

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN
TÜRKİYE SU KAYNAKLARINA ETKİLERİ
VE
UYUM**

**CLIMATE CHANGE IMPACTS ON WATER RESOURCES' OF
TÜRKİYE AND ADAPTATION**

Ayşe YILDIRIM COŞGUN

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN TÜRKİYE SU KAYNAKLARINA ETKİLERİ VE UYUM

Ayşe YILDIRIM COŞGUN

Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü

Özet

Dünyanın iklimi alışık olunandan çok daha hızlı bir şekilde değişmektedir ve iklim değişikliği insanın merkezinde olduğu tüm sistemleri oldukça olumsuz yönde etkilemiştir. Türkiye iklim değişikliğinden çok etkilenecek Akdeniz Havzası'nda yer aldığı için başta su kaynakları, tarımsal faaliyetler, suya bağlı afetler ve ormanlar olmak üzere her sektörde etkilenmektedir. İklim değişikliği neticesinde Türkiye genelinde ortalama sıcaklık artışlarının yüzyılın sonunda 5,9°C'ye ulaşması beklenmekte, yağış azalmalarının her bölgede farklılık arz etmekle birlikte, 2050'den itibaren daha belirgin olması, toplam kar örtüsünde de azalmalar beklenmektedir. Bu sebeple Fırat-Dicle ve Konya Kapalı Havzalarında ciddi su açığı olacağı tahmin edilmektedir.

Anahtar Kelimeler

İklim değişikliği, Su kaynakları, İklim değişikliğine uyum

CLIMATE CHANGE IMPACTS ON WATER RESOURCES' OF TÜRKİYE AND ADAPTATION

Ayşe YILDIRIM COŞGUN

General Directorate of Water Management under the Ministry Agriculture and Forestry

Abstract

Earth's climate is changing much faster than it is used to be. Climate change has adversely affected all systems in which human beings are at the center. Since Türkiye is located in Mediterranean Basin, which will be greatly affected by climate change; all sectors including water resources, agriculture, hydrometeorological disasters and forests are under threat. Average temperature increases across Türkiye are expected to reach 5.9°C by the end of the century due to climate change. Although precipitation decreases vary in each region, it is expected to become more prominent by 2050s. Furthermore, reductions in snow cover are expected. As a result, it is estimated that there will be a serious water deficit in the Euphrates-Tigris and Konya River Basins.

Keywords

Climate change, Water resources, Adaptation to climate change

1. İklim Değişikliği ve Su Kaynakları Çalışmaları

Sanayileşmeyle beraber atmosferdeki sera gazlarının miktarındaki artış, öncelikle ortalama sıcaklığın artmasına; bununla ilişkili olarak da Dünya'nın iklim sisteminde değişikliklere yol açmıştır. Dünyamız önceki yüzyıllarda sıcaklık değişikliklerine, yani doğal iklim değişimine aşına olmasına rağmen değişimin şu andaki hızı gezegenimizin bu değişikliğe uyum sağlayabileceğinden çok çok hızlı olmaktadır. Bu nedenle 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren doğal iklim değişikliğine ilave olarak, iklim; insan etkisiyle ve dünyanın alışık olduğundan çok daha hızlı bir şekilde değişmektedir. İklim değişikliği insanın merkezinde olduğu tüm sistemleri oldukça olumsuz yönde etkilemektedir.

İklim değişikliğinin var olduğu, gelecek dönemde dünyayı nasıl etkileyeceği ve sorunun ancak sera gazı salımlarının azaltılmasıyla çözülebileceği konularında bilim insanları arasında uzlaşma sağlanmıştır. Uzlaşma sağlanamayan hususlar politikacılar arasında olup, salımların nasıl kesileceği ya da azaltılacağına ilişkindir; keza konunun mutlak çözümü için fosil yakıtların kullanımını esas alan ve dünya ekonomisinin temel taşlarını yerinden oynatacak radikal politik adımlara ihtiyaç vardır. İklim değişikliğinin ekosisteme geri döndürülemez zararlar vermesini engellemek için küresel ölçekte sıfır-karbon'a ulaşılması gerekmektedir. Ancak küresel sera gazı salımlarının yıllar içindeki seyrine bakıldığında, iklim değişikliği ile mücadele çalışmalarının ciddi bir azalmayı sağlayamadığı görülmektedir. Bu sağlansa bile atmosferdeki mevcut sera gazlarının küresel etkilerinin yüzyıllar süreceği tahmin edilmektedir.

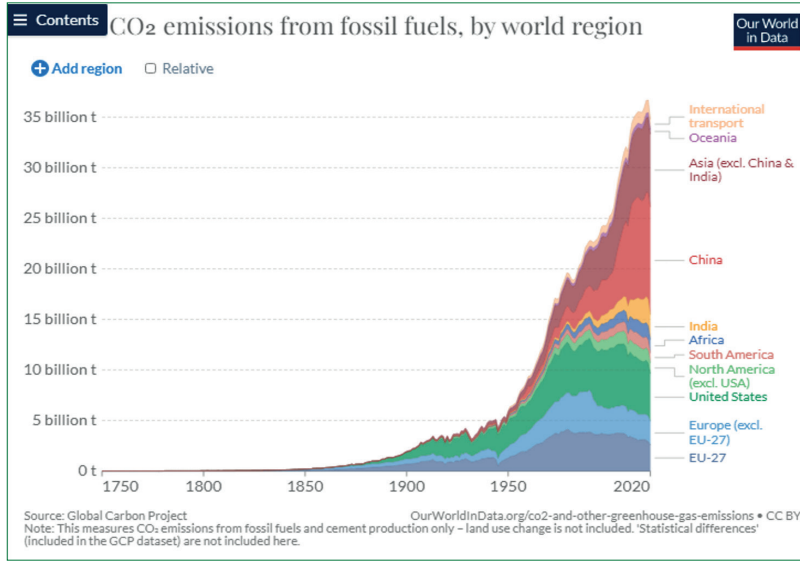
Ülkemiz, iklim değişikliğinin etkilerinin yoğun olarak hissedileceği Akdeniz'in doğusunda yer aldığı için yüksek riskli ülkeler arasında sayılmaktadır. Türkiye'nin ikliminde de benzer değişimler gözlenmekte ve 21. yüzyılda Güney Avrupa'da ve ülkemizde daha sık, şiddetli ve uzun süreli kuraklıklar, sıcak hava dalgaları ve orman yangınları beklenmektedir. Ayrıca kısa süreli ancak şiddetli yağışların olduğu gün sayısının artmasıyla birlikte ani sellerde de önemli artışların olacağı tahmin ediliyor.

2. Dünyada ve Ülkemizde İklim Değişikliği Etkileri, Gelecek Dönem Projeksiyonları

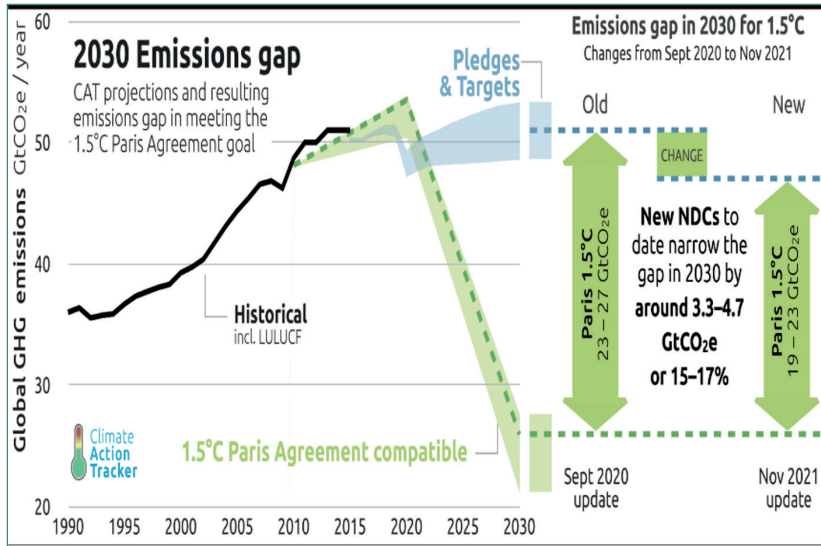
Küresel ortalama sıcaklık 19. yüzyıldan bu yana yaklaşık 1.1°C arttı. Sıcaklık artış miktarının yanı sıra artışın hızı da artmaktadır. 1880'den 1970'e kadar, küresel ortalama sıcaklık her on yılda yaklaşık 0,003°C arttı. 1975'ten bu yana ortalama artış her on yılda yaklaşık 0.20°C olmuştur (Earth Observatory, 2018).

Avrupa Çevre Ajansı'nın 2016 yılında yayımladığı raporuna göre ülkemizin de içinde olduğu Akdeniz Bölgesinde aşırı sıcaklıklarda artış, yağış ve akışta azalma, kuraklık olaylarında artış, biyoçeşitlilik kaybında artış, orman yangınlarında artış, su kullanıcıları arasında çekişme, tarımsal su ihtiyacında artış, ürün veriminde azalma, hayvansal üretimde azalma, sıcak hava dalgaları nedeniyle ölüm riskinde artış, güneyle salgın vektörlerin habitatında genişleme, enerji

üretimi potansiyelinde azalma, soğutma enerjisi talebinde artış, yaz turizminde azalma, diğer mevsimler için artış, çoğu ekonomik sektörün olumsuz etkilenmesi beklenmektedir. Aynı rapora göre doğu ve güneydoğu bölgelerimizdeki dağlık alanlarda ise Avrupa ortalamasından daha yüksek sıcaklık artışı, kar yükü ve karla kaplı alanlarda azalma, bitki ve hayvan türlerinde daha yükseklere çekilme, nesli tükenmekte olan tür sayısında artış, orman haşerelerinde artış, kaya düşmesi ve heyelan riskinde artış, hidroelektrik potansiyelinde değişiklikler, kış turizminde azalma öngörülmektedir (Climate Change, 2017).



Şekil 1. Küresel Sera Gazı Emisyonları (Ritchie & Rose, 2023).



Şekil 2. Küresel Sera Gazı Bütçesi (Climate Action Tracker, 2022).

Yukarda bahsedilen küresel sıcaklık artışı tüm dünyada iklim sistemlerini etkilemiş; değişen iklim ise başta çevre sorunlarına, sonrasında ise gıda arzından sağlığa, kalkınmadan ulusal güvenliğe kadar geniş yelpazede sorunlara neden olmakta; esasında ise tüm devletler için kalkınma sorunlarının yolunu açmaktadır. İklim değişikliğinin gelecek dönemde beklenen etkilerinin mevcut etkilerinden daha derin olması beklenmektedir. İklimin değişmesine neden olan sera gazlarının azaltılması hatta sıfırlanması amacıyla güden uluslararası çalışmalar Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi çerçevesinde 1990lı yıllardan itibaren devam etmektedir.

Ancak tüm bu olumsuz tabloya rağmen küresel emisyonların azaltılmasına yönelik çalışmalar iklimin değişmesini durduraktan çok ötedir. Şekil 1’de sanayi devriminden günümüze kadar küresel emisyonlar, Şekil 2’de de Paris Anlaşması hedeflerine erişilebilmesi için azaltılması gereken emisyon miktarları gösterilmektedir.

Şekil 1 ve 2’den anlaşılacağı üzere tüm dünya milletleri olarak emisyonların azaltılmasına ilişkin karnemiz zayıf durumdadır. İklim tüm çabalara rağmen değişmektedir. Bu çerçevede değişen iklime uyum sağlama çabaları daha fazla önem kazanmaktadır.

3. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkileri

Nüfus artışı, hızlı ve plansız şehirleşme ve aşırı tüketim gibi sebeplerle zaten baskı altında olan su kaynakları, iklim değişikliğinin de etkisiyle tüm dünyada hem miktar hem de kalite bakımından olumsuz etkilenmektedir. Bu baskıların oluşturduğu etkilerin, gelecekte de artarak devam etmesi beklenmektedir.

Bu etkileri artıran ana sebeplerden birinin iklim değişikliği olduğu artık tüm bilim çevreleri tarafından kabul edilmektedir. Son yıllarda küresel ölçekte yaşanan sel ve kuraklık gibi hidrometeorolojik karakterli afetler, başta insan hayatı olmak üzere ekosistem ve su kaynaklarını tehdit altında tutmakta ve bu afetlerin, etkisi ve süresi bölgenin ekonomisini ve yaşam standartlarını önemli ölçüde etkilemektedir.

Dünyanın belirli bölgelerinde sağlıklı suya erişimde veya su kullanımı hususunda sıkıntı yaşanırken, belirli bölgelerinde ise düzensiz ve aşırı yağışlar sebebiyle taşkın ve heyelan gibi doğal afetlerle mücadele etmek zorunda kalınmaktadır.

İklim değişikliği öncelikle sıcaklıklardaki artış ve küresel ısınma olarak düşünülse de iklim değişikliğinin en önemli etkileri yağış rejiminin değişmesi nedeniyle oluşacak etkilerdir. Hidrolojik sistem, dünyadaki iklim koşullarından doğrudan ve dolaylı olarak etkilenir. Sıcaklıklardaki değişiklikler, buharlaşma ve terleme oranını, bulut özelliklerini, toprak nemini, fırtına yoğunluğunu ve kar yağışı ve kar erimeleri rejimlerini etkiler.

İklim değişikliği neticesinde hidrolojik çevrimde oluşan önemli değişkenler şöyledir:

- Yağış örüntüsündeki değişimler,
- Ortalama yıllık yüzey akışı değişimleri,
- Kıyı çevresinde hidrolojik etkiler,
- Su kalitesindeki değişiklikler,
- Yeraltı sularındaki değişiklikler,
- Sel ve kuraklık üzerindeki etkiler,
- Su sıcaklıkları üzerindeki etkiler,
- Su talebindeki değişiklikler,

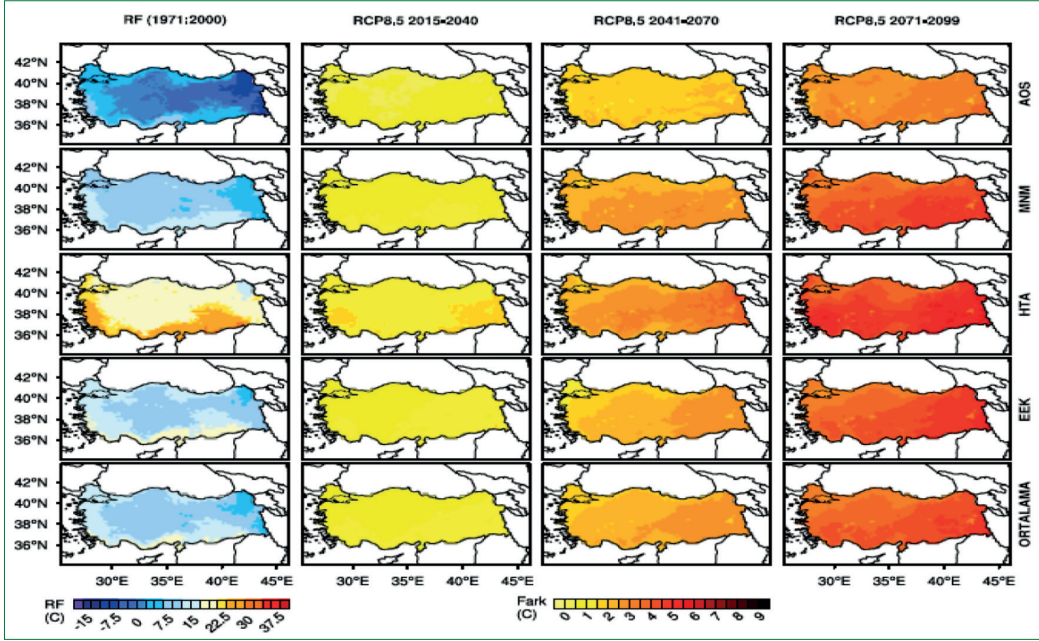
4. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarımıza Etkilerine ve Uyuma İlişkin Çalışmalar

4.1. İklim Değişikliğinin Etkisinin Belirlenmesi

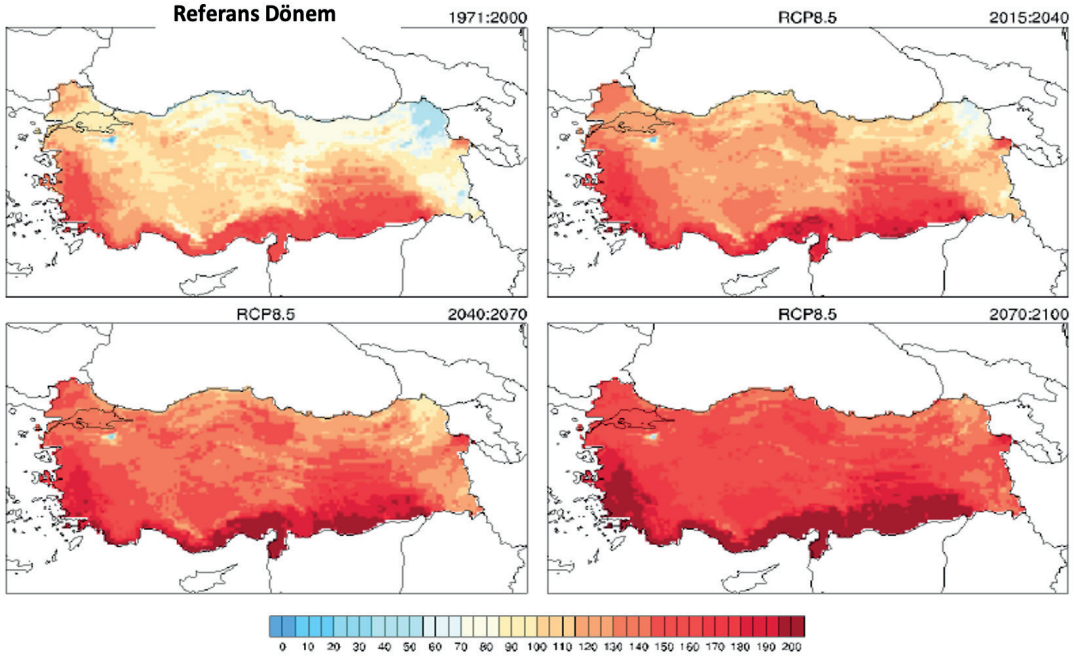
Ülkemiz, hayati ve toplumsal öneme sahip bir kaynak olan su kaynakları açısından dünyanın yarı-kurak bir bölgesinde yer almaktadır. Türkiye'nin yağış rejimi, mevsimlere ve bölgelere göre büyük farklılıklar arz etmektedir.

İklim değişikliğinin yüzey ve yeraltı su kaynaklarımızı havzalar özelinde nasıl etkileyeceğinin tespiti amacıyla gerçekleştirilmiş olan "İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkileri Projesi" Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nce 2016 yılında tamamlanmıştır (SYGM, 2016). Projenin uygulama alanı tüm Türkiye'yi kapsayan 25 nehir havzası olup, projeksiyon dönemi 2015 ve 2100 yılları arasındadır. İlk kez bu projede Türkiye için 10x10 km çözünürlükte 3 küresel iklim modeli (HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-5.1) ve RCP4.5 ve RCP8.5 emisyon senaryoları ile 2015-2100 yılları için gelecek dönem iklim projeksiyonları elde edilmiştir. Model simülasyonları aracılığı ile toplam 8 parametre ve ekstrem durumları temsil eden 17 iklim indisine ait projeksiyonlar tüm havzalar (25 havza) ölçeğinde oluşturulmuş, incelenen parametrelerin 1971-2000 yılı simülasyonları olarak kabul edilen referans dönemine göre 2100 yılına kadar farkları, 10'ar ve 30'ar yıllık dönemler için mevsimlik ve yıllık ortalamalar halinde hesaplanmıştır. Hidrolojik modeller vasıtasıyla yağış değerleri akış değerlerine çevrilmiş, tüm havzalarda yüzey ve yer altı su kaynaklarının mevcut durumu ve gelecekte su bütçesinde beklenen değişimler elde edilerek su fazlası/açığı hesaplanmıştır. Bu proje ile Türkiye'de ilk kez tüm havzaların su potansiyelleri ortak hidrolojik model ile hesaplanmıştır. .

Türkiye genelinde ortalama sıcaklık artışlarının iyimser beklentilere göre 2°C, kötümser beklentilere göre ise 5,9°C'ye ulaşması beklenmektedir. Artışların projeksiyon dönemi boyunca en fazla Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğusunda meydana geleceği ve diğer bölgelere göre 1-2°C daha fazla olacağı tahmin edilmektedir.

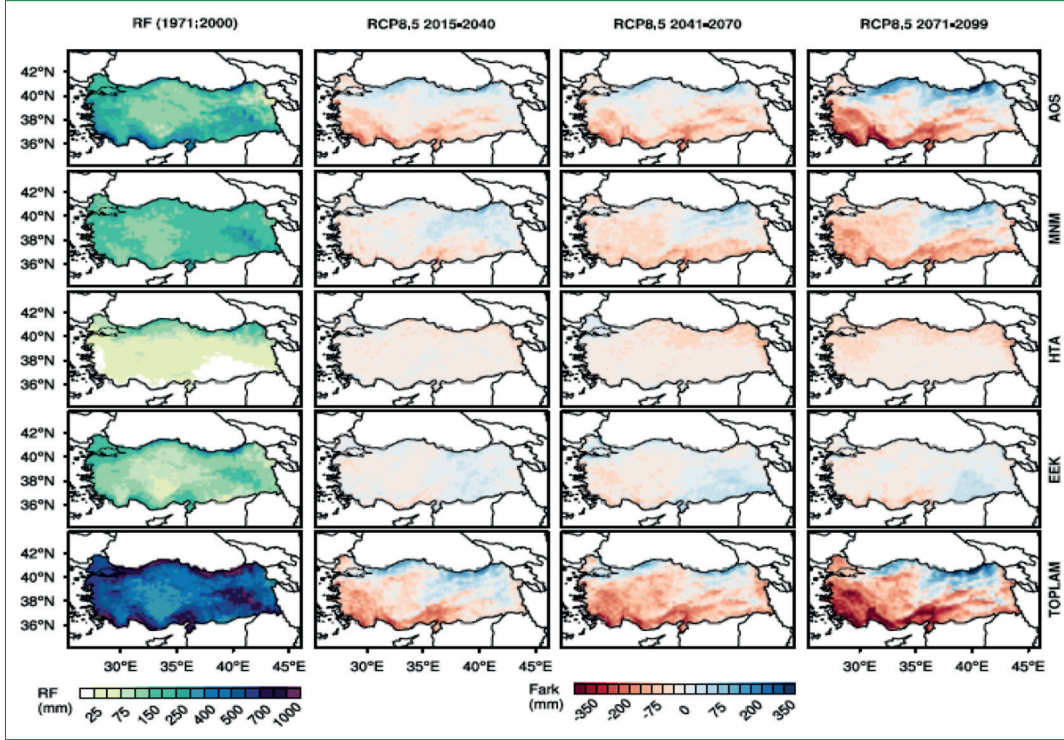


Şekil 3. Ortalama Sıcaklıklarda Anomali Projeksiyonları (MPI-ESM-MR Modeli Rcp8.5 Senaryosunun 2015-2100 yıllarını gösteren 30'ar yıllık mevsimsel ortalamalar) (SYGM, 2016).



Şekil 4. Maksimum Sıcaklığın 25°C'nin Üzerinde Olduğu Gün Sayısı Projeksiyonları (SYGM, 2016).

Ülkemizin güneyinde ve batı kesimlerinde %15'e varan yağış noksanlıkları beklenirken kuzey enlemlerinde %4 civarında yağış artışları öngörülmektedir. Yağış azalmalarının 2050'den itibaren daha belirgin olması beklenmektedir. Özellikle Güneydoğu ve Doğu bölgelerinde negatif yağış anomalileri göze çarpmaktadır. Beklenen yağış eksiklikleri ile beraber buharlaşma hızının artması su kaynaklarında ve tarımsal sektörde stresi yükseltecektir.



Şekil 5. Toplam Yağışta Anomali Projeksiyonları (MPI-ESM-MR Modeli Rcp8.5 Senaryosunun 2015-2100 yıllarını gösteren 30'ar yıllık mevsimsel ortalamalar) (SYGM, 2016).

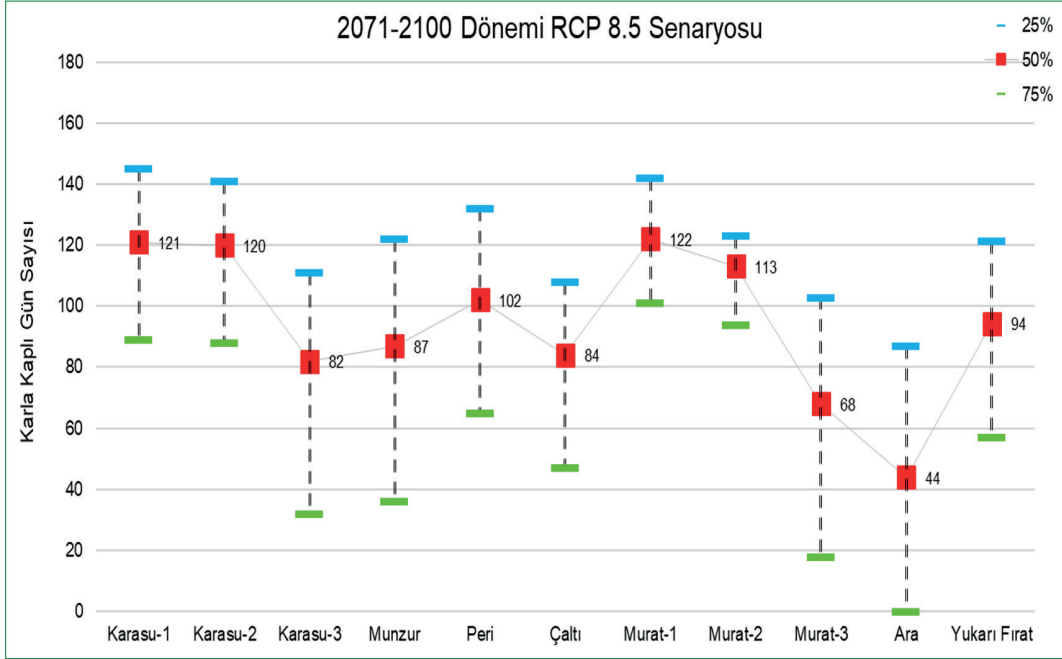
Bunun yanı sıra, medyan brüt su potansiyellerinin, referans dönemi medyan değerine göre %40-45 (RCP 8.5) azalacağı tahmin edilmektedir. RCP4.5'e göre ise, medyan brüt su potansiyeli azalma oranının %15-20 aralığında kalması beklenmektedir. Havzaların su potansiyelindeki değişim ile nüfus ve yatırım planlarına göre belirlenmiş su tüketim projeksiyonları birleştirildiğinde, tüm senaryolar ve projeksiyon dönemlerinde Fırat-Dicle ve Konya Kapalı Havzalarında önemli su açığı; Doğu Karadeniz ve Çoruh Havzalarında tüm projeksiyon dönemleri boyunca su fazlası beklenmekte; Marmara, Susurluk, Kuzey Ege, Batı Akdeniz, Batı Karadeniz, Yeşilirmak, Antalya, Aras ve Van Gölü Havzalarında da genel itibariyle suyun yeterli olabileceği gözükmektedir.

Ayrıca, bu proje kapsamında ülkemizde ilk kez sektörel etkilenebilirlik metodolojisi oluşturulmuştur. 3 pilot havza olarak seçilen Büyük Menderes Havzası, Ceyhan Havzası ve Meriç-Ergene Havzalarında içme ve kullanma suyu, tarım, sanayi, ekosistem hizmetleri ve turizm/enerji/tekstil alt sektörleri için etkilenebilirlik durumları belirlenmiştir. Söz konusu metodoloji daha sonra geliştirilerek kuraklık yönetim planları hazırlanması çalışmaları kapsamında en çok etkilenecek sektörlerin ve alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Projenin diğer bir aşamasında, Türkiye geneli için 12 ana sektör bazında toplamda 138 uyum faaliyeti incelenmiştir. Su kaynakları özelinde esasen suyun verimli kullanımını teşvik eden tedbirler yer almaktadır. Söz konusu çalışma sonuçları sektörlerin iklim değişikliğine karşı daha dirençli olabilmek amacıyla uygulaması gereken faaliyetler ışığında bir rehber niteliğindedir.

Yine Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nce 2019 yılında tamamlanmış olan "İklim Değişikliğinin Kar Erimelerine ve Akımlarına Etkisinin Belirlenmesi Projesi" ile büyük oranda kar yağışıyla beslenen Keban Barajı Havzası'nda (Yukarı Fırat Havzası), iklim değişikliğinin kar yükü ve erimelerine etkisinin ve bu erimelerin akarsu akımlarında meydana getireceği değişimler tespit edilmiştir [6]. Proje kapsamında, rakım ve aylara göre kar derinliği, kar-su eşdeğeri, aylara göre kar yoğunluğu ve minimum kar kotunun değişimleri analiz edilerek, karla kaplı alan ve kar örtüsünün karakterizasyonu yapılmış, hidrolojik modelleme çalışmaları için doğal akımlar elde edilmiş, 3 farklı hidrolojik model kullanılarak mevcut durum ve gelecek durum tahminleri elde edilmiştir.

Gelecek dönemde iklim değişikliği nedeniyle Yukarı Fırat Havzası'nın kar olarak düşen yağışlar yerine daha çok yağmur olarak düşen yağışlarla besleneceği öngörülmektedir. Modelleme çalışmalarına göre özellikle yüzyılın son çeyreğinde yüksek kotlu bölgelerde karla kaplı alan değişiminin kötümser senaryoya göre %44'lere varan bir azalma öngörülmekte, bununla birlikte kar birikme ve erime dönemlerinin zamansal olarak kısılması beklenmektedir.

2071-2100 periyodunda kötümser senaryoya göre, karla kaplı alanın %50'nin üzerinde olduğu gün sayısında membadaki havzalarda ortalama 25 günlük azalma, mansaptaki havzalarda ise ortalama 50 günlük bir azalma olacağı öngörülmektedir. Yine aynı dönem ve senaryo için mansaptaki havzalarda kardan gelen suyun yaklaşık %70, yüzeysel akışın ise yaklaşık %15 oranında azalacağı beklenmektedir. Tepe akımının ortalama geliş süresinin ise 10 gün kadar öne çekilebileceği tahmin edilmektedir. Erime döneminde (Mart-Haziran) Yukarı Fırat Havzası'nı besleyen toplam akımların, projeksiyon döneminde mevcut duruma göre %13 oranında azalması öngörülmektedir.



Şekil 6. RCP8.5 Senaryosu 2071-2100 Dönemi Karla Kaplı Gün Sayıları (SYGM, 2019).

4.2. İklim Değişikliğine Uyum Sağlama

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalara uyum çalışmaları denir (Dünya Bankası Raporu, 2010). Bir diğer deyişle iklim değişikliğine uyum; iklim olaylarının (risklerinin) etkileriyle mücadele etmek, fayda sağlamak ve etkileri yönetebilmek için stratejilerin güçlendirilmesi, geliştirilmesi ve uygulanması sürecidir (IPCC, 2007).

İklim değişikliğine uyumun önemi, ne yaparsak yapalım iklim değişikliğinin etkilerinin devam edecek olmasından kaynaklanmaktadır. İklim değişikliğine neden olan etkenleri (sera gazı emisyonları, ormansızlaşma vb.) şimdi ortadan kaldırsak bile etkileri devam edecek. Yani iklimi değiştiremeyeceğimize göre kendimizi değişen iklime uyarlamak zorundayız.

İklim değişikliğine uyum faaliyetlerinin planlanabilmesi için öncelikle etkilenebilirliğin belirlenmesi gerekmektedir. İklim değişikliğine uyum faaliyetlerinin birçoğu geçmişte iklim değişirse bile yapılmış ve yürütülmekte olan faaliyetlerdir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak için bu tür planlı uyum çalışmalarının hem ülkemizde ve hem de dünyada yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Su kaynaklarının yönetiminde değişen iklime uyum sağlamak üzere havzalar özelinde yürütülen uyum faaliyetlerinden önemli bir tanesi nehir havza yönetim planları, kuraklık yönetim planları ve sektörel tahsis planları gibi tüm planlarda iklim projeksiyonlarının dikkate alınmasıdır.

Kuraklık öncesi, kuraklık esnası ve kuraklık sonrasında alınması gereken tedbirleri planlayan ve kuraklık yönetimi hususunda kriz yönetimi anlayışından risk yönetimi anlayışına geçiş sağlayan havza bazlı “kuraklık yönetim planları” iklim projeksiyonlarını dikkate almaktadır (SYGM, 2023a). Suyun havzada iklim değişikliği göz önünde bulundurularak tahsis edilmesi iyi planlama açısından şarttır. Bu kapsamda “Havza Su Tahsis Planları” ile havza ve sektörel alt havza ölçeğinde her sektörün (içme-kullanma, çevre, tarım, enerji, sanayi, ve havzaya özgü önemli olan diğer sektörler) ihtiyacı olan suyun, ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan analiz edilerek, adil bir şekilde geleceğe yönelik planlanması yapılmaktadır (SYGM, 2023b). Havza esaslı planlamanın en üst seviyesi olan nehir havza yönetim planlarında iklim değişikliği etkilerinin göz önünde bulundurulması da önem arz etmektedir. Ülkemizin tüm nehir havzaları için hazırlanmakta olan “nehir havza yönetim planları”nda su miktarı ve kalitesi birlikte ele alınmakta, bütün su kütlelerinde iyi su durumuna ulaşılması maksadıyla alınması gerekli tedbirler, maliyetler ve bu tedbirlerden mesul kurumlar belirlenmektedir (SYGM, 2023c).

Bunların yanısıra, suyun verimli kullanılmasını ve tasarrufunu sağlayan her türlü tedbir, çalışma iklim değişikliğine uyum sağlamaya da hizmet eder. İçme-kullanma suyu şebekelerinde kayıpların azaltılması, sulama randımanının artırılması hayati yönetim stratejileridir. Bu kapsamda, yağmur suyu hasadı ve gri suyun yeniden kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla çalışmalar yürütülmekte; oteller, konutlar, spor salonları, kamu binaları gibi çok sayıda alanda uygulama maliyetleri ve uygulamanın önündeki engellerin analiz edildiği “Su Kaynaklarında İklim Değişikliğine Uyum Projesi” 2023 yılında tamamlanacaktır.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Dünyamız önceki yüzyıllarda sıcaklık değişikliklerine, yani doğal iklim değişimine aşına olmasına rağmen değişimin şu andaki hızı gezegenimizin bu değişikliğe uyum sağlayabileceğinden çok çok hızlı olmaktadır. Gelecek dönemde ülkemizde daha sık, şiddetli ve uzun süreli kuraklıklar, taşkın ve sel afetleri, sıcak hava dalgaları ve orman yangınlarının görülmesi beklenmektedir. Bu nedenle, geleceğin geçmiş gibi olmayacağı düsturu her ölçekteki planlama çalışmasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Nüfus artışı, çarpık kentleşme ve aşırı tüketim gibi sebeplerden ötürü fazlasıyla tüketilen su kaynakları, iklim değişikliğinin de etkisiyle tüm dünyada hem miktar hem de kalite bakımından olumsuz etkilenmektedir. Su sınırsız bir kaynak değil, aksine her geçen gün kalite ve miktar yönüyle son derece sınırlı hale gelen bir kaynaktır.

Değişen iklimin olumsuz etkileri kırılganlığı yüksek, uyum sağlama kapasitesi düşük toplulukları daha da derinden etkilemektedir. İklim değişikliğinin şiddetini arttırdığı kuraklık ve sel afetlerine karşı tedbirlerin önceden planlandığı; tarımsal ürün deseninin çeşitli ve esnek olduğu coğrafyalar su kaynakları açısından esnekliği yüksek, dolayısıyla iklim değişikliğine karşı dirençli; afet riski yönetimi ve gıda arzı sürekliliği açısından güçlü bölgelerdir.

Bu sebeple, gelişmiş ülkelerdeki su yönetiminin temel prensipleri olan katılımcı ve bütünleşik bir yaklaşımla su politikalarının ve stratejilerinin belirlenmesi, su kaynaklarının havza ölçeğinde hem miktar hem de kalite açısından korunması, geliştirilmesi, kontrol edilmesi, verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanılmasına yönelik planların hazırlanması hususlarının Ülkemizde de uygulanması gerekmektedir. Suyun verimli kullanılmasını sağlayan tüm tedbirler; değişen iklime de uyum sağlamayı temin etmektedir, aynı zamanda kuraklık afetine karşı da hayati tedbirlerdir. Bu bağlamda, yağmur suyu hasadı ve gri suyun kullanımının yaygınlaştırılması, suyun çevresel maliyetlerinin de hesaplanarak doğru fiyatlandırılması önem arz etmektedir.

6. Kaynaklar / References

- Climate Action Tracker (2022). *CAT Emissions Gap*. <https://climateactiontracker.org/global/cat-emissions-gaps/> adresinden alındı. 13.01.2023.
- Climate Change (2017), *Impacts and Vulnerability in Europe 2016-An Indicator-Based Report*, 2017.
- Dünya Bankası Raporu (2010). *Hallegatte S, Lecocq F, Perthuis C, Policy Research Working Paper 5568, Designing Climate Change Adaptation Policies An Economic Framework*, Dünya Bankası, 2010.
- Earth Observatory (2018). *World of Change, Global Temperatures*. <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/decadaltemp.php> adresinden alındı. 13 Şubat 2018.
- IPCC (2007). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), 4. Değerlendirme Raporu (AR4), Climate Change 2007, The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, 2007.
- Ritchie, H. & Roser, M. (2023). *CO₂ Emissions*. <https://ourworldindata.org/co2-emissions> adresinden alındı. 13.01.2023.
- SYGM (2016). *İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Raporları*. T.C. Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- SYGM (2019). *İklim Değişikliğinin Kar Erimelerine ve Akımlarına Etkisinin Belirlenmesi Projesi Raporları*. T.C. Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- SYGM (2023a). *Kuraklık Yönetim Planlarının Hazırlanması Projesi Raporları*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=61> adresinden alınmıştır. 08.03.2023.
- SYGM (2023b). *Sektörel Tahsis Planlarının Hazırlanması Projesi Raporları*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=10> adresinden alınmıştır. 08.03.2023.
- SYGM (2023c). *Nehir Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması Projesi Raporları*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=49> adresinden alınmıştır. 08.03.2023.

Yazar Hakkında / About Author

Uzman Ayşe Yıldırım ÇOŞGUN | Tarım ve Orman Bakanlığı |

ayse.yildirimcosgun[at]tarimorman.gov.tr | ORCID: 0009-0007-5365-5229

Ayşe Yıldırım Coşgun, 1981'de Ankara'da doğdu. Lisans eğitimini Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde, yüksek lisans eğitimini Hacettepe Üniversitesi Temiz ve Tükenmez Enerjiler Programında tamamladı. OSTİM Organize Sanayi Bölge Müdürlüğünde 3 yıl Çevre Müdürü olarak çalıştıktan sonra 2007 ve 2011 yılları arasında Çevre ve Orman Bakanlığı- Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü'nde uzman olarak görev yaptı. 2011 yılından beri ise Tarım ve Orman Bakanlığı- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nde çalışma grubu sorumlusu olarak görev yapıyor. İklim değişikliğinin etkileri, su kaynakları ve değişen iklime uyum konularında çok sayıda proje ve yayının hazırlanmasında görev aldı.

Expert Ayşe Yıldırım ÇOŞGUN | Ministry of Agriculture and Forestry |

ayse.yildirimcosgun[at]tarimorman.gov.tr | ORCID: 0009-0007-5365-5229

Ayşe Yıldırım Coşgun was born in 1981 in Ankara. She had her Bachelor of Science degree on Environmental Engineering Department at METU- Middle East Technical University; and Master of Science Degree on Renewable Energies at Hacettepe University. After working as Environmental Manager in OSTİM Organized Industrial Zone for 3 years, she worked as technical expert at the General Directorate of Environmental Management under Ministry of Environment and Forestry between 2007 and 2011. Since 2011; she has been working as division manager in the General Directorate of Water Management under the Ministry Agriculture and Forestry. She took part in the preparation of numerous projects and publications on the effects of climate change, water resources and adaptation to the changing climate.

