemlilik), karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gazlarının çok düşük yüzdelerde bulunmasına karşılık, canlıların hayatında en etkin rolü bu tabaka oynamaktadır. İşte atmosferin bu alt tabakasının değişik insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kirlenici salınımları (emisyon) zaman içinde dengeli bir biçimde hazmetmesi gerekir. Bir dengesizliğin baş göstermeye başlaması ile çevre ve doğayı rahatsız edici etkiler ortaya çıkabilmektedir. Böylece sadece troposfer değil, içindeki canlılar ile hayatın en elzem maddesi olan su kaynaklarında bazı bölgelerde miktar olarak gereğinden fazla azalma (kuraklık) veya çoğalma (taşkın) ve su kalitesinde değişme gibi istenmeyen etkiler ortaya çıkabilir.

Atmosfer kimyasının zaman zaman farklılaşması sonucunda iklim değişikliği yerkürenin yaklaşık 4.5 milyar senelik tarihi boyunca ortaya çıkagelmiştir. Bunun en önemli belgeleri bir arazi gezisi ve çalışması ile jeoloji, yüzey şekilleri (jeomorfoloji), coğrafya ve iklimle ilgili durumların gözden geçirilmesi ile anlaşılabilir. Milyonlarca sene önceki doğal iklim değişiklikleri sonucunda bugün insanların ihtiyacı olan temiz hava, tatlı su kaynakları, petrol, kömür yatakları ile yeraltı ve yer üstü servetleri ortaya çıkmıştır. Dünya bugüne kadar 4.5 milyar senelik ömrü boyunca hiç iklim değişikliğine maruz kalmazdı her şey ilk yaratıldığı biçimde ve miktarda kalacak ve yeryüzünde hayatın sürdürülebilmesi belki de mümkün olamayacaktı. Kur'an-ı Kerim'de Allah insanların hayatlarını sürdürebilmeleri için kâinatın hazırlandığını ve doğal olan her şeyin belirli elastik sınırlar içinde kalmak üzere denge halinde varlığa sunulduğunu açıklamıştır. Bu sınırlar kırılabilir yani kesin olsaydı dünyada yaşamak mümkün olmazdı. İşte bu elastik sınırlar bir doğal denge içinde her şeyin değişimine ve gelişmesine müsaade etmektedir. Petrol kaynakları aslında geçmişteki doğal iklim değişikliğinin bugün için var olan kalıntılarından başka bir şey değildir. Petrol yataklarının var olduğu çöl bölgeleri milyon yıllar öncesi jeolojik zaman dilimlerinde orman ve yeşillik mıntıklarının olduğu bugün bilimsel çalışmalar sonucu anlaşılmıştır. Ortaya çıkan doğal iklim değişiklikleri sonucunda insanoğlu, hayatını devam ettirebilmek için su kaynaklarının kolay ve bol bulunduğu yörelere doğru göç etmiştir.

Bugünkü insan faaliyetlerinin sebep olduğu iklim değişikliğinin ilk olarak su kaynaklarını etkileyeceği kabul görmektedir. Bundan yaklaşık 8-10 bin sene önce dünyamızın birçok yeri buzullarla kaplı ve insanoğlu ren geyiklerini avlayarak et

yiyci olarak hayatını sürdürmekteydi (Timuçin, 2000). O devirlerdeki doğal iklim değişikliği sonucunda buzullar eriyerek kutup bölgelerine çekilmiştir. İnsanlar göçebelik yerine yerleşik düzene geçmiş, bitki yetiştirme becerisi sonucunda tarım yapmayı öğrenmiş ve zamanla yiyecek türü etten bitkiye doğru kaymıştır. Doğal iklim değişikliği insan hayatı, gıdası, barınması ve korunmasında köklü değişikliklerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Gelecekte ortaya çıkabilecek iklim değişikliğine karşı önceden plan ve projeler geliştirerek hazırlıklı olmakta yarar vardır. Bugün için başlamış görülen ve yakın gelecekte etkisi gittikçe artması beklenen iklim değişikliğinin ana sebepleri arasında insan kaynaklı etkiler bulunmaktadır.

Kısa süreli (1-3 gün) meteoroloji hava olayları ve çok daha uzun zaman sürelerindeki ortalamalarının (en az 10-yıl, tercihen 30-yıl) ifadesi olan iklimin belirsizlik içeren kısımları vardır. Bugünkü iklimin değişmesi bu iki bileşendeki değişimlere bağlıdır. Kısa sürelerde meteorolojik olayların, uzun sürelerde de iklim değişikliği etkisi sosyoekonomik hayatta önemlidir. İklimdeki bu değişikliklerden meteorolojik olayların buhranlı (kaotik) olduğu sonucuna varılarak insanlığın iklim değişmelerini kesin olarak tahmin edemeyeceği anlaşılmaktadır. İklimin ancak ortalama davranış biçimlerini ifade eden gidişler (genel temayüller, trendler) ortaya çıkarılmak sureti ile bazı genel hükümlere varmak mümkündür.

İklimdeki doğal değişimler yaklaşık son 150 yıl öncesine kadar insanların sosyoekonomik ve günlük hayatlarına tesir etmekte idi ama bugün insanın kendisi de doğal olmayan biçimde çevresine ve özellikle de iklime tesir eder hale gelmiştir. Bu tür etkiler daha önceki asırlarda da çok küçük ölçeklerde vardı ama bunların yığılımlı etkileri bile insanlar tarafından hissedilemeyecek kadar küçük kalmıştır. Özellikle 19. yüzyılda başlayan sanayi devrimleri ile beraber insan refahını artıran bilimsel ve özellikle de teknolojik yenilikler ortaya çıkmıştır. Ama aynı zamanda bu devrimler, neden oldukları kirletici unsurların atmosfere salımına da neden olmuştur. Böylece 1970 yıllarından itibaren bu devrimlerin tüm doğa olaylarına zararlı yönde etkisi olduğu anlaşılmaya başladı. O günden itibaren de gittikçe artan eğilim (trend) ile insanlığın hayat mücadelesinde ilk sıraya doğru yükselmiştir. Bütün dünya ülke ve topluluklarını alakadar eden iklim değişikliği eğiliminin tartışılması, uyum ve gerekli tedbirlerle etkilerinin azaltılması ve uzun vadede (2050 yılına doğru) ortadan kaldırılması veya daha zararsız (yumuşak) hale getirilmesi için ulusal ve uluslararası ortak çözümler üretmek üzere değişik toplantılar düzenlenmektedir. Bunlar içerisinde UNESCO ve Dünya Meteoroloji Teşkilatının (WMO), 1988 yılında ortaklaşa kurdukları Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) en önde gelmektedir. Bu panel 1989 yılında ilki olmak üzere 1996, 2001, 2007, 2014 ve 2021 yıllarında yaptığı toplantılar sonucunda

tüm dünyayı bilinçlendirmek için raporlar yazarak kamuoyunun, politikacıların ve ilgili kuruluş ve kişilerin insanlığın ortak sorunu olan iklim değişikliği ve bunun orta ve uzun vadede ortaya çıkarabileceği sorunlar hakkında bilgiler sunmuştur. IPCC görüş ve tekliflerinin uygulama yükümlülüğünde olan hükümetler ve onlara bağlı kamu kuruluşları tarafından yerel öneri ve teklifler ile yerel kapsamlı bir iklim değişikliği raporu ortaya çıkarır.

Ülkemizde bakanlıklar arasında eşgüdümü sağlayacak biçimde T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı görev almaktadır. Son olarak İstanbul Medipol Üniversitesini İklim Değişikliği Merkezi (İKLİMER) tarafından 2017 yılında başlanılarak 2021 yılında tamamlanmış olan "Sera Gazı Ulusal Katkı Hedefinin Gerçekleştirilmesi için Kapasite Geliştirme ve İzleme Projesi" ile enerji, sanayi, tarım, ulaştırma, yapı, atık, ekonomi konuları ile ilgili tüm kamu kurum ve kuruluşları ile ilgili bakanlıkların önceki rapor, protokol ve belgeleri göz önünde tutularak Türkiye Cumhuriyetinin 2050 yılına kadar iklim değişikliği ile mücadele ve uyum çalışmalarının temelleri belirlenmiştir. İstanbul Medipol Üniversitesi tarafından Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın denetiminde yaptığı "Sera Gazı Ulusal Katkı Hedefinin Gerçekleştirilmesi için Kapasite Geliştirme ve İzleme Projesi"nin en önemli hedefi Türkiye Cumhuriyeti'nin Ulusal İyi Niyet Belgesi'nde ortaya koyduğu ilkelerle Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve Kyoto Sözleşmesi'ne uyan yükümlülüklerini yerine getirilmesi planlanarak Sera Gazı Salımlarının (SGS) uzatım (projeksiyon) ve sektörel çözümlerinin (analizlerinin) ortaya konulmasıdır.

Yukarıda bahsedilen bütün iş ve planlamaların bir örgünlük içinde yapılması için uluslararası düzeyde kullanılan model yazılımlarından ülkemize en uygun olanının seçilip bazı uyarlama ve değişiklikler de yapılarak kullanılması yoluna gidilmiştir. Model seçiminde toplanan veriler, bilgilerin tesirleri ve ilave olarak verilerin çeşitliliği ve özellikleri de göz önünde tutulmuştur. Veri çeşitliliği aşağıdaki noktaları ihtiva etmektedir.

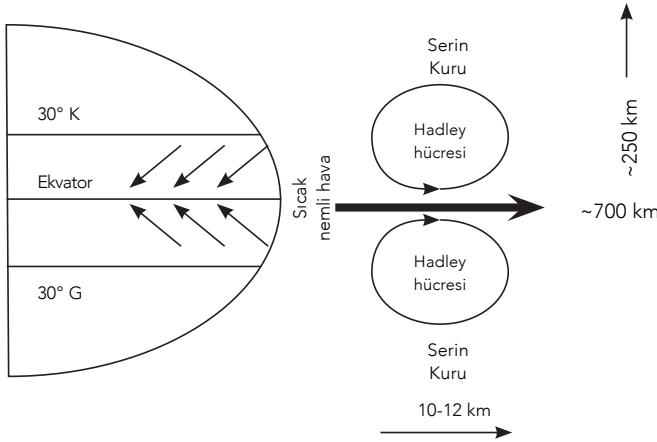
1. Birincil enerji kaynakları (petrol, kömür, doğal gaz); bunların kullanılabilir enerjiye çevrim teknolojileri; üretilen enerjinin sektör alanlarına taşınması; her bir sektör tarafından talep edilen enerji miktarı,
2. Sektör ve enerji kaynaklarına göre belli bir yılı esas (referans) alarak enerji akış miktarlarının belirlenmesi,
3. Enerji üretim ve nakil sistemlerinin fiyatlarının belirlenmesi,
4. Akaryakıt, kömür, doğal gaz ve elektrik enerjisi talep uzatımları (projeksiyonları),
5. Proje planlama süresince alternatif kaynak ve sektörel teknoloji seçeneklerinin belirlenmesi ve bunlarla ilgili maliyet ve verimlilik miktarlarının belirlenmesi,

6. Nüfus tahminleri ve buna bağlı olarak Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) miktarlarının hesaplanması,
7. Ekonomik modelin uygulanması sırasında teknik, SGS ve politik açılardan ortaya çıkacak sınırlamaların belirlenmesi,
8. Enerji yoğunluğu olan sektörlerin (asgari olarak elektrik, çimento, demir-çelik, kimya, gıda, motorlu taşıt üretimi, kâğıt ve cam sektörlerinin ayrımı yapılarak) üretim miktarlarının tahmin edilmesi. Ulaştırma sektöründe taşıt çeşit, sayı ve yaşlarının tahmin edilmesi,
9. Tarım sektöründe üretim tahmini ile kullanılacak gübre çeşit ve miktarlarının tahmini,
10. Tüm sektörlerden ortaya çıkan atıkların miktar ve yönetimine ilişkin tahminlerin yapılması,
11. Arazi kullanım ve arazi kullanım değişimi ile orman sektörlerinin iklim değişikliği verileri olarak toplanması ve ekonomi modeline yansıtılması,
12. Konut ve kentsel dönüşüm çalışmalarında değişik faaliyet (ısıtma/soğutma, aydınlatma, elektrikli aletlerin kullanımı vb.) alanlarında enerji talep tahminlerinin yapılması.

Bu veriler bir proje kapsamında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan talep edilebilir.

İklim Kuşakları Kayması, Kuraklık ve Taşkınlar

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).



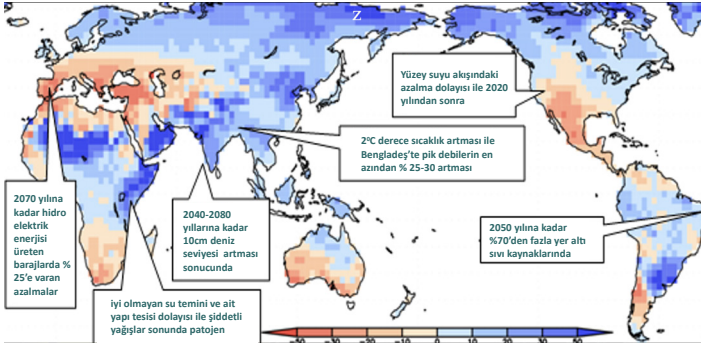
Şekil 1: Kurak kuşakların kuzeye kayması

Bu durum, Türkiye iklim bölgelerini yakından etkileyerek güney bölgelerimizin daha kurak hale gelmesine sebep olabilecektir. Bunun bütün olarak özellikle yaz aylarındaki etkisi Arap Yarımadası'nın devamı olarak Suriye kurak alanlarının Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu ve Ege bölgeleri ile zaman zaman birleşerek daha yaygın ve etkin bir hale gelmesine de sebep olabilecektir.

Eskiden (yaklaşık 25-30 sene önce) hidrolojik ve meteorolojik açıdan yapılan kayıtların gelecekte de aynı ortalama davranışları göstereceği kabul edilerek su tasarımlarının yapılması yoluna gidilirdi. Bugün insan kaynaklı etkilerin işin içine girmesi ile artık geçmiş verilerin geleceği olduğu gibi temsil edemeyeceği sonucuna varılmıştır. Artık geçmiş geleceğin aynası değildir. Başka bir ifade ile geçmişteki hidrometeorolojik olayların (yağış, taşkın, kuraklık, yeraltı suyu beslenmesi vb.) davranış biçimlerini temsil eden parametreler gelecekteki hidrometeorolojik olayların davranış biçimlerini temsil edemeyecektir. Bunun böyle olduğu son yıllarda sıcaklık kayıtlarında ortaya çıkan artış gidişleri (trendler) ile yağış ve akış kayıtlarında görülen özellikle artan ve bazen de azalan gidiş bileşenlerinin somut olarak gözlemlenmesidir (Şen, 2017).

Burada doğal iklim değişikliğine ilave olarak yapay iklim değişkenliğinden (insan kaynaklı faaliyetler) de söz edilecektir. Zira yapay iklim değişkenliğinin kuraklık süre, büyüklük ve şiddetlerine tesiri vardır. Kuraklığın yağışa bağlı türlerinden birincisi sürekli kuraklık (çöl, kurak ve yarı-kurak bölgelerde), ikincisi mevsimlik kuraklık (astronomik etkiler), üçüncüsü düzgün olan kuraklık (doğal etkiler veya iklim değişikliği), dördüncüsü ve en belirsiz ve zararlı olanı düzgün olmayan (rastgele) kuraklıktır.

İklim değişikliği IPCC (2001, 2007, 2013) raporlarında iklim değişikliği konusunda yayınlanmış binlerce bilimsel eseri dünyaca uzman kişilerin süzgecinden geçirerek iklim değişikliğinin etkileri, uyum (adaptasyon) ve maruz kalma stratejilerini tatlı su kaynakları açısından belirlemiştir (Kundzewica vd. 2007). Sıcaklık, buharlaşma ve tartışmalı olan yağış değişimlerine göre yüzey akışı ve yeraltı suyu beslenmelerinde ortaya çıkabilecek değişimlerin dağılımları belirlenmiştir (Chiew, 2006). Hidrolojik süreçlere iklim değişikliğinin bazı etkileri belirlenerek geleceğe yönelik öngörmeler de yapılmıştır (Rozenzweig vd. 2007). Bu değişimler bölgesel ve mevsimlik olabilmektedir. Şekil 2 su bağlantılı iklim değişikliğine maruz kalabilecek hedef bölgelerin gelecek yıllardaki durumunu göstermektedir. Bu şekil çeşitli iklim değişikliği senaryolarından elde edilmiş sonuçların ortalamaları esas alınarak hazırlanmıştır (Nohara vd. 2006).



Şekil 2: Tatlı su kaynaklarına iklim değişikliğinin tesirini gösteren harita (Kundzewicz vd. 2007)

Bu haritaya göre yüzeysel su akışı bazı akarsu havzalarında iyileşirken bazılarında da istenmeyen yönde etkilenme vardır. İklim değişikliğinin bazı yörelerdeki faydasına karşılık bazı yörelerde de zararları beklenmektedir. Bu asrın yarısına doğru yıllık ortalama nehir akışı ve su varlığının orta enlemlerdeki alt tropik (Türkiye'nin bulunduğu iklim kuşağı) ve tropik bazı kurak bölgelerde %10 ile %30 arasında azalması beklenirken, sulak olan yüksek enlemlerde (kutup bölgelerine doğru) %10 ile %40 arasında artışların olması beklenmektedir (Milly vd. 2008). Önceki cümle ve Şekil 1'de gösterilen iklim kuşakları kaymalarına göre Türkiye'nin güney kısımlarında kuraklık şiddet, süre ve etkileri artarken kuzey kısımlarında ise taşkınların artması beklenmektedir. Bugün için kurak ve yarı-kurak alanlarda mevcut olan su sıkıntılı sorunlar ve su kaynaklarının varlığında beklenen azalmalar dolayısı ile ilave zararlar görmesi de beklenmektedir.

Kış mevsimlerinde yağışların yağmurdan kara kayması, sıcaklıkların da artması ile birçok kara ve dağlık bölgede yüzey akışı debilerinin tepe noktalarının zamanla daha erken ortaya çıkması söz konusudur. Bu durum kurak süreleri arttıracak bir etkiyi de beraberinde getirmektedir. İlkbahar kar erime zamanlarında görülen erkenleşme bu mevsimdeki yüzeysel akışın azalarak kış mevsimine doğru kaymasını göstermektedir. Küresel ısınma ile buzulların geri çekilmesi sonucunda yüzey akışı kısa zamanda artar, ama buzulların ortadan kalkması ile de azalır. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde su miktarlarında azalmalar görülür. Böylece daha uzun süreli ve şiddetli kuraklıkların ortaya çıkması beklenebilir. Dünyada yaklaşık bir milyardan fazla kişi dağlardaki kar ve buzulların erimesi sonucu su kaynaklarının beslendiği bölgelerde yaşar ve buralarda yüzey sularının akış zamanında ortaya çıkan kaymalar sonucunda su kaynaklarının kullanımında bazı sorunlar da belirir. Bu durum, Türkiye'de Dicle ve Fırat nehirlerinin debilerinin gerek miktarını gerekse tepe debisi görünme zamanını etkileyebilecektir.

İklim değışikliği ve özellikle değışkenliği tesirleri ile taşkın sıklık ve şiddetlerinde de değışikliklerin olması şimdiden öngörülmektedir. Şiddetli yağışlardan sonra ortaya çıkan yüzey akışının hacminde artmalar beklenmektedir. Bu durum Türkiye’de özellikle Akdeniz ve Karadeniz (Batı ve orta) kısımlarında son zamanlarda sıkça ortaya çıkmaktadır. Yağış şiddetinde artış beklenen bölgelerde taşkın miktar ve sıklıklarında da artışların ortaya çıkması beklenmektedir. Buna karşılık yağış şiddetinin azalacağı birçok bölgede kuraklık sıklık ve şiddetinin artması beklenmektedir. Türkiye’de buna en güzel misal İç Anadolu bölgesidir. Genel olarak, bu asrın sonlarına doğru kuraklığın etkilediği alanların artması beklenmektedir. Bazı su toplama alanlarında da taşkın ve kuraklıkların birbiri ardına sıra ile artması da mümkündür.

İklim Değişikliği ve Sosyoekonomik Sorunlar

Gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılmasına engel olmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılamak hedefi ile iklim değışikliğine karşı gerekli uyum, azaltım ve mücadele yöntemlerinin ortaklaşa bir şekilde yerel konumlara uygun bir şekilde geliştirilerek sürdürülebilir kalkınmayı devam ettirebilecek uygulamalara öncelik verilmelidir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı sınırları içinde teknoloji ve çevre kaynakları ile ilgili mevcut sosyal kurumların insan faaliyetlerini iklim değışikliğini azaltabilecek şekilde yönlendirmesi önem kazanır. Mesela, yoksulluk kendi içinde bir sorun olabilir ancak sürdürülebilir kalkınma herkesin en temel ihtiyaçlarının sağlanmasını zorunlu kılar ve insanların daha iyi bir hayat sürmesi için gereken fırsatları sunmak için çalışır.

Tatlı su ekosistemleri, dünyada kırsal kesimde yaşayan birçok kişinin hayatını sürdürmesini sağlayarak her topluma çok değerli mal ve hizmetlerin ulaşmasını mümkün kılar. Dünyada en çok tehdit edilen ekosistem su ile ilgili olandır. Su kaynaklarının etkin ve yetkin bir biçimde yönetilememesi halinde bunların tükenmeye yüz tutmaları ile çevre sorunları baş gösterebilmektedir (Örnek: Orta Asya’daki Aral Gölü). Ülkeler kalkınma planlarını sürdürebilmek konusunda öncelikle doğal kaynakların tükenmesi ve çevre bozukluklarının önüne geçebilme konularında sorunlar yaşamaktadır. Ülkelerin ekonomileri geliştikçe kalkınma süreçlerini sürdürülebilir bir hale getirebilmek konusuna yoğunlaşmaları gerekir ki ortaya çıkabilecek sorunlar gittikçe azaltılabilsin. Bu konuda bilhassa tatlı su ekosistemleri, maruz kalabileceği küresel ısınma ve iklim değışikliği etkilerinden uzak tutulmaya çalışılmalıdır.

Su sınırsız bir kaynak değildir, hidrolojik dönüşüm sayesinde yenilenebilir ve sürdürülebilir bir nitelik kazanmaktadır. Su yönetimi birbiriyle çatışan talepleri dengeleyecek biçimde gerçekleştirilmelidir. Geçmişte su kaynaklarının yönetimi öncelikle hanelere, sanayi kuruluşlarına ve tarım kullanımına yönelik mevcut talepleri karşılama odaklıydı. Kısa süre öncesine kadar çoğu bölgede su

kullanımını azaltmaya yönelik girişimlerde bulunulmuştur. Doğal kaynaklardan su çekmenin ve tüketmenin sıklaşması iklim değişikliğinin de tetikleme ile çevresel etkilerine önem verilmelidir. Bugün iklim değişikliğinin de katkıları ile sosyal kullanım (içme, kullanma, tarım, vb.) su kaynaklarının korunması, tasarruflu kullanılması ve daha iyi yönetilmesi konuları gittikçe önemini artırmaktadır. Sadece iklim değişikliği sebebi ile değil ortaya çıkan yerel ve uluslararası göçler ve nüfus artışlarına bağlı gelecekteki su talepleri konusunda büyük ölçüde belirsizlik hâkimdir. Buna rağmen, her sektörde yaşanan ihtiyaç sıkıntılarını gelecekte büyüyerek devam edecek gibi görünmektedir. Bazı ülkelerin kalkınma sürecinde su kaynakları sınırlandırıcı bir etken haline gelebilecek, bu sürede dünya tatlı su için daha da artan ve birbiriyle çatışan taleplerin sıklaştığı bir ortama girerek su kaynaklarının yönetimi konusu önemi gittikçe artan daha karmaşık bir hale gelebilecektir. Su kaynakları yönetim sürecinin ana hedefi; tatlı su kaynaklarından elde edilecek uzun vadeli ekonomik ve sosyal faydaların üst düzeye çıkarılması, aynı zamanda ekosistem süreçleri ile ve canlı çeşitliliğinin korunması konularına ayrıcalıklı önem verilmesidir.

Gün geçtikçe artan insan ihtiyaçlarının karşılanması için yerel su kaynakları (yüzey ve yüzey altı) yetersiz kalınca, yerleşim bölgelerine sulak yerlerden suyun önce biriktirilerek nakli sorunları önem kazanacaktır. Bunun için öncelikle bent, bağlama, baraj ve yeraltı barajları tesis edilerek buralardan pompa, kuyu, borular, kanallar ve tankerler vasıtası ile suyun kullanım yerlerine taşınması önem kazanır. Bütün bu faaliyetler öncesinde su miktarının korunması doğrultusunda yapılan faaliyetlerin 21. yüzyılın başında küresel ısınma ve iklim değişikliği sebepleri ile bazı eksiklik ve yetersizliklerin olduğu anlaşılmaktadır.

Geniş alanlarda yapılan büyük yapılaşma projelerin artması faydalı olan sulak, ormanlık ve tarıma elverişli alanların azalması, fosil yakıtların tüketilmesi ile atmosferin alt tabakası olan troposferin kirletilmesi sonucunda ortaya çıkan iklim değişikliği ile zaten sınırlı olan su ve arazi kaynakları konum ve zamanla gittikçe azalmaktadır. Son zamanlarda dünyanın birçok yerinde konuya duyarlı kişi ve kuruluşlar bu gidişi en azından durdurarak kontrol altına almak için çeşitli girişimlerini hükümet ve uluslararası kuruluşlar aracılığı ile yapmaya büyük çaba göstermektedir. Ülkemizde bu konuda en duyarlı bakanlıklar arasında öncelikle Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı gelmektedir.

İnsanlık medeniyetleri boyunca uğraşılan en önemli konular arasında yakın su kaynaklarını kontrol altına alarak aileler ve toplum için sosyal adaletli biçimde kullanılması, gelmiştir. Su sorunları arasında insanların taşkınlardan korunmak ve kuraklıkların etkisini en aza indirmek için çareler aradığı bilinmektedir. Mesela, tarıma elverişli alanların sular altında kalmaması için hendek ve sedde şeklinde ilk su mühendisliği yapıları diyebileceğimiz yapılara rastlanılmaktadır.

Suyun en temel medeniyet maddesi olarak zirai sulamada kullanılmasına ilave olarak kendilerine faydalı olan aşağıdaki faaliyetleri gerçekleştirmeye çalıştıkları bilinmektedir (Şen, 2008).

a) İnsanların karınlarını doyurmaları için zamanlarının büyük bir kısmını avlanmak ve yiyebilecekleri bitkileri bulabilmek için uzak yerlere gitmek zorunda kalmalarına karşılık, gelişen su medeniyeti ile artık insan kendisinin yiyebileceği bitkileri yakınlarındaki topraklarda yetiştirebilecek ziraati keşfetmiştir. Bunun sonunda istediğinden daha fazla tahıl elde ederek zamanını başka işlerde kullanabilir hale de gelmiştir,

b) Birey esaslı çalışmalar artık toplum ihtiyacının da göz önünde tutulması ile su kaynakları sisteminin ortaklaşa kullanılması, planlanması ve bakımı işlerinin yapılması yoluna gidilmiştir.

c) Su kaynakları öneminin daha da anlaşılması ile ortaya çıkacak su kullanımı sorunlarını halletmek için medeni su kanunu ve bunların ortaklaşa bir toplum içinde herkesin yararına kullanılmasının uygulanması yoluna gidilmiştir. Bu arada ortaklaşa kullanılan su kaynaklarının maliyetlerinin paylaşılması ve böylece su yapılarının korunarak bakım altına alınması çalışmaları da önem kazanmıştır.

Belirtilen bu noktaların her biri bugün için bile değişmeden her toplum ve devlette aynen devam etmektedir. Dünyanın birçok ülkesinde ziraat kendi vatandaşlarına yetecek kadar elverişli olmadığından, bazı devletler gıda maddesi olarak tarım ürünleri bakımından diğerlerine bağımlı hale gelmiştir. Bu o ülkedeki bir damla suyun bile akıllıca ve su kaynakları planlaması dâhilinde kullanılması şeklinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu bakımdan, sadece yüzeysel suların değil yeraltı suları ve yağışlardan doğrudan doğruya elde edilecek suların da (yağmur suyu biriktirmesi yani hasadı, kar erimesi gibi) dikkatle kullanılması yoluna gidilmektedir.

Bugün insan ve hayvan gücünden ziyade teknolojik aletler, yakın yerler yerine belki de şimdiki kadar hiç tarım yapılmamış kurak kuşaklarda bulunan alanların sulanması için oralara uzaklardan su taşınması ile tarım faaliyetleri daha da geliştirilmiştir. Bunların en iyi misali, bugün Türkiye'nin Güneydoğu bölgesinde başlatılmış ve bitmek üzere olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) adı altında sürdürülen dünyanın en büyük su sistemleri tesisinin yapılmasıdır. Özellikle, Fırat Nehri ile Basra Körfezi'ne akan suların biriktirme hazneleri (bent, baraj, sedde) ile tutulduktan sonra suyun bir kısmının kanal ve tüneller vasıtası ile verimli fakat kuraklığın hüküm sürdüğü Harran Ovası'na aktararak senede birkaç defa mahsul alınmasının mümkün hale gelmesi beklenmektedir. Böylece, atıl olan su kaynaklarının bir sistem dâhilinde geliştirilmesi sayesinde yöre halkı ve civar devletler ile Avrupa ülkelerine ihraç edilebilecek tarım

mahsullerinin yetiştirildiği bir alan haline gelmiş olacaktır. Böyle bir projenin en önemli faydalarından bir tanesi de suyun götürüldüğü yerlerde küresel ısınma ve iklim değişikliği etkisinin en aza indirilmesidir.

Bugünkü koşullar, su kaynaklarının sistematik bir biçimde önceden belirlenen planlar aracılığı ile koruma ve geliştirme altına alınmasını gerektirmektedir. Her türlü enerji, sanayi, tarım, ulaştırma, yapı, atık faaliyetlerinde mümkün olduğu kadar az kömür, petrol, mazot vb. fosil kaynakların kullanılması ve daha çok hidroelektrik, güneş, rüzgâr, jeotermal, nükleer vb. yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılması iklim değişikliği tesirlerinin azaltılması veya uyumu açısından vazgeçilmezdir.

Şartların çeşitli biçimlerdeki kombinasyonlarına dair genel bir açıklama olarak sanayide, yerleşim bölgelerinde ve hayata dair tüm sektörlerde iklim değişikliği ile mücadelede başlıca şu noktalara dikkat edilmelidir.

1. İklim değişikliğine maruz kalabilecek yerler koruma altına alınmalıdır.
2. Belli coğrafi bölgelerin korunması bakımından kıyı ve nehir bölgelerinde sel ve taşkınlara karşı önlem alınmalıdır.
3. Nüfusun belirlenecek bir eşik değerinin üstünde olduğu yerleşim alanlarına yönelik iklim değişikliği etkilerine karşı özel bir koruma planı geliştirilmelidir.
4. İklim şartlarına duyarlı olan turizm, finansman, tarım ve sanayi gibi belli ekonomik sektörlerle, iklim değişikliğine karşı sektöre özgü koruma planları geliştirilmelidir.

Bütün bu tedbirlerin alınmasında, hem sistemler arasındaki (sel, taşkın, kuraklık ve sağlık gibi) hem de yöreler arasındaki doğrudan ve/veya dolaylı bağlantılar dikkate alınmalıdır.

Yerleşim, enerji ve sanayi alanlarındaki alt yapı çalışmalarında uygulanmak üzere IPCC raporlarının büyük ölçüde sosyal yerleşimlere ayrılmış bölümlerinden de istifade edilmelidir.

İklim Değişikliği ve Sektörler

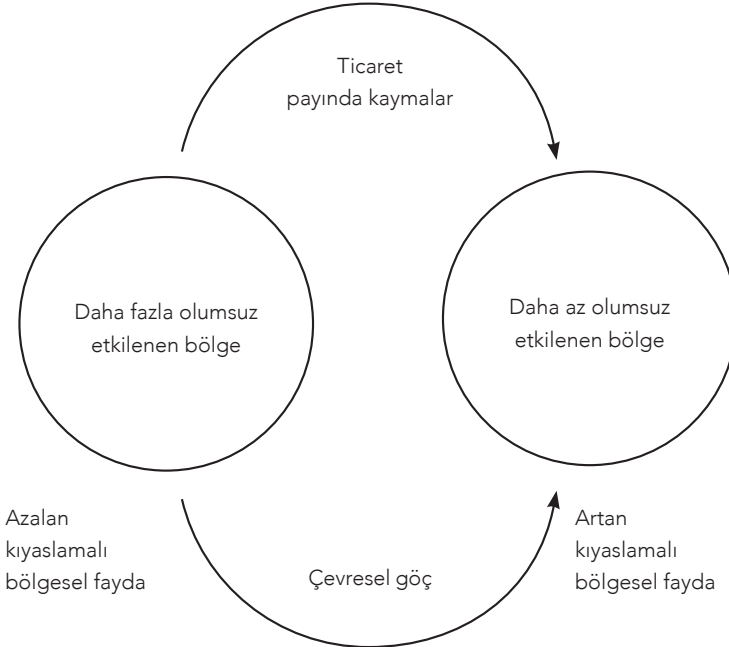
Dünya liderleri 1972 yılında Stockholm'de, 1992 yılında Rio de Janeiro ve 2002 yılında Johannesburg'da toplanarak iklim değişikliği tesirleri üzerinde bir mutabakata varmışlardır. Buna göre insanların uzun vadeli ihtiyaçlarının karşılanmasında su dâhil bütün kaynakların daha yoğun ve daha akıllıca yönetilmesi gerekmektedir.

Su ve enerji politikalarının odağındaki hidroelektrik enerji sektörü çoğu zaman sürdürülebilirlik tartışmalarının merkezinde yer almıştır. Dünya Büyük Barajlar Komisyonu (1998-2000) büyük HES'lerin yerine, küçük HES'lerin

yaygınlaştırılması önerisinde bulunmaktadır. Bunun yerine su ve enerji projelerinin planlama, geliştirme ve yönetiminde daha kapsamlı bir süreç izlenmesi tavsiye edilmiştir.

İklim değişikliği, küresel ısınma ve sera etkilerinin kontrol altına alınarak en aza indirilmesi için değişik sektörlere birbirinden bağımsız ve ortak görevler düşmektedir. Tüm yaşam sektörlerinin bu durumlara karşı duyarlı olması ve üzerlerine düşen görevleri gecikmeksizin yapmasında ülkemiz için sayısız sosyal, ekonomik ve politik faydalarına ilave olarak uluslararası ilişkiler açısından da faydaları vardır. Bu bağlamda IPCC raporlarının hazırlanması sırasında göz önünde tutulan önemli noktalar rehber olarak beş ilgi sistemine indirgenerek özel dikkat gösterilmesi talep edilmiştir: Bunlar sanayi, hizmetler, temel hizmetler/altyapı, insan yerleşimleri ve sosyal sorunlardır.

İklim değişikliğinin hizmetler üzerindeki bazı etkileri oldukça açıktır. Buna mîsal (hastaneler ve okullar dâhil olmak üzere) ticarî ve resmî mekânların soğutulması ve ısıtılması ihtiyaçlarındaki değişikliklerdir. İklim değişikliğinin bölgeler arası ticaret üzerindeki etkileri oldukça spekülâtiftir. İklim değişikliği ayrıca ulusal ve uluslararası ticaret için önem taşıyan taşımacılık faaliyetlerini kesintiye uğratabilir (Şekil 3).



Şekil 3: İklim değişikliğinin uluslararası ticaret üzerindeki genel etkileri

Misal olarak Norveç'i ele alırsak aşırı maruziyet özel ve kamu sektörlerine ait tren seferinde gecikmeler ve iptaller, yolda rota değişiklikleri ve diğer faaliyetlerdeki kesintiler yüzünden ulaşım maliyetleri artırabilir.

Enerji Arz ve Talebi

İklim değişikliği ile hava sıcaklığının enerji sistemleri üzerinde doğrudan etkisi vardır ve enerji talebi kısmen hava şartlarıyla belirlenir. İklim değişim ve değişkenliği etkileri enerji tüketimi davranışını da etkilemektedir. Maruziyet bölgeleri arasında "oldukça soğuk" ve "oldukça sıcak" iklime sahip olan yerler gelmektedir ve bu bölgelerin mevsimlere göre değişiklik göstermeleri beklenmektedir. Sera gazı salımının azaltılması politikalarının enerji talebi ile enerji arzı ve yakıt karışımını etkilemesi beklenmektedir. Bu gazların havanın daha fazla ısınması yönünde etkili olduğu düşünülürse iklim değişikliğinin buharlaşma oranını yükseltmesi beklenmektedir. İlave olarak genelde toplumun su tüketimi daha yüksek hava sıcaklıklarıyla birlikte artacak ve yerleşim yerlerinde daha fazla su ihtiyacı doğacaktır. Bu değişiklikler bir araya geldiğinde her ne kadar bazı bölgelerde yağış ve nemdeki artışı bir ölçüde dengeleyebilirse de su transferi için daha yüksek bir enerji talebine yol açacaktır.

En fazla etkilenmesi muhtemel yenilenebilir enerji kaynağının hidroelektrik enerji sektörü olacağı belirlenmektedir. Zira yağış miktarı, yağışın akışa geçmesi ve bunun zamanı (özellikle kar erimelerinde) iklim değişikliğine bağlıdır. Azalan akarsu akışlarının da bazı bölgelerde hidroelektrik enerji üretimini sıkıntıya sokması beklenebilir. Buna karşın zamanlamasına bağlı olarak daha fazla nehir akışı hidroelektrik üretime yardım edebilir. Hatta burada hidroelektrik enerji santrallerini tam kapasiteden daha az bir kapasite ile çalıştırmak, böylelikle barajların daha büyük ve daha sık zirve akışları özümsemesini ve nehrin aşağı kısımlarında seli önlemesini sağlamak gerekli olabilir. Bütün bu durumlar Türkiye Cumhuriyeti için yakın ve orta vadede etkilerini göstermeye başlayabilecektir.

Mevcut rüzgâr enerjisi üretim bölgelerinde rüzgâr hızları ve yönleri ile enerji üretimi üzerindeki iklim değişikliğinin potansiyel etkileri ülkemiz için araştırılmalıdır. Her ne kadar büyük oranda belirsizlik var ise de orta ve uzun vadeli iklim değişikliğinin yeni rüzgâr enerjisi üretim bölgelerinin seçiminde dikkate alınması gerekir.

Konu ile ilgili araştırmalar, iklim değişikliğinin, yağış değişikliklerine bağlı olarak değişen biyokütle enerjisi potansiyeli ve ağır hava şartlarının rüzgâr enerjisi istasyonları, elektrik enerjisi başta olmak üzere tüm enerji nakil/dağıtım şebekeleri, petrol ürünleri depolama tesisleri ve açık denizde petrol üretimi üzerindeki etkilerini içermelidir.

İklim Değişikliğinin Türkiye Üzerinde Etkileri

Ülkemizde su kaynaklarının geliştirilmesinden sorumlu olan kamu kurum ve kuruluşlarının 2000 yılı sonu itibarıyla geliştirdikleri projeler sonucu çeşitli amaçlara yönelik su tüketimi 6.0 milyar m³ü yeraltı suyundan 33.3 milyar m³ü ise yüzey suyundan olmak üzere 39.3 milyar m³e ulaşmıştır. Bu suyun 29.3 milyar m³ü (% 75) sulama; 5.8 milyar m³ü (%15) içme-kullanma suyu 4.2 milyar m³ü (%10) ise endüstri suyu ihtiyacının karşılanmasında kullanılmaktadır. Özel olarak yeraltı suyunun sektörel dağılımı ise 2.1 Milyar m³ sulamada; 1.9 Milyar m³ içme-kullanmada ve 2.0 Milyar m³ü de endüstride kullanılması şeklindedir (Tablo 1).

Yıl	Toplam su kullanımı (x10 ⁶ m ³)	Geliştirilme (%)	Su kullanımı					
			Sulama		İçme-kullanma		Endüstri	
			(x10 ³ m ³)	(%)	(x10 ³ m ³)	(%)	(x10 ³ m ³)	(%)
1990	30 600	28	22 016	72	5 141	17	3 443	11
1999	38 900	35	29 200	75	5 700	10	4 000	11
2000	39 300	36	29 300	75	5 800	15	4 200	10
2030	110 000	100	71 500	65	25 300	23	13 200	12

Tablo 1: Türkiye'de 2030 yılına kadar fiili su kullanımının gelişimi (Şen, 2009)

Geçmişteki iklim değişikliklerinde olduğu gibi bölge ve zaman farklılıkları olabilmektedir. Mesela, gelecekte dünyanın bazı bölgelerinde kasırgalar, kuvvetli yağışlar ile onlara bağlı sel ve taşkınlar gibi meteorolojik afetlerin şiddetlerinde ve sıklıklarında artışlar olurken, bazı bölgelerinde uzun süreli ve şiddetli kuraklıklar ve bunlarla ilişkili yaygın çölleşme olayları daha fazla etkili olabilecektir.

Türkiye, alt-tropikal kıtaların batı bölümünde ve Akdeniz iklimi olarak adlandırılan bir iklim kuşağında yer almaktadır. Üç yanı denizlerle çevrili ve ortalama yüksekliği yaklaşık 1.100 m olan Türkiye'de birçok alt iklim tipi mevcuttur. İklim tiplerindeki bu çeşitlilik Türkiye'nin yıl boyunca kutup ve tropikal (ekvator) kuşaklardan kaynaklanan çeşitli basınç sistemleri ve hava tiplerinin etki alanına giren bir geçiş bölgesi üzerinde yer alması ile bağlantılıdır. Buna topoğrafya özelliklerinin karmaşıklığı ve kısa mesafelerde değişkenlik gösteriyor olması vb. fiziki-coğrafya özellikleri de eklenebilir.

Türkiye'nin, küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi olumsuz yönlerinden etkilenebileceği öngörülmektedir. Uluslararası yayın ve IPCC raporlarında küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu

ülkeler arasında gösterilmektedir (IPCC, 2007). Ancak yaptığımız araştırmalara dayanarak bunun böyle olmadığı ve ulusal bir iklim değişikliği çalışması ile Türkiye'nin iklim değişikliğine karşı değişik coğrafi bölgelerinin davranış biçimleri ortaya konularak buna göre gelecek öngörülerinin yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Son yıllarda Türkiye ormanlarında artış kaydeden toplu ağaç kurumaları ve zararlı böcek salgınları vb. afetlerin başlıca sebepleri kuraklık, hava kirliliği ve asit yağmurları olduğuna dair kuvvetli bulgulara rastlanmıştır (MGM, 2014). Yalnız 1993-1994 yılları arasında yaklaşık 2 milyon m³ ağaç böcek yıkımı sebebi ile yok olmuştur. Bunun yanı sıra tahminen 1970'li yıllardan başlayarak Akdeniz Havzası'nda etkili olan normalden daha kurak koşullara bağlı olarak Ege ve Akdeniz bölgelerinde kitlesel boyutlarda olmasa da gözle görülür ağaç kurumaları gözlenmektedir. Ayrıca ağaçların zayıf düşmesi, ormanların fırtına, kar, çığ ve benzeri meteorolojik afet etkilerine karşı direncini de düşürmektedir. Bunun sonucunda ağaçlarda devrik ve kırık miktarı artmaktadır. Bu da ormanı diğer zararlılara karşı dayanıksız hale getirmektedir. Bu olumsuz etkiler ormanlarımızın biyolojik çeşitliliğini, gen depolarını ve karbon tutma kapasitelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Ormanlarımız üzerine olabilecek iklim değişikliği etkilerinin de ayrıntılı olarak incelenmesi gereklidir. Bu doğrultuda Orman Genel Müdürlüğü tarafından şimdiye kadar yapılmış iklim değişikliği etkileri içerikli çalışmalarının 2050 yılına kadar gerekli bilimsel öngörülerinin de en azından yapılarak güncellenmesi tavsiye edilir.

Yeraltı Suyu

Kuraklık sürelerinde yeraltı suları çokça aranır. Yeraltı suyu ve iklim birçok yönden bağlantılıdır. Yeraltı suyu sistemleri iklim şartlarındaki değişkenliğe yer üstü suyu sistemlerine kıyasla daha yavaş tepki vermektedir. İklim ve yeraltı suyu sistemleri arasındaki bağlantı, iklim değişikliği ve değişkenliği araştırmalarının bir parçası olarak daha yüksek bir ilgi görmelidir. Azalan yeraltı suyu seviyeleri (Türkiye'de özellikle İç Anadolu bölgesinde) azalış gidişleri (trendleri) artan kuraklık gidişleri ile (iklim değişimiyle) yakından ilgili olduğu kolayca tahmin edilebilir.

İklim değişikliğinin sonucu olarak dünyadaki birçok yeraltı suyu depolarının (akiferlerinin) ilkbahar beslenmeleri aşağı yukarı aynı oranda kışa doğru kaymaktadır. Yaz beslenmeleri ise aşırı azalmaktadır. İklim değişikliği yeraltı su kaynaklarının hem niceliği hem de niteliği üzerinde etkiye sahiptir. İklim değişikliğinin yeraltı suyunun niceliği üzerindeki dolaylı etkileri, iklimin başlattığı yeraltı suyu çekimi ve kullanımı değişikliklerinden kaynaklanmaktadır. İklim değişikliği bitkileşme değişikliklerine yol açarak yeraltı suyu beslenmesini

etkileyebilir. İklim değişikliği ve değişkenliği büyük akifer sistemlerinin yeniden beslenme oranlarını önemli ölçüde değiştirebilir ve böylece bölgedeki sürdürülebilir yeraltı suyu temini de yüksek bir oranda değişebilir. Sığ akiferler için hava sıcaklığı yeraltı suyu seviyeleri üzerinde yağıştan daha fazla etkiye sahiptir.

İklim Değişikliğine Karşı Uyum

Su kaynakları yöneticilerinin iklim değişikliğinin etkilerini gelecek 10-100 yıl içinde dikkate alması ile su kaynaklarının yönetimi daha sağlıklı olarak yapılabilir.

İnsanlar sosyal durumlarını daima iklim kontrollü su varlığı ve talebinin değişen şartlarına büyük ölçüde uyarlamışlardır. Buna en güzel ve canlı misâli İstanbul'un Roma zamanından beri süregelen su sıkıntısının çözülmesi için eski devirlerden günümüze kadar yapılan yeraltı sarnıçları, su taşıma kemerleri (akidükler), Osmanlı zamanında bentler, çeşmeler, Durusu (Terkos) ve Elmalı barajları ile Cumhuriyet döneminde yeraltı suyu kuyuları, ilave barajlar ve bugün için gündemde olan uzaklardan boru ile su taşınması, atık su arıtması ve en sonunda da tuzlu suyun (Karadeniz'den) arıtılması imkânları gösterilebilir. Bu konularda yerel yönetimler ve hükümetlerin bütün birimleri ve aynı zamanda özel sektör ve paydaşların su yönetimi ile düzenli olarak iklim değişikliği etkilerini de işin içine katarak ilgilenmeye devam etmeleri gerekir. Bu bakımdan su yönetimi deyince sihirli değnek olarak sadece bilimsel yöntemlerden çözüm üretmek sorunların üstesinden gelmek beklenmemelidir çünkü su kullanımı sosyal, ekonomik ve kültürel yönleri de içermektedir.

Su yönetimi gelecekteki iklim değişikliği etkilerini de göz önünde tutarak mevcut su kaynaklarının düzenlenmesi, kontrolü, tahsisi, dağıtımı ile sulama ve enerji soğutması gibi akarsu çıkışlı kullanımlarda verimli kullanım için sorumlu ve görevli olmayı gerektirir. Taşkınların sadece kontrolü değil öncelikli olarak öngörülerinin de iklim değişikliği ilkeleri ile yapılması tavsiye edilir.

Su kaynakları birçok bölgede iklim değişikliğine ilişkin olarak en yüksek önceliğe sahip sorunlardan birisi haline gelmektedir. Su arz ve taleplerinin gelecek iklim değişikliği etkileri göz önünde tutularak dengeli bir şekilde yürütülmesine çalışılmalıdır.

Su kaynakları sektöründe iklim değişikliğini ele almaya yönelik olarak su havzalarını koruma ve aşırı etkinlik ve afetlere karşı hazır olma tavsiye edilerek uyum seçeneklerinin birçoğu iklim değişikliği ile başa çıkma stratejilerine dayandırılmalıdır. Barajlar, bentler ve drenaj kanalları gibi mühendislik

yapılarının iklim değişikliğine uyum sağlayacak şekilde boyutlandırılması, yönetim esnekliğini artırma eğilimi gütmekte ise de bu uyum seçenekleri sosyal ve çevresel bedeller üretmektedir.

Mevcut alt yapı imkânlarının gelecekteki iklimlerle daha iyi başa çıkacak şekilde güncelleştirilmesi yeni yapılar inşa etmeye nazaran daha fazla tercih edilmektedir. Tasarım kararlarının temelde ortalama şartlardaki değişikliklerden çok aşırı maruziyete odaklanmasında yarar vardır.

Zayıf ve yetersiz su alt yapısı ve yönetimi yüzünden yerel su kaynakları ve buna bağlı olarak ekosistemlerde kötüleşmeler görülebilir. Bu durumun iyileştirilmesi kamu kurumları ile yerel ve belediyelerdeki idarecilerin iş birliği ile çözülebilir ve daha da iyileştirilebilir. Gelişmiş ülkeler bile çok önceden döşenmiş olan su dağıtım şebekelerinin eskimesi ve yenilemenin yapılmaması dolayısı ile iklim değişikliği etkisi altındadır. Her bir ülke kendi konumu ve durumu ile ilgili şartları göz önünde tutarak çözüm üretmeye ve mücadeleye devam etmelidir. Bu sebeple su alt yapılarının iyileştirilmesi için gerekli yatırımların yerinde ve zamanında yapılması tavsiye edilir. Burada sadece malzeme bakımından değil belki daha da önemli olarak gerekli kurum, bilgi ve hizmet işlerinin de eşgüdümlü olarak devreye sokulmasında çok yarar vardır. Bunun için üst seviyelerden gelecek özendirici karar mekanizmaları ortak işlerliğin artmasını sağlar.

Sonuçlar

İklim değişikliği ve değişkenliğinin insan faaliyetleri üzerinde konum ve zamana bağlı olarak etkilerinin ortaya çıkması ile ülkelerdeki sosyal, ekonomik, sanayi, tarım, su kaynakları vb. etkilenmekte ve gelecek yıllarda da sera gazı salımlarının önüne geçilemezse artan etkilerinin olacağı anlaşılmaktadır. Bu çalışmada atmosferin alt tabakası olan troposferin sera gazı salımları sonucunda ortaya çıkan kimyasal terkip değişimleri sonunda küresel ısınma ve onun bir sonucu olarak iklim değişikliğinin değişik durumlarından söz edilmiştir. Genel olarak yapılan her değerlendirme sonrasında Türkiye üzerinde olası iklim değişikliği etkilerinin neler olabileceği konularında bilgiler verilmiştir. İklim değişikliğine karşı alınabilecek uyum çalışmalarından özet olarak bahsedilerek göz önünde tutulması tavsiye edilebilecek noktalardan da söz edilmiştir. Türkiye'nin sadece enlem, boylam, sıcaklık ve yağış verilerine bakarak iklim değişikliği ile ilgili yabancı kaynaklı yazılımlarından çıkacak sonuçlara tam anlamı ile itimat edilmemelidir. Türkiye, yüzey şekilleri bakımından (topografya, morfoloji) kendisine has bir coğrafi bölümde bulunmakta ve buna göre değişik bölgelerde uygulanacak azaltım ve uyum yönetmelikleri de ülkeye has olarak geliştirilmelidir.

Kaynakça

Chiew, F.H.S., (2006). Estimation of rainfall elasticity of streamflow in Australia. *Hydrological Sciences Journal*, 51, 613-625.

IPCC (2001) *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by J. T. Houghton et al., 881 pp., Cambridge Univ. Press, New York.

IPCC (2007) *IPCC fourth assessment report working group I report "the physical science basis"*. Cambridge University Press, New York.

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*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Kundzewicz ZW, Mata LJ, Arnell NW, et. al. (2007) *Freshwater resources and their management*. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE (eds) *Climate change 2007: impacts adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge: 173-210.

MGM, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2014). *Türkiye Kuraklık Değerlendirme Raporu*, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 94 sayfa.

Milly, P.C.D., Betancourt, J., Falkenmark, M., Hirsch, R.M., Kundzewicz, Z.W., Lettenmaier, D.P., and Stouffer, R.J., (2008). *Stationarity Is Dead: Whither Water Management?* *Science*, Vol. 319: 573-574.

Nohara, D., Kiton, A., Hosaka, M., and Oki, T., (2006). *Impact of climate change on river discharges projected by multi-model ensemble*. *Journal of Hydrometeorology*.

Rosenzweig, C., Casassa, G., Karoly, D. J., Imeson, A., Liu, C., Menzel, A., Rawlins, S., Root, T L., Seguin, B., and Tryjanowski, P. (2007). *Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems*. University of Zurich, 117 pages.

Su Vakfı (2014) *İklim Değişikliğinin İstanbul ve Türkiye Su Kaynakları Geleceğine Tesirleri Projesi*.

Şen, Z., (2008). "Wadi Hydrology". CRC Press, 347 pages.

Şen, Z., (2009). İklim Değişikliği Tatlı Su Kaynakları ve Türkiye, İstanbul: Su Vakfı Yayınları, 272.

Şen, Z., (2017). "Hydrological trend analysis with innovative and over-whitening procedures". Hydrological Sciences Journal, Vol. 62(2): 294-305, DOI: 10.1080/02626667.2016.1222533

Timuçin, A., (2000). *Düşünce Tarihi I. Gerçekçi Düşüncenin Kaynakları*, İstanbul: Bulut Yayınevi, 440.