

KÜRESEL İKLİM DEĞİŐIKLİĐİ VE SOSYO-EKONOMİK ETKİLERİ

Editör

Dr. Abdulkadir BEKTAŞ



KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SOSYO-EKONOMİK ETKİLERİ

Editör ▪ Dr. Abdulkadir BEKTAŞ

Araştırma-İnceleme Dizisi No. 15

ISBN 978-605-73812-8-6

1. Baskı: Haziran 2022 (1000 adet)

Yayın Hakları © TASAV, 2022

Tüm yayın hakları TASAV'a aittir. TASAV'dan izin alınmadan kitabın tümünün ya da bir kısmının herhangi bir yöntem ile basımı, yayımı, çoğaltılması ve dağıtımı yapılamaz.

TÜRK AKADEMİSİ SİYASİ SOSYAL STRATEJİK ARAŞTIRMALAR VAKFI (TASAV)

Sertifika No: 49150

29 Ekim Caddesi 2654. Sokak No: 1 Gölbaşı-Ankara

Tel: +90 (312) 460 1779 ▪ Faks: +90 (312) 460 1789

www.tasav.org ▪ iletisim@tasav.org ▪ editor@tasav.org

Tasarım, Dizgi ve Baskı:

Vega Basım Hizmetleri - Bahadır Levendođlu ▪ Sertifika No: 43714

Necatibey Cad. Lale Sokak No: 21/A Çankaya-Ankara ▪ +90 (312) 230 0723

İÇİNDEKİLER

İsmail Faruk AKSU <i>Sunuş</i>	1
Abdulkadir BEKTAŞ <i>Giriş</i>	5
Serhat ŞENSOY <i>21. Yüzyılın En Büyük Tehdidi: Küresel İklim Değişikliği</i>	19
Mesut DEMİRCAN <i>İklim, İklim Değişikliği ve Su İlişkisi</i>	47
Abdüssamet AYDIN <i>Küresel İklim Krizinin Tarım, Gıda Sektörü ile Su Kaynaklarına Etkisi</i>	85
Eray ÖZDEMİR <i>İklim Değişikliğinin Türkiye'nin Orman Kaynağı Üzerindeki Etkileri</i>	117
Emine Didem EVCİ KIRAZ <i>İklim Değişikliği ve Sağlık Sektörünün Geleceği</i>	145
Ali YURDDAŞ <i>İklim Değişikliğiyle Mücadelede Bir Araç Olarak Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği</i>	173
Aysel VAROĞLU & İzzet ARI <i>Avrupa Birliği'nin Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması ve Türkiye'ye Etkileri</i>	217
Ahmet ALTIN & Süreyya ALTIN <i>Göç ve Çatışmalarda İklim Değişikliğinin Önemi: Orta Asya Örneği</i>	239
Kubilay KAVAK <i>İklim Değişikliği Finansmanı ve Sürdürülebilir Finans Adımları</i>	257
Abdulkadir BEKTAŞ <i>İklim Değişikliği Müzakereleri ve Türkiye'nin Mevcut Durumu</i>	283

İKLİM, İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SU İLİŞKİSİ

Dr. Mesut DEMİRCAN

1. Temel Kavramlar

İklim nedir?

İçerisinde yaşam barındırması ile Dünya, bilinen diğer gezegenlerden ayrılmaktadır. Dünya üzerinde canlıların yaşam sürdürebilmesi; genel olarak hidrosfer (suküre), litosfer (taşküre), kryosfer (buzküre), biyosfer (biyoküre) ve atmosfer (hava/nefes küre) bileşenlerinin oluşturduğu iklim sayesinde. İklim, bu kürelerin içindeki dinamik süreçlerdeki değişimlere ve bunların diğer küreler ile etkileşimlerine yansımaların oluşturduğu değişimlere bağlı olarak, sürekli bir değişim göstermektedir. Dünya üzerinde canlılar iklim ile uygun bir şekilde gelişmiş ve dağılmışlardır. İklimdeki değişim süreçlerinde bu değişime ayak uydurabilenler, diğer bir söyleyişle değişim ile değişebilen canlılar varlıklarını sürdürebilmişler, bunu başaramayanlar ise yok olmuşlardır (Demircan, 2019:1).

Bu canlılar içinde insan ayrı bir konuma sahiptir. İnsanlar bilinçli tercihleri ile iklimi olumlu ya da olumsuz yönde, yaşanabilir ya da yaşanamaz bir ortam şekline, değiştirebilen tek canlı türüdür. İnsan, sahip ve egemen olma hırsı içinde, gerek doğa ve diğer canlılara, gerekse kendi türüne karşı yürüttüğü savaşlar ile yerel ve küresel ölçekte, sadece Dünyayı değiştirmekle kalmamış, aynı zamanda iklimin de değişmesine yol açmıştır. İnsanın, özellikle 18. yüzyılda

başlattığı “Sanayi Devrimi” ile daha fazla enerji için fosil kökenli enerji kaynaklarını kullanması; şehirleşme, sanayi, tarım, barajlar, yollar, kültürel ve turistik donatılar vb. yapılaşmalar ile çevre ve arazi yapısını değiştirmesi, yeryüzünün iklimini de değiştirmiştir. Bu değişimler sadece yeryüzünde kalmamış, aynı zamanda yeryüzünün atmosferindeki gazların miktarında da değişimlere yol açmıştır. İnsanlar, faaliyetleri ile yaptığı gaz salımları nedeniyle atmosferde doğal sera etkisini sağlayan gazların miktarlarında artışlara yol açmıştır. Sera etkisinin güçlenmesine neden olmuşlardır (Demircan, 2019:1).

İklim yeryüzündeki canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri, yeryüzündeki dağılımlarını ve çeşitliliğini belirleyen önemli bileşenlerden bir tanesidir. Yeryüzündeki canlıların dağılımlarını ve çeşitliliklerini anlamak için yaşadıkları bölgelerdeki iklim farklılıklarını da bilmek gerekir. Bunun en güzel örneği endemik türlerdir. Endemik türler belirli coğrafik bir bölgede ve iklim özelliklerinde ortaya çıkan canlı türleridir. İklimdeki değişimler ile iklim kuşaklarının genişlemesi sırasında yeni yaşam alanlarına yayılan ve sonraki değişim ile bu iklim kuşaklarının daralması sırasında iklim değişimine uyum sağlayarak o bölgede yaşamına devam eden canlılara da relik türler denilmektedir. Relik türler iklimin zaman içindeki değişimini gösteren canlılardır (Demircan, 2019:3).

Dünyadaki iklim çeşitlerine bağlı olarak insanların kültürleri (Halk oyunu, müziği, yemek türleri, gelenekleri, inançları vb.), giyim ve barınma şekilleri, çalışma üretme şekilleri değişim göstermektedir. İklim değişimlerine karşı önlem alabilen ve kendini koruyan en iyi canlı türü insan olmasına rağmen, tarihi süreç içerisinde iklimde meydana gelen değişimler nedeniyle, insan toplulukları sayısız göçler ile uyum sağlayamadıkları durumda yaşamlarını sürdürebilmek için başka yerlere göç etmişlerdir. Günümüzde bu göçler farklı yoğunlukta devam etmekle birlikte, aynı zamanda iklim değişikliğini önlemek ve iklim değişimine karşı uyum sağlamak için teknoloji geliştirmektedirler.

İklim, atmosferde meydana gelen hava durumlarının genel desendir. İklim; bir yer için uzun yıllar atmosferde meydana gelen meteorolojik parametrelerin (sıcaklık, yağış, rüzgâr, nem vb.) ortalama

durumu olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte iklimin salınım aralığını tanımlamak için uç (ekstrem) değerler de önemlidir (Demircan, 2019:1).

Su ve su kaynakları, canlıların ve insanların Dünya üzerindeki dağılımları ile insan yerleşim yerlerini belirleyen, hatta kontrol eden diğer önemli bir unsurdur. İnsanlar tarihte su kaynakları civarında medeniyetlerini kurmuşlardır. Tarihte suyun yokluğunda veya fazlalığında insanlar yeni yerleşim yerleri aramışlar ve göç etmişlerdir. Hz. Yusuf Peygamberin milattan önce 1600'lü yıllarda Mısır'da meydana gelecek kuraklığı öngörmesi ve buna ilişkin tedbirler olarak kurak dönemin etkilerini azaltması hikâyesi kuraklık yönetimi açısından önemli bir örnektir. Tarihte M.S. 350-800 yılları arasında Avrupa'ya doğru meydana gelen Kavimler Göçünün nedenlerinden bir tanesi kuraklıktır. Osmanlı İmparatorluğunda 1596 yılında yaşanan Celâli İsyânlarının nedenleri içerisinde de, öncesinde Anadolu'da yaşanan uzun süreli kuraklık bulunmaktadır. Suyun fazlalığına, diğer bir deyim ile sel/taşkın olaylarına örnek olarak tarihte meydana gelen Nuh Tufanı bu konun en bilinen olayıdır. İnsanlığın tarihe çıktığı ilk zamanlardan, modern zamanlara kadar sel/taşkın olayları sonrasında ya insanlar başka yerlere taşınmış, ya da insan yerleşkeleri yeniden tasarlanmıştır. İnsanların kültürleri, dini ayin/ibadet tarzları, üretim sektörleri ile üretimleri, ticaretleri, gezi ve ticaret yolları, savaşları ile barışları ve benzeri birçok faaliyetleri "Su/Su Kaynakları" ile ilişkili olarak şekillenmektedir.

İklim Değişikliği nedir?

İklim Dünyanın başlangıcından bu yana sürekli bir değişim içindedir. Tarih boyunca sıcak ve soğuk zamanlar görülmüştür. İklimdeki sıcak ve soğuk yıllar/dönemler arasındaki bu değişime "iklim salınımları ya da iklim değişebilirliği" diyoruz. Benzer bir şekilde, iklimi oluşturan bileşenlerden bir tanesi olan su küre içerisindeki ve atmosferdeki suyun dolaşım yörüngeleri, yer küre üzerindeki dağılımı ve depolanma şekli de iklimdeki salınımlara eş zamanlı olarak değişmektedir. Günümüz çevre sorunlarının ana başlığı olan "iklim değişikliği/küresel ısınma" ise iklimin doğal salınımı dışında, Sanayi Devrimi sonrası başlayan ve insanların kazanma hırsı ile çevreyi ve

atmosferi kirletmesi sonucu oluşan, insanın neden olduğu iklimde meydana gelen değişikliktir. Örneğin, dünyayı saran atmosfer doğal sera etkisi yapmaktadır. Dünyanın sıcaklığı; atmosfer ve sera etkisinin olmadığı durumda yaklaşık olarak -18°C olacaktır; ancak atmosferdeki gazların sera etkisi oluşturması sayesinde yaklaşık olarak 14°C 'dir.

İnsanların faaliyetlerinden kaynaklanan (sanayi, arazi kullanım [yeşil alanlardan şehirlere geçiş vb.] değişikliği, orman ve arazı yangınları, çevre kirliliği vb.) etkiler nedeni ile atmosferdeki sera etkisi artmakta, bu da "Küresel Ortalama Sıcaklığı" artırmaktadır. Günümüzde bu artışın yaklaşık $1,2^{\circ}\text{C}$ olduğu tespit edilmiştir.

İklim değişikliği; Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (UNFCCC) "karşılaştırılabilir zaman dönemlerinde gözlenen doğal iklim değişkenliğine ek olarak, insan faaliyetlerinin doğrudan ya da dolaylı olarak atmosfer bileşimini etkilemesi sonucu iklimde meydana gelen değişiklik" olarak tanımlanmaktadır (UNFCCC,1992).

İklim değişikliği, diğer bilinen söylemi ile küresel ısınma, bu Dünyanın karşı karşıya olduğu, ülkelerin ekonomik ve sosyal yapısını etkileyebilecek, en ciddi çevresel tehditlerden biridir. İklim değişikliği, çözümü zor olan ve gerekli önlemler alındığında da etkisi on yıllar boyunca sürebilecek, günümüzün en önemli çevre sorunlarından bir tanesidir. İklim değişikliğinin konuşulduğu; ulusal ve uluslararası tedbirlerin, uyum ve önleme çalışmalarının tüm paydaşlar ve hükümetler tarafından dikkatlice izlendiği günümüzde; en önemli konu değişikliğin olup olmadığı ile varsa ne kadar olduğunun belirlenmesi ve izlenmesidir. Doğru bir iklim izleme yapılması, gerek gözlemlere dayalı olarak gelecek iklim şartlarının ne olacağının modellenmesinde, gerekse uyum ve önleme çalışmalarının başarıya ulaşmasında olmazsa olmaz ilk şarttır. Küresel ve bölgesel olarak iklimi izlemek, iklim değişikliğini belirlemek, tahmin etmek için ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından yapılan birçok değerlendirme vardır. Dünyanın yüzey sıcaklığında meydana gelen bir değişiklik, aşırı hava olaylarında ve ekstrem sıcaklıklarda da artışa neden olur (Demircan, 2019:2).

İklim Değişikliğinin Dünyadaki Etkileri Nelerdir?

Dünyamızın iklimi binlerce yıldır görülmeyen bir değişim yaşamaktadır. İklim değişikliğinin neden olduğu ve Dünyamızı etkileyen olayları özetle şöyle sıralayabiliriz;

- Küresel ortalama sıcaklıklar yaklaşık 1,2°C (Sanayi Devriminden beri; 1800'lü yıllardan bu yana) artmıştır. 1980'den bu yana sürekli normallerinin üzerinde sıcaklıkta yıllar görülmüştür. 2005 yılından bu yana en sıcak yılların 9 tanesi, 2010'dan bu yana en sıcak yılların 5 tanesi görülmüştür. En sıcak yıl 2016 yılıdır. En sıcak altı yıl, 2016, 2019 ve 2020'nin ilk üç olduğu 2015'ten bu yana olmuştur. En sıcak üç yıl (2016, 2019 ve 2020) arasındaki ortalama küresel sıcaklıklardaki farklar ayırt edilemeyecek kadar küçüktür. 2020'deki ortalama küresel sıcaklık, sanayi öncesi (1850-1900) seviyenin yaklaşık 1,2 ($\pm 0,1$)°C üzerinde, yaklaşık 14,9°C olarak gerçekleşmiştir. Bu artış hızı aynı şekilde devam ederse, küresel ısınma, büyük ihtimalle 2030 ile 2052 yılları arasında 1,5°C'ye ulaşacaktır.
- Küresel ortalama sıcaklıkların artmasıyla, kutuplardaki buzul alanları ve dağlardaki buzullar da yaklaşık %40 azalmıştır. Arktik Deniz Buzulu, 1979 yılından günümüze yıllık 1,31 milyon km² azalma eğilimi ile yaklaşık %45 azalarak 7,19 milyon km²'den 3,92 milyon km²'ye gerilemiştir.
- Küresel ortalama deniz yüzeyi yükselmiş 1870'den bu yana yaklaşık 28 cm yükselmiştir. Denizler ile okyanusların sıcaklıkları artmış olup son yirmi yılda en yüksek deniz yüzey sıcaklıkları kayıt edilmiştir.
- Atmosferdeki karbondioksit miktarı 1955'ten bu yana yaklaşık %47 artmıştır. 1850 Yılı yılında 280 ppm (milyonda bir parçacık) olan CO₂ miktarı 2020 yılında 412,5 ppm olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılı Temmuz ayında ise yaklaşık 417 ppm olarak 650 000 yılın en yükseği olarak gerçekleşmiştir.
- Tropik fırtınaların (Hurricane, Tayfun vb.), şiddetli yağış ile sellerin, sıcak hava dalgaları ile kuraklıkların ve orman yangınları gibi aşırı iklimsel ve meteorolojik olayların şiddet ve sayıları artmıştır.

- Bölgesel iklim değışiklikleri, özellikle sıcaklardaki artış, birçok biyolojik ve fiziksel sistemi etkilemiştir. Küresel ısınmanın fiziksel etkileri yanında ekonomik, sosyolojik, psikolojik etkileri de vardır. Bu etkiler genel olarak aşağıda ifade edilmektedir;
- Mevsimler, yeni iklimsel özelliklere ve mevsim uzunluklarına doğru değışmektedir.
- Buzul bölgeleri ve dağlardaki buzulların küçülmesi ve kar tabakalarının erken erimesi; buz tabakalarının daha geç oluşması ve daha erken erimesi; bazı bölgelerde kar yağışının yağmura dönüşmesi; bazı bölgelerde yağış miktarlarında azalış, bazı bölgelerde şiddetli yağışlarda artış, aşırı buharlaşma ve kirlenme nedeniyle, su kaynaklarında yetersizlikler ortaya çıkabilecektir.
- Bazı bitki ve hayvan nüfuslarının azalması; hayvanların üreme dönemlerinin değışmesi; bitkilerin fenolojik evrelerinde değışimler; tarım ve orman ürünlerin verimlerinde ve kalitesinde azalışlardır.
- Denizlerde ortaya çıkacak yükselme nedeniyle; sahil kenarlarındaki yerleşim alanları, su kaynaklarında ve toprakta tuzlanma olabilecektir. Ayrıca, balıkçılık sektörü denizlerdeki ısınma, kirlenme ve fırtınaların yol açacağı risklerle karşı karşıya olacaktır.
- Su kaynaklarının azalmasıyla hidroelektrik temelli enerji üretiminde darboğazların ortaya çıkabilecektir.
- Meteorolojik afetlerin yol açtığı zararların maliyetlerinde artışlar görülmektedir. Dünya çapında, doğal afetler 210 milyar ABD Doları zarara ve 82 milyar ABD Doları sigortalı kayıplara neden olmuştur.
- İklimsel aşırı olaylar ve su kısıtı nedeniyle; başta sağlık, tarım, enerji üretimi ve turizm olmak üzere, pek çok sektör olumsuz etkilenecektir.
- Küresel ısınma; fiziksel etkileri yanında ekonomik, sosyolojik, psikolojik zorluklara; güçlerle birlikte bu sorunlarda artışa neden olabilecektir.

- İnsan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle sağlık maliyetlerinin artmasıdır.
- Az gelişmiş ülkelerin sorunlarla başa çıkacak kaynaklara sahip olmaması nedeniyle krizlerin yaşanması iklim değişikliğinin sosyo-ekonomik ve politik önemini ortaya koymaktadır.

İklim Değişikliğinin Türkiye'deki Etkileri Nelerdir?

İklim değişikliğinin neden olduğu ve ülkemizi etkileyen olayları şöyle sıralayabiliriz:

- Türkiye 2020 yılı sıcaklık ortalaması 14,9°C olarak gerçekleşmiştir. Bu değer 1981-2010 normalinin (13,5°C) 1,4°C üzerindedir. Türkiye ortalama sıcaklıkları 1998 yılından bu yana (2011 yılı hariç) uzun yıllar ortalamalarının üzerinde gerçekleşmiştir. 1971-2018 döneminde en sıcak yıl 2,0°C'lik sapma ile 2010 yılıdır.
- Fırtınalar, şiddetli yağışlar, seller, hortumlar, sıcak hava dalgaları ve orman yangınları gibi aşırı iklimsel ve meteorolojik olayların şiddet ve sayıları artmıştır. Son yıllarda Akdeniz'de görülen Tropik benzeri fırtına, sadece ülkemizi değil bölge ülkelerini de heyecanlandırmıştır.
- Meteorolojik afetlerin yol açtığı zararların maliyetlerinde artışlar görülmektedir. 2020 yılı 984 ekstrem olay sayısı ile en fazla ekstrem olay yaşanan yıl olmuştur. Ekstrem olayların eğilimlerinde, özellikle son yirmi yılda artış eğilimi vardır.
- 2021 yılında ülkemizde görülen kuraklık, Ege ve Akdeniz bölgelerinde meydana gelen orman yangınları ve Kastamonu Bozkurt ilçesinde meydana gelen sel olayı iklim değişikliğinin ülkemize olan ve olabilecek etkilerinin örneklerini göstermektedir.
- Kar yağışı ile kar örtüsünde ve kar örtüsünün dağlarda kalma süresinde azalma görülmektedir. Dağlardaki kar tabakaları mevsiminden önce erimeye başlamaktadır. Kar yağışının yağmura dönüşmesi (ki şehir ısı adası da bu olayı güçlendirmektedir); yağış azalışı, şiddetli yağışlar, aşırı buharlaşma ve

kirlenme nedeniyle su kaynaklarında ortaya çıkacak muhtemel yetersizlikler olabilecektir.

- Bazı bitki ve hayvan nüfuslarının azalması; hayvanların üreme dönemlerinin değişmesi; bitkilerin fenolojik evrelerinde değişimler; tarım ve orman ürünlerinin verimlerinde ve kalitesinde azalışlara yol açabilecektir.
- Ülkemizdeki sıcaklık artışı insanlarda, hayvanlarda ve bitkilerde yeni hastalık türleri görülmesine neden olabilecektir.

Dünya Su Bütçesi ve Su Döngüsü

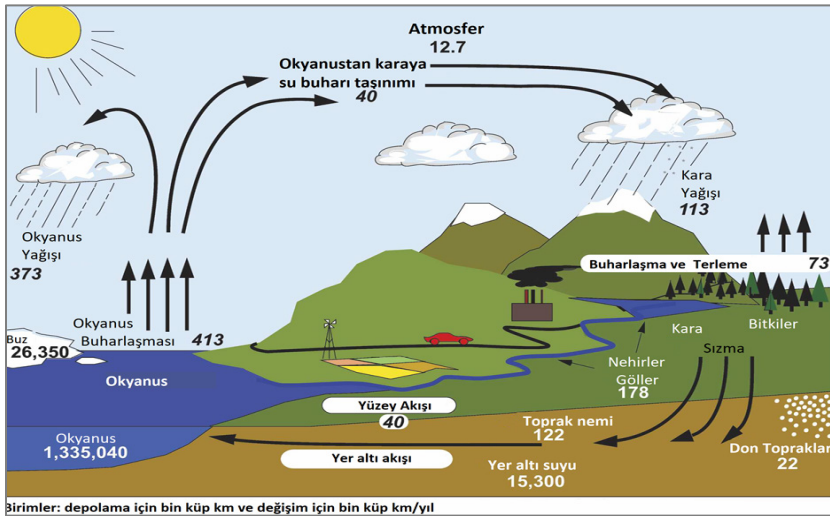
Hidrosferi (Su Küreyi) oluşturan su, hidrolojik döngü ya da diğer söylemi ile su döngüsü yoluyla sürekli yenilenen, ancak zamansal ve bölgesel olarak kısıtlı bir kaynağa sahiptir. Bu suyun miktarı ise yaklaşık olarak 1,39 milyon km³ olarak tahmin edilmektedir. Dünyanın üçte ikisi sularla kaplıdır ve bununla birlikte su bütçesinde tuzlu sular toplam su miktarının %97,5'ini, tatlı sular ise bu bütçenin %2,5'ini oluşturmaktadır.

Dünyadaki suları, evimize giren bir damacana su ile ölçeklendirsek, insanların ve canlıların kullandıkları su; her gün kullandığımız 0,5 litrelik küçük su miktarı kadardır. Bu suyun ise yarısı başta tarım olmak üzere insan faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Bu durumda insanların hayatını idamede (evlerinde ihtiyaçları için) kullanabilmesi için yaklaşık bir bardak su kalmaktadır. Bu hesap tatlı su miktarının insanlar için ne kadar az olduğunu göstermektedir. Üstelik bu su miktarı da, tarımsal gübre kullanımı, kentsel atıklar ve sanayi faaliyetleri ve benzeri insan faaliyetleri ile kirlenmektedir. Günümüzdeki iklim değişikliği ve çevre kirliliğinin su kaynaklarına etkileri de dikkate alınacak olursa, hayatın kaynaklarından biri olan suyun önemi daha iyi anlaşılacaktır.

Dünyadaki su döngüsü ile suyun seyahati ve yaklaşık su bütçesi şu şekildedir: Su, dünyada kutuplar ve yükseklerde buz şeklinde; okyanus, deniz, göl ve nehirlerde sıvı şekilde; karada toprak nemi şeklinde ve atmosferde ise buhar, damlacık ve kristal şeklinde bulunmaktadır. Su, güneşten gelen enerji ile dünyadaki seyahatine başlamaktadır (Şekil 1). Dünyada farklı depolama mekânlarında

farklı hallerde bulunan suyun miktarı ve buralardaki yenilenme süreleri de değişmektedir. Tablo 1’de Dünyada suyun bulunduğu farklı mekânlardaki miktarları görülmektedir. Su, yaklaşık olarak okyanuslarda 3000 yıllık, buzullarda 12000 yıllık, yeraltı sularında 500 yıllık, akarsularda 18 günlük ve atmosferde 11 günlük zamansal döngüler ile yenilenebilmektedir.

Şekil 1. Hidrolojik döngü (Su Döngüsü)



Ana su rezervuarlarının tahminleri, düz yazı tipinde verilen 103 km^3 'te ve sistemdeki nem akışı, eğik yazı tipinde ($103 \text{ km}^3 \text{ yıl}^{-1}$) olarak verilmiştir. Örneğin (1018 g) yıl^{-1} 'e eşdeğerdir (Resim Trenberth'den düzenlenerek Türkçeleştirilmiştir.) (Trenberth et al., 2007).

Su kaynaklarının miktarları, günlük, aylık ve mevsimlik su döngüsüne bağlı olarak kurak ve yağışlı dönemlere göre (özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde olmak üzere) değişim göstermektedir. Su kaynaklarındaki bu değişime ek olarak insan nüfusu ve faaliyetlerindeki artış nedeniyle su kaynakları, Dünya üzerindeki bazı bölgeler için yetersiz kalmakta, bazı bölgelerde ise ancak yetmektedir. Bununla birlikte doğru bir su yönetimi ve su kaynaklarının korunması yapılmadığı durumda; nüfus artışı, su kaynaklarının kirletilmesi ve benzeri nedenler ile su kaynaklarının zamanla tüm bölgelerde yetersiz kalacağı öngörülmektedir.

Tablo 1. Dünyanın su dengesi (çeşitli kaynaklardan oluşturulmuştur)

Suyun Halleri	Alan (km ²)	Hacim (km ³)	Toplam Suyun Yüzdesi (%)	Tatlı Su Yüzdesi (%)
P				
Tuzlu Su	510 065 600	1 350 000 000	97.1	
Okyanus	361 126 400	1 338 000 000	96.3	
Tuzlu yeraltı suyu	148 939 100	14 000 000	1.0	
Tuzlu Göller	820 000	85 000	0.006	
Buz	36 821 000	33 400 000	2.40	75.0
Buzullar	15 821 000	33 100 000	2.38	74.4
Antarktika	13 586 000	30 100 000	2.17	67.6
Grönland	1 785 000	2 620 000	0.19	5.9
Arktik adalar	230 000	83 000	0.006	0.2
Dağlar	220 000	34 000	0.002	0.1
Don Topraklar	21 000 000	300 000	0.022	0.7
Tatlı Su	510 065 600	11 100 000	0.80	24.9
Tatlı yeraltı suyu	148 939 100	11 000 000	0.79	24.7
Göller	4 200 000	91 000	0.007	0.20
Toprak nemi	148 939 100	16 000	0.001	0.04
Sulak alanlar	5 300 000	12 000	0.001	0.03
Nehirler	1 000 000	2 100	0.0002	0.005
Biyolojik Sular	510 065 600	2 400	0.0002	0.005
Rezervuarlar	400 000	7 000	0.0005	0.016
Çiftlikler	1 377 000	600	0.00004	0.0013
Atmosferik Su	510 065 600	13 000	0.00094	0.029
Hidrosfer Toplamı	510 065 600	1 390 000 000	100	100

Ülkemizin Su Bütçesi

Türkiye’de yıllık ortalama yağış yaklaşık 574 mm olup, yılda ortalama 450 milyar m³ suya tekabül etmektedir. Devlet Su İşleri (DSİ), yerüstü suyu potansiyeli için yılda ortalama toplam 94 milyar m³ ve yeraltı suyu potansiyelini 18 milyar m³ olarak hesaplamıştır. Ülkemiz için kullanılabilir su bütçesi, bu veriler göz önüne alındığında yaklaşık yılda ortalama toplam 112 milyar m³’tür. Buna karşın ülkemizde tarımsal sulama suyu, içme, kullanma, sanayi vb. şekilde kullanılan miktar ise 57 milyar m³ olarak hesaplanmıştır (Tablo 2; DSİ, 2021).

Ülkemiz 25 akarsu havzasından oluşmaktadır. Ülkemizde bulunan akarsuların çoğu ülke sınırları içinden doğmakta olup ülke içerisinde denize dökülmektedir. Sınırlarımız içinde doğup kendi kıyılarımızdan denize dökülen akarsulardan en önemlileri Kızılırmak (1 151 km), Sakarya (824 km), Büyük Menderes (584 km), Seyhan (560 km), Yeşilirmak (519 km), Ceyhan (509 km), Gediz (275 km), ve Küçük Menderes (129 km) nehirleridir. Sınırlarımız içinde doğup başka ülkelerin kıyılarından denize dökülen akarsular ise Fırat (Türkiye’de kalan kısmı 1 263 km), Dicle (Türkiye’de kalan kısmı 512 km), Çoruh

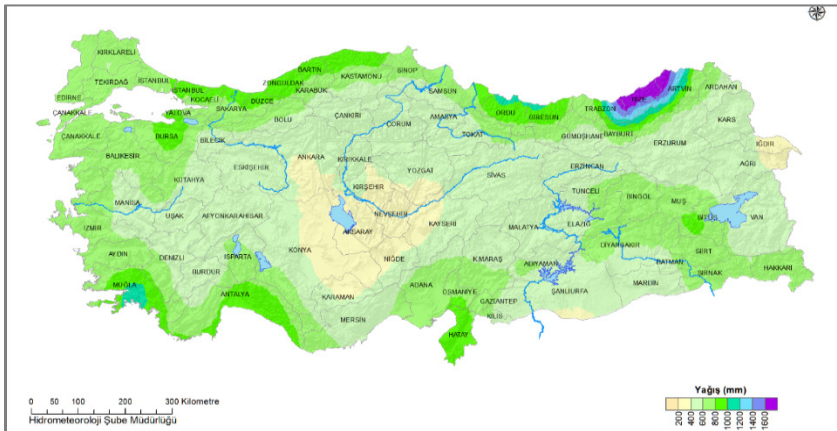
(Türkiye’de kalan kısmı 354 km), Kura (Türkiye’de kalan kısmı 189 km) ve Aras (Türkiye’de kalan kısmı 548 km) nehirleridir. Ası (Türkiye’de kalan kısmı 88 km) ve Meriç (Türkiye’de kalan kısmı 187 km) nehirleri ise başka ülkelerin topraklarından doğup ülkemiz kıyılarında denize dökülmektedir (DSİ, 2021).

Tablo 2. Türkiye’nin su kaynakları potansiyeli (DSİ)

Yıllık ortalama yağış	574 mm/yıl
Türkiye'nin yüzölçümü	783.577 km ²
Yıllık yağış miktarı	450 milyar m ³
Yüzey suyu	
Yıllık yüzey akışı	186 milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu	94 milyar m ³
Yer Altı Suyu	
Yıllık çekilebilir su miktarı	18 milyar m ³
Toplam kullanılabilir su (net)	112 milyar m ³
Gelişme Durumu	
Sulama Suyu	44 milyar m ³
İçme-kullanma ve Sanayi suyu	12 milyar m ³
Toplam Kullanılan Su	57 milyar m ³

Türkiye’de yağış miktarları en az Anadolu’nun iç kesimleri ve İç-
dır’da ve en çok ise Karadeniz Bölgesinde ve özellikle kesimlerinde
görülmektedir (Şekil 2).

Şekil 2. Türkiye yağış dağılımı (mgm.gov.tr)



Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen çalışmalar sonucunda ülkemizde tespit edilen 320 adet

doğal göl bulunmaktadır. Bu göllerin bir kısmı mevsimsel nitelikte olup kış yağışları ile dolmakta olup yazın yağış olmamasından dolayı ise kurumaktadır. Türkiye'deki göller arasında Van Gölü (3 713 km²), Tuz Gölü (1 300 km²), Beyşehir Gölü (656 km²), Eğirdir Gölü (482 km²) büyüklük olarak en büyük göllerdir. Türkiye'de işletmede 861 adet baraj bulunmaktadır. Türkiye'deki barajlardan Atatürk Barajı 817 km², Keban Barajı 675 km², Ilısu Barajı 313 km², Karakaya Barajı 268 km², Hirfanlı Barajı 263 km² yüzey alanına sahiptir (DSİ, 2021).

Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı 2000 yılında 1 652 m³, 2009 yılında 1 544 m³, 2020 yılında ise 1 346 m³ olmuştur. Türkiye, kişi başına kullanılabilir su potansiyeline bakıldığında, su baskısı yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle suyun tasarruflu ve optimum bir şekilde kullanılması önem arz etmekte ve depolamalı tesisler yapılması suretiyle su kaynakları potansiyelinin değerlendirilerek çok maksatlı bir şekilde kullanılmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir (DSİ).

Su kaynakları açısından küresel değerlendirmeler içerisinde ülkemiz, su kıtlığı çeken ülkeler arasında gösterilmemektedir. Bununla birlikte su zengini olmayan ülkemizin su kaynakları kritik bir çizgidedir. Ülkemizdeki nüfus artışı, kentleşme, tarım, sanayileşme gibi insan faaliyetleri nedenleriyle artan su tüketimi, sel/taşkın olaylarının su kaynaklarını tahribi gibi nedenler yenilenebilir tatlı su kaynaklarımızda miktar olarak bir azalmaya sebep olmaktadır. Bunlara ek olarak, yer üstü su kaynaklarında aşırı kullanım, yer altı su kaynaklarında aşırı çekim, tarımsal kaynaklı kimyasallar, evsel ve endüstriyel atıklar nedeniyle yer üstü ve yeraltı su kaynaklarımız ile sularımız tuzlanma ile kirlenmeye maruz kalmaktadır. Tüm bu nedenler ile su, günümüz ve gelecek için önemli bir hazine, sıvı elmas haline dönüşmüştür.

2. İklim İzleme Ürünleri ve Dikkat Edilmesi Gereken Konular

İklim ürünleri, her sektörden kullanıcılar için farklı anlamlara sahiptir. Bu nedenle, her kullanıcı topluluğu farklı bir ürüne eğilim

gösterir. Örneğin, geçmişten günümüze iklim değişkenliği, salınım aralığı ve aşırı koşullar (ekstrem olaylar ve değerler); geçmiş, şimdi ve gelecekteki iklim koşullarının karşılaştırılması gibi iklim ürünleri ile bilimin farklı dallarındaki bilim insanları daha çok ilgilenir. Bu kapsamda ürünler; İklimin salınımını ve değişimini gösteren; bugünün iklimiyle, yerel ve küresel ölçekte, aylık ve yıllık olarak uzun vadeli normalleriyle (standart zaman periyodları ile) karşılaştırılmaktadır. Dünyanın başlangıcından itibaren iklim ve iklim parametrelerinin durumunun ne olduğu bilimsel olarak kullanılan bu ürünler ile incelenmektedir. Bu çalışmalar; geçmiş iklim verileri (paleo-klimatolojik veriler), aletli gözlem verileri ve iklim model verilerini içermektedir.

Kamu ve sektörel kullanıcı topluluğu, mevsimsel ve aylık tahminler gibi, iklim ürünlerine veya soğutma ve ısıtma derece günleri, ısı endeksi ve kuraklık gibi ikincil iklim ürünlerine daha fazla ilgi gösterir ve bu ürünleri çalışmalarını planlamada kullanırlar. Örneğin, “Ne olacak” sorusu, gelecekteki sektörel planların yapılması (su ve enerji kullanımını planlamak için su ilişkili sektörler ve enerji sektörü; tarımsal üretimin aşamalarını planlamak için tarım sektörü vb.) için “Ne oldu” sorusundan çok daha önemlidir. Bununla birlikte, sigorta gibi sektörler özellikle meydana geldikleri tarihlerde görülen aşırı hava olaylarının kayıtlarına ilgi gösterir. Ayrıca, endüstriyel tesisler, güneş ve rüzgâr enerjisi çiftlikleri, barajlar, hava alanları vb. planlanırken ve inşa edilirken sektörel kullanıcılar tarafından uzun dönemli iklim gözlem verileri ve bunlara dayalı ürünler talep edilmektedir.

Küresel ve bölgesel iklim modellerinin tahmin veya öngörü ürünleri, çoğunlukla bilim adamları ve karar vericiler, hükümetler, hükümetlerarası veya uluslararası yapılar tarafından on yıl, otuz yıl veya daha uzun yıllara ait planlama ve strateji belirlemek için kullanılmaktadır.

Bu ürünler, sıcaklık, yağış, rüzgâr, nem, buharlaşma vb. iklim elemanlarından oluşan, gözlem verileri ile tablo, grafik, harita şeklinde oluşturulan iklim ürünleridir. İklim servislerinin aylık, mevsimlik veya yıllık ürettikleri ürünler olduğu gibi; geçmiş veya

gelecek özel dönemlere ait yukarıda sayılan iklim ürünleri, bir veya birkaç parametre kullanılarak hesaplanan indis iklim ürünleri veya sektör-özel iklim ürünlerinden oluşabilir.

Su ve su ilişkili sektörlerin yapacakları mevcut durum tespiti, güncel durum izleme ve gelecek planlama ile strateji belirleme çalışmalarının temelini oluşturan bilimsel çalışmalarda gözlemden tahmine, tahminden öngörüye kadar farklı iklim ürünleri ve yöntemler kullanılmaktadır. Dünyada suyun dolaşımı bir döngü halindedir. Bununla birlikte, bir yerdeki su potansiyeli ve su bütçesinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar genel olarak yağışın toprak ile buluşması ile başlamaktadır. Bu nedenle yağış cinsi ile miktarı ve değişimi bu çalışmaların temel girdisini oluşturmaktadır. Toprak ile buluşan yağış, sıcaklıktaki değişime bağlı olarak buharlaşma ve canlılardaki terleme yoluyla atmosfere geri döndüğü için su bütçesi hesabının iklimsel çıktılarını oluşturmaktadır. Yeryüzünde depolanan suyun hesabında; yükseklerdeki kar ile buz birikimleri, göller, akiferler, barajlar ve benzeri yapılarıdaki su miktarı hidrolojik girdiyi, yer üstü ve yer altı akımları ise hidrolojik çıktıyı oluşturmaktadır. Su ilişkili sektörlerin iklim değişikliği konusunda yapacakları çalışmalar ne kadar doğru veri, ürün ve yorum ile yapılırsa; belirlenen uyum stratejileri ve alınacak tedbirler de o kadar isabetli ve faydalı olacaktır.

Bu çalışmada iklim ve iklim değişikliği ile ilgili çalışmalar yapılırken iklimsel veri ve ürünlerde dikkat edilmesi gereken noktalar ifade edilecektir.

Su bütçeleri hesaplanırken kullanılan temel girdi yağış miktarları ölçümleridir. Günümüzde geleneksel (manuel) ya da otomatik sistemler ile bu ölçümler yapılmaktadır. Ölçüm sistemlerinin algılayıcılarının (sensörler) duyarlılığına bağlı olarak, ölçüm sonucu elde edilen verilerde değişimler olabilmektedir. Ölçüm sistemlerinin algılayıcılarının farklılığı veya ölçüm sistemlerinde yapılan değişimler analiz sonuçlarında da hataya neden olabilmektedir.

Demircan, 2007 yılında hazırlanmış olduğu raporunda, otomatik sistemlerdeki yağışölçerler, küçük miktarlardaki yağışı ölçemezken, bir de katı yağışlar için konulan ısıtma elemanlarından kaynaklanan buharlaşmalar göz önüne alındığında yağış miktarlarında %50'ye

varan kayıplara neden olabileceğini ve bu durumun kuraklık gibi algılanmasının mümkün olabileceğini ifade etmektedir.

Yağış ölçümleri ile ilgili diğer bir konu ise, yağış ölçüm noktalarının şehir içinde kalması ve nehir kaynak (mansap) veya yükseltilerdeki su toplama çizgilerinin (kuru dere) bulunduğu bölgelerde ölçüm yapılmamasıdır. Sel/taşkın afetini önlemek ya da etkilerini azaltmak için yürütülen çalışmalarda planlamalar şehir içerisindeki yağış ölçüm istasyonlarına göre yapılmakta; bu ise yerleşim yerlerindeki önlem donatılarının, yükseklerde meydana gelen şiddetli yağışların oluşturduğu, sel ve taşkınlarda yetersiz kalmasına neden olmaktadır.

Analizler ile ilgili hata kaynaklarından bir tanesi ise iklim normali ile karşılaştırma yapılırken (anomalileri hesaplanırken), iklim normali dönemindeki verilerin normal dağılım göstermemesidir. Örneğin, 1981-2010 iklim normali dönemi için hesaplanan sıcaklık normalini oluşturan serinin verileri hemen hemen eşit sıcak ve soğuk yıllardan oluşurken; 1991-2020 iklim normali dönemi için hesaplanan sıcaklık normalini oluşturan serinin verilerinin üçte ikisi sıcak yıllardan oluşmaktadır. Bu durum, 1991-2020 dönemi iklim normali ile yapılan sıcaklık analizlerinde küresel ısınma nedeni ile oluşan yüksek sıcaklık anomali (pozitif sapma) değerlerinin büyüklüğünü düşürecek, düşük sıcaklık anomali (negatif sapma) değerlerinin büyüklüğünü artıracaktır. Diğer bir söylem ile bu durum, iklim değişikliği/küresel ısınmanın Dünyamıza olan etkisini maskeleyecektir. Benzer durumların yağış ve kuraklık analizlerinde de olması mümkündür. Bu nedenle, iklim değişikliği çalışmalarında bazı ülkeler ve uluslararası kuruluşlar; sanayi öncesi dönemi iklim normalleri ya da uzun yıllar ortalamaları kullanmaktadırlar. Bir başka hata ise parametrelerin alansal dağılımı hesabı için kullanılan istatistiksel yöntemlerden kaynaklanabilmektedir. Jeo-istatistiksel (alansal) dağıtım (enterpolasyon) yöntemlerinden bazıları, bu işlem sırasında maksimum değeri azaltma, minimum değeri ise artırma eğilimi göstermekte olup bu durumda veri kaybı olmaktadır.

İklim değişikliği nedeni ile ekstrem değerler sürekli yeni rekorlar ile güncellenmektedir. Buna bağlı olarak yüz hatta beş yüz yılda görülebilecek değerler arka arkaya (takip eden yıllarda) ya da daha sık

görülebilmektedir. Bu nedenle su ile ilgili yapılan çalışmalarda, her yeni rekor sonrasında yağış şiddet tekerrür analizleri tekrar hazırlanmalıdır. Ayrıca bu hesapların istasyon verisi ile yapıldığı, sellerin oluşumlarının ise kaynak bölgelerindeki yağışlardan kaynaklandığı göz önüne alınarak, tekerrür miktarlarına bir koruma miktarı hesaplanıp eklenerek kullanılmalıdır.

Sel ve taşkın tanımları da bu çalışmalar için bakış körlüğü oluşturabilmektedir. Özellikle şiddetli yağışların oluşturduğu ve nehir alanında olmayan seller gözden kaçabilmektedir. Mevcut nehir havzaları için taşkın koruma planı yapılırken, nehirlerin olmadığı ama sel tehlikesi gösterebilecek bölgeler bu durumun dışında kalmaktadır. Alan vd. (2021) yaptıkları çalışmada bu durumu tartışarak, taşkın çalışmalarına ek olarak, Avrupa Su Birliğinin (EWA) de kullandığı yağışsal sel tanımının, bu durumlar için kullanılmasını ve planlamalara eklenmesini önermişlerdir.

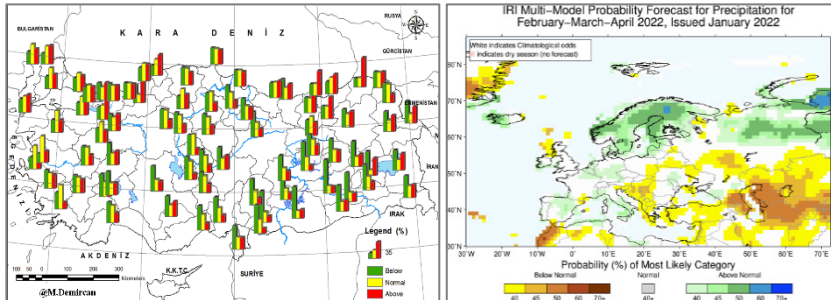
Uluslararası çalışmalarda, özellikle Avrupa'da; şehir selleri ve ani taşkınlar tanımları için sel tanımı için "Yağışsal (Plüviyal) Seller" tanımı da kullanılmaktadır. Bu çalışmalardaki üç yaygın sel türü için akarsu (nehir) taşkınları, yağışsal (Plüviyal) seller (ani seller ve yüzey suyu) ve kıyı selleri (fırtına dalgası) tanımları kullanılmaktadır (EWA, 2009; Falconer, 2009; WG F, 2017; URL 1, URL 2; Alan vd. 2021, s.203). Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu (EFRE)'nin RAINMAN projesinde; ani taşkın/sel, çok az ön uyarı veya hiç uyarı olmadan genellikle nispeten küçük bir alanda yoğun yağış sonucu ortaya çıkan ve oldukça hızlı yükselen sel olarak tanımlanmaktadır (Amerikan Meteoroloji Derneği Sözlüğü, 2000; RAINMAN- EFRE, 2020; Alan vd. 2021 s.203). Bu tanımda "zaman ölçeği ve neden olan olaya ani hidrolojik tepki" ön plana çıkmaktadır. Yağışsal sel, daha önce doğal veya insan yapımı suyolları ile ilişkili olmayan alanlarda, yerel sellere neden olan doğrudan arazi akışı şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tanımda ise "selden etkilenen bölgede uygun drenaj ağının olmaması" ana fikri oluşturmaktadır. Her iki tanımın da basitleştirilmiş ifadesi; "Akarsu (nehir) taşkınları, su kütlelerinden gelen yüzey suyu; yağışsal seller ise su kütlelerine giden yüzey suyudur" şeklindedir. Şiddetli yağmur riski yönetimi yaklaşımları ele alan farklı

RAINMAN pilot uygulamalarında, yağışsal sellerin yanı sıra ani sellere de odaklanmakta ve bu ikisi arasındaki farklılaşmayı da göstermektedir (RAINMAN- EFRE, 2020; Alan vd. 2021 s.203).

İklim biliminin su ve ilişkili sektörleri dâhil olmak üzere tüm sektörlerin yatırım ve izleme için kullandığı ya da kullanabileceği, yukarıda bahsedilen, ürünleri yanında yakın dönem faaliyet planları için haftalıktan (*sub-seasonal*) mevsimliğe (*seasonal*) tahminler, mevsimlikten yıllığa iklim bakış formları isimli ürünleri bulunmaktadır. Bunlara ek olarak, sektörlerin gelecek stratejilerini belirleyebileceği iklim öngörülere (projeksiyonları) bulunmaktadır.

İklim tahminleri (haftalıklar, aylıklar, mevsimlikler) ve iklim bakış formları (mevsimlik, altı aylık ve bir yıllık); normallerinden farkı ya da olasılıklı (probabilistik) normallerinden farkı içeren ürünlerdir. İklim tahminleri için ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından üretilmiş birden fazla ürün bulunmaktadır. Hatta bazı uluslararası kuruluşlar eş zamanlı birden fazla tahminler üretilmektedir. Bu ürünler, basit bir şekilde normallerinden sapmaları (farkı) olarak sunulmaktadır. Olasılıklı tahminler ise; birden fazla tahmin sonucundan oluşturulan benzeşik tahmin demetlerindeki (ensemble) mevsim normalinde, altında veya üstünde olma durumunu olasılık yüzdeleri ve değerleri ile sunulmasıdır (Şekil 3). Basit şekilde sunular sektörlerin faaliyetlerini planlamasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle bu ürünlerin, olasılıklı şekilde tahmin değerleri ile sunulması, sektörlerin planlamalarını farklı olasılıklara göre yapabilmesi için faydalı olacaktır.

Şekil 3. Olasılıklı mevsimlik yağış tahmini örnekleri
(sol: Demircan; sağ: URL 3)



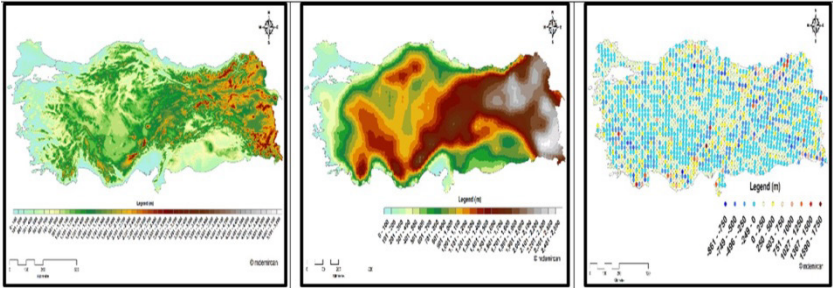
Sektörel İklim Ürünleri, iklim parametrelerinden (sıcaklık, yağış vb.) sektörler için önemli, belirli kritik eşik değerlerine göre hazırlanmış ürünlerdir. Örneğin; kent ısıtma-soğutma indeksi, sera ısıtma-soğutma indeksi, şiddetli yağış indeksi ve benzeri iklim ürünleridir. İklim analizi ve iklim tahminlerinden hazırlanacak sektör-özel iklim ürünleri; sektörlerin yatırım bölgesi ile ürün çeşidini belirleyebilmeleri, yakın gelecek planlamaları ve uzun dönem stratejilerini belirleyebilmesi için daha faydalı olacaktır.

İklim öngörülerini, gelecekteki iklimin olası durumlarını ortaya koyan ve kamu ile sektörlerin gelecek stratejilerinin belirlenmesine yarayan iklim ürünleridir. İklim öngörülerini, sosyo-ekonomik gelişme senaryolarının (Nüfus, sanayi, kentleşme, arazi kullanımı, orman varlığı, tarım vb.) iklim modelleri aracılığıyla iklim verilerine dönüştürülmüş hali olup bir tahmin değildir. İklim veya hava tahminleri, meteorolojik parametrelerin hâlihazırdaki durumunun, geleceğe doğru sayısal yöntemlerle ilerletilerek bir günden bir yıla kadar ortaya konmasıdır. İklim modelleri, farklı dallardaki iklim değişikliği çalışmasının bilimsel temelinde yer almakta olup iklim modeli, iklim değişikliği modeli, küresel iklim modeli, küresel dolaşım modeli vb. adlar ile anılmaktadır. Model terimi basitçe, bir nesne veya olgunun geometrik, istatistik veya matematik yöntemlerle tanımlanması olup iklim değişikliği çalışmalarında akılları karıştıran bir olgudur. İklim değişikliği modelleme çalışması denildiğinde; iklim parametrelerinin durumu ile değişimi, sosyo-ekonomik sektörlerdeki değişimler, seragazi salımlarındaki (emisyonlardaki) değişimler ve benzeri anlamlarda anlaşılabilir. Bu nedenle iklim değişikliği modelleme çalışmalarında sektör adlarının (İklim değişikliği uyum modellemesi, iklim değişikliği su bütçesi modellemesi, iklim değişikliği enerji modellemesi vb.) birlikte kullanılması uygun olacaktır. Ayrıca, iklim modeli denildiğinde kullanılan model yazılımları (EdGCM, HadGEM, MPI, GFDL, PIRCS, RegCM, vb.) ile model çıktıları olan veri setlerinden (SRES, RCP ile SSP senaryolarına ait projeksiyonlar vb.) hangisinin kast edildiği bazen anlatımlarda karıştırılmaktadır. Bir diğer konu da Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) öncülüğünde geliştirilen senaryolar

konusunda olup son senaryo ailesinde “sosyal” ifadesinin yer alması nedeniyle ilk defa sosyal senaryolar ile projeksiyonlar geliştirildiği ve önceki senaryoların sosyal senaryoları içermediği şeklinde doğru olmayan bir algının oluşmasıdır.

Bunların yanı sıra, Demircan vd. (2017), “İklim Değişikliği: Modelden Sektörel Uygulamalara” çalışmalarında, iklim öngörülerini kullanılırken dikkat edilmesi gereken konular olarak şu önerilerde bulunmuşlardır. İklim modelleri koşturulmadan önce yapılan yanlışlıkların düzeltmeleri (parametrizasyon ayarları) konusunda; bu düzeltmelerin bölgesel olarak yapılamaması ve tüm çalışma alanına uygulanması nedeniyle bazı bölgelerde daha doğru sonuçlar elde edilirken diğer bölgelerde ise hataya neden olmaktadır. Modelleme çalışmasından kaynaklanan diğer bir sorun ise kullanılan küresel veri setlerinin çözünürlüğü nedeniyle bünyesinde taşımış oldukları hatalardır. İklim modellerinin koşturulduğu çözünürlükte (grid-karelej yapısında), topografya verisi için kaynak olarak gösterilen topografya verilerinden grid noktaları çözünürlüğü için ortalama yükseklik verileri hesaplanmaktadır (Şekil 4).

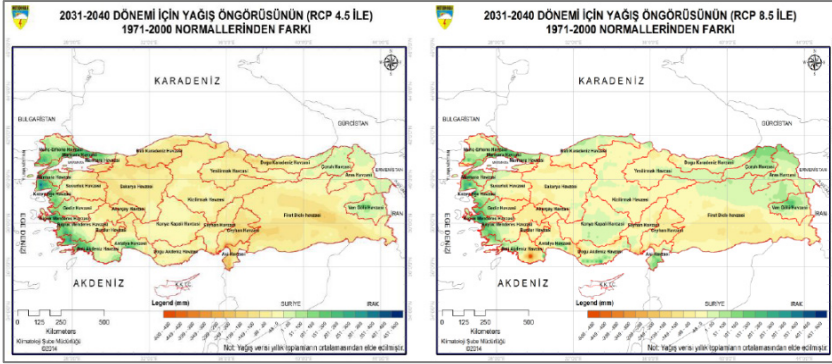
Şekil 4. Model yüksekliği ve gerçek yükseklik farkları (Demircan vd., 2017)



Yine grid noktaları toprak kullanımı, bitki örtüsü ve su kaynakları gibi bilgileri de ilgili veri katmanlarından grid içinde kalan en büyük alanın değerini almaktadır. Hesaplanan yükseklik ve diğer bilgilerin gerçek değerlerinden uzaklaşması da diğer bir hata kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Bölgesel İklim Modeli yazılımlarının (RegCM4 vb.) kullanmış olduğu Lambert projeksiyon sistemi de Coğrafi Bilgi Sistemleri’nde yer alan programlardaki projeksiyon sistemi

ile uyuşmamakta ve alansal olarak kayma ve dönüklüğe neden olmaktadır. Sayılan tüm nedenlerden dolayı çalışma yapılan daha küçük bölgeler (coğrafi bölge, havza, il, ilçe vb.) için öngörü verileri kullanılırken Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığıyla gözlem, topografya vb. verilerle doğrulama/düzeltilme yapılarak kullanılmalıdır (Şekil 5).

Şekil 5. Coğrafi bilgi sistemleri ile iklim projeksiyonları yağış analizi (Demircan vd., 2014c)



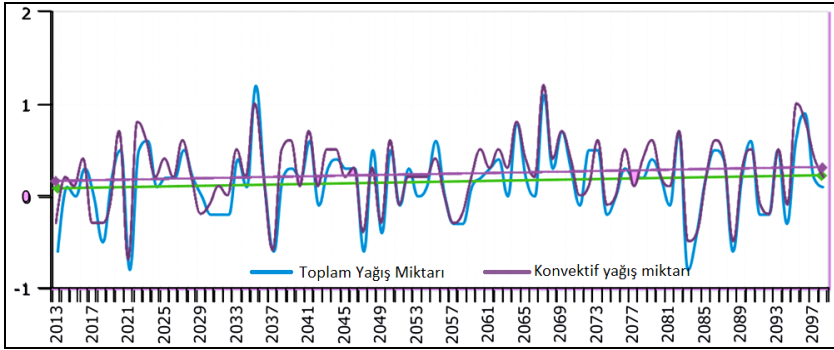
İklim öngörü ürünlerini yorumlarken ya da diğer sektör-özel ürünler ile sektör hesaplamalarında kullanırken dikkat edilmesi gereken konular da vardır.

İklim değişikliği öngörülerinden sıcaklık ve toplam yağış verileri daha çok kullanılmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşları ile sivil toplum örgütlerinin yapmış olduğu uyum ve önleme çalışmalarında, bilgilendirme çalışmalarında sektörel olarak doğrudan bu iki parametre kullanılmaktadır. İklim değişikliği modelleri yüzey ve atmosferik katmanlarda veriler üretmektedir. İklim modellerinin üretmiş olduğu toplam yağış parametresi analizlerini referans göstererek, yağış fazlalığının olduğu yerlerde, diğer veriler incelenmeden su sıkıntısı olmayacağı yorumlanabilmektedir. Ancak modelin ürettiği bir diğer parametre olan konvektif (kararsızlık) yağış verisinin de incelenmesi gerekmektedir (Şekil 6). Konvektif yağış parametresinin toplam yağış miktarı içerisindeki payı bize oluşabilecek yağışların fiziksel şekli ve faydası konusunda bilgi verecektir. Bu durumun doğrulaması için yağışla ilgili iklim indisleri de kullanılmalıdır. Sağanak şeklinde

yağan aşırı yağışlar, özellikle son zamanlarda görüldüğü gibi, sel-taşkın gibi afetlere neden olmakta, ayrıca yüzey akışı ile birlikte akıp gitmektedir. Bu nedenle insan ve canlıların hayatını devam ettirmesi için gerekli olan su bütçesine bir fayda sağlamamaktadır (Demircan, vd., 2017).

Toplam yağış parametresi; cephesel-sistem (stratiform - kararlı) yağışları ile konvektif (kararsız) yağışların bir toplamıdır. Stratiform yağışlar uzun süreli ve şiddetli olmaması ile toprağa yavaş yavaş sızarak su bütçesine katkıda bulunurlar. Konvektif yağışlar ise kısa süreli ve şiddetli olması, hemen akışa geçmesinden ötürü su bütçesine katkısı az olduğu gibi, çoğu zaman sel oluşturması sebebiyle doğal afete dönüşerek su kaynaklarını bozarak ya da kirleterek zarar da verirler. Bu nedenle su ile ilgili olarak yapılacak çalışmalarda, bu iki parametredeki değişimler dikkatlice analiz edilmeli ve uyum çalışmaları bu analizlere temel alınarak yapılmalıdır.

Şekil 6. RCP8.5 projeksiyonu toplam ve konvektif yağışları (Demircan vd., 2017)



Su ile ilgili yapılan çalışmalarda, iklim öngörülerinin toplam yağış parametresi kullanılmaktadır. Toplam yağış parametresi; sosyal su ihtiyacından sanayi su ihtiyacına, hidrolojik su kaynaklarından tarımsal kullanıma kadar; suyun kullanıldığı her alandaki su kullanım ihtiyacını, bunun için gerekli su bütçesini hesaplamak için kullanılan temel parametrelerden bir tanesidir. Toplam yağış parametresi, yağışın temel girdi olarak kullanıldığı kuraklık indisleri, iklim sınıflandırmaları ve benzeri stokastik formüllerde basit şekilde kullanıldığı gibi;

havza tabanlı çalışmalarda, hidrolojik modellerde de girdi verisi olarak karmaşık model hesaplarında da kullanılır.

Öngörü senaryolarının mantığı da çok anlaşılammıştır. Öngörüler, kırtan fazla modelin çıktısına ve bunların en az dört veya daha fazla senaryosundan oluşmaktadır. Öngörüler bir tahmin olmadığı için doğrudan değerlerini, özellikle de uç değerlerini kullanmak sakıncalıdır. Bu şekilde ortaya atılan ve gerçekleşmeyen durumlar, kamuoyu tarafından iklim değişikliğinin bilimsel olarak anlaşılmasına da zarar verebilir. İklim değişikliği ön görüleri, en az üç modelin iyi ve kötü senaryolarının aralıkları halinde veya mümkün olması durumunda tüm modellerin iyi/kötü senaryolarının olasılıklı aralıklar halinde kullanımı bilimsel olarak daha doğru olacaktır. Bu durum aslında uyum planları için bir kolaylık da sağlayacaktır. Örneğin uyum planları yapılırken, gerçekleşmesi halinde katlanılamayacak veya diğer bir söylemle telafisi mümkün olmayacak bir maliyet öngörülmesi halinde kötü senaryo; gerçekleşmesi halinde katlanılabilir veya üstesinden gelinebilecek bir maliyet öngörülmesi halinde iyi senaryo kullanılabilir. Bu durum ise uyum maliyetlerinin optimum bir şekilde oluşmasına fayda sağlayacaktır.

Ülkemizde Yapılan İklim Öngörülleri ve Sonuçları

Demircan vd. (2017) "Türkiye için İklim Öngörülleri: Üç Model İki Senaryo" çalışmalarında ve Demircan vd. (2017) "İklim Değişikliği: Modelden Sektörel Uygulamalara" çalışmalarında geniş bir derleme yapmıştır. 2006 yılında, IPCC'nin Emisyon Senaryoları Özel Raporu (SRES) senaryolarından sadece bir tanesinin ele alındığı ve bölgesel iklim modeli RegCM3 ile 21. yüzyılın son 30 yılı için elde edilen birkaç sonuç mevcuttur. 2006 yılından beri önemli ilerlemeler kaydedilmiş olup Türkiye ve çevresine odaklanan iklim benzeşim (simülasyon) çalışmaları geliştirilmiştir. Önal ve Semazzi (2009) tarafından 21. yüzyılın son 30 yılında Doğu Akdeniz bölgesi için, IPCC A2 senaryosuna dayalı bölgesel iklim değişikliği benzeşimini geliştirilmiştir. İTÜ'deki Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü iklim araştırması grubu, üç farklı GCM'nin emisyon senaryosu benzeşiminin çıktılarını kullanarak Türkiye için bir ölçek azaltma deneyi gerçekleştirmiştir (TİDBB, 2013).

2006 yılından bu yana, Türkiye (alt bölgeleri veya çevresi) üzerinde çeşitli bölgesel iklim benzeşim çalışmaları yürütülmektedir. SRES senaryolarına dayalı bölgesel iklim değişikliği benzeşimleri; Krichak vd. (2007), Gao ve Giorgi (2008), Turunçoğlu vd. (2007), Önal ve Semazzi (2009), Zanis vd. (2009), Black et al. (2010), Sen vd. (2011), Demir (2011), Özdoğan (2011), Bozkurt ve Sen (2011), Önal (2012), Bozkurt vd. (2012), Önal ve Ünal (2012), Bozkurt ve Sen (2013), Önal vd. (2013) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalarda, genel olarak çalışma bölgesinde sıcaklık artışı ve yıllık yağış oranında bir düşüş bulunmuşlardır (TİDAUB, 2016; Demircan vd., 2017; TİDYUB, 2018).

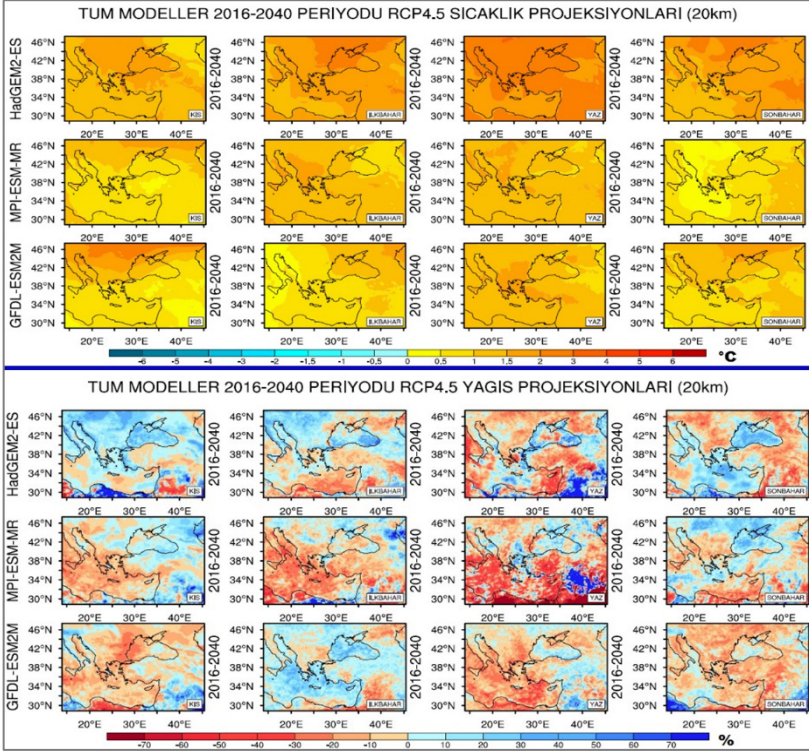
2010 yılından bu yana, Türkiye (alt bölgeleri veya çevresi) için yeni senaryolarla bir dizi bölgesel iklim benzeşim çalışması yapılmıştır. RCP senaryolarına dayalı bölgesel iklim değişikliği benzeşimleri; Demir vd. (2013), Demircan vd. (2014 [a], [b], [c]), Öztürk vd. (2014), Turp vd. (2014), Ünal vd. (2015), Gürkan vd. (2015), Yıldırım vd. (2015, 2016), Öztürk vd. (2016), Gürkan vd. (2016 [a][b]), Demiroğlu (2016), Coşkun vd. (2016), Öztürk vd. (2017), Demircan vd. (2017), Güser vd. (2017) ve Eskioğlu (2017) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda, bölge genelinde bir sıcaklık artışı ve genel olarak yıllık yağış miktarında azalma tespit etmişlerdir (Demircan vd., 2017).

MGM (TR2015-CC, 2015), Türkiye'yi içine alan bir bölge için gelecekteki iklim değişikliğinin muhtemel sonuçları ortaya konmaya çalışılmıştır. HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve GFDL-ESM2M Küresel Dolaşım Modellerinin Temsili Konsantrasyon Rotalarına (RCPs: Representative Concentration Pathways) ait RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarının sonuçları kullanılmıştır. Bu çıktılarından, Türkiye ve çevresini kapsayan bir alanda 20 km çözünürlükte ve 2016-2099 yıllarını kapsayan bir dönem için sıcaklık ve yağış öngörülleri üretilmiştir (Demircan vd., 2017).

SYGM (İDSKEP, 2016), yapmış oldukları "İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi" ile CMIP5 veri tabanından seçilen HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve CNRM-5.1 küresel iklim modellerinin RCP4.5 ve RCP8.5 temsili konsantrasyon rotalarına dayanan simülasyonlar ile RegCM4.3 bölgesel iklim modeli ile 2015-2100 yılları

arasında 10x10km çözünürlükteki iklim öngörülerini elde edilmişlerdir (Demircan vd., 2017).

Şekil 7. RCP 4.5 iklim sıcaklık ve yağış öngörülleri (Demircan vd., 2017)



MGM'nin Türkiye için yapılan iklim değişikliği projeksiyon çalışmaları sonuçlarında, Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklık artışının; 2016-2040 dönemi için 1-2°C arasında; 2041-2070 dönemi için 1,5-4°C arasında ve son dönem olan 2071-2099 dönemi 1,5- 5 °C arasında olması öngörülmektedir (Şekil 7). Bazı senaryolarda 21 yy. son otuz yılında (2071-2100) sıcaklık artışının kış mevsiminde 3°C ve yaz mevsiminde 8°C'ye ulaşması da öngörülmektedir. Yağışlarda; tüm dönemlerde kış mevsimi için ülke genelinde yağış miktarında artışlar, ilkbahar mevsiminde tüm dönemlerde ülkenin sahil ve kuzeydoğu kesimleri haricinde yağış miktarında azalışlar, yaz mevsiminde tüm dönemlerde ülkenin batı sahilleri ve kuzeydoğu bölümleri haricinde

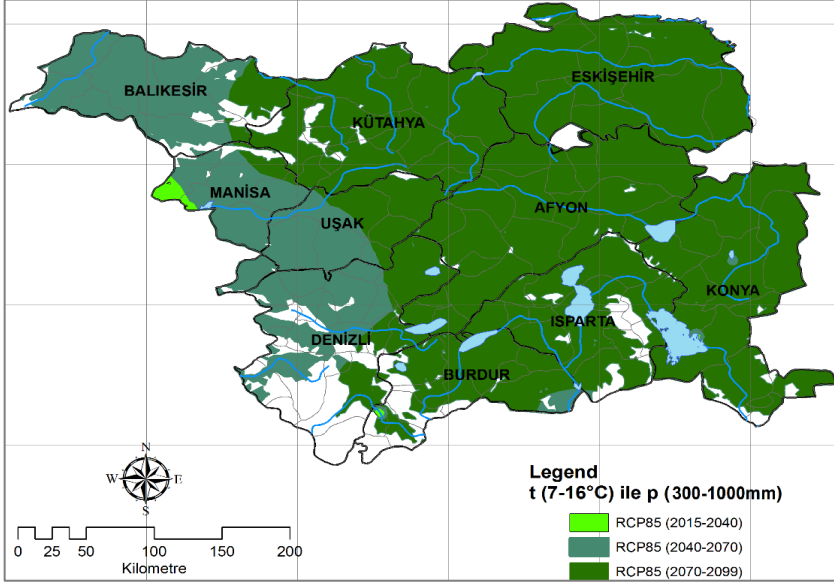
yağış miktarında azalışlar ve sonbahar mevsiminde genel olarak yağış miktarında bir azalma öngörülmektedir. Her ne kadar projeksiyon dönemi boyunca (2016-2099) yağış miktarında düzenli bir artış ve azalış eğilimi olmasa da yağış rejiminin düzensizliği dikkat çekicidir (Demircan vd., 2017).

İklim değişikliği bağlamında, yeni iklim şartlarında Türkiye nehir havzalarında ciddi risklerin oluşması öngörülmektedir. Bunlardan bir tanesi, özellikle Fırat-Dicle havzası olmak üzere, Anadolu'nun iç kesimleri ve güneyindeki havzalarda yağış miktarındaki azalıştır. İkincisi ise artan sıcaklıkların yağış cinsi değişikliklerine neden olması ve kış mevsimindeki yağın karın yağmura dönüşmesidir. Kar, yıl boyunca su tedarik eden önemli su kaynağıdır. Ve ayrıca sıcaklık artışı ilkbaharda erken kar erimesine neden olabilir. Bozkurt vd. (2013) ve Bozkurt vd. (2015), Erken Erime ve Fırtına-Dicle Havzasındaki kar erimesi akışındaki zamansal değişimler sonucuna varmıştır. Üçüncü sorun ise, özellikle yaz mevsiminde ve özellikle Anadolu'nun batı ve kuzey sahil kesimlerinde aşırı yağışların oluşma riskidir. Bu aşırı yağışlar son yıllarda olduğu gibi selere neden olabileceklerdir. Ayrıca artan sıcaklıklar; fırtına, dolu ve hortum gibi aşırı hava olaylarının sayısında ve şiddetinde artışa yol açabilecektir. SYGM'nin (2016) projesinde de 2015-2100 döneminde Marmara ve Karadeniz bölgelerinde aşırı yağış ve sel baskını olasılıklarının artabileceği sonucuna varılmıştır (Demircan vd., 2017).

İklim Değişikliği ve Su İlişkili Sektörler

İklim ve iklim değişikliği çalışmaları, tüm dalları ile birlikte, insanların daha iyi ve daha uygun bir çevrede yaşamaları; iklim değişikliğine bağlı meteorolojik kaynaklı afetlerden zarar görmemeleri; ek fayda olarak doğanın ve çevrenin korunması için yapılmaktadır. İklim değişikliği ile ilgili konu ve çalışmalar o kadar geniştir ki, sadece bir bilim dalı ya da sadece bir kurum tarafından yürütülmesi zordur. Hatta sadece bir bilim dalı ile yürütülmesi çalışmalarda eksikliklere veya hatalara yol açabilecektir. Bu nedenle iklim değişikliği konusunda paydaş olan tüm sektörlerin temsilcileri ile bir ekip olarak, birlikte etkileşimli çalışmak daha faydalı sonuçlar verecektir.

Şekil 8. Haşhaşın iklimsel yaşam alanı değişimi (Yıldırım vd. 2016)



Sektörel iklim ürünleri diğer bir adıyla özel iklim ürünleri, iklim parametreleri için eşik değerlere (bitki ve hayvanların iklimsel yaşam alanı, canlılar için hastalığa neden olan zararlılar için uygun iklim ortamı, enerji üretim ve tüketim için eşik değerleri, aşırı olaylar vb.) dayanır (Şekil 8). Bu eşik değerleri, sektörel kullanım ile ilişkilidir ve sektörel amaç için kritik değerlerdir. Eşik değerleri, uyum planlarında iklim değişikliği ile mücadele etmek için yapılacak sektörel planlama için özellikle önemlidir. İklim değişikliği uyum planlarının sadece iklim değişikliği öngörülerinin genel sonuçları (sıcaklık ve yağış değişimi vb.) üzerinden hazırlanması uyum planlarının başarı, verim ve etkinliğini azaltırken maliyetlerini arttırabilecektir. Bu neden ile eşik değerlerin kullanılması uyum planlarının öznellesmesine, sektör ve bölge bazında ayrı ayrı, daha doğru ve daha az maliyetli önlemler alınmasına yardımcı olacaktır.

Su, farkında olunsun ya da olunmasın, tüm canlıların temel taşı olarak yaşamın sürmesinde bir gerek şart olduğu gibi; insan faaliyetlerini, kültürünü ve inanç uygulamalarını da belirleyen, az çok etkileyen bir etkidir. Suyun çok az bulunduğu çöl veya kurak iklimlerin

hüküm sürdüğü coğrafyalardaki folklor ve sosyo-ekonomik faaliyetler, suyun çok fazla bulunduğu iklimlerin hüküm sürdüğü coğrafyalar ile farklı olacaktır. Bu nedenle tüm sektörler için iklim değişikliği uyum çalışmaları yapılırken su ile olan kesişimler, suyun olası etkileri de göz önüne alınmalıdır. Bu bakış açısıyla aşağıda, sektörler ve su ilişkisi, örneklem sektörler üzerinden tartışmaya açılacaktır.

Doğa kütüphaneleri olan, dünyamızın geçmiş durumu ve iklim bilgilerini taşıyan tarihsel (paleo) sular, su kaynaklarının azalması nedeniyle kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin ülkemizdeki Konya kapalı havzasında yeraltı suları aşırı kullanım nedeniyle sürekli seviye kaybetmekte ve bu nedenle obruklar oluşmaktadır. Diğer yandan sıcaklıkların artması nedeniyle okyanus ve dağ buzulları (ülkemizde de bulunan dağ buzulları) sürekli erimektedir. Tarihsel sular ve buzullar yok olurken sadece su kaynaklarımız değil içinde barındırdığı dünyamızın geçmişine ait bilgiler de yok olmaktadır.

Su kaynaklarının hesaplaması yapılırken en önemli girdi yağış parametresidir. Bir yerde yağış miktarının azlığı da çokluğu da meteorolojik/iklimsel afet sınıfına girmektedir. Yağış azlığı, devam ettiği dönemin uzunluğuna göre, farklı sektörlerde etkisini gösteren kuraklıklara yol açmaktadır. Yağışsız ya da az yağışlı dönemin uzunluğuna göre etkilenen sektörler tarafından alınacak önlemler değişmektedir. Suyun azlığı ya da yokluğu, canlılar ve çevresinde kirlilik, canlılarda beslenme yetersizliği, kuraklaşan topraktan dolayı havada toz taşınımı ve benzeri nedenlerle hastalıklara neden olabilecektir. Ayrıca, tarım ile hayvancılıkta verim kaybı, balıkçılıkta üretim alanı kaybı, su ile elektrik üreten santrallerde enerji üretiminde azalma, su kullanan sanayi üretimlerinde azalmaya yol açabilecektir.

Yağışın fazla olduğu, diğer bir söylemle şiddetli yağışların meydana geldiği yerlerde de sel/taşkınlar ortaya çıkarak su kaynaklarına, çevreye, sosyo-ekonomik donatılara ve canlılara olay sırasında zarar vermektedir. Ayrıca, sonrasında oluşan kirlilik ile vektörler ve hatta psikolojik olarak neden olduğu hastalıklar ile zarar vermektedir.

Tarım, orman, hayvan ve balıkçılık üretimi kapsamındaki bitki ve hayvanlar belirli iklim özelliklerine göre Dünya üzerinde çeşitlilik ve dağılım göstermişlerdir. Bu dağılımlar aynı zamanda, belirli iklim ve

coğrafya koşullarına göre ortaya çıkan yöresel endemik türleri de içermektedir. İklimde meydana gelen değişimler, tarım ve hayvancılık ürünlerinin yetiştirilme maliyetinde artışlara, yetiştirme alanı ve verimi üzerinde değişimlere yol açabilecektir. Demircan vd. (2017i) tarım sektörü için yapılacak uyum çalışmaları; tarım havzalarındaki her bitki türü ve her tarım zararlısı için klimatik yaşam eşik değerleri ayrı ayrı ele alınarak yapılmasını önermişlerdir. Yeni iklim şartlarına uyum sağlaması zor olan bir ürünü o bölgede yaşatmak zor ve maliyetli olacaktır. Ayrıca, hâli hazırda balık göçleri başlamış olup, tropik denizlerden gelen yeni balık türleri denizlerimizdeki balıklara zarar vermektedir. Bitkilerin yaşam alanlarındaki değişim ve coğrafik kaymalar belirlenmeli, tarım havzalarında oluşacak yeni iklim şartlarına uygun ürünler belirlenmelidir. Böylelikle uyum maliyetleri de azalacaktır. Ayrıca tarım zararlılarının olası klimatik yaşam alanlarının belirlenmesi ve kurulacak erken uyarı sistemi ile daha ortaya çıkmadan bu bölgelerin takibi ve önleme çalışmaları için bir altlık hazırlayacaktır. Diğer yandan meteorolojik ve iklim karakterli afetlerin tehlike bölgeleri de belirlenerek dikkate alınmalı ve koruma, zarar azaltma ile sigortalama konusunda stratejiler geliştirilmelidir.

Çevre, turizm ve şehircilik başlıkları ile su ve iklim değişikliği ilişkisi incelendiğinde şu sorunlar oluşabilecektir: Su azlığı/fazlalığının neden olabileceği afetler nedeniyle temiz suyu erişim kısıtı oluşabilecektir. Artan ülke ve turizm (yaz turizm bölgelerinde) nüfusu bu sorunun daha fazla hissedilmesine neden olabilecektir. Su azlığı/fazlalığı çevre, çevredeki canlılara ve özellikle endemik türlerin yaşamı için tehdit oluşturacaktır. Su azlığı ve su kirliliği iklim değişikliğine bağlı salgın hastalık tehlikesini arttıracaktır. Ayrıca, çevre tahribatı ve kirliliği ile birleşince çölleşmeye neden olabilecektir. Kar yağışlarındaki azalma su kısıtını arttıracak olup diğer yandan kış turizmini de etkileyebilecektir. Su azlığı nedeniyle, eksilen nehir ve göl suları daha fazla kirlenmeye maruz kalabilecek ve nehir/göllerin kurummasına yol açabilecektir. Su azlığı, ülkelerin kültür hazinesi olan endemik türlerin yok olmasına sebep olabilecektir. Su fazlalığı, diğer bir söylem ile şehir sellerindeki (yağışsal sellerdeki) artış, alt ve üst yapı donatılarında (atık su hatları, binalar, yollar, parklar vb) ortaya çıkacak

zararlardan dolayı oluşacak maddi kayıplara ve sonrasında hastalıklara neden olabilecektir. Atmosferdeki sera gazı emisyonlarındaki artış, asit yağışlarının artışına neden olabilecek, bu ise başta sağlık sorunları olmak üzere, çevre ve tarihi eserlerin yıpranmasına neden olacaktır.

Sağlık ve sosyal güvenlik sektörleri, su kaynaklarındaki eksiklik kadar iklim değişikliği sonucunda gelişecek diğer konulardan da etkilenecektir. Bu etkiler, iklim değişikliği ile birlikte artan sıcak hava dalgası, meteorolojik karakterli doğal afetler (aşırı yağışlar, seller, fırtına, dolu vb.) ve buzulların erimesi/donmuş toprakların çözülmesi nedeniyle ortaya çıkabilecek yeni virüs ile hastalıklar, psikolojik rahatsızlıklar; sağlık ile sigorta sistemlerde etkilere ve maliyetlere neden olabilecektir. İklim değişikliğinin gebelik sayısındaki ve gebelik sırasındaki sağlık sorunlarında artışlara neden olabilecektir. Sıcaklık artışları ile birlikte kaza ve suç oranlarında artış meydana gelebilecektir. Kronik hastalıklarda artış ve ölüm oranları artabilecektir. İklim değişikliğine bağlı göçler (iç ve dış) sağlık, sosyal (maddi ve manevi) yapıda etkilere neden olabilecektir. Göçler ile birlikte, bölgemizde bulunmayan, yeni hastalıkların halk sağlığını tehdit edecektir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin, özelinde su kısıtı etkilerinin, sağlık, sosyal ile sosyal güvenlik politikalarına ve planlarına etkisi dikkate alınarak stratejiler belirlenmelidir.

Su, su kaynakları ile sürdürülebilirliği, savunma ve güvenlik faaliyetlerinde her ne kadar önemi düşük gibi görülse de hâlihazırda gelecek savaşlarının su ve su kaynakları yüzünden olacağı konuşulmaktadır. Ayrıca, gerek kullanma suyu ve gerekse operasyon bölgelerindeki su azalığı/çokluğu, sıcaklık ile rüzgâr durumu, güvenlik operasyonlarının başarısını etkileyebilecek olup, planlama zamanındaki hava tahminleri dikkate alınmalıdır. Ülkemize komşu ülkelerden gelen kimi göçlerin nedeninin, iklim değişikliği ve kuraklığa bağlamanın altında sınırları aşan sularımızın, uluslararası kontrole alınması çabası da gözden kaçırılmamalıdır.

Enerji kullanım ihtiyacı ve türü, zamansal ve coğrafik iklime, özellikle de sıcaklık farklılıklarına göre değişmektedir. Su azlığı özellikle elektrik üretimi için kurulan hidro-elektrik, nükleer ve

yoğunlaştırılmış güneş enerjisi üretim tesislerinin çalışmalarını ve üretimini etkileyebilecektir. Üretim ve tüketim planlanması için iklimin sıcaklık ve yağış parametrelerinin tahminlerinin; stratejiler için bahse konu iklim öngörülerinin dikkate alınması gerekmektedir.

Finans sektörünün yatırım zararları ve sigorta maliyetleri iklimde meydana gelen değişimler ve bu değişimlerin artırdığı özellikle su azlığı/fazlalığı ve yağış cinsinin neden olduğu meteorolojik karakterli doğal afetler ile ilişkili olup maliyet miktarları her yıl artmaktadır.

Yeni teknolojik ürünlerin geliştirilmesinde ve sanayi tesislerinin planlanmasında gelecek iklim koşullarının, iklim değişikliği öngörülerini dikkate alınması, özellikle su kısıtına uygun teknolojilerin geliştirilmesi, hem olası arıza maliyetlerini azaltacak, hem de teknolojik ürünlerin daha uzun ömürlü kullanımı ile fayda sağlayacaktır. Ayrıca, tasarruf, dayanıklılık ve düşük sera gazı emisyon (üretimi ve kullanımı sırasında) özelliğine sahip yeni teknolojik ürünler, tüketiciler için bir tercih sebebi de olabilecektir.

Sonuç ve Öneriler

İklim değişikliği, canlı ve cansız tüm Dünya sistemleri için büyük bir çevre sorunu olarak karşımızda durmakta ve gelecek yüz yıllarımızı da etkileyeceği öngörülmektedir. İklim değişikliğine neden olan tüm insan faaliyetleri, şu an durdurulsa bile, hâlihazırda atmosfere salınan sera gazlarını doğanın normal seviyesine döndürmesi onlarca yıl sürecektir. Buna ek olarak, okyanus ve denizlerde biriken enerjinin etkisi ile ekstrem iklimsel ve meteorolojik olaylar ortaya çıkmaya devam edecektir. Bu nedenle, iklim değişikliğine uyum sağlamak için yapılan çalışmalar büyük bir önem taşımaktadır.

İklim değişikliği konusu, mücadele için oluşturulacak teknoloji ile finansman kaynakları ve yenilikçi yaklaşımların getirdiği fırsatlar ile ekonomik bir pazar oluşturmaya başlamıştır. Bunların ışığında, bütün ülkeler çözüm oluşturmak ve ayrıca, iklim değişikliğinin getireceği kazançlardan faydalanmak için stratejiler hazırlamaktadır.

İklim biliminin (klimatoloji) ve iklim değişikliği konusunun popülaritesi, özellikle iki binli yıllardan bu yana bilim dünyasında, kamuda, özel sektörde ve kamuoyunda gündem oluşturmaktadır. İklim değişikliği; bilimsel temeller, uyum, azaltım, finansman ve

hukuksal düzenlemeler alt dalları ile oluşturulan uzmanlıklar ile yeni bir bilim dalı olarak ortaya çıkmak için ilerlemektedir. Diğer yandan, iklim değişikliğinin popüleritesi nedeniyle, farklı bilim dalındaki bilim insanları iklim değişikliği konusunda yer etmek için uğraş vermektedir. Ülkemizde, meteoroloji ve coğrafya başta olmak üzere bazı bölümlerde, iklimin bilimsel temelleri ile ilgili dersler olmakla birlikte, henüz iklim/iklim değişikliğini bütünsel bir mantıkla işleyen bir eğitim bölümü bulunmamaktadır. Bu nedenle iklim/iklim değişikliği konusunu bütünsel olarak ele alan enstitü ve üniversite bölümlerine ihtiyaç bulunmakta olup ayrıca buradan ortaya çıkacak meslek unvanlarının da kamu kadrolarında düzenlenmesi gerekmektedir. Ülkemizin iklim değişikliği konusundaki fırsatlara erişmesi, uluslararası müzakerelerde ve arenada başarılı olması, teknoloji geliştirmesi, yenilikçi yaklaşımlar için altyapı oluşturabilmesi için uzmanlar yetiştirilmesi gerekmektedir.

İklim değişikliği çalışmalarında başarıya ulaşmak için tüm meslek gruplarının katılacağı farklı sorumluluk ve sınırlar içinde bir ortak ekip çalışması olmak zorundadır. Meslek gruplarının çatışmalarının önüne geçmek için iklim, iklim değişikliği, model, senaryo vb. kavramların her bilim dalı için doğru bir şekilde tanımlanması gerekmektedir.

İklim değişikliği ile mücadelede yer alan özel sektörün faaliyetlerinin desteklenmesi ve ödüllendirilmesi için vergi indirimi, teşvik, iklim değişikliği mücadelecisi etiketi/sertifikası vb. sistemlerin geliştirilmesi, bu çabalara katkı sağlayacaktır.

Sel/taşkın çalışmalarında tanımların güncellenmesi, özellikle şehirlerdeki kuru dere yataklarında (su akış hatlarında) meydana gelebilecek yağışa bağlı seller (yağışsal seller) için Avrupa Su Birliği (EWA) çalışmalarının dikkate alınarak "Taşkın Yönetim Planları"nın yapılmasının, iklim değişikliği ile birlikte artan sel zararlarının azaltılmasında faydalı olacağı düşünülmektedir.

Su bütçesi planlamalarında, yakın gelecek için günlükten yıllığa kadar hava ve iklim tahminleri dikkate alınmalıdır. Özellikle aylık, mevsimlik ve daha uzun süreli tahminler olasılıklı tahminler şeklinde üretilerek, su planlamalarında farklı senaryoların oluşturulmasına

imkân tanınmalıdır. İklim değişikliği uyum ve azaltım çalışmaları, iklim bilimi verilerinin üçayağı üzerinde yürütülmelidir. Bu çalışmalar mevcut iklim durumu analiz edilerek başlamalı ve gelecek öngörüler ile eylemler/stratejiler belirlenmelidir. Üçüncü ayak ise belirlenen eylemler ile ilgili önlemler yakın gelecek tahminleri ile uygulanmalı, denetlenmeli ve gerektiğinde güncellenmelidir. Aslında bu ayak, erken uyarı sistemi olarak da isimlendirilebilir. İklim değişikliği uyum ve azaltım eylemleri ile ilgili alınan önlemlerin, güncel iklim durumunun takibi ve bir erken uyarı aracı olan tahminler ile izlenmesinin yapılacağı bir mekanizma kurulmalıdır.

Su azlığı veya fazlalığı meteorolojik karakterli afetlere (kuraklık, sel, taşkın, dolu ve aşırı kar yağışı vb.) yol açmakta olup su bütçesi planları yaparken, toplam yağış içerisindeki miktarı ve su kaynaklarına etkisi özellikle incelenmelidir. Ayrıca, bu durum farkında olunsun ya da olunmasın, tüm sektörleri az ya da çok etkileyen bir bileşendir. Bu nedenle sektörler, iklim değişikliği uyum ve azaltım eylemlerini planlarken suyu dikkate almalıdırlar.

Dünyamızdaki duruma benzer şekilde ülkemizde de sıcaklıklar ve meteoroloji kaynaklı afetler her yıl artmaktadır. Türkiye için yapılan iklim değişikliği öngörülerinde yüz yılın sonuna kadar ortalama sıcaklıklardaki artışın 5 °C arasında olması beklenmektedir. Yağış öngörülerinde; yağış rejiminde düzensizlik, genel olarak iç kesimlerdeki yağışlarda azalış, kıyı kesimlerindeki toplam yağışlarda artış, kış mevsimi yağışlarında kar yağışı azalışı ile kar tabakalarında erken erime ve şiddetli yağışlarda artış (özellikle, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde) olabileceği ifade edilmektedir. Ayrıca, yağış öngörülerinin analizlerinde meteoroloji/iklim kaynaklı afetlerin ve sonrasındaki sel/taşkın vb. afetlerinin (sayı, şiddet ve sıklıklarında) artışına da dikkat çekilmektedir.

İklim değişikliği öngörü çalışmaları; bütün sektörlerin uyum planı çalışmalarında (gelecek planlarında) birincil veri ve temel altlığı sağlamaktadır. İklim değişikliği çalışmaları kapsamında farklı iklim modellerine ait iklim senaryolarının verileri; üretilirken, kullanılırken ve yorumlanırken muhtemel hata kaynakları dikkate alınarak uyum çalışmalarından optimum fayda sağlanabilecektir. Ayrıca,

iklim öngörülerinden üretilecek sektörlere özel iklim ürünleri diğer bir ismiyle sektörel iklim ürünleri, doğru eylemlerin planlamasına katkı sağlayacaktır. Sektörel iklim ürünleri, iklim parametrelerinden sektörel eşik değerler (bitki ve hayvanların iklimsel yaşam alanı, hastalık için iklim eşiği, aşırı olaylar vb.) uygulanarak üretilen ikincil ürünlerden oluşmaktadır. İklim değişikliği uyum planlarının sadece iklim değişikliği öngörülerin genel sonuçları (sıcaklık ve yağış değişimi vb.) üzerinden hazırlanması uyum planlarının başarı, verim ve etkinliğini azaltırken maliyetlerini artırabilecektir. Bu neden ile eşik değerlerin kullanılması uyum planlarının öznellesmesine, sektör ve bölge bazında ayrı ayrı, daha doğru ve daha az maliyetli önlemler alınmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca, iklim değişikliği nedeniyle oluşacak maliyet analizlerinin yapılması, katlanılabilecek veya karşılanabilecek bir maliyet olması durumunda iyi senaryoya ait öngörülerin eylem planlanmasında kullanılması, tersi durumunda ise kötü senaryoya ait öngörüler ile eylemlerin planlanması da eylemlerin maliyetlerinde optimizasyon sağlayacaktır.

Kaynakça

Kitaplar

- Akçakaya, A., Sümer, U.M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S., Çukurçayır, F. (2015) Yeni Senaryolarla Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği (TR2015-CC). Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayını, Ankara.
- Alan, İ., Demirörs, Z., ve Demircan, M., (2021). Çok Kriterli Karar Verme (AHY) Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleriyle Taşkın Risk Analizi: Batman Çayı Örneği, Meteoroloji ve Sektörel Yansımaları, Sonçağ Akademi, ISBN: 9786257333719, Ankara. Sayfa: 203-232
- Eroğlu, H., Demircan, M., Kömüçü, A.Ü., ve Gürkan, H., (2020). Türkiye'nin İklim Değişikliği Stratejisinde Meteorolojinin Yeri, 2. Bölüm, Türkiye'nin Geçmişten Günümüze Meteoroloji Politikalar ve Stratejileri, Akçağ Yayınları, ISBN: 9786053425489, Ankara. Sayfa: 23-40
- Yalçın, G., Demircan, M., Ulupınar, Y., ve Bulut, E., (2005). Klimatoloji-I, DMİ Yayınları, Yayın No:2005 / 1, Ankara, Sayfa 3-4.

- IPCC (2007). Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, impacts, and Response Strategies: IPCC Expert Meeting Report, Netherlands.
- IPCC (2013). Climate Change (2013). The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press
- Guide to Climatological Practices (2011). Third Edition, WMO-No. 100, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, Sayfa 4-16, 17
- Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi (TİDBB) (2013). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, Türkiye
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, (2016). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi (İDSKEP), Ankara
- Türkiye İklim Değişikliği 6. Ulusal Bildirimi (TİDAUB), (2016). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, Türkiye
- Türkiye İklim Değişikliği 7. Ulusal Bildirimi (TİDYUB), (2018). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, Türkiye

Dergi Makaleleri

- Bozkurt, D. and Sen, O.L., (2011). Precipitation in the Anatolian Peninsula: sensitivity to increased SSTs in the surrounding seas. *Clim Dyn*36 (3-4):711-726
- Bozkurt, D., Turuncoglu U., Sen O.L., Onol B. and Dalfes H.N., (2012). Downscaled simulations of the ECHAM5, CCSM3 and HadCM3global models for the eastern Mediterranean-Black Sea region: evaluation of the reference period. *Clim Dyn* 39(1-2):207-225
- Bozkurt, D., Sen O.L. and Hagemann, S., (2015). Projected river discharge in the Euphrates-Tigris Basin from a hydrological discharge model forced with RCM and GCM outputs. *Clim Res*, Vol. 62: 131-147, 2015, doi: 10.3354/cr01268
- Bozkurt, D. and Sen, O.L., (2013). Climate change impacts in the Euphrates-Tigris Basin based on different model and scenario simulations. *J Hydrol* 480:149-161
- Demircan, M., Arabacı, H., Gürkan, H., Eskioglu, O., Coşkun, M., (2017). Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios, *Türkiye Su Bilimi ve Yönetimi Dergisi* (Turkish Journal Of Water Science & Management), ISSN:2536 474X Publication number:6777, Volume: 1 Issue: 1, Ankara, (e)
- Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskioglu, O., Şensoy, S., ve Yazıcı, B., (2016). GFDL-ESM2M Modeli Temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına Göre Türkiye için Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları, *Coğrafi Bilimler Dergisi* (Turkish Journal of Geographical Sciences), ISSN: 1303-5851, e-ISSN: 1308-9765, DOI: 10.1501/Cogbil_0000000174, 14(2): 077-088, Ankara.

- Ozturk, T., Türkeş M. and Kurnaz, M.L., (2014). Analysing Projected Changes in Future Air Temperature and Precipitation Climatology of Turkey by Using RegCM4.3.5 Climate Simulations, Aegean Geographical Journal, 20/1, İzmir, Turkey
- Ozturk, T., Turp, M.T., Türkeş M., Kurnaz, M.L., (2017). Projected changes in temperature and precipitation climatology of Central Asia CORDEX Region 8 by using RegCM4.3.5, Atmospheric Research 183, 296–307
- Ozdoğan M., (2011). Climate change impacts on snow water availability in the Euphrates-Tigris basin. Hydrol Earth Syst Sci 15:2789–2803Pal JS,
- Önol, B. and Semazzi FHM., (2009). Regionalization of climate change simulations over the Eastern Mediterranean. J Climate 2009; 22, 1944–61
- Önol, B., (2012). Understanding the coastal effects on climate by using high resolution regional climate simulation. Clim Res 52:159–174
- Önol, B and Unal YS., (2012). Assessment of climate change simulations over climate zones of Turkey. Reg Environ Change. DOI: 10.1007/s10113-012-0335-0
- Önol B., (2012). Effects of Coastal Topography on Climate: High-Resolution Simulation with a Regional Climate Model, Clim. Research, DOI: 10.3354/cr01077
- Önol, B., Bozkurt, D., Turuncoglu, U.U., Sen, O.L., and Dalfes H.N., (2013). Evaluation of the twenty-first century RCM simulations driven by multiple GCMs over the Eastern Mediterranean-Black Sea region, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Clim Dyn (2014) 42:1949–1965, DOI: 10.1007/s00382-013-1966-7
- Trenberth, K. E., Smith L., Qian T., Dai A., and Fasullo J., (2007). Estimates of the Global Water Budget and Its Annual Cycle Using Observational and Model Data, Journal of Hydrometeorology – Special Section Volume 8, American Meteorological Society
- Turp, M.T., Ozturk, T., Türkeş M. and Kurnaz, M.L., (2014). Investigation of Projected Changes for Near Future Air Temperature and Precipitation Climatology of Turkey and Surrounding Regions by Using the Regional Climate Model RegCM4.3.5, Aegean Geographical Journal, 23/1 (2014), 1-24, İzmir, Turkey
- Yıldırım, M., U., Demircan, M., Özdemir, F., A. ve Sarıhan, E., O., (2016). İklim Değişikliğinin Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Üretim Alanlarına Etkisi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt 25, SAYI: ÖZEL SAYI-2, ISSN: 1302-4310, E-ISSN: 2146-8176, DOI: 10.21566/tarbitderg.282851, sayfa:289-295, Ankara.

Web Kaynakları

Devlet Su İşleri (DSİ), <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>; erişim 15.11.2021

- URL 1, Zurich Insurance Group, Three common types of flood explained, <https://www.zurich.com/en/knowledge/topics/flood-and-water-damage/three-common-types-of-flood>. Erişim tarihi:16.12.2021
- URL 2, Ambiental Environmental Assessment, Types of flood and flooding impact, <https://www.ambiental.co.uk/types-of-flood-and-flooding-impact/>. Erişim tarihi:16.12.2021
- URL3, <https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/seasonal-climate-forecasts/>, Erişim tarihi:26.01.2022

Tezler

- Demircan, M., (2019). Sıcaklık Verilerindeki Kırılma Tarihleriyle İklim İndekslerinin İlişkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Fiziki Coğrafya Bilim Dalı, Ankara

Konferans Bildirileri

- Coşkun, M., Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskioğlu, O., Şensoy, S., ve Yazıcı, B., İklim Değişikliğinin Enerji Tüketimine Etkisi (2016). 10. Uluslararası Temiz Enerji Sempozyumu (UTES), 24-26 Ekim 2016, İstanbul
- Demir, İ., (2011). Bölgesel iklim modeli projeksiyonları, ECHAM5-B1 (Regional Climate Model Projections). In: 5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book: ITU, 27-29 April 2011, İstanbul - Turkey
- Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A., Demircan, M. ve Akçakaya, A., (2013). RCP4.5 Senaryosuna Göre Türkiye’de Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları, III. Türkiye İklim Değişikliği Konferansı - TİKDEK 2013, 3 - 5 Haziran, 2013, İTÜ - Süleyman Demirel Kültür Merkezi, İstanbul - Türkiye
- Demircan, M., Alan, I., and Sensoy, S., (2011). Increasing resolution of temperature maps by using Geographic Information Systems (GIS) and topography information, EMS Annual Meeting Abstracts, Vol. 8, EMS2011-182, 11th EMS/10th ECAM
- Demircan, M., Arabacı, H., Bölük, E., Akçakaya, A., Şensoy, S., ve Ekici, M., (2013). İklim Normalleri ve 1981-2010 Sıcaklık Normallerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Topografya Kullanarak Yüksek Çözünürlüklü Grid Veri Setinin Üretilmesi, 6. Atmosferik Bilimler Sempozyumu, İTÜ, İstanbul-Türkiye.
- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A. ve Akçakaya, A., (2014). Climate Change Projections for Turkey with New Scenarios, The Climate Change And Climate Dynamics Conference-2014-CCCD2014, İstanbul, Türkiye (a)
- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A., Gürkan, H. ve Akçakaya, A., (2014). Türkiye’de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları, TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ankara, Türkiye (b)
- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A., Gürkan, H. ve Akçakaya, A., (2014). Yeni Senaryolara Göre Türkiye Akarsu Havzalarında

- İklim Değişikliği Projeksiyonları, TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ankara, Türkiye (c)
- Demircan, M., Arabacı, H., Gürkan, H., Eskiöglü, O., Coşkun, M., Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları, (2017). TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara
- Demircan, M., Arabacı, H., Coşkun, M., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., (2017). Climate Change: Monthly Patterns of Minimum Temperatures and Their Change, 8th Atmospheric Sciences Symposium - ATMOS2017, Istanbul, Turkey,
- Demircan, M., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., (2017). İklim Değişikliği: Modelden Sektörel Uygulamalara (Climate Change: From Model to Sectoral Applications), Türk Coğrafya Kurumu 75. Yıl Uluslararası Kongresi, Ankara
- Demircan, M., Soydam, M., Çetin, S., Gürkan, H., Arabacı, H., Coşkun, M., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., (2018). Türkiye’de Sel Afetinin Aylık Eğilimleri, Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği Bilimsel Kongresi, İzmir
- Eskiöglü, O., Gürkan H., Arabacı, H., Demircan, M., Şensoy, S., Yazıcı, Y., Kocaturk, A., Sümer, U.M., Coşkun, M., (2017). İklim Değişikliğinin GFDL-ESM2M Modeline Göre Nispi Nem Üzerine Olası Etkisi, IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK’2017, İstanbul
- Falconer, R., (2009). Pluvial Flooding and Surface Water Management, 5th EWA Brussels Conference, 6th November 2009 European Water Management and Implementation of the Floods Directive, Brussels, Belgium
- Gürkan, H., Bayraktar, N., Bulut, h., Koçak, N., Eskiöglü, O., ve Demircan, M., (2016). Marmara Bölgesi’nde İklim Faktörlerinin ve İklim Değişikliğinin Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Bitkisinin Verimi Üzerine Etkisi, 13. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Volume: 13, Türkiye
- Güser, Y., Demircan, M., Arabacı, H., Coşkun, M., (2017). Don Afetinin İklim Değişikli Projeksiyonlarına Göre İncelenmesi, IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK’2017, İstanbul
- Ünal, Y., Acar, M., Çağlar, F. and Incecik S., (2015). Comparing High Resolution Climate Simulations Driven By HadGEM2-ES and MPI-ES-MR over Turkey for Present and Future, 5th International Conference on Meteorology and Climatology of the Mediterranean, Istanbul, Turkey
- WG F - Workshop Pluvial Floods (WPF) (2017). Workshop pluvial floods of EU-COM “Working Group Floods”, German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety, 4/5 Oct 2016, Berlin, (Version: 6th February 2017)

Raporlar

- Demircan, M., (2011). Basic Approach to Climate Monitoring Products and Climate Monitoring Products in WMO RAVI, Meeting of the Commission for

Climatology (CCI) (OPACE 2) Task Team on National Climate Monitoring Products, Geneva

RAINMAN, (2020). European Regional Development Fund (EFRE) 2020. Integrating pluvial flood risk management into flood risk management plans according to the EU Floods Directive and beyond, Findings and recommendations from the INTERREG Central Europe project RAINMAN, Policy brief https://rainman-toolbox.eu/wp-content/uploads/2020/07/RAINMAN_Policy_brief_final.pdf

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) Raporları, www.mgm.gov.tr

European Water Association (EWA), (2009). EWA Expert Meeting on Pluvial Flooding In Europe, Final Report, Brussels, Belgium