

Yüzyılımızın Temel Sorunlarından Biri; Buzulların Erimesi

Galip AKIN*

Özet

İnsan yeryüzünde görüldüğü andan itibaren birçok doğa felaketiyle karşılaşmıştır. Bu felaketlerden her defasında aklı, mantığı ve bilgisi sayesinde kurtulmayı başarmıştır. Günümüzde ise karşı karşıya kaldığı en büyük diyebileceğimiz felaket Küresel Isınmadır. Küresel Isınmanın diğer doğa felaketlerinden farkı tamamen insan kaynaklı olmasıdır. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme, aşırı fosil yakıt kullanımı gibi insan aktivitesi sonucu atmosfere aşırı sera gazları salınımı Küresel Isınmanın etkisini giderek artırmaktadır. Küresel Isınma buzulların erimesi, deniz seviyelerinin yükselmesi, kuraklık, çölleşme, sel, heyelan, erozyon, kasırga gibi birçok felaketin meydana gelişini tetiklemektedir.

Dünyada büyük bir kaosun yaşanmasına neden olacak felaketlerden biri, kutuplardaki ve yüksek dağlardaki kar ve buzulların giderek hızlı bir şekilde erimesidir. Buzullarda yapılan birçok araştırma buzullardaki hızlı erimeyi kanıtlamaktadır. Küresel Isınmaya bağlı olarak buzullardaki erime miktarı çeşitli senaryolara göre farklı miktarlarda hesaplanmakta, buna bağlı olarak buzul erimelerinin meydana getireceği felaketler de farklı düzeylerde gösterilmektedir. Bilim insanlarının en iyimser tahminlerine göre 21. yüzyılın sonunda denizlerde su

* Prof. Dr. Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Fizik Antropoloji ABD, 06100, Sıhhiye /ANKARA e-mail: akin@ankara.edu.tr

seviyesi en az bir metre yükselecektir. Bu konuda tüm bilim insanlarının ortak görüşü, denizlerdeki bir metrelik yükselmenin bile çok büyük felaketler oluşturacağı yönündedir. Küresel Isınmaya neden olan sera gazlarının atmosfere salınımı böyle artmaya devam ederse ve gerekli önlemler acilen alınmazsa, buzullarda meydana gelecek erime miktarına göre deniz seviyelerinde farklı yükselme görülecek ve felaketin derecesi de buna göre artacaktır. Bu deniz yükselmeleri, dünyada açlık, susuzluk ve salgın hastalıklar gibi çok büyük felaketlerin yaşanacağını göstermektedir. Kutuplar ve yüksek dağlardaki buzullar dünya iklim sisteminin, deniz seviyesi ve sıcaklığının, okyanus akıntılarının, tatlı su kaynaklarının ve tüm yaşam alanlarının korunması ve dengelenmesinde çok önemli rol oynamaktadır.

Bu araştırmanın amacı, Yüzyılımızın temel sorunlarından biri olan Küresel Isınmanın dolayısıyla hızlı buzul erimelerinin yaratacağı sorunlara dikkat çekmektir. Tüm toplumların vakit kaybetmeden bu sorunlara birlikte çözüm üretmesi geleceğimizin teminatı olacaktır diyebiliriz.

Anahtar kelimeler; kriyosfer, buzul erimesi, erimenin sonuçları, buzulların görevi.

One Of The Main Problems Of Our Century: Melting Of Glaciers

Abstract

Human being has experienced many natural disasters from the moment of first appearance. He/she has managed to survive from these disasters every time through intelligence, logic, and knowledge. It can be said that global warming is the major disaster encountered at present. The main difference of global warming from other natural disasters is that global warming is totally anthropogenic. The emission of greenhouse gases into the atmosphere due to human activities such as rapid population growth, industrialization, excessive consumption of fossil fuels gradually increases the effect of global warming. In addition, global warming triggers the occurrence of many disasters involving glacial melting, sea level rise, drought, desertification, flooding, landslide, erosion, and hurricane.

The increasingly rapid melting of snow and glaciers on high mountains and poles is one of the disasters that will cause an incredible chaos on earth. Numerous studies

performed on glaciers prove rapid glacial melting. The amount of ice melting with respect to global warming is calculated in different quantities considering various scenarios and so the degree of disasters as a result of glacial melting is revealed at different levels. According to the most optimistic predictions of scientists, sea water level will increase at least one meter at the end of 21st century. The consensus of all scientists on this matter is that even one meter sea level increment will lead to catastrophic events. If the emission of greenhouse gases into the atmosphere that initiates global warming continues to grow and necessary measures are not taken urgently, differential sea level rise will occur due to the amount of glacial melting and the scale of disaster will accordingly amplify. The sea level increments indicate that major tragedies such as starvation, thirst, and epidemic diseases will be experienced on earth. The glaciers on poles and high mountains play an important role on the conservation and balancing of global climate system, sea level and temperature, ocean flows, fresh water sources, and all living spaces.

The aim of this study is to prevention of global warming and consequently rapid glacial melting is actually one of the main problems of this century. We can state that discovering immediate solutions by all societies in common is the guarantee of our future.

Keywords: *cryosphere, glacial melting, results of melting, mission of glaciers*

Giriş

Çeşitli gazlardan oluşan atmosferin yapısında bulunan karbondioksit (CO₂), metan (NH₄), diazotoksit (N₂O), ozon (O₃) ve kloroflorokarbon (CFC) gibi sera gazları, güneşten yeryüzüne gelen ışınların bir kısmını tutarak yeryüzünün belirli sıcaklık derecesinde kalmasını sağlar. Atmosferdeki bu sera gazlarının ısıyı tutma özelliği sayesinde deniz ve okyanusların donması önlediği gibi canlı yaşamının devamlılığı sağlanır. Günümüzde hızlı nüfus artışı ve yaşam koşullarının yükseltilmesi gibi olaylar sonucu enerji ihtiyacı da hızla artmaktadır. Artan enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtları

kullanımının artması sonucu, atmosfere gereğinden çok fazla sera gazları salınımı olmaktadır. Atmosfere çok miktarda bırakılan sera gazları, atmosferde aşırı sera etkisi yaparak Küresel Isınma olgusunu meydana getirmektedir. Küresel Isınmada aşırı kuraklık, tayfun, sel, erozyon, heyelan, orman yangınları, insanların, hayvanların yaşam kuşaklarının (biyom) yer değiştirmesi, kutuplardaki buzulların erimesi ve deniz seviyelerinin yükselmesi gibi zincirleme doğa afetlerinin meydana gelmesini tetikleyerek canlı yaşamı için tehdit oluşturmaktadır (Akın, 2007; Ersoy, 2006; Atalık, 2006). Küresel Isınmanın tetiklediği sıcaklık artışı, sel, tayfun, çölleşme, buzul erimeleri ve deniz seviyelerinin yükselmesi gibi birçok doğa felaketinin dünyada geniş kitleler tarafından ancak 20-25 yıldan beri bilinmektedir. Bilim insanları tarafından ise 19. yüzyıldan beri bilinmektedir. Joseph Fourier 1826'da atmosferin, dünyamızın sıcaklığı üzerinde oynadığı rol hakkında açıklamada bulunmuştur. Daha sonra Svanta Arrhenius 1896'da dünyada hızla gelişen sanayinin enerji ihtiyacını karşılamak için aşırı miktarda kullanılan kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların, atmosfere çok fazla miktarda sera gazları salınımına neden olduğundan söz etmiştir. Dünyada 1950'li yıllardan itibaren hava, su, toprak kirlenmesiyle ilgili yayınlar başladı. Küresel iklim değişimleri ve çevre kirlenmesiyle ilgili bu çaba ve çalışmalar tüm dünyanın gündeminde ancak 1970'li yıllardan itibaren girebildi (Kadioğlu, 2001; Ersoy, 2006).

Brezilya'nın Rio kentinde 1992'de devlet başkanlarının katıldığı iklim zirvesi toplantısında, sera gazları salınımının sınırlandırılması konusunda sözleşme imzalandı. Atmosfere, aşırı sera gazları salınımını sınırlandıran bir anlaşma da 1997 yılında Japonya'nın Kyoto kentinde 160 ülkenin katılımıyla imzalandı. Ancak bu anlaşmanın yürürlüğe girmesi 16 Şubat 2005'te gerçekleşti. Bu antlaşmanın sorunlarının Ocak 2007'de Paris'te tartışıldığı İklim Konferansında; Küresel Isınmanın ulaştığı boyutlar ve sorunları tartışıldı. Danimarka'nın başkenti Kopenhag'da 7-18 Aralık 2009'da yapılan

Dünya İklim Konferansında, atmosferdeki ortalama sıcaklık artışının 2 °C'de tutulması kararlaştırıldı. Bütün bu çalışmalar, Küresel Isınma olgusunun ve bunun tetiklediği buzulların erimesi, deniz seviyelerinin yükselmesi ve kuraklık gibi doğal felaketlerin artarak devam ettiğini ve halen çözülmesi gereken en önemli global sorun olduğunu göstermektedir (Akın, 2009; Kadioğlu, 2007).

Svanta Arrhenius 1896'da atmosferdeki sera gazları miktarının ikiye katlanması durumunda, dünyada ortalama sıcaklığın en azından 5-6 °C artabileceği öngörüsünde bulunmuştur. Son 15-20 yıldan itibaren bilgisayar destekli gelişmiş yöntem ve teknikler kullanılarak yapılan değişik senaryolara göre sera gazları salınımı bu şekilde devam ederse 21. yüzyılın sonunda atmosferin ortalama sıcaklığının 1,5 ila 5,8 °C artacağı tahminleri yapılmaktadır. Yirminci yüzyıl içerisinde ortalama artışın 0,6 °C olduğu hatırlanırsa, artışın bugünkü çerçevede devam etmesi halinde 5-6 °C'lik artışın gerçekleşebileceği daima gözönünde bulundurulmalıdır. Bu düzeydeki sıcaklık artışı ise yeryüzünde yaşamı imkânsız kılacak gelişmelerin tetikleyicisi olacaktır (Denhez, 2007; Kadioğlu, 2001).

Küresel ısınmanın neden olduğu olaylardan biri de yeryüzündeki buzulların erimesidir. Küresel ısınma hem atmosferin hem de okyanus sularının sıcaklıklarının artmasını tetikleyerek buzulların her zamankinden daha hızlı erimesine neden olmaktadır. Buzulların erimesi bu şekilde devam ederse kısa süre içinde kara ve deniz buzullarının büyük bir kısmı eriyerek deniz ve okyanusların su seviyeleri yükselecektir.

İnsanın yeryüzünde görüldüğü yaklaşık 2,5 milyon yıl öncesinden itibaren farklı kıta ve bölgelerde değişik sayıda buzul ve buzullararası dönemler görülmüştür. İnsan, yeryüzünde ortaya çıktıktan sonra meydana gelen buzullar ve bunların erimesiyle oluşan göller ve su akışları nedeniyle kimi zaman yaşadığı topraklardan başka yerlere göç etmek zorunda bile kalmıştır. Jeolojik zamanlarda meydana gelen buzullar ve buzullararası

dönemler güneş sisteminin döngüsünden kaynaklanmaktadır. Diğer bir anlatımla doğanın kendi döngüsü içerisinde gerçekleşen bir doğa olayıdır. Ancak günümüzde meydana gelen buzul erimeleri, hızlı nüfus artışı ve sanayileşme sonucu aşırı sera gazları salınımına bağlı olarak ortaya çıkan Küresel Isınmanın tetiklediği olaylardan biridir (Gibbard and Cohen, 2008; Lowe and Walker, 1999; Dedegil, 2007).

Dünyadaki suların %97'si tuzlu su şeklinde deniz ve okyanuslarda bulunur. Geriye kalan %3'lük kısım ise tatlı sudur. Dünyadaki tatlı suyun %69'u buz ve kar halindedir. Bu tüm buz ve kar şeklinde donmuş kütleler Buz Küre'yi (kriyosfer) oluşturur. Buz ve karın çok büyük kısmı Kuzey Kutbu (Arktika) ve Güney Kutbu (Antarktika) buzullarında, geriye kalanları ise Himalaya, Alp, And ve Raki (Rocky) Dağları gibi yüksek yerlerde bulunur. Deniz buzulları hariç karalardaki buzullar kıtaların %10'unu kaplar. Bu yerlerde ortalama sıcaklık hiç bir zaman 0 °C'yi geçmez. Kışın kıtaların kapladığı alanın üçte birine kar yağar. Kuzey Yarımkürede bu oran %98'e ulaşır. Kış aylarında Kuzey Avrupa ve Rusya'nın neredeyse tamamını, Orta Avrupa, Japonya ile Kuzey Amerika'nın kuzeyinin bir kısmını, yüksek ve yoğun dağlık alanları kar kaplar (Denhez, 2007; Acot, 2003; Appenzerler ve Dimick, 2004).

Tüm bunlarla birlikte değerlendirildiğinde gelecekte insanoğlunun ne tür felaketlerle yüzyüze kalabileceği açıktır. Önümüzdeki yıllarda bu konularda daha fazla çalışmaların yapılması gerektiği açıktır.

KÜRESEL ISINMA NEDENİYLE BUZULLARDA ERİME

Dünyada insan ve diğer canlıların yaşamı ve geleceği için merak edilen, mevcut buzulların bu Yüzyıl sonuna kadar ne kadarının eriyeceği ve denizlerin su seviyesinin ne kadar yükseleceğidir.

İçinde bulunduğumuz yüzyılın sonunda (2100 yılında), en iyimser tahminlere göre deniz seviyesinde bir metre yükselme beklenmektedir. Deniz seviyesinde meydana gelecek bir metrelik yükselmeye üç etmen neden olacaktır.

1. Küresel Isınma okyanusların suyunu ısıtarak yaklaşık 30 cm yükselmeye neden olacak.
2. Himalaya, Alp, And ve Rocky Dağları gibi yerlerde bulunan dağ buzullarının yine Küresel Isınmanın etkisiyle eriyerek okyanuslarda 30 cm kadar bir yükselme sağlayacağı tahmin edilmektedir.
3. Ayrıca Grönland, Alaska, Kuzey Kutbu ve Antarktika'daki buzulların erimesiyle de okyanusların seviyelerinde 30- 40 cm kadar bir yükselme daha beklenilmektedir.

Kuzey Amerika Kıtasında bulunan Alaska'nın batı kıyısındaki buzullar, Küresel Isınmaya bağlı olarak, halen en hızlı eriyen buzullardır. Burada son 40-45 yılda ortalama sıcaklık artışı 2 °C'ye ulaşmıştır. Geçen 20. yüzyılın başından itibaren ortalama küresel sıcaklık artışının yaklaşık 0,6 °C arttığı gözönüne alındığında Alaska'daki artış küresel ortalamanın 3 katından fazla olduğu görülmektedir. Küresel Isınmanın tetiklediği sıcaklık artışı nedeniyle buradaki buzullar eriyerek dev buzul nehirlerini oluşturuyorlar. Erimenin etkisiyle buzullar hem incelmekte hem de giderek gerilere çekilmeye devam etmektedir (Denhez, 2007; Kadioğlu, 2007).

GÜNÜMÜZDE BUZULLARIN ERİME SÜREÇLERİ

Alaska'daki Columbia Körfezi Buzulu son 30 yılda buzul fiyordundan (fjords) 16 km kadar gerilemiştir. Columbia buzulu sadece 2008 yılında bir kilometreye yakın içeriye doğru geriledi.

İzlanda 8 bin yıl önce buzlarla kaplı idi. Bu buzlardan geriye kalanlar şimdi hızla erimektedir. Eriyen buzların suları aşağı doğru akarken ya bir erime suyu gölüne boşalmakta ya da akan sularla denize kadar ulaşmaktadır. Kuzey Atlantik buzullarında kopan büyük buzul parçaları İzlanda kıyılarına kadar gelerek gel-git nedeniyle bu kıyılarda parçalanıp eriyerek kayboluyorlar.

Grönland'ın fiyortlarındaki buzullar üzerinde yapılan araştırmalarda önceki yıllardan çok daha fazla buz akışı meydana geldiği ortaya çıkmıştır.

Buzullar çok fazla dinamik sistemlerdir. Ancak bunları gözümüzle izlediğimizde buzulların hareketini göremeyiz. Buzulların hareketlerini uydular vasıtasıyla veya zaman atlamalı fotoğraf makineleri yardımıyla çok iyi gözleyebiliyoruz. Yapılan gözlemlerde buzulların ortamın sıcaklık değişimlerine karşı sanılandan çok daha hassas olduğu görülmüştür. Grönland'daki Jacobsen buzulunun yazın günde 40 metre ilerlediği tespit edilmiştir. Bu ilerleme on yıl öncesinin neredeyse iki katını bulmaktadır. Buzulda eriyen su, buzula basınç yapar. Bu nedenle eriyen su ne kadar fazla ise buz üzerinde akarken yaptığı basınç da o oranda artar. Bu durum, özellikle buzulun kıyılarında sık ve ani kopmalara neden olmaktadır. Bir buzul araştırma ekibi Grönland'ın bir fiyordunda bir saat içinde 5 km genişliğindeki bir buzdağının ana buzuldan koptuğunu tespit etmiştir.

Grönland'da sıcaklık artışına bağlı olarak, burada kısa süren yaz mevsiminde buz erimelerini gözleyebiliriz. Grönland'da yaz mevsimi 15 yıl öncesine göre 2 hafta daha uzun sürmektedir. Yaz aylarında, özellikle Temmuz ayında buzuldan eriyen sular, erime yüzeyi boyunca akarak buz üzerinde kanyonlar oluştururlar. Yaz sıcakları arttıkça, eriyen buz suları, bu kanyonları giderek derinleştirerek akmasına devam etmektedir. Buzullardan eriyen sular, eğer buzulda basınç nedeniyle bir çatlak oluşursa, su derinliğine çatlaktan (buz kazanı) aşağı doğru akarak buzulun dibinde birikir ve tabanı daha kaygan hale getirerek buzulun daha hızlı hareket etmesine neden olur.

Buzulda eriyen bu sular bazen buzul yüzeyindeki çukurlarda toplanarak Buz Erime Suyu Göllerini oluşturuyorlar. Erime Suyu Göllerinin bazıları birkaç kilometre çapında ve 15-16 metre derinliğe kadar ulaşabilir. Yaz aylarında Buzul Erime Suyu Göllerinin sayısı Grönland gibi büyük buzullarda binlerce olabiliyor. Uydudan çekilen fotoğrafları inceleyen bilim insanları, bu göllerin yazın buzul çatlaklarından (buzul kazanı) akarak bir gecede yok olduğunu görüyorlar.

Son zamanlara kadar bu göllerin yazın oluştuğundan sonra kışın yeniden donduğu düşünülüyordu. Ancak yapılan araştırmalarda, buzulların erimesiyle oluşan buz erime suyu göllerindeki suyun yaptığı basınca buzun dayanamayarak çatladığı saptanıyor. Buzul çatlağından aşağı akarak buzul tabanına ulaşan erime suyu, buzulun altında akarak buzulu kayganlaştırıp buzulun akışını hızlandırıyor. Özellikle yaz aylarında buz yüzeyinde eriyen su miktarı artacağından, buzulun hareket hızını eriyen su artırır. Eriyen su buzul çatlaklarından buzulu yarıp geçtiğinden kıyı buzullarının kırılarak denize düşmesine neden oluyor. Buzul çatlaklarından akan suyun miktarı milyonlarca metreküpü buluyor (National Geographic, 2009; Denhez, 2007).

BUZULLARIN ERİME MİKTARLARI

Grönland, her yıl yağın kar yağışı miktarından 150 milyar m³ daha fazla buz kaybediyor. Küresel Isınma böyle devam ederse sıcaklık yükselmesi de devam edeceğinden buzulların daha fazla eriyerek buz kaybedeceği tahmin ediliyor. Ancak buzulların ne kadar zamanda ne miktarda buz kaybedebileceğini hesaplamak zor görünüyor.

Küresel Isınma buzul erimesi artışını dört şekilde hızlandırıyor.

1. Yaz aylarında küresel ısınmanın etkisiyle artan sıcaklıklarla buz yüzeyinde erime giderek artıyor. Bu yüzeyin eriyen buzları akışa geçerek, aktığı buz üzerinde buzları eriterek eriyen sular aktığı yatağı

genişletip, derinleştiriyor. Yaz süresince erime suyu yatağı o kadar derinleşiyor ki, erime suyu oluşan buzul kanyonlarında akmaya devam ediyor.

2. Akan yüzey suları buzul kıyısına ulaştığında, buzulda oluşan çatlaktan içeri akarak, buzul çatlağını eritip genişleterek, buzul çatlak yerinden kırılıp ana buzuldan ayrılarak daha sonra parçalanıp eriyor.

3. Buzulun kıyısından daha içerideki erime suları, buzul çatlaklarından (buzul kazanı) akarak buzul tabanına ulaşır ve sonra, buzul tabanının kayganlaşmasına neden olmasıyla da buzulun hareketini hızlandırır.

4. Kutuplarda denizle temasta olan buzulun erimesiyle oluşan soğuk su, denizde hızla aşağı doğru inerken bu suyun oluşturduğu vakum etkisiyle aşağıda daha sıcak olan deniz suyu hızla yukarı çıkar. Bu daha sıcak olan deniz suyu buzul tabanını ısıtarak buzulda çatlakların meydana gelmesini sağlar. Çatlak kısmından kopan buz parçası denize düşerek ana buzuldan ayrılır. Küresel ısınmaya bağlı olarak bu şekilde eriyen buz miktarı çok fazladır.

Yakın zamanda yapılan okyanus araştırmaları, Küresel Isınma nedeniyle deniz kıyısındaki bu erimeleri kanıtlamaktadır. 1997 yılında okyanus sularında aniden 1,6 °C' lik bir artış oldu. Bundan sonra okyanus kıyılarındaki buzullarda kopma ve erime artmaya başladı. Buzullardaki bu erime deniz seviyesinin yükselmesinde temel etmendir (National Geographic, 2009; Appanzerler ve Dimick, 2004).

Yeryüzündeki buzullar jeolojik devirler süresince birçok ısınma sonucu erime süreci atlattı. Ancak jeolojik dönemlerde buzullarda görülen erime ve tekrar buzulların oluşmaları doğanın kendi döngüsü içerisinde gerçekteşirken günümüzdeki buzul erimleri tamamen Küresel Isınmanın sonucu olarak meydana gelen bir olaydır. Küresel ısınma ile Arktika ve Antarktika'daki büyük ve kalın buzulların kısa sürede eriyemeyeceği, erimelerinin yüzyıllar

süreceği sanılıyordu. Ancak son bulgular bunun böyle olmayacağı yönündedir. 2002 yılında Antarktika'da okyanus kıyısındaki bir buzuldan bir Avrupa ülkesi olan Lüksemburg büyüklüğündeki (2586 km²) bir buz kütesinin koptuğu uydu vasıtasıyla tespit edilmiştir. Bunu diğer kopmalar izleyince büyük buz kütlelerinin erimesinin yüzyıllar alacağı varsayımı bırakılarak buzulların erimesinin kısa sürede gerçekleşebileceği gerçeği kabul edilmiştir. Yaz süresince, buzulun yüzeyi eriyerek buzulun çukurluklarında Erime Suyu Gölünü oluşturuyor, ya da buzul yüzeyinde akarken buzul kanyonları içerisinde akarak denize kadar ulaşıyor. Erime suyunun buzula yaptığı basınç nedeniyle buzulda çatlama meydana gelir. Erime suyu buzul çatlağından (buzul kazanı) buzun tabanına doğru akarak, buzun tabanını kayganlaştırarak buzulun hareketini hızlandırır (National Geographic, 2009; Denhez, 2007; Dirik, 2006).

BUZUL ERİMELERİNİN KISA TARİHÇESİ

Buzullar oluştukları dönemlere ait önemli paleoklimatolojik bilgiler içerirler. Buzulların içindeki karbondioksit ve metan gazı miktarı ile atmosferin sıcaklık artışı arasında bir paralellik olduğu saptanmıştır. Buzulun içindeki sera gazlarından CO₂ ve NH₄ miktarının artışı, o dönemde atmosferin daha fazla ısındığını işaret ediyor. Sera gazlarının yükselme yaptığı zamanlarda deniz seviyelerinde de önemli yükselmelerin olduğu tespit ediliyor. Grönland buzullarından alınan örnekler, yaklaşık 125 000 yıl önce sıcaklıkların 4 °C kadar arttığını ve Grönland'daki buzulların güneyinin tamamen eriyerek, deniz seviyesinin 3 metreye yakın yükseldiğini göstermiştir.

Yakın dönemlere ait buz kayıtları, benzer erimelerin varlığını işaret etmektedir. Buzul incelemeleri insanın ortaya çıktığı yaklaşık 2,5 milyon yıl öncesinden günümüze kadar, kıtalarda ve farklı bölgelerde ayrı isimlerle

adlandırılan birçok buzul ve buzullararası dönemlerin varlığını göstermektedir. Ancak sera gazı değerleri 50 bin yıldır hiç bu kadar artmamıştır. Bugün sera gazlarının atmosferdeki seviyelerinin artmasına paralel olarak atmosferin sıcaklığında da aynı şekilde değişimler başladı. Buna sebep, hızlı nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak aşırı fosil yakıt kullanımının neden olduğu Küresel Isınmadır. Küresel Isınmanın sonuçlarının ne olacağını şu anda tespit etmek mümkün değildir. Ancak günümüzde buzulların erimesinin hızlı olduğunu söyleyebiliriz. Öyle ki denize düşen buz dağlarının deniz seviyesinden yüksekliği 100 metreyi bulmaktadır. Buz dağlarının %90'ının denizin içinde olduğu hatırlanırsa, buz dağları kütlelerinin büyüklüğü daha iyi anlaşılır. Küresel İklim değişiminin tetiklediği buzul erimesinin kontrol edilemez hale gelmesinden büyük endişe duyulmaktadır (Soysal, 2009; Türkeş, 2007).

AŞIRI BUZUL ERİMESİNİN TEHLİKELERİ

En iyimser tahmin, bu yüzyılın sonuna kadar Kuzey ve Güney kutbu ile yüksek dağlardaki buzulların erimesiyle deniz seviyesinin bir metre civarında artacağı yönündedir. Dünyada yüz milyondan fazla insanın, kıtaların kıyısı boyunca deniz seviyesinden bir metre yükseklikteki seviyelerde yaşadığı hatırlanırsa, tehlikenin boyutları daha iyi anlaşılabilir. Deniz seviyesi bir metre yükselirse, buralarda yaşayan insanlar başka yerleşim yerlerine gitmek zorunda kaldığında, göç edilen yerlerin nüfusu gereğinden fazla artacaktır. Dolayısıyla göç edilen yerlerde tarım yapmak için arazi azaldığı gibi su sıkıntısı çekilecek ve temiz çevre kalmayacaktır. Açlık, susuzluk ve bulaşıcı hastalıklar yaşamı güçleştirecektir. Deniz seviyesinden bir metre yükseklikteki kıyılarda yaşayan insanlar buralarda yaşamak isterlerse, deniz kıyılarını beton setler çekerek korunmak için trilyonlarca para harcamak zorunda kalacaklardır. Bu tip önlemlerin ne kadar güvenilir olacağı da kuşkuludur.

Küresel Isınma sonucu buzulların çok azının eriyerek deniz seviyesinin bir metre yükselmesi durumunda Bangladeş, Vietnam, Mısır, Hollanda, Danimarka, Amerika (Florida kıyıları ve Menhatın) gibi ülkelerin kıyıları sular altında kalarak yaşanmaz hale gelecek, okyanuslardaki ada devletlerin bir kısmı haritadan silinecektir.

Himalaya, Alp, And, Raki gibi yüksek dağlardaki buzullarda da aynı şekilde erime hızlanmış durumdadır. Önümüzdeki 50-100 yıl içinde dağ buzullarının büyük bir kısmının eriyeceğini bu konudaki uzmanlar fikir birliği içindedir. Dağ buzullarının erimesiyle deniz seviyesi 30 cm yükselerek deniz kıyılarındaki milyonlarca insanı güç durumda bırakacaktır. Asıl tehlike ise dünya nüfusunun 6'da 1'inin temiz ve kullanma suyu ihtiyacını karşılayan Asya'daki Himalaya buzullarının erimesiyle ortaya çıkacak. Temiz ve kullanma suyu bulamayan Himalaya bölgesindeki yaklaşık bir milyar insan göç etmek zorunda kaldığında asıl kaos o zaman başlayacaktır.

Grönland'daki buzulların erimesinin rahatsız edici boyutlara ulaştığını biliyoruz. Çünkü Grönland'da son 10 yıl içinde sıcaklar yaklaşık 3°C arttı. Grönland adasında 2400 km uzunluğunda, 800 km genişliğinde ve bir kilometre'den fazla kalınlıkta bir buz tabakası vardır. Grönland'daki bu buzulun tamamı eridiğinde deniz seviyesi yaklaşık 6 metre yükselecektir. Ancak buzulun tamamının erimesi şimdilik mümkün görünmemektedir. Antarktika Kıtasının da neredeyse tamamının buzullarla kaplı olduğunu söyleyebiliriz. Buradaki buzulların kalınlığı bazı yerlerde 2-3 km'yi aşmaktadır. Arktika ve Antarktika'daki, buzulların tamamının erimesi halinde denizler 60 metreden fazla yükselecektir. Bu buzulların hepsinin erime olasılığı yok gibi görünmemektedir (National Geographic, 2009; Denhez, 2007; Türkeş, 2007; Çiner, 2003; Bellwood, 2008).

YERYÜZÜNDEKİ BUZULLARIN GÖREVİ

Dünyadaki kar ve buzullardan oluşan Kriyosfer (buz küre) güneşten yeryüzüne gelen ışınların yarısına yakınına yansıtarak dünyanın enerji (ısı) dengesinin oluşması ve korunmasında temel rol oynar. Kutup bölgesinde kısa süren yaz aylarında bile buralara gelen güneş ışınlarının çok eğik gelmesi nedeniyle güneş ışınlarının çoğunluğunu uzaya geri yansıtır. Buzulların yansıtma oranı (albedosu) 0,3 ile 0,5 arasındadır. Bu oran çıplak toprakta 0.16, okyanusta ise 0.07'dir. Buradan anlaşılıyor ki, buzullar çıplak topraktan 2 ila 3 kattan daha fazla güneş ışınlarını yansıtılmaktadır. Karın güneş ışınlarını yansıtma özelliği ise daha fazladır. Taze kar, güneş ışınlarını 0.52 ila 0.81, beklemiş kar ise 0.82 ila 0.91 oranında yansıtarak uzaya gönderme özelliğine sahiptir. Son derece yalıtkan olan kar, hava ile toprak arasındaki ısı değişimini sınırlandırarak toprağı donmaktan korur. Karın bu izolasyon özelliği sayesinde, kutup bölgeleri dışında kalan topraklar kolay kolay donmazlar. Bu sayede çok sayıda bitki türü kar yağın bölgelerde yaşayabilme olanağına sahip olur.

Dağların yüksek yerlerinde soğuk diyebileceğimiz hava akımlarının oluşu, güneşten gelen ışınların dağların eğimi nedeniyle uzaya yansımalarının çok oluşu, toprağın az ısınmasına dolayısıyla da buraların sıcaklığının düşük olmasına neden olur. Bu etkilerle atmosferde havanın sıcaklığı her yüz metrede 0.7 °C düşmektedir.

Kutuplarda ve yüksek dağlarda bulunan kar ve buzlar güneş ışınlarını daha fazla yansıttığından, buralara hem kar yağışının fazla olmasını hem de buzulların erimesini önemli oranda engeller. İlkbahar ve yaz aylarında kriyosferdeki kar ve buzlarda meydana gelen erimeler, kutuplarda ve ılıman bölgelerdeki akarsuların rejimini %40-60 oranında etkileyerek besler (Denhez, 2007).

Kar ve buzlar yavaş eridiğinden akarsuların rejiminin düzenlenmesinde önemli rol oynarken, yeraltı sularının oluşumuna da gözardı edilemeyecek

katkı sağlarlar. Himalaya dağlarındaki kar ve buzullar buralardaki birçok akarsuyun (Ganj, İndüs, Mekong, Brahmapudra gibi) ana kaynağını oluşturduğu gibi, bu bölgede yaşayan bir milyardan fazla insana temiz içme suyu sağlar.

Kar ani ve hızlı yağış şeklinde yağmadığından, sel, heyelan ve erozyon gibi felaketlerin oluşumunu engeller. Buzullar hareketleri sırasında tabandaki ve buzul içine düşen kayaları parçalayarak toprak oluşumuna yardımcı olur. Buzullar, ağırlığı ile tabanındaki kayalara basınç yaparak aşındırma veya çökertmek suretiyle buzul göllerini oluştururlar. Kar şeklinde yağışlar havanın temizlenmesine yardımcı olur. Buzullar içlerindeki mineral ve tozları denize kadar taşıyarak denizin besin yönünden zenginleşmesine katkıda bulunur.

Kar ve buzullar yavaş eridiğinden yazın orman ve bitki örtüsünün su ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynayarak, bitki ve hayvan çeşitliliği ve miktarının artmasında önemli katkı sağlar.

Eriyen kar ve buzların suları, denizlerin aşırı ısınmasını önler. Ayrıca okyanuslarda Gulf Stream ve Labrador gibi sıcak ve soğuk su akıntılarının oluşumunun sağlanmasında birinci derecede yardımcı olarak, okyanus sularının hareketliliğini sağlarlar. Okyanusların ve denizlerin fazla ısınmasını önleyerek, burada bitki ve hayvan yaşamının devamı ve zenginleşmesi sağlanır.

Kar ve buzullar sağladığı eşsiz güzellikteki görünümleri ve üzerlerinde çeşitli sporların yapılmasına olanak sağlayarak ekoturizmin gelişimine yardımcı olur (Akçar ve ark, 2007; Atalay, 2005; Dirik, 2006).

Kar ve buzullar, yeryüzünde yaşam koşullarının oluşumunda ve doğa dengesinin korunmasında yadsınamaz nitelikte katkı sağlayarak yaşamın devamı ve çeşitlenmesinde temel görev yapmaktadır diyebiliriz.

SONUÇ

Küresel Isınmanın (Küresel İklim Değişikliği) tetiklediği buzul erimesi, deniz yükselmesi, kuraklık, çölleşme, kasırga, erozyon, heyelan, sel, orman yangını gibi doğa felaketleri sera gazları salınımı kabul edilebilir sınırlarda tutulmadığı sürece artarak devam edecektir. Bu durum ise dünyadaki tüm toplumları açlık, susuzluk, göç, savaş gibi kaosa neden olacak olaylara sürükleyecektir. Ancak dünya bozulan doğa dengesini, insan ve diğer canlıların yaşamını tehdit etmesine ve hatta birçok canlı türün ortadan kalkmasına aldırmadan acımasız bir şekilde dengesini tekrar oluşturmaya çalışacağımızı bilmek zorundayız.

Dünyamızın iklim ve temel işleyiş sistemleri gözardı edemeyeceğimiz kadar önemli sorunlar yaşayacaktır. Küresel Isınmaya karşı gerekli önlemler acilen alınmadığında, buzulların hızla erimesiyle ortaya çıkacak sorunlar nedeniyle, uyum sağlama (adaptasyon) yeteneğimiz daha önce benzerini görmediğimiz tehlike ve sınavlardan geçecektir. Bu belki de insanlık tarihi açısından önemli bir dönemeç olacaktır. Bu nedenle iklim değişikliğinin toplumların en azından kalkınma, eğitim, sağlık sorunları kadar üzerinde durulması gereken sorunların başında düşünülmesi gerekir.

Atmamız gereken ilk adım sorunu anlamak ve sorun hakkındaki gerçekleri çözümleriyle birlikte toplumların tüm kesimlerine duyurmaktır. Sorun anlaşıldıktan sonra bugün neler yapabiliriz ve neler yapmalıyız sorularına cevap arayarak gelecek kuşakların telafisi imkânsız sorunlarla karşılaşmalarını sağlamalıyız.

Küresel İklim Değişimi gerçek bir global sorundur. Bu nedenle gelecek planlarımızı Küresel İklim Değişikliğinin sonuçlarını düşünerek yapmalıyız. Örneğin ülkemizin en büyük yatırımlarından olan GAP Projesi Güneydoğu Anadolu Bölgesinde gerçekleşmektedir. Burada Küresel İklim Değişimi nedeniyle yağışların giderek azalması, daha önemlisi artan hava sıcaklığına paralel olarak buharlaşmanın da daha da artacağı öngörülmektedir. Büyük

umutlar bağladığımız bu tür yatırımlardan beklenen yararın sağlanabilmesi için projeler her yönüyle incelendikten sonra tasarımılandırılmalıdır. Ülkemizde Küresel İklim Değişimi sosyoekonomik planlarda gözönünde bulundurulmalıdır. Türklerin Anayurdu Orta Asya'dan M.Ö. 375 yılında göç etmelerinin belli başlı nedeni iklim değişimine bağlı olarak ortaya çıkan kuraklık, kıtlık ve salgın hastalıklar olduğunu biliyoruz. Küresel İklim Değişimi büyük bir doğal afettir. Bunun için gelişmiş ülkelerde olduğu gibi afetlerin yaratacağı riskler bir an önce düşünülüp onlara karşı hazırlanmak zarar ve risk azaltıcı önlemleri almalıyız. Bunu yapabilmek için de öncelikle bilim insanlarını harekete geçirip bu konudaki araştırmalara ağırlık vermeliyiz.

İnsan yeryüzünde görüldüğü andan itibaren birçok doğa felaketiyle karşılaşmış ve bunlardan akıllı, mantığı ve anlayışı sayesinde kurtulmayı başarmıştır. Aynı şekilde Küresel Isınmaya neden olan tüm nedenleri en azından kontrol altında tutabileceğimizin bilincinde hareket ederek, bir an önce tüm gayretimizle çalışmalıyız. Çünkü insanın, sahip olduğu bilgi ve teknoloji düzeyi ile kendisi başta olmak üzere dünyadaki tüm canlıların geleceğini belirleyebilecek seviyelere ulaştığını rahatlıkla söyleyebiliriz. Yeter ki insan bu çok önemli sorunu çözmek istesin.

Kaynakça

1. Acot, Pascal, 2003, Histoire du Climat. Du big bang aux catastrophes climatiques, Perrin, Paris.
2. Akçar, Naki; Yavuz, Vural; Ivy-Ochs, Susan; Kubik, Peter; Schlüchter, Christian, 2007, Doğu Karadeniz Dağlarında Kuvarterner buzul kronolojisi ve paleoiklimsel değerlendirmeleri, 16-18 Mayıs 2007 Türkiye Kuvarterner Sempozyumu VI, (TURQUA).
3. Akın, Galip, 2007, Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih – Coğrafya Fakültesi Dergisi, 42 (2): 29-43

4. Akın, Galip, 2009, Ekoloji-Çevrebilim ve Çevre Sorunları, Tiydem Yayıncılık, Ankara.
5. Appenzerler, Tim; Dimick, R. Dennis, 2004, Dünya Alarm Veriyor, National Geographic, Eylül 2004.
6. Atalay, İbrahim, 2005, Kuvarterner'deki iklim değişmelerinin Türkiye doğal ortamı üzerindeki etkileri, Türkiye Kuvarterner Sempozyumu TURQUA V 2-5 Haziran 2005, sayfa 121-128
7. Atalık, Ahmet, 2006, Küresel Isınmanın Su Kaynakları ve Tarım Üzerine Etkileri, Bilim ve Ütopya, 139: 18-21.
8. Bellwood, Peter, 2008, The Origins of Agricultural Societies, First Famers, Blackwell Publishing Ltd. Malden, USA.
9. Çiner, Atilla, 2003, Türkiye'nin güncel buzulları ve Geç Kuvarterner buzulları, Türkiye Jeoloji Bülteni 46 (1): 56-78.
10. .Dedegil, Yavuz, 2007, Dünya ısınıyor mu? Buzullar eriyor mu? Denizler yükseliyor mu? Gerçekse neden ve ne kadar? EMO Enerji 3:30-33.
11. Denhez, Frédéric, 2007, Küresel Isınma Atlası, [Çeviri, Özgür Adadağ], NTV Yayınları, Doğuş Grubu İletişim Yayıncılık ve Tic. A.Ş. İstanbul.
12. Dirik, Kadir, 2006. Fiziksel Jeoloji 11. Ders Notları, Bölüm 15
13. Ersoy, Şükrü, 2006, Küremiz Isınıyor, Bilim ve Ütopya, 139: 5-12.
14. Gibbard, Philip and Cohen, Kim M., 2008, Global chronostiatigraphical correlation table for the last 2,7 million years, Episodes Journal of International Geoscience, 31(2): 243-247.
15. Kadioğlu, Mikdat, 2001, Bildiğimiz Havaların Sonu, Küresel İklim Değişimi ve Türkiye, Güncel Yayıncılık, İstanbul.
16. Kadioğlu, Mikdat, 2007, Küresel İklim Değişimi ve Türkiye, Bildiğin Havaların Sonu, Güncel Yayıncılık:110, Açık Bilim:8, İstanbul.
17. Lowe, S.S. and Walker M.S.C., 1999, Reconstructing Quaternary Environments, Longman Group Ltd. England.
18. National Geographic TV, 2009, Extreme Ice, (Ed: Andrew Gersh, 1 Mayıs 2009).

19. Öztürk, Kemal, 2002, Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1): 47-65.
20. Soysal, Onur (Editör), 2009. Kutuplardaki buzullar erirse, Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Kulübü Aylık Online Dergisi, 2:11.
21. Türkeş, Murat, 2007. Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, 11-13 Kasım 2007, İstanbul