



## Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri

Sedat KARAMAN<sup>1</sup>

Zeki GÖKALP<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, TOKAT

<sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, KAYSERİ

\*Sorumlu Yazar  
skaraman@gop.edu.tr

### Özet

Dünyayı tehdit eden en önemli sorunların başında gelen küresel ısınma, farklı bölgelerde farklı şekillerde kendini hissettirmeye başlamıştır. Sağlık ve besin üretimi yanında, endüstri ve sürdürülebilir ekosistemler için vazgeçilemez olan su kaynaklarına küresel ısınmanın etkide bulunması kaçınılmazdır. Küresel ısınma su kaynaklarının önemini arttırmakta olup, dünyanın pek çok bölgesi çölleşme riski ile karşı karşıya geleceğinden suyun önemi daha da artmaktadır. Küresel ısınmanın en önemli sonuçlarından biri olan su kaynaklarının azalması, sürdürülebilir yaşamı engelleyecek boyutlara ulaşmaktadır. Ekolojik dengenin korunması ve insan topluluklarının sürdürülebilir gelişiminin sağlanması için, su kaynaklarının bugün ve gelecekteki gereksinimleri karşılayabilecek şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada küresel ısınmanın su kaynaklarına etkileri ve alınması gereken önlemler ve araştırmalar özetlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Küresel ısınma, iklim değişikliği, su kaynakları,

## Impacts of Global Warming and Climate Change Over Water Resources

### Abstract

Water resources should be utilized in a most reasonable fashion to meet the current and future demands and to provide sustainable development of communities and to prevent ecological balances. Various parts of world feel the impacts of global warming at various levels. It has direct or indirect impacts on human and food security and water resources with various utilizations. Water is an indispensable resource for sustainable ecosystems and various industrial sectors. Global warming has the most significant impacts on water resources. It depletes the resources and threatens the sustainability of environment. In this study, impacts of global warming and climate change over water resources and relevant measures to be taken and current researches on impacts of global warming and climate change over water resources were discussed.

**Keywords:** Global warming, climate change, water resources,

## GİRİŞ

Yaşam için vazgeçilmez doğal kaynak olan ve önemi artarak stratejik kaynak haline gelen su olmadan canlıların hayatlarını devam ettirmeleri olanaksızdır. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin en önemli sonuçlarından olan su kaynaklarının azalması, çevresel etki yanında sürdürülebilir yaşamı engelleyecek boyutlara ulaşmaktadır. Su kaynaklarına doğrudan ve dolaylı etkide bulunan küresel ısınma, su ve su kaynaklarının önemini daha da arttırmaktadır. Küresel ısınma sonucu su kaynaklarında ciddi sorunlar yaşanmakta olup tarım ve orman ürünlerinde azalışa, enerji sıkıntısına, kıyı kesimlerden iç kısımlara doğru nüfus hareketine neden olması beklenmektedir. Ekolojik dengenin korunması ve insan topluluklarının sürdürülebilir gelişiminin sağlanması için, su kaynaklarının bugün ve gelecekteki gereksinimleri karşılayabilecek en akılcı şekilde kullanılması gerekmektedir.

Küresel iklim değişikliği ve küresel ısınmanın su kaynakları üzerine etkilerinin irdelendiği bu çalışmada alınması gereken önlemler ve araştırmalar özetlenmiştir. Bu amaçla, çeşitli kaynaklardan literatür taraması yapılarak teorik bilgiler ortaya konmuştur.

### Küresel ısınma ve Etkileri

Özellikle fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma ve sanayi süreçleri gibi çeşitli insan etkinlikleri ile atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimindeki hızlı artışa bağlı olarak şehirleşmenin de katkısıyla doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi sonucu, yeryüzü ve atmosferin alt bölümlerindeki sıcaklık artışına küresel ısınma adı verilmektedir [1, 2]. Küresel ısınma kısaca tüm dünyayı ve canlıları etkileyen, çevresel değişikliklere neden olan yeryüzü sıcaklığındaki artıştır [3].

İklim, yeryüzünün herhangi yerinde uzun zaman periyodunda gözlenen hava koşullarının ortalama özelliklerinin yanı sıra oluşma sıklıklarının zamansal dağılımlarının, gözlenen uç değerlerin, şiddetli olayların ve tüm değişkenlik tiplerinin bileşimi olarak tanımlanır [4]. İklim değişikliği ise, karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucu iklimde oluşan değişiklik olarak tanımlanır [5]. Genel yaklaşımla iklim değişikliği, nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişikliklerdir [6]. Küresel iklim değişikliği küresel ısınma sonucu hava hareketleri,

yağışlar, nemlilik gibi diğer iklim öğelerinin etkilenerek, dünya ikliminin uzun jeolojik devirlerdekinin aksine son 15-20 yıl gibi çok kısa dönemde hızla değişmesini ifade eden kavramdır [7].

Çoğu zaman küresel ısınma ile iklim değişikliği kavramları aynı anlamda kullanılmaktadır; ancak iki kavram arasında fark vardır. Küresel ısınma, dünyanın ortalama sıcaklık değerlerindeki iklim değişikliğine yol açabilecek artışı ifade ederken, iklim değişikliği belirli bölgedeki mevsimlik sıcaklık, yağış ve nem değerlerindeki değişimleri ifade etmektedir. Başka bir anlatımla küresel ısınma günlük, aylık ve yıllık en yüksek sıcaklıklardaki artıştan çok, en az sıcaklıklardaki artışı ifade etmektedir [8].

Küresel sıcaklık artışlarının 21. yy'da yaşandığı bilimsel gözlemlerle kanıtlanmış olup, bu ısınmanın birkaç on yılı kapsayacak kadar kısa sürede iklim değişikliğine yol açacağı kabul edilmektedir [9, 10]. Sanayi devriminden sonra atmosferde CO<sub>2</sub>'in iki katına çıkışı, 2030'a kadar olası iklim değişikliklerinin olacağını işaret etmektedir. İlk göze çarpan değişim sıcaklık artışları olacaktır [11]. Yüzeysel sıcaklıklarındaki ısınmanın, hemen her yıl bir önceki yıla göre daha da artarak küresel sıcaklık rekorları kırdığı ifade edilmektedir. Ortalama küresel sıcaklığın 1860'tan itibaren 0,5-0,8 °C arttığı görülmektedir. Bilim insanları son 50 yıldaki sıcaklık artışının insan hayatı üzerinde fark edilebilir etkileri olduğu görüşünden yola çıkarak, geri dönüşü olmayan noktaya yaklaşıldığını ifade etmektedirler. Diğer yandan önlem alınmadığında, 21. yy. sonunda küresel sıcaklığın ortalama 2 °C artacağı tahmin edilmektedir. Küresel iklimde gözlenen ısınmanın yanı sıra küresel ortalama yüzeysel sıcaklıklarında 1990-2100 yıllarında 1,4-5,8 °C artış olacağı öngörülmektedir [12, 3].

Küresel düzeyde artan sıcaklık etkisiyle oluşan ısınma, birbirleriyle ilişkili diğer iklim elemanlarında değişimlere neden olmaktadır. Sıcaklık artışıyla oluşan küresel ısınma; kuraklık, hidrolojik döngünün değişmesi, su kaynaklarının hacminde ve kalitesinde azalma, temiz su kaynaklarının denize karışması ve su sorunu, deniz seviyesinin yükselmesi, kar ve buzulların erimesi, aşırı buharlaşma, meteorolojik felaketlerde artış, yağış miktarı ve rejiminde değişiklikler, yangınlar gibi sorunların da kaynağını oluşturmaktadır. Küresel ısınmanın fiziksel etkileri yanında ekonomik, sosyolojik, psikolojik etkileri vardır. Tarım ve orman ürünlerinde azalış, su kaynaklarının azalmasıyla enerji darboğazının yaşanması, turizm ve rekreasyon olanaklarının sınırlandırılması ile pek çok sektörün olumsuz etkilenmesi, sahil kenarlarındaki yerleşim alanlarının risk altında olması, göçlerin artarak sosyal ve ekonomik zorluklara neden olması, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle sağlık maliyetlerinin artması, az gelişmiş ülkelerin sorunlarla başa çıkacak kaynaklara sahip olmaması nedeniyle krizlerin yaşanması iklim değişikliğinin sosyo-ekonomik ve politik önemini ortaya koymaktadır [13, 14, 7, 3, 15].

### Küresel Su Potansiyeli

Dünyanın toplam yüzeyi 510 milyon km<sup>2</sup>'dir ve bunun yaklaşık %71'i sularla kaplıdır. Dünyadaki toplam su miktarı 1,4 milyar km<sup>3</sup> olup, % 97,5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak, % 2,5'i nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Bu kadar

az olan tatlı su kaynaklarının % 90'ının kutuplarda ve yeraltında bulunması nedeniyle insanoğlunun kolaylıkla yararlanabileceği tatlı su miktarının ne kadar az olduğu anlaşılmaktadır [16, 14]. Dünyada kullanılabilir tatlı suyun önemli bölümü, ekosistemlerin devamlılığı için gereklidir [17]. Denizlerdeki tuzlu sular insanların gereksinimlerini karşılayabilecek niteliklere sahip olmayıp, karalardaki suyun yalnız % 10'u kullanılabilir tatlı su sınıfına girmektedir. Bu da toplam su potansiyelinin % 0,3'ü kadar yani 5 500 km<sup>3</sup>'tür. Bu değer tüm akarsuların yıllık 37 000 km<sup>3</sup>'lük debisi ile kıyaslandığında, % 15 gibi önemli bir değer çıkmaktadır. Bu sonuç gelecekte artacak olan su gereksiniminin karşılanmasında büyük sorunlar oluşturacağını ortaya koymaktadır [15].

Her yıl 500 bin km<sup>3</sup> su buharlaşıp atmosfere karışmaktadır. Kıtalar buharlaşmayla 70 bin km<sup>3</sup> su kaybederken, yağışlarla 110 bin km<sup>3</sup> su almaktadır. Yaklaşık 40 km<sup>3</sup>'ü akışa geçerek nehirlerle denizlere ve kapalı havzalardaki göllere ulaşan bu yağışın ancak 9 000 km<sup>3</sup>'ü teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir [18, 14].

Tatlı su kullanımı tarım, sanayi, konutlar olmak üzere üç alanda gerçekleşmekte olup, sektörler arasında büyük su rekabeti bulunmaktadır. Tarımda su kullanımının payı 20. yy. başlarında % 90,5 iken günümüzde % 69'a gerilemiş, sanayi ve enerji sektöründe % 23'e, konutlarda % 8'e çıkmıştır [19, 20]. Dünyadaki toplam su tüketiminin % 73'ü sulamada kullanılmaktadır. Sulanan tarım alanları 1995'te 253 milyon hektarken, 2010'da 290 milyon hektara, 2025'te 330 milyon hektara ulaşması beklenmektedir [21]. Nüfus artışı sonucu 300 yıl öncesine kıyasla günümüzde 45 kat daha fazla su kullanılmaktadır. Toplam su tüketimi 1940'ta 1 000 km<sup>3</sup> iken, 1960'ta ikiye katlanarak 2 000 km<sup>3</sup>'e ulaşmış, 1990'da tekrar ikiye katlanarak 4 130 km<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiş, 2000'de ise 5 200 km<sup>3</sup>'e ulaşmıştır [14].

### Küresel Isınmanın Su Kaynakları Üzerine Etkisi

Küresel ısınma su kaynaklarının önemini arttırmakta; dünyanın pek çok bölgesi çölleşme riski ile karşı karşıya geleceğinden gelecek senaryolarında su, petrol gibi değerli olacaktır [21]. Küresel ısınma sonucu su kaynaklarında azalma, orman yangınları ve bunlara bağlı ekolojik bozulmalar olacaktır. Akarsu havzalarındaki yıllık akımlarda oluşabilecek azalma sonucu kentlerde su sıkıntıları başlayacak, su gereksinimi artacaktır. İklim değişikliği nedeniyle su kaynaklarındaki azalma tarımsal üretimde olumsuz etki yapacaktır. Kurak ve yarı kurak alanların genişlemesine ek olarak yıllık ortalama sıcaklığın artması çölleşme, tuzlanma ve erozyonu arttıracaktır. Mevsimlik kar ve kar örtüsünün kapladığı alan azalacak, karla örtülü dönem kısalmaktadır. Kar erimesinden kaynaklanan akış zamanı ve hacmindeki değişiklik su kaynakları, tarım, ulaştırma ve enerji sektörlerini olumsuz etkileyecektir. Ayrıca küresel ısınma buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, iklim kuşaklarının kayması gibi değişikliklere de neden olacaktır [22].

Küresel ısınma sonucu ortaya çıkan küresel iklim değişikliği, hidrolojik çevrimdeki sistemler ve süreçler arasındaki mevcut dengeyi etkilemektedir. Hidrolojik

çevrimin en önemli sistemlerinden birisinin atmosfer olması nedeniyle iklim değişikliğinin atmosferik koşullarda yaratacağı değişikliklerin havzaların yağış, evapotranspirasyon ve akış gibi hidrolojik süreçleri üzerinde, hem alan hem de zaman ölçeğinde önemli değişimlere yol açacağı açıktır. Bu değişimler yalnızca mevcut uzun dönem ortalamalarıyla sınırlı kalmayıp, ekstrem olayların sıklık, büyüklük ve alansal dağılımlarında da görülecektir. Küresel ısınma konusunda yapılan çalımsalar, iklim değişikliğinin su kaynaklarını kısıtlayıcı bir rol oynayacağını göstermektedir [23].

Genel olarak, iklim değişikliğinin su kaynakları üzerinde yaratacağı önemli etkiler havzaların bulunduğu bölgelere bağlı olarak; yüzeysel su potansiyellerinde azalma ya da artış, yeraltı akiferlerinin beslenmelerinde dolayısıyla boşalmalarında değişim, ekstrem akımların (taşkınlar ve kuraklık) sıklıklarında, görülme mevsimlerinde ve büyüklüklerinde değişim, değişen yağış rejimi, bitki örtüsü ve arazi kullanımlarının neden olduğu erozyon sorunları, kar suları ile beslenen akarsuların akış rejimlerinde farklılaşma, tarımsal su gereksinimlerinde artış şeklinde özetlenebilir [23].

İklim değişikliği hidrolojik çevrim, su kaynakları, onların yerel-bölgesel-küresel yönetimi ve dağıtımı üzerine önemli ölçüde etki etmektedir. Anılan etkilerin çok yavaş ve uzun yıllar süresince ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir. Ancak bunun zararlı uyarılarını insanlık bugünden duyumsar hale gelmiştir. Yıl boyunca nehir, çay, ırmak ve dere akışlarında birçok değişiklikler oluşmaktadır. Nehir akış rejimleri değişmekte, sel, kuraklık gibi doğal afetlerin olma sıklığı artmaktadır. Nehir akışlarında zaman içinde ileriye ve geriye doğru kaymalar oluşturmaktadır. Ayrıca dere akışları değişmekte, yeraltı suyu beslenmesi bölgesel yağış rejimlerine bağlı olarak artmakta veya azalmaktadır [24]. Küresel ısınmanın su sağlama üzerinde önemli etkileri olacağı kesindir ve yağış değişkenliğinin artması, tarım sektöründe önemli sorunlar oluşturacaktır. Daha sıcak iklim hidrolojik döngüyü hızlandıracak, yağış ve evapotranspirasyonunun (ET) küresel miktarlarında artış olacaktır. Dağlardaki karın erimesinden oluşan yüzey akış gibi yağışın zamansal dağılımı da tarihsel biçimlerinden farklılık gösterebilir. Bu değişikliklerin bazılarının gerçekleşmesine karşın, bölgesel etkileri iyi biçimde bilinmemektedir. Hidrolojik belirsizlikler özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, yağış ve sıcaklıktaki göreceli olarak küçük değişikliklerin yüzey akışı ile ET'nin hacmi ve zamanlaması üzerinde oldukça büyük etkilere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Kısaca küresel ısınma, sulamacıları ve bir bütün olarak toplumu önemli yeni belirsizlikler ve sorunlarla karşı karşıya bırakmaktadır [24, 25].

### **Küresel Isınma ve Kuraklık**

Küresel ısınmayla beraber yaşanacak olan küresel sıcaklıktaki artışlar ve yağışların azalması eğilimi, su sorunu ve kuraklık konusunu ortaya çıkaracaktır [7]. Yağışların kaydedilen normal düzeylerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesine ve hidrolojik dengenin bozulmasına neden

olan doğal olay olarak tanımlanan kuraklık, küresel ısınma ve iklim değişikliği olgusu ile daha karmaşık hal almıştır. Kuraklık; meteorolojik, hidrolojik, tarımsal ve sosyo-ekonomik kuraklık olmak üzere sınıflandırmaktadırlar [26].

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin yağış rejimleri üzerinde yarattığı etkinin en önemli olumsuz sonuçlarından biri kuraklıktır. Daha önceden yağış alan bölgelerde daha fazla yağışın olacağı, kuraklık olan bölgelerde ise bu sorunun daha da artacağı tahmin edilmektedir. Bir başka anlatımla küresel ısınma bazı bölgelerde seller, taşkınlar ve kasırgalara ve şiddetli kuraklıklara neden olacaktır. Bu durum çok sayıda insanı açlık ve susuzluk tehlikesiyle karşı karşıya bırakacaktır [7]. Atmosferdeki ısınma eğilimi daha fazla buharlaşma, kuraklık ve düzensiz yağışları ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla insanlık dünyanın her yerinde düzensiz yağışlar nedeniyle yararlı yağışların azalması sonucu dönemsel kuraklıkları yaşama riski ile karşı karşıya kalmıştır [15].

Küresel ısınmayla birlikte, su zengini ülkeler arasında yer alan birçok ülke su fakiri ülkeler arasında yer almaya başlayacaktır. Su kaynaklarının giderek kurumaya başlaması, susuzluk tehlikesini artıracaktır [7]. Su kaynağı sıkıntısının birkaç göstergesi vardır. Kişi başına mevcut su miktarı, potansiyel olarak mevcut su hacmi/kullanım için çekilen su hacmi oranı buna dahildir. Çekilen miktarlar, toplam yenilenebilir kaynakların % 20'sini aştığında, su sıkıntısı kalkınmayı sınırlayan unsur olmaktadır. Çekilen su hacmi, bunun % 40'ını aşarsa büyük sıkıntı bulunmaktadır. Aynı şekilde bir ülke veya bölge kişi başına 1700 m<sup>3</sup>/yıl'lık su miktarına sahip değilse, su sıkıntısı sorunu olabilmektedir [27, 15, 28]. Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için yılda ortalama kişi başına 10 000 m<sup>3</sup> su potansiyeline sahip olması gerekir. Su potansiyeli 1000 m<sup>3</sup>'ten az ülkeler su fakiri ülkeler olarak kabul edilmektedir [29]. Dünyada kişi başına su tüketimi yılda 800 m<sup>3</sup> olup, 1,3 milyar insan yani nüfusun yaklaşık üçte biri temiz sudan, yaklaşık 2 milyar insan temiz su varlığına bağlı yeterli ve sağlıklı yaşam koşullarından yoksun yaşamaktadır. Çoğu Ortadoğu ve Afrika'da bulunan 19 ülke su kıtlığı çeken ya da su stresi yaşayan ülkeler sınıflandırılmasında yer almaktadır. İklim değişikliği ve nüfus artışına bağlı olarak bu sayının 2025'te 5 milyara yükseleceği tahmin edilmektedir. Ancak iklim değişikliği olmasa da, nüfus artışı ve ekonomik büyümeden kaynaklanan talepteki artışlar, bu sayının 2025'e kadar ikiye katlanmasına neden olacaktır [30, 13].

Hızla büyük bir sorun haline gelen su kıtlığı, 1990'larda nüfusu toplam 300 milyon olan 26 ülkeyi doğrudan etkilemiştir [31, 32, 21]. Dünya nüfusunun 2050 yılında 9,3 milyara ulaşacağı, iklim değişiklikleri nedeniyle 60 ülkede su kıtlığı yaşanacağı bilinmektedir [14]. 1990'da dünya nüfusunun yaklaşık üçte biri su kaynaklarının % 20'sinden fazlasını kullanan ülkelerde yaşıyorken, 2025'e kadar daha büyük toplamın % 60'ı, iklim değişmesi olmaksızın su sıkıntısı çeken ülkelerde yaşıyor olacaktır. Nehir akışında oluşan değişimlerden

yola çıkarak, su kaynaklarında benzer eğilim sonucunu çıkarmak olasıdır. Su kaynaklarının azalmaya başlaması enerji üretme potansiyelinde değişikliklere neden olacaktır. 2070'lerde akarsuların enerji üretme potansiyelleri Avrupa'nın Akdeniz bölgesinde % 20-50 arasında düşerken, Kuzey ve Doğu Avrupa'da % 15-30 arasında artacağı öngörülmektedir [15].

### **Yağışlar**

İklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkisi, yağış özelliklerinin değişmesinden kaynaklanmaktadır. Yağışlar, yer ve zaman ölçeğinde su dengesindeki değişkenliğin belli başlı kaynağıdır. Yağışlarda iklim nedeniyle oluşan değişimler, hidroloji ve su kaynakları için önemli sonuçlar doğurabilir. Bir su havzasında zamanla oluşan hidrolojik değişkenlik günlük, mevsimlik, yıllık ve on yıllık döngüler içinde yağışlarda görülen değişkenlikten etkilenmektedir. Örneğin sel sıklığı, yıldan yıla yağış şiddetlerinde gözlenen değişimlerden ve kısa süreli yağış miktarlarında oluşan farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca sağnak yağış sıklığının küresel ısınmayla artacağına ilişkin kanıtlar vardır. Kuraklık sıklığı da yağışların mevsimsel dağılımındaki değişimlerden ileri gelmektedir. Artan sıcaklıklar, kar yağışlarının azalmasına neden olur. Kar yağışının azalması veya tamamen kesilmesinin, hidrolojik çevrimler için önemli sonuçlar doğuracağı açıktır [24].

İklim değişikliği, yağış dağılımını değiştirir. Yağışlar, dünyanın farklı yörelerinde ve mevsimlerde değişik dağılım gösterirler. Yağışlar Kuzey yarım kürenin orta ve yüksek enlemlerinde sonbahar ve kışın artarken, her iki yarıkürede tropik ve alt-tropikal bölgelerde azalır. İklim değişikliği ile birlikte kara üzerinde gözlenecek en büyük yağış değişimlerinin, kutba yakın bölgelerde bazı ekvatoryal kesimlerde ve Güneydoğu Asya'da oluşacağı tahmin edilmektedir [24]. Isınmayla birlikte okyanus ve denizlerden daha fazla su buharlaşacak ve dünya daha nemli olacaktır. Bu da yağışların artmasına yol açacaktır. Kıtalar üzerine düşen yağış son yüzyılda %1 artmıştır [16]. Orta ve daha yukarı enlemlerdeki kıtalar üzerine düşen yağışta 20. yy'da % 5-10 artış belirlenmiştir. Yoğun yağış sıklığında %2-4'lük artış görülmüştür. Buna karşın subtropikal alanlardaki karalara düşen yağış % 3 azalmıştır [33]. Özellikle bazı kuzey ve batı Afrika ve Akdeniz ülkelerinin yağışlarında düşüş yaşanmıştır. Son 10 yılda Asya ve Afrika gibi bazı kıtalarda kuraklık ve sıcaklık şiddetlerinde artış kaydedilmektedir [11].

**Yüzeysel Akış:** İklim değişiminin etkileri hakkında yapılmış hidrolojik çalışmaların çoğu, yüzeysel akış üzerindeki potansiyel değişimlerde odaklanmıştır. İklim değişikliği etkisiyle pek çok aşırı hidrolojik olay, seller ve kuraklıklar oluşmuş ve bu nedenle hidrolojik verilerde ortaya çıkan riskli eğilimler üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yıldan yıla ortaya çıkan akış değişimlerinin sıcaklıktaki değişimlerden çok, yağışlardaki değişimlere bağlı olduğu anlaşılmıştır [15].

### **Yeraltı Su Kaynakları**

Yeraltı suyu, özellikle kurak ve yarı-kurak bölgelerdeki kırsal alanlarda içme ve kullanma suyunun belli başlı kaynağıdır. Akiferin beslenmesi yağışlar,

ırmaklar ve göller tarafından gerçekleştirilmektedir. Yıldan yıla ortaya çıkan akış değişimlerinin sıcaklıktaki değişimlerden ziyade, yağışlardaki değişimlere bağlı olduğu anlaşılmıştır. Deniz seviyesindeki yükselme, sahil bölge akiferlerinde tuzlu su girişimine neden olacaktır. Bu girişimin miktarı yeraltı suyunun hidrolik eğimine bağlıdır. Sığ sahil akiferleri en büyük risk altındadır. Denizlerin yükselmesiyle oluşan yağış azalması, toplanabilir su hacminde gerilemenin nedeni olup, az olan tatlı su kaynaklarının miktarlarını da azaltacaktır [34, 15, 28].

### **Toprak Nemi**

Toprakta depolanan nem tarım için hayati önem taşıyıp, asıl buharlaşma oranının yeraltı suyunu beslemesi yüzeysel akış suyu üretilmesi üzerinde de etkisi vardır. Küresel ısınmanın toprak nemi üzerinde gözlenen yerel etkileri yalnızca iklim değişimi oranıyla değil, aynı zamanda toprak özellikleriyle de değişir. Toprağın su tutma kapasitesi, toprak nem açıklığında olası değişimleri etkileyecektir. Kapasite düşük olunca iklim değişimine karşı hassasiyeti yüksek olur. İklim değişimi de toprak karakteristiğini su emme veya çatlama özellikleriyle etkileyebilir; bu olgular ise toprağın nem depolama özelliklerini ortaya koymaktadır. Pek çok toprak türünün sızma ve su tutma kapasitesi, don olayının sıklığı ve yoğunluğu tarafından etkilenmektedir [28].

### **Kar Örtüsü ve Buzullardaki Değişimler**

Dünya, kıta buzul alanlarından yüksek dağ zirvelerine kadar buzullarını büyük hızla kaybetmektedir. İklim sisteminin dengesi üzerinde önemli etkisi olan buzullar, iklim sistemindeki değişimlere karşı oldukça duyarlıdır. Küresel ısınmaya bağlı sıcaklık artışlarıyla birlikte buzullar eriyerek buz tabakaları parçalanmakta, permafrost erimektedir. Kuzey Kutbu'nda deniz buzu, son 50 yılda büyük oranda incelmış ve son 30 yılda kapladığı alan % 10 azalmıştır. Kuzey kutbundaki deniz buzullarının 2100'e kadar % 22-33 azalacağı belirtilmektedir [30, 13, 7].

### **Deniz Seviyesi**

Deniz seviyesindeki yükselme kıyı şeritlerinde önemli değişimlere neden olmakta, toprak kaybı yanında kıyıya yakın temiz su kaynaklarının denizle birleşmesine yol açmaktadır. Başta sıcaklık artışı olmak üzere yağış miktarı, şekli ve deniz buzullarının erimesi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörlerin değişimi ise sera gazı salınımları sonucu bu gazların atmosferik konsantrasyonlarıdır. Deniz seviyesindeki yükselmenin önemli bölümünün küresel sıcaklıkta aynı dönemde gözlenen artışla ilişkili olduğu görülmektedir. 20. yy'da deniz seviyesinde 0,1-0,2 m yükselme gerçekleşmiş olup, 19. yüzyıla oranla daha fazla olmuştur. Deniz seviyesinde 2100 yılına kadar 50 cm yükselme öngörülmektedir [22, 30,11, 13].

### **Su Kalitesi**

Küresel ısınma ve İklim değişikliği su kaynaklarının yalnız miktarını değil kalitesini de etkileyecektir. Sıcaklığın artması ile yağış ve akımlardaki azalmalar

nedeniyle kirlilik konsantrasyonları artarak su kalitesi sorunlarının artmasına neden olacaktır [15, 23]. Kuraklık ve aşırı yağışlar su kalitesi üzerine baskı getirmektedir. Kurak aylarda akarsularda ve göllerde azalacak su miktarları özellikle noktasal kaynaklardan (örneğin bir fabrikadan) gelecek kirleticilerin daha yüksek derişimlerde bulunmalarına yol açacaktır. Bu da su kalitesinin düşmesine neden olacaktır. Daha sıcak sular daha az oksijenli sular demektir. Su kalitesinin en önemli belirleyicilerinden olan çözünmüş oksijen düzeylerinin düşmesi, beraberinde ciddi kirlenme sorunları getirmektedir. Daha sıcak suda erimiş oksijen konsantrasyonları daha düşük olup, artan sıcaklık çürüdüklerinde oksijeni tüketen alg menevişlerinin çoğalmasını da teşvik etmektedir. Nehir suyu sıcaklığı, hava sıcaklığına göre az farkla daha az artmaktadır. En az artışlar, büyük miktarda zemin suyu katkısı olan havzalarda oluşmaktadır. Biyolojik ve kimyasal süreçler büyük ölçüde su sıcaklığına bağlıdır. Yalnız daha yüksek sıcaklıklar bazı kimyasal türlerin konsantrasyonunda artış, bazılarında azalmayla sonuçlanacaktır. Diğer yandan suyun kimyasal yükü, onun nehir yatağına ulaşmasına bağlıdır. Örneğin nitratlar sık sık uzun kuraklık dönemlerinin ardından oluşan sağanak yağışlarca nehirlere alınıp götürülmektedir [28]. Sel baskınları sırasında, örneğin bir baraj gölüne gelen suların kalitesi beraberinde taşıdığı toprak ve diğer kirleticiler nedeniyle oldukça düşüktür. Değişen iklim koşullarının beraberinde su kalitesi sorunlarını da getireceği, bunun da insan sağlığını ciddi boyutlarda etkileyeceği ve su artımı gereksinimini arttıracığından, ekonomik yükler getireceği göz önünde bulundurulmalıdır [10]. Küresel ısınma ile su havzalarının kapasite ve rezervleri azalacağından, çevre kirliliğinin artmasına neden olacaktır [36]. Suyun azalması tarım alanlarında tuzlanmayı, çoraklaşmayı artıracak verim elde etmek uğruna kullanılan aşırı gübre ve pestisitler de su ve toprak kirlenmesi miktarını artıracaktır [37, 38].

#### **Tarımsal Ürünlerin Verimliliği ve Kalitesi**

Küresel ısınma pek çok canlının yaşama ve üreme alanlarını etkileyebilecektir. Bazı bölgelerde kuraklık nedeniyle bitki örtüsü azalabilir. Bunun da ekonomik kayıplar açısından ciddi sonuçları olacaktır [10]. Tarımsal girdiler, iklim değişimi tarafından en çok etkilenen unsurdur. Değişen iklim, tarımsal uygulamaları değiştirebilmektedir. Küresel ısınmanın tarım üzerine etkisi, yağmur rejiminin değişmesi ve düşen yağmur miktarında yaşanacak azalmalarla kendini gösterecektir. Küresel ısınma suyun miktarını azaltıp, toprak verimliliği ve ürün çeşitlerinin değişmesine neden olmaktadır. Bu da yaşamlarını doğrudan toprağa bağlı olarak sürdürmek zorunda olan ülkeleri büyük ölçüde etkileyecektir. Küresel ısınmanın gitgide ciddi boyutlara ulaşarak dünyanın bir kısım bölgelerinde toprakta nem kaybı ile kuraklığa yol açması, tarımda üretimin düşmesine ve dünya tarım ürünleri fiyatlarının artışına neden olacaktır. Bu tür ürünlerin ithalatçısı konumundaki ülkeler bu durumdan daha çok etkilenerek, fiyat artışlarına bağlı refah düşüşleri yaşanacaktır [39, 7]. Ürün verimliliği özellikle kurak ve tropik bölgelerde (alçak enlemlerde) düşecek; yerel sıcaklıklarda küçük artışlar (1-2 derece)

bile açlık riskini artıracaktır. Önceleri 1-3 derece artışın olabileceği orta ve yüksek enlemlerde ürün verimliliği çok az artsa bile, daha sonra sıcaklıkların birkaç derece daha artmasıyla beraber ürün verimliliğinde azalma olacaktır. Kuraklık ve sellerin sıklığının artması, ancak kendi kendine yeterli olabilen alçak enlemlerdeki yerel sektörleri olumsuz etkileyecektir. Sürekli ısınmayla balık türlerinin dağılım ve üretkenliği değişecek, bu durum balıkçılık ve su ürünleri ekonomik faaliyetlerini olumsuz etkileyecektir [17].

Dünyada toplam işlenebilir tarım arazisi 3,2 milyar hektardır. Son yıllarda kişi başına düşen tarım arazisinde azalmalar gözlenmektedir. Gelişmiş ülkelerde bu azalış % 14,3 iken, gelişmekte olan ülkelerde % 40'tır. Kişi başına düşen tarım arazisi 0,23 hektar olup, 2050'de bu oran küresel ısınmaya bağlı olarak 0,15 hektara düşecektir. Aynı şekilde Afrika ve Orta Asya gibi kurak bölgelerde tarım üretiminin % 50 azalacağı belirtilmektedir [32, 33, 7, 21].

#### **ÇÖZÜM ARAYIŞLARI**

Bugünkü ve gelecek nesillerin varlıklarını sürdürebilmeleri için iklimin korunmasının ne kadar önemli olduğu göz önüne alınırsa, küresel ısınmanın azaltılmasıyla ilgili gerekli önlemlerin öncelikli olarak alınmasının çok önemli olduğu görülmektedir [7]. Günümüzde en büyük küresel sorunlardan biri olarak karşımıza çıkan küresel ısınma ve iklim değişikliği, küresel çözüm arayışları ile birlikte acil önlemler almayı gerektirmektedir. İklim değişikliğinin kuraklık, kıtlık, göç gibi etkileri de göz önüne alındığında sorunun yalnızca çevre sorunu olmadığı, aynı zamanda ekonomik ve uluslararası işbirliğini gerektiren önemli sorun olduğu görülmektedir [8].

İklim değişikliğine yol açan insan kaynaklı faaliyetlerin oluşturduğu etkilerin giderek büyümesi ve çevre üzerindeki tehditlerinin ürkütücü boyutlara varmasıyla birlikte, bunun önüne geçme çabaları evrensel boyutta günden güne artmaktadır [40]. İklim değişikliğinin oluşumunda her ne kadar gelişmiş ülkelerin payı daha fazla olsa da, sorunun etki alanı gelişmiş ülkelerle sınırlı kalmamaktadır. Bu nedenle iklim değişikliği küresel sorundur ve ancak küresel çabalarla çözümlenebilir. Bu amaçla ülkeler, sorunun çözümüne yönelik olarak uluslararası düzeyde çalışmalar gerçekleştirdikleri süreci başlatmışlardır. İklim değişikliğinin gerek oluşma, gerek sınırları olmayan sonuçları nedeniyle ülkelerin ilk dönemlerde soruna yönelik olarak aldıkları önce bölgesel, sonra ulusal önlemler yeterli olmamış ve uluslararası düzeyde ülkelerin birlikte çözüm yolları aramalarını ve hareket etmelerini gerektirmiştir [13].

Küresel ısınmayla ilgili atılan adımlarda en çok dikkat çeken ve ülkelerin üzerine en çok yoğunlaştıkları protokol Kyoto Protokolüdür [2]. Kyoto Protokolü 1997'de Japonya'nın Kyoto şehrinde, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi çerçevesi içinde imzalanmış ve ana hedefi fosil yakıtları azaltarak dünyadaki ısınmayı durdurmak olan ön antlaşmadır.

Kyoto protokolünü kabul eden ülkelerin uymaları gereken koşullar; i) atmosfere salınan sera gazlarının 2008-2012 yılları arasındaki dönemde 1990 yılındaki seviyenin en az % 5'in altına indirilmesi, ii) sanayi başta olmak üzere tüm sektörlerde daha az enerji kullanılan teknolojiye geçilmesi, iii) fosil yakıtların azaltılması için alternatif enerji kaynakları kullanılması şeklinde sıralanabilir [41]. 1992 yılındaki Rio Zirvesi'nin önerileri doğrultusunda 1996'da 160'dan fazla üye tarafından kurulan Dünya Su Konseyi'ne 2005'te 43 yeni üye kabul edilmiş olup, 65 ülkeden 340 üyesi bulunmaktadır [42]. Dünya Su Konseyi kamu kurumlarını, özel sektör firmalarını, BM'ye bağlı kuruluşları ve hükümet dışı organizasyonları kendine özgü ağ sistemi içinde bir araya getirmiştir. Dünya Su Konseyi'nin amacı suyla ilgili etkin koruma, kalkınma, planlama, yönetim ve kullanımın kolaylaştırılması gibi yaşamsal konulara yönelik bilincin ve duyarlılığın, yaşamın yararı temelinde ve sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde bütün yönleriyle ve en yüksek düzeydeki karar mekanizmalarıyla dahil bütün düzeylerde arttırmaktır [14].

AB su politikasının hedefleri; yerüstü ve yeraltı sularının bütüncül olarak korunması, 2015'te direktiflerde belirtilen su kalite kategorilerine bağlı olarak suların iyi duruma gelmesinin sağlanması, nehir havzalarının bütünleşik yönetimleri, su kalite standartlarının ve salınım kontrolünün birlikte değerlendirilmesi, vatandaşların su yönetimine katılması, suyun kullanımında talebin yönetilmesi, suyun doğal döngüsünün göz ardı edilmemesi şeklinde sıralanabilir. Birliğin çevre politikası göz önünde bulundurulduğunda bu hedeflere kirliliğin ortadan kaldırılması, azaltılması ve önlenmesi, su kaynaklarının ekolojik dengesine zarar verecek her türlü faaliyetin önüne geçilmesi, üye ülke ve diğer üye olmayan ülkelerle özellikle uluslararası örgütlerle su kaynaklarına ilişkin sorunlara ortak çözüm aranması yaklaşımları da eklenebilir. Yeterli içme suyunun sağlanması, sel ve kuraklığın olumsuz etkilerinin hafifletilmesi, çevrenin korunması ve diğer ekonomik gereksinimler için yeterli suyun sağlanması sürdürülebilir su politikasının ana hedefleridir [43].

Su kaynakları yönetiminde sürdürülebilirlik kavramı ekosistem kapsamında tüm elemanların (su kaynakları, bitki örtüsü, hayvanlar vb.) bağlı oldukları ortamlarda sistemin işleyişinde istenmeyen değişiklikler yaratılmadan, en iyi koşullarda gelecek nesillere devredilmesi ilkesini içerir. Sürdürülebilir tarım açısından suyun miktar ve kalitesinin korunması, yer altı ve yer üstü sularının kirletilmemesi ve yanlış sulama yöntemlerine bağlı olarak ortaya çıkan su kaybının önlenmesi önemli konulardır [44].

Ekolojik dengenin korunması ve insan topluluklarının sürdürülebilir gelişiminin sağlanması için, su kaynaklarının bugün ve gelecekteki gereksinimleri karşılayabilecek en akılcı şekilde kullanılması gerekmektedir. Yeryüzünde en çok yararlanan yenilenebilir su kaynağı akarsulardır. Özellikle dünya nüfusunun ve buna bağlı olarak da gıda gereksiniminin hızla artış göstermesi insanoğlunun akarsuları en fazla su tüketen sektör olan tarımda hemen hemen son damlasına kadar kullanmasına yol açmaktadır. Günümüzde Ganj Nehri gibi birçok büyük akarsu, deltasına kadar ulaşmamaktadır. Önümüzdeki

süreçte denizlerin yükselmesiyle bu gibi akarsu yatakları ile tuzlu sular karaların içlerine ilerleyecekler, toprak ve su kaynaklarında tuzlanmaya neden olacaklardır [21].

Kuraklığın şiddetli görüldüğü devrelerde yeraltı sularına fazla yüklenmemek, yerüstü su kaynaklarını bu dönemlerde devreye sokmak yararlı olacaktır. Özellikle denizlere yakın bölgelerde yeraltı sularında aşırı kullanım, deniz sularının bu alanlara ilerlemesine neden olmakta ve tuzlanan bu kaynakları tekrar geri kazanmak mümkün olmamaktadır [21]. İklim değişikliği nedeniyle azalan su kaynakları yönetimi, günümüzde farklı düşünce biçimlerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Sulanır alanlarda özellikle suyun iletimi ve dağıtımında randıman, adalet ve uyumu sağlamak ilk koşul olma durumundadır. Nitekim anılan koşullarda suya ve gübreye çok duyarlı yüksek verimli çeşitler üretilecek ve çiftçilerin kurumsal değişimden beklentileri farklı olacaktır [24]. İklim değişikliği nedeniyle küresel ısınma ve dolayısıyla su kaynaklarının azalması sonucu tarımsal sulamaların etkin yapılması zorunludur. Ancak iklim değişikliğine karşı tarımsal alt yapıyı hızla uyarlamak oldukça zor olmakla beraber yeni stratejilerin geliştirilmesi ve uygulanması olasıdır. Bunlar özetle, sulanan alanın azaltılması, kurağa dayanıklı bitkilerin geliştirilmesi, sulama etkinliğinin artırılması (sulama yönteminin gerektirdiği teknik uygulamaların yerine getirilmesi, su tasarrufu sağlayan modern sulama teknolojilerinin uygulanması, uygun sulama programlarının uygulanması vb.) uygun ekim nöbeti sistemlerinin geliştirilmesi ve eksik sulama stratejileri geliştirilerek uygulanmasıdır [20].

Dünyada su kaynakları artan talebe göre kısıtlıdır. Bu nedenle basta Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Teşkilatı (FAO) olmak üzere diğer uluslararası kuruluşlar (Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü, Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu-ICID vd.) "her damla suya karşılık daha fazla üretim veya verim" sloganı ile su kaynaklarının etkin kullanımının son derece önemli olduğunu, ve bunun sağlanması için de mikro sulama yöntemlerinin yaygınlaştırılması gerektiği vurgulanmaktadır [45]. Geleneksel yöntemler yerine artık tuz giderme ve suyun yeniden kullanımı gibi daha yeni teknolojilerin desteğiyle, suyun etkin ve akılcı kullanımı sağlanmalıdır. Toprağın çoraklaşmasına ve aşırı su tüketimine yol açan klasik sulama yöntemleri acilen değiştirilmeli ve kapalı sistem damla-yağmurlama yöntemlerine geçilmesine yönelik yatırımlar teşvik edilmeli ve çiftçiler eğitilmelidir. Özellikle yağmur sularının, şehir ve sanayi atık sularının arıtılarak yeniden kullanılması sağlanmalıdır. Su, atık su, katı atık gibi çevre korumaya yönelik altyapı tesislerinin yapılmasında, akımında ve işletilmesinde ülke koşullarına en uygun sistem ve teknolojiler yeğlenmeli, az su ve enerji tüketen teknolojiler teşvik edilmeli, mevcut su sağlama tesislerinde kayıp ve kaçaklar azaltılarak su kaynaklarının etkin kullanımı sağlanmalı, su kaynakları tek elden yönetilmelidir. Su kaynakları, entegre havza yönetimi anlayışı çerçevesinde uzun vadeli yaklaşımla planlanmalıdır. Su kaynaklarının kullanımı çok iyi şekilde planlanmalı; su depolama sistemlerine önem verilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. İklim değişikliğinin su kaynakları üzerinde etkileri modellenmeli, değişik senaryolar altında uyum gereksinimleri ve maliyetleri belirlenmeli, uzun dönem su planlarına yansıtılmalıdır.

İklim değişikliği sel felaketlerinin sıklığını, şiddetini ve etkileme alanlarını değiştireceğinden, sel felaketlerine yönelik risk haritaları hazırlanmalıdır. Yeraltı sularının ve dengelinin korunmasına yönelik önlemler alınmalıdır. Suyun kullanımı konusunda halk bilinçlendirilmeli, suyun verimli kullanımı için planlar yapılmalıdır. Artık günü kurtaran çözümler yerine kalıcı çözümler, projeler üretilmelidir. Suyu sınırsız kaynakmış gibi tüketmemeli, aksine suyun bilinçli tüketimini yaygınlaştırılmalıdır [13, 46, 47]

İklim değişiminin olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için su kaynakları yönetimi çerçevesinde gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu önlemler dahilinde ilk olarak havza bazında geçmişten günümüze mevcut verilerin modellenmesiyle bir su bütçesi yapılmalıdır. Sağlıklı ve yeterli verilerin doğru projeler anlamına geldiği düşünülürse meteoroloji ve akım gözlem istasyonlarının sayısı artırılmalıdır. Havzanın iklim değişiminden nasıl etkileneceği modellenip, su kaynaklarıyla ilgili yapılacak içme, sulama, enerji projelerinde ileriye yönelik tahminlerden yararlanmalıdır. Sanayileşme ve nüfus artışının sonucu olan su kirliliği ile etkin olarak mücadele edilmelidir [48].

## SONUÇ

Son yıllarda dünya kamuoyunda en fazla tartışılan konulardan biri haline gelen ve yaşanan çevre sorunlarından en önemlilerinden olan küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkileri gözlendikçe insanoğlunun ilgisi daha da artmakta ve insanlığı tehdit etmektedir. Küresel ısınma doğanın dengesini bozan ve tüm canlıların yaşamı için tehlike yaratan önemli sorun olup, doğanın canlı yaşamının devamlılığının korunması için en kısa sürede gerekli önlemlerin alınmasını gerektirmektedir

Küresel ısınmanın su kaynaklarına etkide bulunması kaçınılmazdır. Günümüzde insanların çoğunluğunun su sıkıntısı çektiğini düşünülürse, tehlikenin boyutlarının ne kadar önemli olduğu görülmektedir. Hayatın kaynağı olan su, iklim değişikliklerine karşı gerekli önlemler alınmadığında dünyanın en önemli sorunlarından biri olacak, kurak ve yarı kurak alanlarındaki su kaynakları sorunlara yenilerini ekleyerek su gereksinimi artacaktır. Küresel iklim değişikliğine karşı yapılması gereken ilk husus, su kaynaklarının planlı ve verimli kullanılmasıdır. Dünyadaki su dengesinin korunması ve ekolojik dengenin korunmasıyla iklim değişikliğinin etkilerinin geciktirilmesi için insanların bilinçlendirilmesi gerekir.

## KAYNAKLAR

- [1] Anonymous, 2005, Küresel Isınma Nedir?, REC, Türkiye İklim Değişikliği Bülteni, Cemre, Yıl:1, Sayı:1 (15).
- [2] Kocaman, F.Ö., 2009, Türkiye’de Sivil Toplum Kuruluşlarının Küresel Isınmaya Bakışı ve Faaliyetleri (Y. Lisans Tezi), A. Ü. SBE, Sosyoloji ABD., Ankara, 227s.
- [3] Ögüt, A., 2008, Küresel Isınma Sürecinde Örgütsel Performansın Sürdürülebilir Kılınması Açısından İşletmelerde Eko-Verimlilik Çalışmaları: Örnek uygulamalar (Yüksek Lisans Tezi), S.Ü., SBE.

- [4] Türkes, M., 2007, Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK, İTÜ, İstanbul.
- [5] Selçuk, İ. Ş., 2009, Küresel Isınma, Türkiye’nin Enerji Güvenliği ve Geleceğe Yönelik Enerji Politikaları (Yüksek Lisans Tezi), A.Ü., SBE, İktisat ABD. Ankara, 166 s.
- [6] Türkes, M., 1997, Hava ve İklim Kavramları Üzerine, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 355, 36-37, Ankara.
- [7] Yönten, A., 2007, Küresel Isınmanın Azaltılması Politikaları ve Stratejileri-Türkiye için bir Yaklaşım (Y. Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniv. SBE, Kamu Yönetimi ABD, İzmir, 170 s.
- [8] Yamaoğlu, G.Ç., 2006, Türkiye’de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış ile Mücadelede İktisadi Araçların Rolü (Y.Lisans Tezi), A.Ü., SBE, Ankara, 139 s.
- [9] Anonymous, 2001a, Climate Change Information for Kit. United Nations Environmental Programme, UNEP and UNFCCC, UNEP, <http://unfccc.int/resource/iuckit/cckit2001en.pdf>
- [10] Albek., E., 2007, Küresel Isınma ve Su Kaynaklarına Etkileri, TTMD Dergisi, 47, 20-21.
- [11] Aksay C.S., Ketenoğlu, O., Kurt, L., 2005, Küresel Isınma ve İklim Değişikliği, S.Ü. Fen Ed Fak Fen Derg. Sayı 25, 29 -41, Konya.
- [12] Kadioğlu, S., Dokumacı, O., 2005, İklim Değişikliği ve Türkiye, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, <http://www.cevreorman.gov.tr>.
- [13] Babuş, D., 2005, Küresel Isınma Sorununun Uluslararası Çevre Politikası İçerisinde İrdelenmesi ve Türkiye’nin Yeri (Yüksek Lisans Tezi), Ç.Ü. FBE, Peyzaj Mimarlığı ABD, 212, s. Adana.
- [14] Dündar, M., 2007, Su Kaynaklarının Uluslararası Sorun Oluşturması (Y. Lisans Tezi), KTÜ SBE, Uluslararası İlişkiler, ABD., Uluslararası İlişkiler Programı, Trabzon, 157 s.
- [15] Küçükklavuz, E., 2009, Küresel Isınmanın Su Kaynakları Üzerine Etkileri: Türkiye Örneği (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniv., SBE İktisat Anabilim Dalı, 134 s. Şanlıurfa.
- [16] Denhez, F., 2007, Küresel Isınma Atlası, NTV Yay., Çeviri: Özgür Adadağ. İstanbul, 80s.
- [17] Kibaroglu,A., 2008, *Küresel İklim Değişikliğinin Sınraşan Su politikalarına Etkileri*, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt 2, TMMOB İMO, Mart, s. 347-57.
- [18] Koluman, A., 2003, Dünyada Su Sorununa Genel Bir Bakış, Dünyada Su Sorunları ve Stratejileri, ASAM Yayınları, Ankara.
- [19] Aytemiz, L., Kodaman, T., 2006, Sınraşan Sular Kullanımı ve Türkiye-Suriye ilişkileri, TBMM Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı, Mart 2006, S. 527-536.
- [20] Çetin, Ö., Eylen, M., Üzen, N., 2008, İklim Değişikliğine Karşı GAP Bölgesinde Etkin Sulama

- Stratejileri, TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, 264-281, 13-14 Mart, Ankara.
- [21] Ateş, İ., 2008, Küresel Isınmanın Sebep Olacağı Siyasal ve Ekonomik Gelişmeler ve Muhtemel Türkiye Yansımaları, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gebze, 76 s.
- [22] Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G., 2000, Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan) İstanbul Sanayi Odası, 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- [23] Fıstıkoglu, O., Biberoglu, E., 2008, Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi ve Uyum Önlemleri, TMMOB İklim Değişimi Semp., 238-252, 13-14 Mart, Ankara.
- [24] Kanber, R., Baştuğ, R., Büyüктаş, D., Ünlü, M., Kapur, B., 2010, Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri, TMMOB ZMO, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 11-15 Ocak, s.83-118, Ankara
- [25] Hoffman G.J., Evans, R. G., 2007, Introduction, Chapter 1, in Design and Operation of Farm Irrigation Systems (Eds. Hoffman, G. J., R. G. Evans, M.E. Jensen, D.L. Martin and R.L.Elliot) Amer. Soc. of Agricultural and Biological Engineers, 1-32.
- [26] Anonim, 1997, Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi-BMÇMS, Çevre Bakanlığı Yayınları. Ankara.
- [27] Falkenmark, M., Lindh, G., 1976, Water for a Starving World, Westview Press, Boulder, USA.
- [28] Şen, Z., 2005, İklim Değişikliğinin Su ve Enerji Kaynaklarımıza Etkisi, 22 Mart Dünya Su Günü, 27 s.,
- [29] Atalık, A., 2006, Küresel Isınmanın Su Kaynakları ve Tarım Üzerine Etkileri, Bilim ve Ütopya. 139, 18-21.
- [30] Anonymous, 2001b, Climate Change, Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge.
- [31] Uzmen, R., 2007, Küresel Isınma ve İklim Değişikliği: İnsanlığı Bekleyen Büyük Felaket mi?, Bilge Kültür Sanat Yayınları, İstanbul.
- [32] Filinte H.M., 2007, Yaklaşan Küresel İklim Krizi, Yeni İnsan Yayınevi, İstanbul, Eylül.
- [33] Marda Ö., Şahin Ü., 2007, Küresel ısınma ve iklim krizi: niçin daha fazla bekleyemeyiz, Agora Kitaplığı Yayınları.
- [34] Amadore, L., Bolhofer, W.C., Cruz, R.V., Feir, R.B., Freysinger, C.A., Guill, S., Jalal, K. F., Iglesias, A., Jose, A., Leatherman, S., Lenhart, S., Mukherjee, S., Smith, J.B. and Wisniewski, J., 1996, Climate Change Vulnerability and Adaptation in Asia and the Pacific, Workshop Summary. Water, Air, and Soil Pollution, 92, 1-12.
- [35] Hurd, B.H., M. Callaway, Smith, J., Kirshen, P., 2004, Climatic change and US water resources: from modeled watershed impacts to national estimates. J. Am. Water Resour. As., 40, 129-148.
- [36] Galip, A., 2006, Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları, Ankara Üniversitesi Dil Ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 46, 2 (2006) 29-43,
- [37] Kadioğlu, M., 2001, Bildiğimiz Havaların Sonu Küresel İklim Değişimi ve Türkiye, Yayıncılık. İstanbul.
- [38] Öztürk, K., 2002, Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri, Gazi Üniv. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1), 47-65.
- [39] White, A.F. and A.E. Blum, 1995: Effects of climate on chemical weathering in watersheds. Geochimica et Cosmochimica Acta, 59, 1729-1747.
- [40] Ceylan, A., 2005, İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarımıza Etkisi, (Ed. Sen, Zekai), Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- [41] Yaşar, D., Yıldız, D. 2009, Küresel Isıtılan Dünya ve Su, İstanbul, Truva Yayınları.
- [42] Ulusoy, K., 2007, Kudret, Küresel Ticaretin Son Hedefi, Su Pazarı, Kristal Kitapları, Ankara,
- [43] Kibaroglu, A., Sağsen, İ., Kaplan, Ö., Sümer, V., 2006, Türkiye'nin Su Kaynakları Politikasına Kapsamlı Bir Bakış: Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve İspanya Örneği, TMMOB Su Politikaları Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt 1, Ankara, s.184-194
- [44] Tan, S., 2004, Sürdürülebilir Tarım. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, T.E.A.E- Bakış. Sayı 5, s.1-4.
- [45] Tamer, M., 2006. İklim Mültecileri Sorunu, Milliyet Gazetesi, 15.07.2006, Syf., 6
- [46] Öztürk, M., 2007, İklim Değişikliği ve Kyoto Protokolü, <http://www.mozturk.net/?Type=1&Id=92>
- [47] Uzunoğlu, H., Ş. Boran 2009, Dünya Su Forumu'nun Ardından, Ar&Ge Bülten Nisan- Sektörel, İzmir Ticaret Borsası, s.22.25, İzmir.
- [48] Üstün, H.G., 2008, İklim Değişiminin Su Kaynakları Üzerine Etkisi (Doktora Tezi), S.Ü. FBE, İnşaat Mühendisliği ABD., Isparta, 117, s.