

Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri

Global Climatic Changes and Their Probable Effect upon Turkey

Kemal ÖZTÜRK

G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara-TÜRKİYE

ÖZET

Bu çalışmada küresel iklim ve iklim değişimleri üzerinde durulmuştur. Çeşitli nedenlerle oluşan iklim değişikliklerinin dünyaya ve özellikle Türkiye'ye olası etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Küresel iklim, iklim değişikliği, sera etkisi

ABSTRACT

This study is about the global climate and climatic changes. The effect of the climatic changes, which occur due various reasons, upon the world and Turkey was investigated.

Key Words: Global climate, climatic changes, greenhouse

1. GİRİŞ

İnsanların tarih sahnesine çıkışına kadar olan süreçte, dünyanın coğrafi özellikleri bir kaç defa değişmiştir. Belirli dönemlerde, dünyamızın unsurları arasındaki doğal dengenin çeşitli nedenlerle bozulmasına bağlı olarak, iklimde de büyük değişimler olmuştur. Nitekim insanlık tarihinin başladığı dönemden günümüze kadar olan süreçte, yeryüzünün buzullarla kaplandığı, buzul ve buzullar arası dönemlerde yaşanmış doğal ve beşerî çevre büyük ölçüde etkilenmiştir. Doğal etkenlerle ilişkili olan bu

değişmelere, 19. yüzyılın ortalarından itibaren, insan etkilerinin de katkısı olduğu kesindir.

Bugün hemen bütün iklim bilimciler tarafından, dünya iklimi sisteminde bir bozulmanın olduğu kabul edilmektedir. Doğal dengenin bozulmasına neden olan insanların, gerekli önlemler alınmadan çeşitli etkinliklerinin devam etmesi hâlinde, iklimdeki bu bozulmaların artarak, sonucu çok olumsuz olabilecek, küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliklerinin yaşanacağı, kesin bir dille ifade edilmektedir. Çünkü beşerî nedenlerle, atmosferdeki sera gazı birikimlerinde ve partiküllerde meydana gelecek artış, doğal çevrenin tahribi, ozon tabakasındaki incelme, küresel boyutta sıcaklık artışına neden olacaktır.

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak, görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden birisidir. Doğal olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, arızalı bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik boyutlarda etkilenecektir. Örneğin, sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altında bulunan Güney Doğu ve İç Anadolu gibi, kurak ve yarı kurak bölgelerle, yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz bölgeleri daha fazla etkilenmiş olacaktır.

Meydana gelecek iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerde hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak, özellikle yukarıda belirtilen bölgelerimizde, su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkacaktır

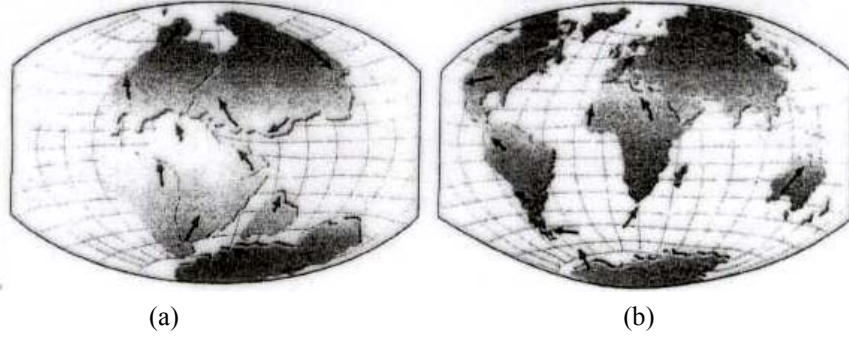
Hemen bütün iklim bilimcilerinin üzerinde birleştiği ortak nokta ise gelecekte olabilecek iklim değişikliğinin, atmosferdeki sera gazı emisyonlarındaki artıştan kaynaklanan küresel ısınmadan olacağı şeklindedir.

I- Geçmişte İklim

Yaklaşık 4,5 milyar yıllık bir yaşa sahip olan dünyamızda, belirli dönemlerde, unsurları arasındaki doğal dengenin çeşitli nedenlerle bozulmasına bağlı olarak iklimde büyük değişimler olmuştur. Ancak, etkileri bilinen iklim değişiklikleri, dördüncü jeolojik zamanda (Kuvaterner) olan değişimlerdir.

İnsanların tarih sahnesine çıkışına kadar olan süreçte, dünyanın coğrafyası bir çok defa değişmiştir (Şekil 1). Bu değişiklikler; iklim sistemini oluşturan güneş, atmosfer ve yerküre arasındaki ilişkilerin, doğal mekanizmalarla bozulması sonucu ortaya çıkmıştır. İnsanların tarih sahnesine çıkışından, Sanayi Devrimine kadar olan süreç içerisinde

meydana gelen iklim değişmelerini de yine doğal nedenlere bağlamak gerekir. 19. yüzyılın ortalarından itibaren doğal etkenlerle ilişkili olan değişmelere, insan etkilerinin de katkısı olduğu kesindir.



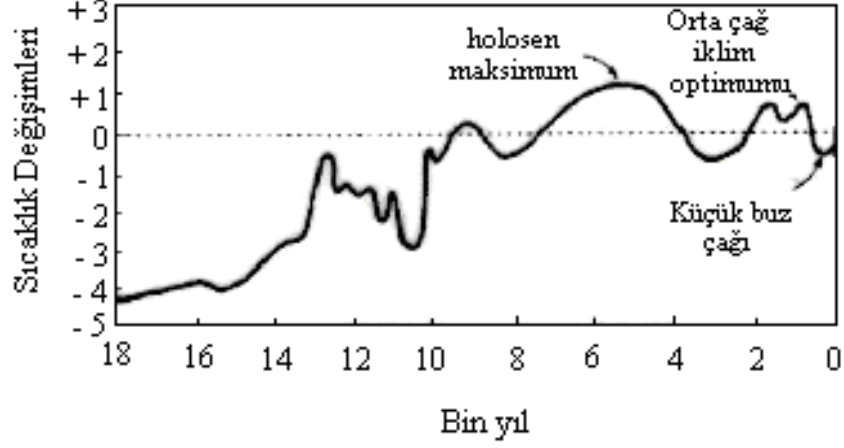
Şekil 1. 180milyon yıl önceki ve günümüzdeki karaların dağılışları

Nitekim, insanın tarih sahnesine çıkışından günümüze kadar olan dönemde, yeryüzünün buzullarla kaplandığı “buzul” ve bunların gerilediği buzullar arası dönemlerde yaşanmış doğal ve beşeri çevre büyük ölçüde etkilenmiştir. Örneğin zamanımızdan 20.000 yıl kadar önce kuzey yarım küreyi etkileyen soğuklar, Avrupa kıtasının kuzey kesimlerinin tamamen buzullarla kaplanmasına ve deniz seviyesinden bugünküne göre 125 m alçalmasına neden olmuştur. Denizin alçalması sonucu Sibirya ve Alaska birleşmiş, tek bir kara parçası hâline gelmiştir. Bu ortam değişikliği Asya kıtasından Amerika kıtasına insan ve bitki göçünün gerçekleşmesini sağlamıştır. Bu nedenle ABD yerlilerinin Asya kökenli olduğu iddia edilmektedir. Bu periyot 4000 yıl kadar sürmüş, daha sonra buzullar çekilmeye ve sıcaklık artmaya başlamıştır (Ahrens D. C. 1994).

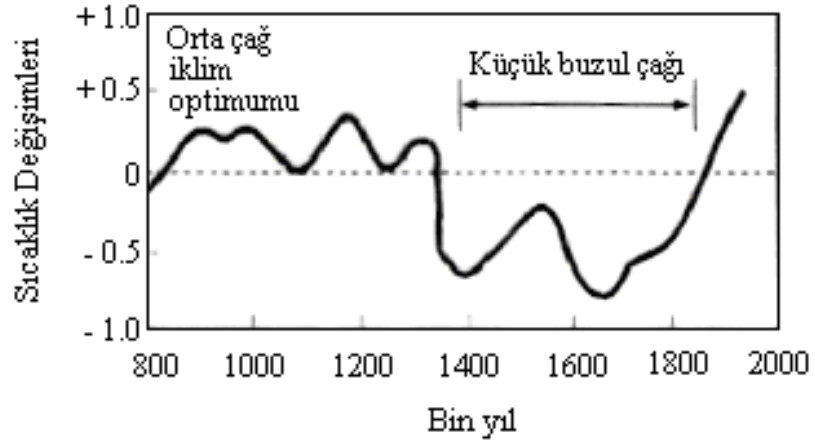
Günümüzden 11 bin yıl kadar önce sıcaklık hızlı bir biçimde düşmüş, yine Avrupa'nın kuzeyi ve ABD'nin kuzey doğusu buzullarla kaplanmıştır. Bu buzul ilerlemesinden bin yıl sonra sıcaklık yavaş yavaş yeniden yükselmiş ve günümüzden 8 bin yıl önce de karaları kaplayan buzullar tamamen ortadan kalkmıştır.

Günümüzden 6000 – 6500 yıl önce küresel ortalama sıcaklık bugünküne göre bir derece daha yüksekti. “Orta Holosen Maksimumu” adı verilen bu periyot bitkilerin geliştiği, çeşitli eko sistemlerin oluştuğu ve dünyanın bugünkü iklim konumuna yaklaştığı bir dönem olmuştur. Bu dönemi izleyen yıllarda genel bir soğuma görülmüş,

bunun sonucunda alp buzulları gibi, bazı dağlar üzerinde buzullar oluşmuş ve kuzey yarım küre şimdiki görünümüne ulaşmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Son 18.000 yıl içinde görülen ortalama hava sıcaklığı değişimleri



Şekil 3. Son yıldaki Doğu Avrupa'da görülen ortalama sıcaklık değişimleri

Son bin yıl içerisinde, kuzey yarım kürede yaşanan iklim koşullarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür (Şekil 3):

1. 1200'lü yıllarda, ılıman ama değişken bir iklim tipi etkili olmuştur. Birkaç yüzyıl fırtına, sel, şiddetli yağış ve kuraklık gibi doğal afetler yaşanmıştır.

2. 1400 – 1550 yılları arasında kararlı iklim koşulları etkili olmuştur. 1550'li yılların ortalarından itibaren 300 yıl süren ve “Küçük Buz Çağı” olarak adlandırılan periyot yaşanmıştır. Bu dönemde dağ buzulları gelişerek vadilere doğru sarkmış, sert ve uzun kışlar kısa ve yağışlı yazlar görülmüştür.

3. Bu dönem içinde 1816 yılında görülen anormal iklim koşulları sonucunda Avrupa çok büyük kıtlık yaşamış, açlıktan çok sayıda insan ve hayvan yaşamını yitirmiştir. ABD ve Kanada'da mayıs eylül ayları arasında önemli soğuklar yaşanmış, bu yaz döneminde 1800 kişi donarak ölmüştür. Bunun için bu döneme “yazsız yıl” denmektedir (Ahrens D. C. 1994).

4. 1800'lü yılların sonunda 1900 – 1940 yılları arasında küresel ortalama sıcaklık 0,5 derece kadar artmıştır. Bu artışı 25 yıllık bir soğuma dönemi izlemiştir.

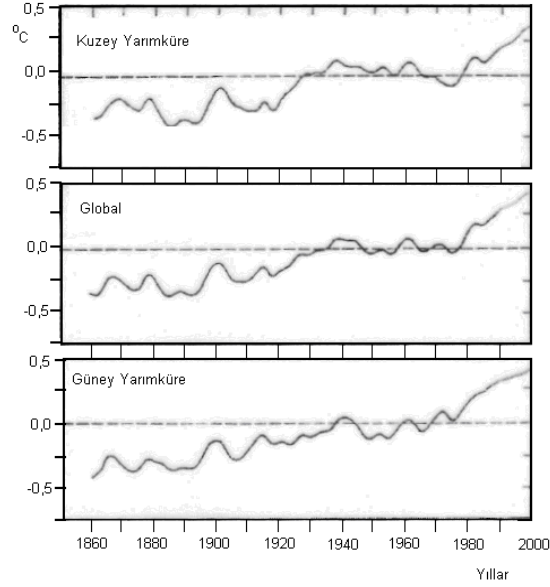
5. 1970, 1980, 1990'larda küresel ortalama sıcaklıklarda bir artış eğilimi gözlenmiş 1990'lı yıllarda, 1978 yılından sonra en sıcak 8 yıl yaşanmıştır.

6. 1998 yılı, hem kuzey hem de güney yarım kürede aletlerle ölçümün başladığı 1860 yılından beri yaşanan en sıcak yıl olmuştur.

Günümüzde doğal etkenlere ek olarak, insanların çeşitli etkileri nedeniyle de iklim sisteminde bozulmaların olduğu kabul edilmektedir. Bunun için iklim değişikliği, “Karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinliklerinin sonucu, iklimde bir değişiklik” biçiminde tanımlanmıştır (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Paneli IPCC).

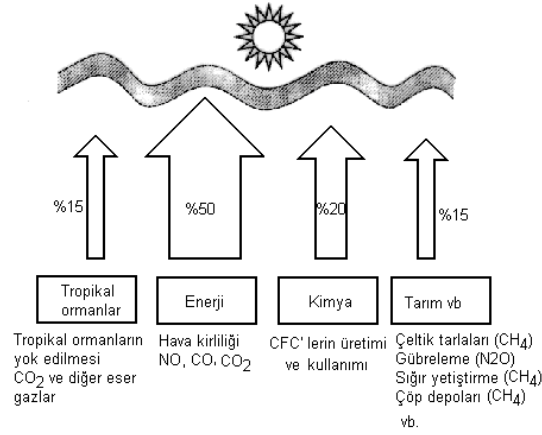
II- Küresel Isınma ve Bazı Belirsizlikler

Sanayi Devrimi ile beraber atmosferde birikmeye başlayan başta CO₂ olmak üzere, öteki sera gazlarının (metan –CH₄, azot oksit – N₂O ve flora clora karbonlar –CFC₅, vb.) yerden verilen uzun dalgalı ışınları tutması nedeniyle ortalama yüzey sıcaklıklarında belirgin bir artma eğilimi gözlenmektedir. Nitekim son yüzyılda küresel sıcaklıkta 0,8 C°'lik bir artış olmuştur (Şekil 4).



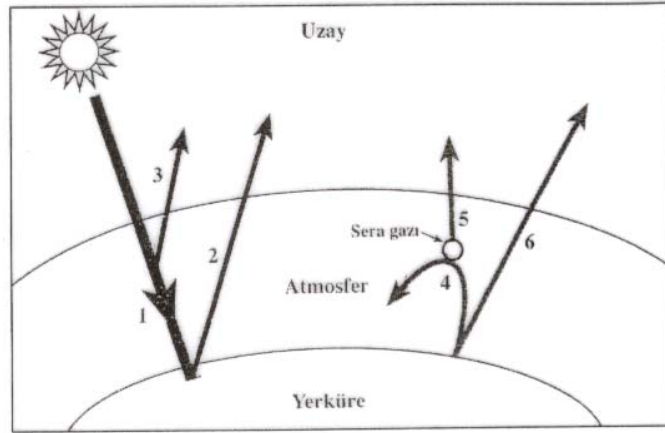
Şekil 4. Küresel sıcaklıktaki artış (Bayar, Behrend 1994'ten)

Bu gazlar çoğunlukla fosil yakıt kullanımından, sanayi, ulaştırma, enerji üretiminden ve çeşitli atıkların ve tarımsal etkinliklerden kaynaklanmaktadır. Ancak burada en önemli kaynak enerji üretiminde kullanılan fosil yakıtlar (kömürler, petrol, doğal gaz vs.) ve sanayidir (Şekil 5).



Şekil 5. İnsan kaynaklı sera gazlarının nedenleri (Bayar, Behrend 1994'ten değiştirilerek)

Küresel ısınmada en büyük payı alan sera etkisi nedir? Güneşten gelen dalgali radyasyonun bir kısmi doğrudan atmosfer tarafından uzaya verilirken, bir kısmi da yeryüzü tarafından emilir. Isınan yeryüzünden salınan uzun dalgali radyasyonun önemli bir bölümü tekrar atmosfer tarafından emilir. Atmosferdeki gazların kısa dalgali güneş ışınlarına karşı çok geçirgen, yeryüzünden verilen uzun dalgali radyasyona karşı ise , biriken sera gazları nedeniyle daha az geçirgen olması sonucunda , yere yakın kısımların beklenenden daha fazla ısınması olayına atmosferin sera etkisi denilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Sera Etkisi

1. Güneşten gelen kısa dalgali ışınların % 51' i yeryüzü tarafından tutulur. Bu enerji ile yeryüzü ısınır.
2. Yeryüzü tarafından emilen bu enerjinin bir kısmı atmosfere geri gönderilir.
3. Güneşten gelen enerjinin bir kısmı yeryüzüne ulaşmadan atmosferden uzaya geri döner
4. Isınan yer yüzünden bir kısım enerji uzun dalgali ışınlar hâlinde atmosfere verilir. Bu enerjinin bir kısmı atmosferdeki sera gazları tarafından tutulur. Bu tutulan enerji atmosferin alt kısımlarını ısıtır. Bu ısınma atmosferin sera etkisidir.
5. Sera gazları tarafından tutulan enerjinin bir kısmı yeniden uzaya geri verilir.
6. Yeryüzünden uzaya verilen enerjinin bir kısmı doğrudan uzaya gider.

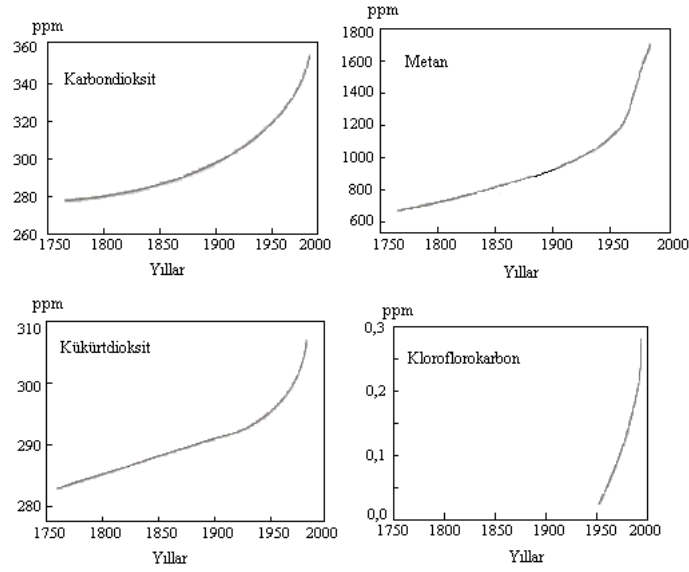
III- Karbondioksit (CO₂) ve Diğer Sera Gazlarının Etkisi

Küresel ısınma üzerinde etkili olan sera gazları arasında CO₂'in ayrı bir yeri ve ayrı bir önemi vardır. Karbondioksit (CO₂) Güneşten doğrudan gelen kısa dalgalı ışınları büyük ölçüde geçirdiğinden, ancak yerden verilen uzun dalgalı ışınları tuttuğundan, atmosferin alt kısımlarının ısınmasında çok önemli rol oynayan bir sera gazıdır. Bilindiği gibi atmosferdeki karbondioksit miktarı, birinci derecede fosil yakıtların çeşitli alanlarda kullanımı sonucunda, hızlı bir biçimde artmaktadır. Bununla birlikte ormansızlaşma ve özellikle de tropikal yağmur ormanlarındaki aşırı tahribat, ayrıca dünyanın diğer bölgelerindeki orman örtülerinin yerini alan yeni bitki örtüsünün de bu artışa katkıda bulunmasıdır.

Yapılan çalışmalar, geçen yüzyılın sonlarında atmosfere yılda verilen karbondioksit miktarının ortalama 355 ppm olduğunu , içinde bulunduğumuz yüzyılda bunun değerinin iki katına çıkabileceğini göstermektedir. Bir çok matematiksel iklim model sonuçları CO₂ miktarındaki bu iki kat artışın 2050 yıllarında küresel sıcaklıkta ortalama olarak 1,5 ile 4,5 derece arasında bir sıcaklık artışına neden olacağını ortaya koymaktadır. Ancak bu tür çalışmalarda bazı belirsizlikler de ortaya çıkmaktadır Karbondioksit artışına, fosil yakacak kullanımından çok, orman tahribatları temel neden olarak gösterilirse , karbondioksit miktarı tahmin edilenden daha az, dolayısıyla küresel ısınmanın değeri de daha düşük olacaktır (Ahrens D, C, 1994).

Yine buna ek olarak model çalışmalarının ortaya koyduğu bir diğer belirsizlik de atmosferdeki karbondioksitin, başka ortamlara taşınması ile ilişkili mekanizmanın tam olarak bilinmemesi gerçeğidir.

Buna karşılık fotoğrafa atmosferde az bulunan metan (CH₄), azot oksit (N₂O) ve florokloro karbon (CFC₅) gibi kızıl ötesi radyasyonu emen gazların gelecek yüzyıldaki konsantrasyonlarını da eklemek gerekir. Çünkü bunlar, daha önce açıklandığı gibi karbondioksit ile beraber atmosferin sera etkisini belirleyen gazlardır (Şekil 7).



Şekil 7. Sera gazlarındaki artış (WMO Global Warning, 1990)

Bundan başka bu iklim modelleri, küresel sıcaklıktaki artışa bağlı olarak, okyanus sıcaklığının da artacağını, dolayısıyla daha fazla buharlaşma olacağını gösteriyor. Bunun sonucunda daha fazla buharlaşma olacak, atmosferdeki en önemli sera gazlarından biri olan su buharı sıcaklık artışını hızlandıracaktır (pozitif feedback). Bu su buharı girdisini dikkate almadan, sadece mevcut karbondioksit miktarının iki katına çıkmasını dikkate alan model çalışmalarında, küresel ortalama sıcaklıktaki artışın 1 veya 2 derece civarında olacağı hesap ediliyor.

IV- Okyanus ve Bulutların Etkisi

Şüphesiz yeryüzünün üçte ikisini kaplayan okyanusların iklim sistemi üzerinde önemli bir yeri vardır. Ancak karbondioksit için çok büyük bir depo olan okyanusların, görülen ve görülebilecek küresel ısınma üzerindeki etkileri tam olarak ortaya konulamamıştır.

Bazı araştırmacılar, okyanuslarda yaşayan, küçük bitkiler (mikroskobik) tarafından karbon özümlemesi sırasında kullanılan karbondioksitin, bu bitkilerin ölümü ile okyanus sularına geri verildiğini, okyanus sularındaki beklenmeyen ısınmayla da atmosfere karıştığını ileri sürmektedirler. Hatta bu araştırmacılar, geçen yüzyılda atmosferdeki karbondioksit artışının, fosil yakıt kullanımından çok bu kaynağa dayandığını ifade etmektedirler.

Bazı bilim adamları ise, yukarıda açıklanan tezin tam tersini savunarak, bu bitkilerin devamlı ürediklerini ve çoğaldıklarını, dolayısıyla atmosferdeki karbondioksiti kullanarak karbondioksit miktarında bir azalmaya neden olduklarını belirtmektedirler.

Yine okyanuslar güneş enerjisini toplayan büyük bir ısı deposudur. Yavaş yavaş ısındığından atmosfer, küresel ölçekte olduğu belirtilen ve olabileceği tahmin edilen, küresel ısınmayı azaltıcı ve geciktirici yönde bir etki göstermektedir. Ayrıca küresel ısınmaya bağlı olarak, olabilecek iklim değişikliğinin hızı ve modeli üzerinde, okyanus dolaşımının ve deniz buzullarının da etkilerini göz önüne almak gerekir. Bu konudaki çalışmalar, buzul ve buzullar arası dönemlerde, okyanus dolaşımında büyük değişimlerin varlığını ve bunların bugünkünden çok farklı olduğunu göstermektedir.

Nitekim son yıllarda yapılan iklim model çalışmaları küresel ölçekte ortalama sıcaklıkta bir artış gösterirken, Antartika civarındaki soğuk okyanus akıntılarının yüzeye doğru hızlarının bu nedenle de bu bölgede sıcaklıkta bir artışın olmadığını göstermiştir. Hatta bu model çalışmaları karbondioksit miktarının dört katına ulaşması hâlinde bile buralarda bir ısınmanın olmayacağını ortaya koymaktadır.

Bu tahminler ve senaryolar, daha önceki çalışmalarda bunu doğruladığı için, genel olarak kabul edilmektedir. Ancak, çok karmaşık olan iklim sistemi içinde çalışmalar ilerledikçe, daha bir çok etkenin de sürpriz olarak ortaya konulabileceğini bilmek gerekir.

Okyanusların ısınmasına bağlı olarak atmosferdeki su buharı miktarının artması, enlemsel olarak birlikte, küresel ölçekte bulutluluğu da artıracaktır. Bunun da mutlaka iklimik sistem üzerinde büyük etkisi vardır. Çünkü bulutlar güneşten gelen kısa dalgali ışınların bir kısmını uzaya geri gönderir. Bu durum küresel sıcaklığı azaltıcı yönde etkilidir. Ancak; aynı zamanda yerden verilen, atmosferin ve yeryüzünün ısınmasında büyük etkisi olan uzun dalgali ışınları da emerek ısınmaya neden olurlar. O zaman iklim, bulut miktarındaki artıştan nasıl etkilenecek? Muhtemelen bu durum, oluşacak bulutların cins ve yapılarıyla (şekilleri, fiziksel özellikleri, sıvı ve buzdan oluşmaları ve bulutu oluşturan damlacıkların da dağılımı vb.) ilişkilidir. Örneğin, buz kristallerinden oluşan cirrus tipi yüksek bulutlar, sıcaklığı artırıcı yönde etki gösterirken, strotiform tipi tabaka bulutları sıcaklığı azaltıcı yönde etkili olmaktadır.

Cirroform tipi bulutlar, güneşten gelen ışınları doğrudan yeryüzüne geçirdiği gibi, yerden verilen uzun dalgalı ışınları da tuttuğundan (absorbe ettiğinden) küresel ısınmaya katkıda bulunacaktır.

Buna karşılık, strotiform tipi bulutlar daha çok su damlacıklarından oluştuğu için, kısa dalgalı ışınları tutarak yere ulaşmasına fırsat vermeden uzaya geri verirler. Ayrıca bunların tepe sıcaklıkları da nispeten sıcak olduğundan, yerden aldıkları enerjinin büyük bir kısmını da uzaya geri vermektedir. Bu nedenle bu tip bulutlar, soğuma yönünde önemli etkiye sahiptirler.

“Dünya radyasyon bütçesi” çalışmalarında kullanılan uydu görüntüleri de bulutlardaki artışın, soğumaya neden olduğunu doğrulamaktadır. Şüphesiz sadece bulutlardaki artışla, küresel boyuttaki soğuma veya ısınmayı açıklamak doğru değildir. Daha öncede açıklandığı gibi, bulutların cinsi ve de oluştuğu seviye son derece önemlidir. Ancak bulutlardaki değişme bugün için, sera gazlarındaki artışa bağlı olarak görülen sıcaklık artışını azaltan veya artıran bir unsur olarak karşımıza çıkıyor.

Birçok bilim adamı yeryüzü sıcaklığındaki artışa bağlı olarak kümülüform faaliyetin artacağını ve çok kuvvetli konvektif bulutların oluşacağını, bunların tepe kısımlarında oluşacak sıcaklığın da, yukarıda açıklandığı şekilde atmosferin ısınmasına katkıda bulunacağını, bulutluluktan dolayı olan soğumayı azaltacağını kabul ediyor.

Bazı araştırmacılar ise, bunun tersini iddia ederek, kuvvetli ısınmayla oluşan bu tip dikey gelişimli bulutların soğumaya katkıda bulunduğunu ileri sürmektedir. Onların iddialarına göre; kümülüs bulutu aşamasında artan su buharının yoğunlaşarak yağış olarak yere düşmesiyle, bulutun üst kısımları kuru hâle gelmekte, dolayısıyla da yer radyasyonu yeteri kadar tutulamamakta bu da soğumaya neden olmaktadır.

Bütün model ve gözlem çalışmaları bu düşünceleri desteklemekle birlikte, orta ve yüksek atmosferde konveksiyon sonucu oluşan nemlenme, kuruluktan daha fazladır.

Bulut dağılımı ve toplamına olan ilâveler, iklim modellerindeki hesaplamalarda, özellikle bulutların optik özellikleri (albedo) geniş bir yer tutmaktadır. Örneğin, bulut özelliklerinin iklim modelleri üzerindeki etkilerini belirlemek için, İngiliz meteoroloji teşkilâtında bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada esas alınan modelde, atmosferdeki karbondioksitin miktarının iki katına çıkartılmasıyla sıcaklıkta ortalama 5 derece civarında bir artış olacağı hesap edilmiştir. Ancak, bu model içindeki buz

kristallerinden oluşan bulut yerine su damlacıklarından oluşan bulut örtüsü konduğu zaman, bu sıcaklık artışı 2 derece de kalmıştır (Ahrens D. C., 1994).

V- Gelecekteki İklim

Bugün hemen bütün iklim bilimciler tarafından, dünya iklimi sisteminde bir bozulmanın olduğu kabul edilmektedir. Doğal dengenin bozulmasına neden olan insanların, gerekli önlemler alınmadan çeşitli etkinliklerinin devam etmesi hâlinde iklimdeki bu bozulmaların artarak, sonucu çok ürkütücü olan, küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliklerinin yaşanacağı kesin olarak vurgulanmaktadır. Çünkü beşerî nedenlerle, atmosferdeki sera gazı birikimindeki ve partiküllerdeki artış, doğal çevrenin tahribi, ozon tabakasındaki incelleme, küresel boyutta sıcaklık artışına neden olacaktır.

Gelecekte görülebilecek iklim değişikliği ile ilgili olarak, çeşitli kaynaklarca daha çok sera gazı emisyonlarının dikkate alındığı, senaryolar üretilmektedir. Bunlar çeşitli matematiksel iklim modellerine yüklenmesiyle ortaya çıkan sonuçlar, iklimde başlayan değişikliklerin gelecekte de süreceğini göstermektedir.

Birleşmiş Milletler, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından ortaya konulan senaryolara göre, küresel sıcaklıkta 2100 yılına kadar ortalama 1 ilâ 3,5 derecelik bir artışı olacağı bilinmektedir. Bunun anlamı, en iyimser koşullarda her on yılda yaklaşık 0,1 derecelik bir sıcaklık artışı görülecektir. (IPCC, 2001) Bunun sonucunda; deniz seviyesinin yükselmesinden, sıcaklık ve yağış rejimlerinin değişmesinden kaynaklanan ve afet boyutlarına ulaşan çok değişik sonuçlar yaşanacaktır. Seller, taşkınlar, kuraklık ve sonuçta çölleşme, fırtınalar, biyolojik kökenli afet niteliğindeki salgınlar, bu sorunlardan bazıları olup, bunlar daha geniş alanlara yayılacak ve çok daha sık görülecektir.

VI- İklim Değişikliklerinin Türkiye Üzerindeki Olası Etkileri

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden biridir.

Doğal olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, parçalanmış bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik derecelerde etkilenecektir. Örneğin sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altındaki kurak ve yarı kurak bölgelerle yeterli

suya sahip olmayan yarı nemli bölgeler etkilenecektir (Güney doğu, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgeleri) (Türkeş 1998). Olası bir iklim değişikliğinin ülkemizdeki sonuçlarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

1. Şüphesiz iklim değişikliğinin, ülkemizdeki doğal ekolojik sistemlerin bileşimini ve üretkenliğini bozacağı ve biyolojik çeşitliliği azaltacağı kaçınılmaz olacaktır. Ancak, bazı eko sistemler, iklimdeki değişikliğe çabuk karşılık verirken, bazıları oldukça yavaş karşılık verirler. Tek tek türler iklimdeki değişikliğe ve bozulan iklimsel rejimlere (örneğin ; yağış, buharlaşma ve sıcaklık rejimlerine) farklı düzeyde ve farklı biçimde tepki vereceğinden, bir çok eko sistemin yapısı bileşimi, üretkenliği ve coğrafi dağılışı bozulacaktır. Ancak, bu beklenen ekolojik değişikliklerin birçoğu, iklimdeki değişikliklerin arkasında on yıllardan yüzyıllara kadar gecikebilecektir. Faunanın ve floranın yaşam yerleri değiştikçe, yeni gelen türler yüzünden biyolojik çeşitlilikte yerel artışlar olabilecektir. Ancak artan olumsuzluklar (salgın hastalıklar ve yangınlar), biyolojik çeşitlilikte azalmaya ve yaramaz (istenmeyen) türlerde artışlara yol açabilecek, habitatlardaki bölünmeler, iklime bağımlı türlerin göçü için yeni engeller yaratabilecektir.

Bu tür olumsuzlukları hafifletmek amacıyla, kuzey- güney ve doğu- batı yönlü koridorlarda özel olarak ayrılmış ve düzenlenmiş parklara ve rezerv alanlarına ihtiyaç vardır. İklim değişiklikleri ve onunla bağlantılı tüm değişiklikler madde ve besin döngüsünü, atık kalitesini, akarsu rejimini ve akışını, toprak erozyonunu, hava kalitesini ve iklimi kontrol ederek mal ve hizmet üretimine katkı sağlayan ekosistemleri etkileyecektir (T1996 c).

2. Ormanlar iklimsel değişikliklere oldukça duyarlıdır. Tahribatın çok fazla olduğu ülkemiz ormanlarının, olası bir iklim değişikliğinde (sıcaklık, yağış uç olaylar, zararlıların yayılışı ve yangınlar), değişeceği ön görülmektedir. Ormanlar esas olarak yağış rejiminde, zararlıların yayılışındaki değişiklikler ile yaş yapısındaki değişiklikler ve karbon içeriğindeki azalmalar yüzünden duyarlılığı en fazla olan sistemler arasındadır. Model öngörülerine göre, bugünkü net küresel karasal karbon emilimi yaklaşık (1GTC yıl), 21. yüzyılın 1. yarısı süresince artabilecek, ya bu düzeyde kalacak ya da zamanla azalabilecektir (IPCC, 2001 b ve Watson, 2001).

Ekolojik dengenin temel unsurlarından biri olan ormanlar ile çayır ve meraların tahrip edilmesi, millî parkların yeteri derecede korunamaması, gelecekte Türkiye açısından

büyük sorunlar ortaya çıkaracaktır. Anadolu çok büyük uygarlıklara sahne olması dolayısıyla, orman varlığı hızla tahrip edilmiştir. Türkiye’de orman sayılan alanın genişliği 20.2 milyon hektardır ve ülke genişliğinin %26’sını kaplamaktadır (Görmez, 1991).

Ormanlar yangın, yerleşme ve tarım için alan açma nedeniyle sürekli olarak azalmaktadır. 1961- 1996 yılları arasında çıkan 15.596 orman yangınında 2.293.390 hektar orman yandığı (Görmez 1991) düşünülürse, sorunun ne kadar büyük ve ne kadar vahim olduğu anlaşılabilir.

3. Yapılan araştırmalarda, küresel ısınmadan dolayı oluşacak iklim değişiklikleriyle, özellikle su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalardan ülkemizin olumsuz etkileneceği belirtilmektedir. Türkiye’imiz, küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından, riskli ülkeler arasında yer almaktadır. İklim değişikliklerine karşı gerekli önlemler alınmaz ise ülkemizin, kurak ve yarı kurak alanlarındaki su kaynakları özellikle kentlerdeki su kaynaklarının durumu, sorunlara yenilerini ekleyecek ve içme amaçlı su ihtiyacı daha da artacaktır.

Türkiye’de, uzun yıllar yağış ortalaması 631 mm iken, yağış miktarı, 1999 yılında %15 oranında, 2000 yılında ise %7 oranında azalmıştır. Ortalama yağışın azalması yanında, yağış rejimindeki sapma da dikkat edilmesi gereken bir olaydır. Yağış miktarında meydana gelen bu azalışlar ve yağış rejimindeki sapmalar, tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, kuraklığa neden olan şartların devam etmesi hâlinde, gelecek yıllarda suyla ilgili daha büyük sıkıntılar meydana gelebilecektir (Türkeş, 1999).

Ülkemizde, kullanılabilir su varlığı bakımından kişi başına düşen su miktarı 1.692 m³tür. Kullanılan su miktarı dikkate alındığında da kişi başına düşen su miktarı 575 m³tür. Gerek kişi başına düşen su varlığı, gerekse kullanılan su miktarı bakımından, dünya ortalamasıyla karşılaştırıldığında ülkemizin, genel olarak bilinenin aksine, sınırlı su kaynaklarına sahip ülkeler arasında bulunduğu görülmektedir.

4. Tarım alanlarının korunması pek çok ülkede, ulusal güvenlik kaygılarından biri hâline gelmiştir. Tarım alanlarının kötü kullanımı, su yönetim eksiklerine bağlı su baskınları, tuzlanma, çoraklaşma, aşırı pestisit ve gübre kullanımına bağlı kirlenme bunların başında gelmektedir. Suyun tarımdaki vazgeçilmez önemi nedeniyle, temiz su

sıkıntısı pek çok bölgede, tarımsal üretimin karşısındaki en büyük kaynak kısıtlaması hâline gelmiştir. Nitekim, ülkemizin bazı önemli hububat üretim merkezlerinde, ürün kayıplarının % 40- 50 oranına ulaştığı gözlenmektedir (Tagem, 2001).

Türkiye’de yağış rejiminde meydana gelen azalışların ve yağış rejimindeki sapmaların, tarımsal üretimde olumsuz etkisi , kışlık ekimde daha fazla olmaktadır. Yağış rejiminin bahar aylarına doğru kayma göstermesi, yazlık ekimlerde bir avantaj gibi görülebilirse de üretim açısından önemli riskleri de beraberinde taşıdığı düşünülmektedir

Tarımsal üretimde meydana gelen değişimler topraktaki kullanılabilir suyun miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Tarımsal araştırmalar genel müdürlüğü (TAGEM), 2000-2001 yılı ekim dönemi ile ilgili olarak, mayıs ayı başı itibarıyla yaptığı incelemeler sonucunda; Konya, Karaman, Yozgat illerinde yetersiz yağışlar nedeniyle ekim yapılan alanlarda %80- 90 oranında kuraklığa bağlı zararın meydana geldiği, daha bir çok ilin de %27-62 oranında kuraklıktan etkileneceği belirtilmiştir (Tagem 2001).

Meydana gelecek iklim değişiklikleri tarımsal faaliyetlerde, hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak; yaşam alanları daralacak, büyük göçler yaşanabilecek, yeni koşullara uyum sağlayamayan çok sayıdaki bitki, böcek ve kuş türü ortadan kalkacaktır. Yeni iklim değişiklikleri, çiftçilerin ürettikleri ürünleri değiştirmeye zorlayacak, ekim ve dikim tarihlerinde ve ürün türlerinde önemli değişiklikler olabilecektir İklimde meydana gelen değişme, sulanan ve sulanmayan alanlarda özellikle buğday, mısır, soya fasulyesi gibi daha bir çok ürünün üretiminde verim düşüklüğü ortaya çıkabilecektir.

5. Türkiye’nin özellikle çölleşme tehlikesi bulunan İç Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Ege ve Akdeniz Bölgeleri gibi yarı kurak ve yarı nemli bölgelerinde tarım, ormancılık ve su kaynakları açısından olumsuz etkilere yol açabileceği uyarıları yapılmaktadır. Araştırmacılara göre, iklim kuşakları yer kürenin jeolojik geçmişinde olduğu gibi, ekvatordan kutuplara doğru yüzlerce kilometre kayabilecek, bunun sonucunda Türkiye, bugün Orta Doğu ve Kuzey Afrika’da hâkim olan sıcak ve kurak iklim kuşağının etkisine girebilecektir (Türkeş 1998 a).

İklimde meydana gelebilecek herhangi bir değişme yağış, buharlaşma, yüzey akış ve topraktaki kullanılabilir suyun miktarını değiştirecektir. Mevsimler ve yıllık yağışlarda görülecek değişmeler hem su kaynaklarının depo edilmesi, hem de topraktaki nem rejiminin düzenlenmesi açısından oldukça önemlidir. Bitkilerin çiçeklenme, tozlanma,

meyve oluşumu ve tane dolumu sırasında meydana gelebilecek su yetersizliği verimin önemli ölçüde düşmesine neden olacaktır. Sıcaklıkların artması nedeniyle, toprakta meydana gelen buharlaşma ve bitkide olan terlemenin (Evapotranspirasyon) artmasıyla beraber bitki strese gireceğinden, kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin geliştirilmesi zorunlu hâle gelecektir.

6. Kuraklık, doğanın gizli bir tehlikesi ve en büyük afetidir. Genellikle herhangi bir mevsim veya zaman diliminde yağış miktarındaki azalmadan dolayı meydana gelir. Kuraklık hesaplamalarında bir bölgedeki yağış ve evapotranspirasyon (buharlaşma + terleme) arasındaki dengenin uzun süreli ortalaması göz önünde bulundurulmalıdır. Kuraklık zamanla (yağış mevsiminin başlamasında gecikmeler, ürün büyüme mevsimi ve yağış zamanının ilişkisi) ve yağışların etki dereceleri (yağış yoğunluğu ve sayısı) ile ilişkilidir. Yüksek sıcaklık, şiddetli rüzgâr ve düşük nem miktarı gibi diğer değişkenler, birçok bölgede kuraklıkta etkili olur.

Kuraklık yalnızca fiziksel bir olay veya bir doğa olayı olarak görülmemelidir. Kuraklığın, insan ve faaliyetlerinin su kaynaklarına olan bağımlılığı nedeniyle toplum üzerinde çeşitli etkileri vardır. Uzun süreli kuru hava nem azlığı yaratarak bitki, orman ve su kaynaklarında azalmaya neden olur ve sonuçta, ciddi çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlar ortaya çıkar.

Türkiye, son yıllarda en kurak mevsimlerini yaşamaya başlamıştır. Kuraklık trendinin artacağına ilişkin tahminler ilgili kuruluşlarca yapılmaktadır. Kuraklık; normalin altında yağış, düşük toprak nemi, sıcak kuru hava gibi birçok faktörün bileşiminin bir sonucudur.

Ülkemiz genelinde görülen yağışın miktar ve dağılımındaki sapmaların, yer altı ve yer üstü su rezervlerinde olumsuz sonuçlar meydana getirdiği görülmektedir. Meteoroloji genel müdürlüğünün saptamalarına göre de, iklimdeki bu sapmaların bir süreklilik arz ettiği gözlenmektedir. Yağış rejimindeki değişiklik, düzen ve süreklilik arz etmediği takdirde, yağış miktarındaki artışın tarımsal üretime olumlu etkisi olmayacaktır (Türkeş, 2001).

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğünün düzenlemiş olduğu iklim değişikliklerinin, tarım üzerindeki etkileri panelinde, kuraklığın etkileri aşağıdaki şekilde belirtilmiştir (Tagem, 2001).

VII- Kuraklığın Etkileri

Kuraklık etkileri üç gruba ayrılabilir. Bunlar: 1) Ekonomik ; 2) Çevresel ; 3) Sosyal

- 1) Ekonomik Etkileri
 - a) Üründe kayıp
 - b) Böcek istilâsı
 - c) Bitki hastalıkları
 - d) Ürün kalitesinde düşüklük
 - e) Hayvancılıkta kayıp
 - f) Otlakların verimliliğinin azalması
 - g) Hayvanlar için su ve besin temin edilememesi
 - h) Orman ürünlerinde kayıplar
 - i) Orman yangınları
 - j) Ağaç hastalıkları
 - k) Böcek istilâsı
 - l) Orman alanlarının verimliliğinin azalması
 - m) Su ürünlerinde kayıp
 - n) Ulusal büyümede kayıp, ekonomik gelişmede gecikme
 - o) Yiyecek üretiminde düşüş, yiyecek stoklarında azalma
 - p) Finanssal kaynak bulmada zorluk kredi riski
 - q) Yeni ve ilâve su kaynaklarının geliştirilmesindeki pahalılık
 - r) Çiftçi gelirlerinde kayıplar
 - s) Turizmde kayıplar
 - t) Enerji üretiminde azalma
 - u) Tarımsal üretimin doğrudan bağlı olduğu endüstriler de kayıplar
 - v) Üretimdeki düşüşe bağlı işsizlik
 - w) Hükûmetlerin vergi gelirlerinde kayıplar
- 2) Çevresel Etkileri
 - a) Toprakta ki su ve rüzgâr erozyonu
 - b) Bitki alanlarının zarara uğraması
 - c) Su kalitesinin bozulması
 - d) Hayvan kalitesindeki bozulmalar
 - e) Hayvanların doğal yaşam alanlarının daralması
- 3) Sosyal Etkileri
 - a) Sosyal huzursuzluk
 - b) Göç olaylarında artış
 - c) Yoksullukta artış
 - d) Yiyecek kıtlığı

2. SONUÇ

Dünyamız, 4,5 milyar yıllık jeolojik tarihi boyunca çok büyük iklim değişmelerine sahne olmuş, bazı dönemlerde coğrafyası tamamen değişmiştir. Şüphesiz bundan sonrada doğanın evrimi gereği yavaş da olsa bir değişme görülecektir. Ancak, insanlık tarihinin başlaması ile birlikte ve özellikle de 18. yüzyılın ikinci yarısından itibaren insanların çeşitli etkinliklerinin de iklimi etkilediği bir döneme girilmiştir.

Nitekim iklim sistemini oluşturan atmosfer, hidrosfer ve litosferde bozulmalar başlamış, doğal denge bozulmuş, bunun sonuçları da iklimi etkilemiştir. Yapılan çalışmalar, küresel boyuta bir ısınma ile ortaya çıkan iklimdeki bozulmaların bazı belirsizlikler göstermesi ve bunlara karşı önlemler alınmasına rağmen, gelecekte de bu belirsizliğin devam edeceğini ve sorunların yaşanmasına neden olabileceğini göstermektedir.

Hemen bütün iklim bilimcilerin üzerinde birleştiği nokta ise, gelecekte olabilecek iklim değişikliğinin, atmosferdeki sera gazı emisyonlarındaki artıştan kaynaklanan küresel ısınmadan olacağı şeklindedir.

Türkiye dünyanın oluşumundan bugüne kadar görülen, iklim değişikliğinden en fazla etkilenen ülkeler arasındadır. Bundan sonrada tartışmasız iklimde meydana gelebilecek bir çok değişiklikten en fazla etkilenecek ve büyük sorunlar yaşayabilecek bir ülke konumundadır.

KAYNAKLAR

- Ahrens, D.C., Meteorology Today, An Introduction to Weather, Climate and The Environment, Fifth Edition, West Publishing Company, USA, 1994.
Bayar, A. B., Bahrend. H., Küresel Çevre Problemleri, Özkan matbaası, Ankara, 1994.
DPT, İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2000.
Devlet Meteoroloji İşlem Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri Teknik Sunumlar, DMI, Ankara, 2001.
DMI, İklim Değişikliği ve El Nino, Ankara, 1998.
Erden, B., Çağımız ve Çevre Kirliliği Ankara, 1990.

- Görmez, K., Türkiye’de Çevre Politikaları Ankara, 1991.
- IPCC, Climate Change 2001: The Scientific Basis Contribution of Working Group I to The Third Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, 2001 a.
- IPCC, Climate Change 1995: The Science of Climate Change Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO/UNEP Cambridge University Press, New York 2000.
- IPCC, Special Report on Emission Scenarios, A Special Report of Working Group I of The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, 2001 b.
- Türkeş, M., Influence of Geo-Potential Heights Cyclon Frequency and Southern Oscillation on Rainfall Variation in Turkey, 1998 a.
- Türkeş, M., Artan Sera Etkisinin Türkiye Üzerindeki Etkileri, “TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 349, Ankara, 1994.
- Türkeş, M., İklim Değişiklikleri ve Ekosistemler Üzerindeki Olası Etkileri, “TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 321, Ankara, 1996 c.
- Türkeş, M., Vulnerability of Turkey to Desertification with Respect to Precipitation Aridity Condition, Ankara, 1999.
- Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü (TAGEM), İklim Değişikliklerinin Tarım Üzerine Etkileri Paneli Raporu, TAGEM, Ankara, 2001.
- Watson, R.T., Climate Change 2001, Presented at The Resumed Sixth Conference of Parties to The United Nations Framework Convention on Climate Change July, 19, 2001, Bonn, 2001.
- WMO, Global Warming, WMO, No.741 Geneva, 1990.
- Yıldız, K. Sipahioğlu, Yılmaz, Ş. M., Çevre Bilimi , Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara, 2000.