

**İKLİMLER,
DEĞİŞİM NEDENLERİ
VE
SONUÇLARI**

CLIMATE, REASONS FOR CHANGE AND RESULTS

Doğan YAŞAR

İKLİMLER, DEĞİŞİM NEDENLERİ VE SONUÇLARI

Doğan YAŞAR

Dokuz Eylül Üniversitesi

Özet

İklimler, ortalama onar yıllık dönemlerden başlayarak milyonlarca yıllık dönemler halinde sürekli değişim gösteren ve dolayısı ile dünyada başta su olmak üzere, tarım, balıkçılık ve enerjiyi kontrol altında tutan doğa olaylarıdır. Söz konusu bu değişimlerin ana nedenleri ise levhaların hareketi, dünyanın dönüş parametreleri ve güneşten gelen enerjideki değişimlerdir. Tüm bu değişimler, iklimlerin gerek uzun ve gerekse kısa dönemler içerisinde, kurak ve yağışlı döngüler halinde değişim göstermesine neden olurlar. Bu döngülerden en kısa süreli ortalama 15 - 20 yıl civarında olup bu sürenin 7 ila 10 yılı yağışlı (bölgesel ortalamaların üzerinde) ve 7 ila 10 yılı da kurak (bölgesel ortalamaların altında) olarak geçmektedir. Günümüzde, su kaynakları yönetimlerine temel olacak tahminlerin yapılabildiği onar yıllık salınımların yanı sıra, uzun vadeli tahminlerin de yapılması gereklilik göstermektedir. Bu tahminlerin uzun vadede geliştirilmesi, kanun yapıcılara kuraklık nedeni ile doğabilecek ekonomik kayıpların önüne geçilebilmesi için alacakları kararlara temel olacak bilginin sağlanması açısından önemlidir. Bu makalede iklimsel değişimlerin su, tarım, balıkçılık, enerji ve hava kalitesi üzerinde neden olduğu etkiler tartışılmış ve bu tür iklimsel değişimlerin etkilerini avantaja çevirebilmek için neler yapılması gerektiği konusunda öneriler getirilmiştir.

Anahtar Sözcükler

İklimsel değişiklikler, Kuraklık, Su, Tarım, Enerji

CLIMATE, REASONS FOR CHANGE AND RESULTS

Doğan YAŞAR

Dokuz Eylül Üniversitesi

Abstract

Climates are natural phenomena that constantly change in periods of millions of years, starting from an average of ten years, and therefore keep agriculture, fisheries and energy, especially water, under control in the world. The main reasons for these changes are the movement of the plates, the rotation parameters of the earth and the changes in the energy coming from the sun. All these changes cause climates to change in both long and short periods, in dry and rainy cycles. The shortest period of these cycles is around 15-20 years, 7 to 10 years of this period are rainy (above the regional averages) and 7 to 10 years are dry (below the regional averages). Today, it is necessary to make long-term estimations as well as the ten-year oscillations that will be the basis of water resources management. The development of these forecasts in the long term is important in terms of providing the lawmakers with the information that will be the basis for the decisions they will take in order to prevent the economic losses that may arise due to drought. In this article, the effects of climatic changes on water, agriculture, fisheries, energy and air quality were discussed and suggestions were made about what should be done to turn the effects of such climatic changes into an advantage.

Keywords

Climatic changes, Drought, Water, Agriculture, Energy

1. İklimleri Kontrol Eden Ana Faktörler

Dünyada yaşanan en büyük doğal afetler kuşkusuz kuraklıklardır. Deprem ve sel gibi doğal afetlerin yalnızca oldukları yere hasar vermelerine karşın, kuraklığın aynı anda tüm dünyadaki yaşamı doğrudan etkilemesi nedeni ile, iklimler nedenleri ve sonuçları konusunda çok detay çalışılması gereken doğa olaylarıdır. Dünya tarihine baktığımızda kuraklık afetleri nedeni ile ilk barajın günümüzden 6.000 yıl önce Ürdün’de (Jawa) kurulması, Anadolu’da da ilk barajın 3240 yıl önce Hitit’ler tarafından inşa edilmesi insanlığın zaman zaman, dünya nüfusunun çok az olduğu dönemlerde dahi, çok sert ve uzun kuraklık afetleri ile karşılaştığımızın en büyük göstergeleridir. İklim değişikliklerinin ana nedeni ise atmosferdeki ısıtıcı ve soğutucu gazların oranlarının sürekli değişimi ve bu değişimlere bağlı olarak da yağış rejiminin değişmesidir.

Atmosferde değişik gazlar bulunmaktadır. Bu gazların toplamının %78’i nitrogen, %20,9’u da oksijendir. Geriye kalan %1’ini de sera gazları da dediğimiz CO₂ ve metan gibi ısıtıcı gazlar ile sülfür gibi soğutucu (termostat) gazlar oluşturur. Atmosferde %1 civarında olan bu gazların oranlarının, kendi içlerindeki küçük değişiklikler nedeni ile iklimler, ya “ısınma” ya da “soğuma” trendi içinde olurlar. Isıtıcı “sera” gazlarının oranı artıp, soğutucu “termostat” gazlarının oranı düştüğünde dünya ısınma dönemine ve bunun tersi olduğunda da soğuma dönemine girer. Sıcaklıkların artması sonucu yağmur artar ve bu nedenle küresel ısınma dönemlerine Yağmur Çağı (Rain Age), sıcaklıkların düşmesi sonucu oluşan küresel soğuma dönemlerine de Buzul Çağı (Ice Age) denir. Söz konusu ısıtıcı ve soğutucu gazların oranının dünyadaki tüm canlı ya da cansız maddeler ile uzaydaki değişimler belirlese de ana oranlarını başlıca 3 ana faktör belirler.

- 1- Levha tektoniği
- 2- Milankovitch Döngüleri
- 3- Güneş Patlamaları

1-Levha Tektoniği: En büyük iklim döngüsü olup 500 milyon yıllık bir süreci kapsar. Kıtalar her 500 milyon yılda bir bir araya gelirler, ayrılırlar ve yeniden bir araya gelirler. Bu sürenin 250 milyon yılı ayrılma ve 250 milyon yılı da birleşme olarak gerçekleşir. Isıtıcı gazlardan CO₂ konsantrasyonu kıtaların bir araya geldiği zamanlarda 2000 ppm’lere ve sıcaklıklar da ortalama 25 derecelere çıkar. Kıtaların maksimum ayrılma döneminde de ortalama sıcaklık 12 derecelere kadar düşer. Halen günümüzde CO₂ gazı oranı 380 ppm civarında olup dünyadaki ortalama sıcaklık da 14,7 derece civarlarındadır. Ayrıca insanoğlu da dünyadaki yaşamına, 3-4 milyon yıl önce, aynı zamanda karaların maksimum ayrılma dönemi olan, son 250 milyon yılın en soğuk döneminde başlamıştır (Hay, 1996).

2- Milankovitch Döngüleri: Dünyanın gerek kendi ve gerekse güneş etrafındaki dönüş parametrelerinin değişimidir. Dünya, bu döngü içerisinde majör olarak, ortalama her 100.000 yılda ısınma ve soğuma dönemini yaşar. Majör soğuma dönemlerinde, gerçek kurak dönemler başlar ve deniz seviyeleri 120 metre kadar aşağıya düşer (Yaşar, 1994). Bu döngünün içinde de daha küçük döngüler bulunur. Son 18.000 yıldan beri majör olarak ısınma dönemindeyiz. Bu döngü ile ilgili gazların alt ve üst limitlerini levhaların konumu belirler (Kenneth, 1982).

3- Güneş Patlamaları: Dünyanın ana enerji kaynağı olan güneşin yüzeyinde sürekli patlamalar olmaktadır. Ancak bu patlamalar da son derece düzenlidir. Bu patlama sayıları ortalama her 11 yılda bir maksimuma çıkar ve sonrasında minimuma iner. Standart sapmaları çok azdır. Patlama sayıları ile alansal büyüklükleri arttıkça dünyaya gelen enerji artar ve bunun sonucu küresel olarak sıcaklık ve yağış artar. Bu nedenle güneşteki patlamaların azaldığı yıllarda dünyamız genel olarak kuraklık yaşar (Yıldız & Yaşar, 2009).

2. İklimi Belirleyen Isıtıcı ve Soğutucu Gazlar

Atmosferdeki Karbon ve Sülfür gibi ısıtıcı ve soğutucu gazların “ana” oranları, yukarıda özetle açıklanan bu 3 faktör tarafından belirlenir. Ancak, dünyada canlı ya da cansız tüm varlıkların iklimleri kontrol ettiğini unutmamak gerekir. Denizden alından bir kuru gram örnekte ortalama 400.000 (dört yüzbin) fosil olması da bunun en güzel göstergesidir. Her bir litre deniz suyunda bulunan ortalama 1.000.000 (bir milyon) canlı ise ki bunlara iklim regülatörleri denir, sürekli olarak atmosferle gaz dengelerini sağlar. Kısaca atmosferdeki ısıtıcı ya da soğutucu gazların oranını öncelikli olarak okyanuslardaki planktonlar belirler. Volkanlar ve Plankton (mikroskopik canlılar) başta olmak üzere akıntılar, Pasifik ve Atlantik Salınımları gibi birçok faktör tarafından kontrol edilir. Örneğin volkanlar, termostat gazı olarak da bilinen soğutucu (SO_2) gazının ana sağlayıcılarıdır.

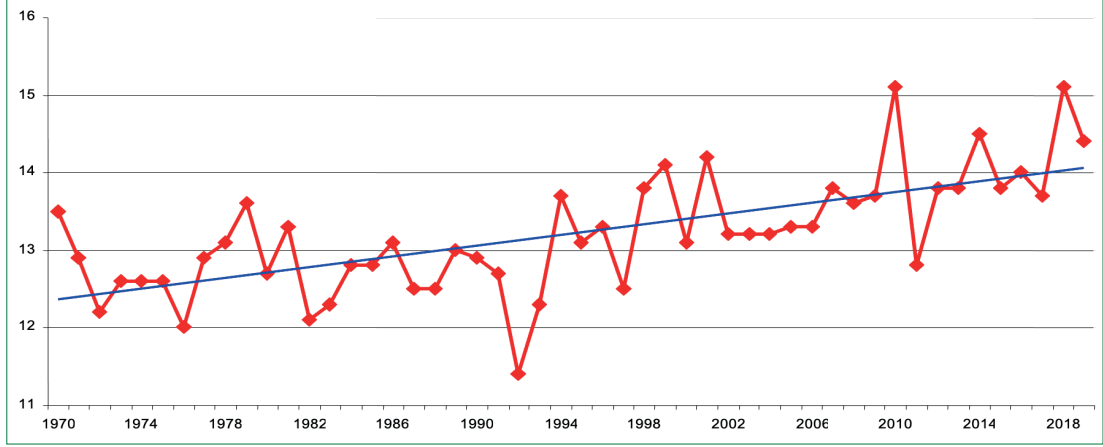
Dünyada volkanizmaların arttığı yıllarda ortalama sıcaklık düşer ve dolayısı ile yağışlar azalır ve kuraklık başlar. Yine aynı şekilde planktonlar en büyük iklim regülatörleridir. Her 1 litre deniz suyunda ortalama 1.000.000 (milyon) civarında, başta plankton olmak üzere mikro organizma bulunur ve bunların yaşam süreleri çok azdır. Bu organizmalar havadan CO_2 gazını alarak kabuklarını ($CaCO_3$) oluşturlar ve ortama DMS (sülfür gazı) atarak dünyadaki sıcaklık dengesinin korunmasını sağlarlar (Malin vd., 1992).

3. Sıcaklık ve Yağış İlişkisi

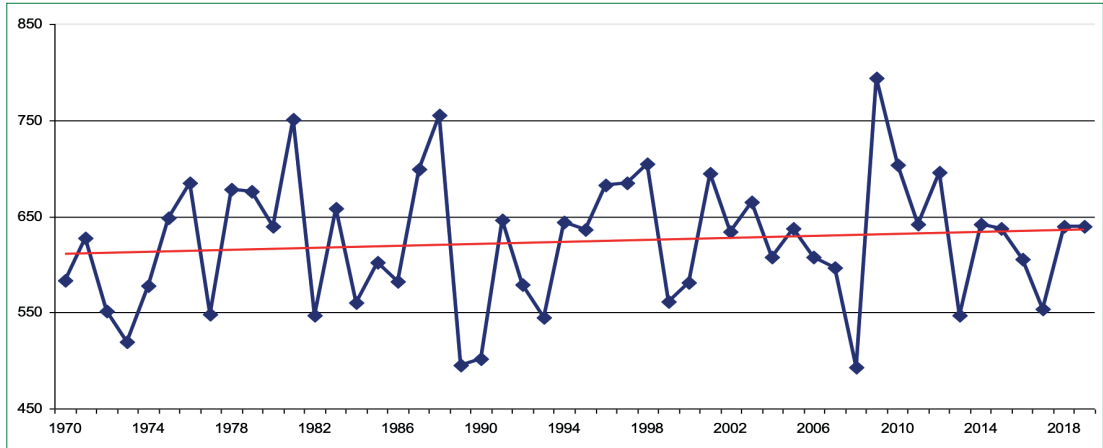
Günümüzde insanoğlunu etkileyen en önemli iklimsel döngüler, kuşkusuz onar yıllık döngülerdir (Van Oldenborgh & Burgers, 2005). İklimsel döngülerden en kısa süreli olan onar yıllık salınımların neden olduğu iklimsel değişimler sırasında, her 15 - 20 yıllık sürenin, yaklaşık 7 ila 10 yılı yağışlı (bölgesel ortalamaların üzerinde) ve 7 ila 10 yılı da kurak (bölgesel ortalamaların altında) olarak geçmektedir.

Söz konusu yağışların azalması ya da artması sıcaklıklara bağlı olarak gelişir. Küresel olarak sıcaklıkların arttığı dönemlerde yağışlar artar ve sıcaklıkların düştüğü dönemlerde de yağışlar düşer. Diğer bir deyişle sıcaklıklar, yağışları kontrol eden ana mekanizmalardır (Çetin, 2016). Türkiye'nin de sıcaklık ve yağış verileri incelendiğinde, sıcaklık ve yağışın birlikte hareket ettiği görülür (Şekil 1,2).

Yağış sıcaklık ilişkisini daha detaylı incelediğimizde ise yağışların kış sıcaklıkları ile ilişkili oldukları görülür. Kış aylarında sıcaklık artışı bol yağışlara, sıcaklık düşüşü ise kuraklığa neden olmaktadır. Buna örnek olarak Denizli 1975-2006 arası kış sıcaklık ile yağış ilişkisi Şekil 3'de verilmiştir.



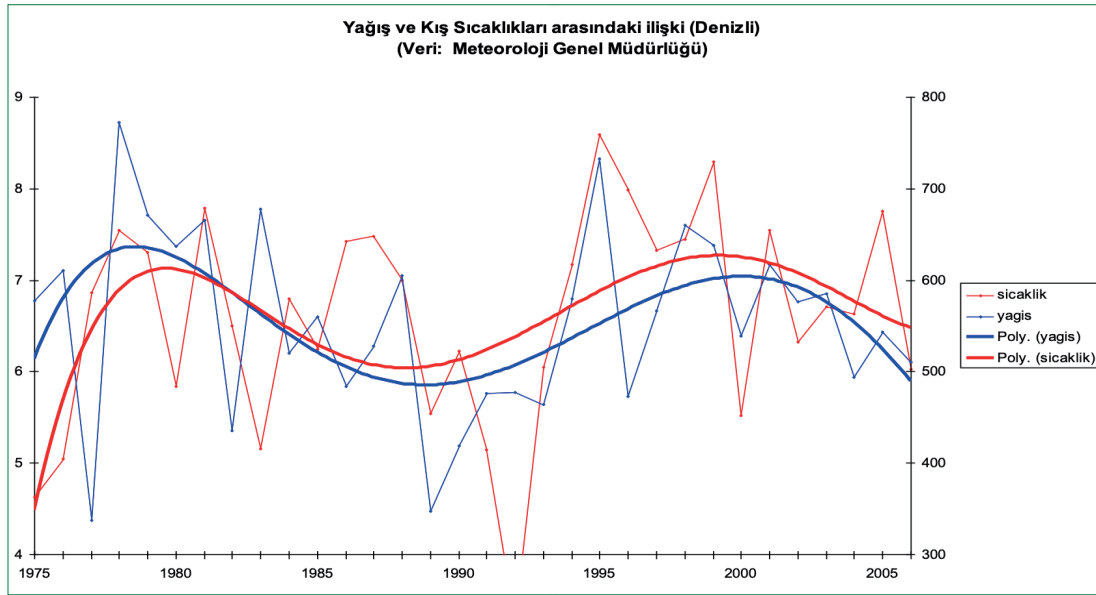
Şekil 1. Türkiye 1970-2019 sıcaklık grafiği ($^{\circ}C$) (URL 1)



Şekil 2. Türkiye 1970-2019 yağış grafiği (mm/m^2) (URL 2)

Özetle, sıcaklık ve yağış birlikte hareket etmektedir. Diğer bir deyişle soğuk geçen kışları hep kuraklık takip etmektedir. Örneğin 1992 kışı son 60 yılın en soğuk kışı olurken 1971 en soğuk ikinci kışı ve 2008 kışı da en soğuk üçüncü kış olmuştur. Ve gerek dünya ve gerekse Türkiye, ortalamaların altında soğuk geçen bu yıllarda çok ciddi ekonomik zorluklar da yaşamışlardır. Örneğin 1992 yılında soğuklarla birlikte gelen kuraklık nedeni tüm barajlarımız boşalmış ve Türkiye tarihinde ilk kez Bulgaristan'dan elektrik ithal etmek zorunda kalmıştır. Dünyadan bir örnek vermek gerekirse ABD 1992 kuraklığında tuvalet rezervuarlarını 1,5 litre küçültmüş

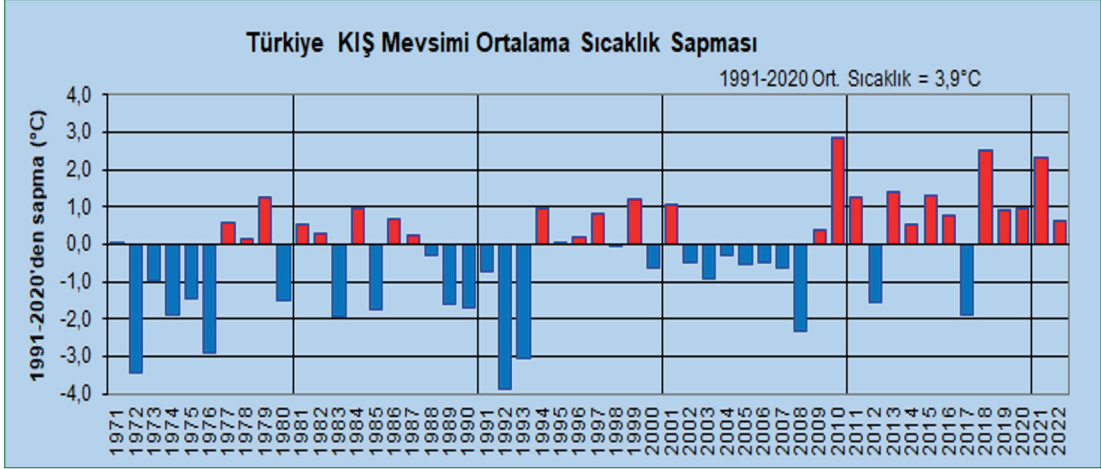
ve su kullanımına yönelik çok sert tedbirler almıştır. Kanada ise balık stoklarını koruma adına Atlantik'te balıkçılığı 2 yıl süre ile yasaklamıştı. Son 60 yılda üçüncü soğuk kışın yaşandığı 2008 yılında ise dünya gıda indeksi tüm zamanların rekorunu kırarken petrol de 170 dolarlara fırlamıştır. Aynı şekilde 2008 yılında da kömür fiyatları da 192 dolarlara kadar çıkmıştır. MGM verilerine göre 2022 yılı Ocak ayı Türkiye ortalmalarının 0,7 derece ve Mart ayının da 3,7 derece daha soğuk geçmesi şu an yaşadığımız ekonomik krizin ana nedeni olan kuraklığın temelini oluşturmuştur.



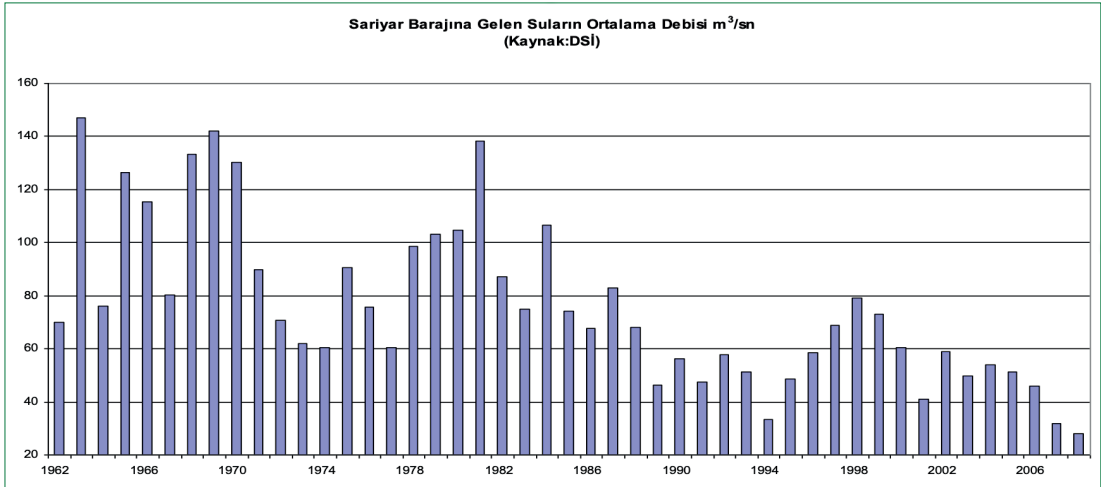
Şekil 3. Denizli örneğinde kış sıcaklıkları (°C) ile yağış (mm/m²) ilişkisi. (MGM, 2006)

4. İklimsel Değişimler ile Suyun İlişkisi

Türkiye’de yağışların artışına rağmen suların azalmasına neden olan faktörleri açıklamak için herhangi bir barajın su seviyesi değişimi ya da debilerini incelemek yeterlidir (Akış, 2007). Buna örnek olarak Sarıyar barajına 1962-2008 yıllarında gelen sudaki debi değişimleri incelenmiştir (Şekil 5). Debilerin 1960, 1980 ve 2000’li yıllardaki kış aylarındaki ısınma (Şekil 4) ve dolayısı ile yağışların artma nedeni ile arttığı ancak 1970, 1990 ve 2008’li yıllardaki soğuk geçen kışlar nedeni ile ise azaldığı görülür (Şekil 4). Ancak 1960 yılından sonra sürekli olarak debilerin düşme nedeni iklimler değil, nüfusun 27 milyondan 70 milyonlara (2008), sulanabilir tarım alanınının 1,3 milyon hektardan 6 milyon hektarlara, ayrıca su kullanan sanayinin de oldukça artması ile ilgidir.



Şekil 4. Türkiye 1971-2022 kış sıcaklıkları grafiği. Son 60 yılın en soğuk yılı 1992 kışıdır. İkincisi, 1972 ve üçüncüsü de 2008 kışıdır. Her üçünde de Türkiye ciddi su ve ekonomi krizine girmiştir. (URL 3)



Şekil 5. Sarıyar barajına 1962-2008 yılları arasında gelen sudaki debi değişimleri

Birleşmiş Milletler verilerine göre dünya nüfusu her 45 yılda bir %100 artmaktadır. Bu nüfus artışı bizim ülkemizde ise %200'leri geçmektedir. Türkiye'nin 1960'lardaki nüfusu 27 milyon iken günümüzde bu rakam 85 milyonu geçmiştir. Tüm bu nüfus artışı daha çok su, daha çok gıda ve daha çok enerji anlamına gelmektedir. Türkiye'nin yıllık su potansiyelinin, DSİ tarafından 112 milyar metreküp olduğu belirtilmektedir. Eğer bunu nüfusa bölersek 1960 yıllarında kişi başı su potansiyelimizin 4 bin metreküpten fazla olduğu görülür. Ancak günümüzdeki nüfus artışı nedeni ile söz konusu bu rakamın 1300 metreküplere düştüğü yani su fakiri ülkeler sınırına doğru gerilediğimiz ortaya çıkar. Küresel ısınma döneminde olmamız nedeni ile dünyada yağışlar ortalama olarak her bir derece sıcaklık artışında %2 gibi artmaktadır. Ancak yağışlardaki artış, nüfus artışından kaynaklanan su gereksinimini karşılamaktan çok uzaktır.

Bu nedenle Türkiye artık suyunu çok dikkatli kullanmak zorundadır. Örneğin gelişmiş ülkelerde suyun %40 civarı tarımda kullanırken Türkiye’de Tarım ve Orman Bakanlığı’nın hazırladığı “2019-2023 Ulusal Su Planında” bu oran %74’dür. Yine bu planda suyun %13’nün sanayi ve diğer %13’nün de evsel ihtiyaçlar için kullanıldığı belirtilmektedir.

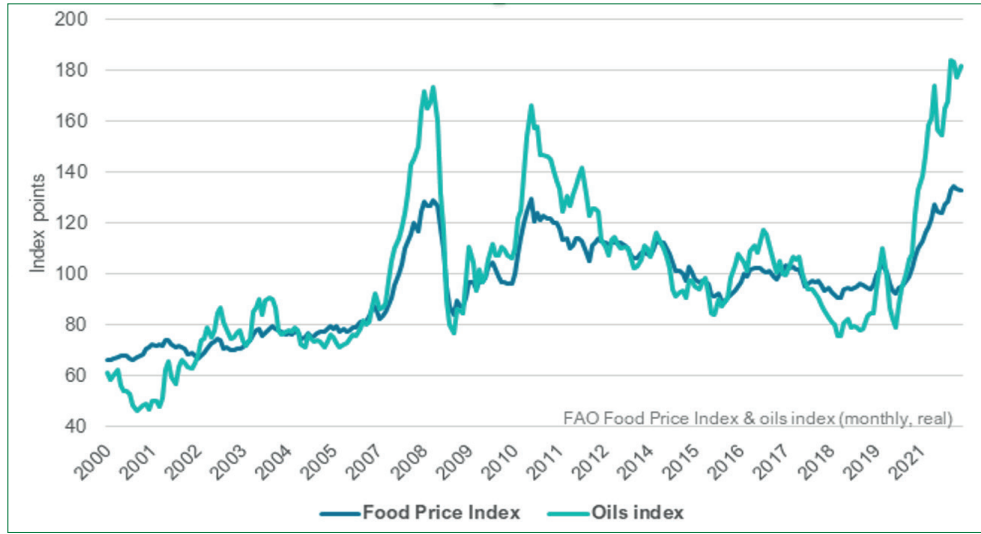
Türkiye’nin aşırı nüfus artışının yanısıra, 1960’lı yıllarda sulanabilir tarım arazisi 1,3 milyon hektar iken günümüzde bu alan 6 milyon hektarlara çıkmıştır. Ancak ülkemizde hala vahşi sulamada ısrar edilmesinin yanısıra, az yağış alan ve su sorunu olan bölgelere ısrarla çok su isteyen bitkilerin dikilmesi nedeni ile aşırı yeraltı suyu çekimi yapılmaktadır. Yeraltından aşırı su çekimi nedeni ile son yıllarda 50’den fazla gölün ve sulak alanın kuruduğu bilinen bir gerçektir. Yani bu göllerin ya da sulak alanların kuruma nedeni iklimler değil yanlış tarım politikaları ile yanlış su kullanımında ısrar edilmesidir.

Örneğin; Türkiye’de her geçen yıl özellikle göller bölgesinde elma üretimi artmaktadır. Bir kilo elma alabilmek için her gün ağaca bir litre su verilir. Yani 2021 yılında 4,3 milyon ton elma üreten Türkiye’de, her gün yaklaşık 4,3 milyon metreküp elma ağaçlarına verilmiş demektir. Söz konusu bu suyun miktarı İstanbul, İzmir ve Ankara’ya verilen günlük su miktarına yakındır. Ve elmaya verilen bu suyun çok büyük kısmı yeraltından karşılanmaktadır. Yeraltındaki akiferlerin destekleyicisi olan göller ve sulak alanlar bu aşırı çekim karşısında yetersiz kalmakta ve maalesef kurumaktadır. Göller bölgesindeki göllerin kuruma ya da kuruma tehlikesinde olma nedeni bu kontrolsüz yeraltı su çekimleridir. Bu durum Ergene Havzası, Menderes Ovaları, Gediz Ovası gibi birçok havzada maalesef bilinçsiz tarım ürün desenlerinin seçilmesi ve bu nedenle aşırı yeraltı su çekimleri nedeni ile yaşanmaktadır. Ayrıca Ergene Havzasında olduğu gibi 2000’den fazla sanayi sürekli yeraltından su çekmekte ve kirleterek Ergene’ye vermektedirler. Bu tür su kullanan sanayilerin, aynı zamanda tarımı da olumsuz yönde etkilemesi nedeni ile, suyun bol olduğu yerlerde yani doğuda olması gereklidir. Özetle yaşadığımız su krizinin altında iklimler değil yanlış tarım ürün desenleri ile vahşi sulamanın yanısıra yanlış bölgelere kurulan sanayi yatmaktadır.

5. İklimsel Değişimlerin Enerji ve Gıda ile Olan İlişkisi

Dünyanın önemli ana enerji kaynaklarından biri de Hidroelektrik santralleridir. Örneğin Türkiye’de yıllık enerji üretiminin ortalama %26’sı HES’lerden sağlanır. Ancak Türkiye kuraklık yıllarında baraj seviyelerinin düşmesi nedeni ile oluşan enerji açığını fosil yakıtlarla kapatmak zorunda kalır. Bunu yalnız Türkiye değil, tüm dünya ülkeleri de kurak dönemlerde, barajlardaki su seviyelerinin düşmesi nedeni ile oluşan enerji açıklarını fosil yakıtlar ile kapatır. Bu nedenle kurak geçen yıllarda dünyada petrol, doğalgaz ve kömür fiyatları bir anda yükselir. Örneğin, son 60 yılın en soğuk kışının dolayısı ile en sert kuraklığın yaşandığı 1992 yılında barajlarımız boşalmış ve Türkiye tarihinde ilk kez Bulgaristan’dan elektrik ithal etmek zorunda kalmıştır. Bundan sonraki en soğuk kış ise son 60 yılın da en soğuk üçüncü kışı olan 2008 yılında yaşanmıştır (Şekil 4). Ve bu kuraklık nedeni ile 2008 yılında gerek dünya gıda indeksi ve gerekse petrol indeksi rekorlar kırmıştır (Şekil 6). Geçtiğimiz 2021 Mart ayı sıcaklığının Türkiye ortalamalarının 0,7 derece altında gerçekleşmesi, yağışların azalmasına yani kuraklığa

neden olmuştur. Oluşan bu kuraklık önce tarımsal kuraklığa neden olmuş ve dünya gıda indeksi yükselişe geçmiştir. HES barajlarımızdaki üretim %26'lardan %10'lara kadar gerilemesi nedeni ile de oluşan bu enerji açığını fosil yakıtlarla kapatmak zorunda kalmıştık. Tüm dünya ülkeleri de kuraklık nedeni ile HES'lerindeki enerji kaybını fosil yakıtlarla karşılamaya gidince fosil yakıt fiyatları hızla yükselişe geçmiştir. Ve Dünya gıda indeksi tüm zamanların rekorunu kırarken, 2021 Ocak ayında 25 dolar olan petrol fiyatları dörde katlanarak 100 dolara çıkmış, kömür fiyatları 60 dolardan 400 dolara ve doğalgaz fiyatları da 120'den 1400 dolara fırlamıştır. Bu aşırı artışlarda Şubat ayında başlayan Rusya Ukrayna çatışması da rol oynuyor ancak söz konusu bu fiyat artışları savaştan bir yıl önce 2021 Mayıs ayında başlamıştır. Örneğin Haziran 2021'de petrol 114 dolara, kömür 200 dolara, doğalgaz da 2021 sonunda 1400 dolara yükselmiştir.

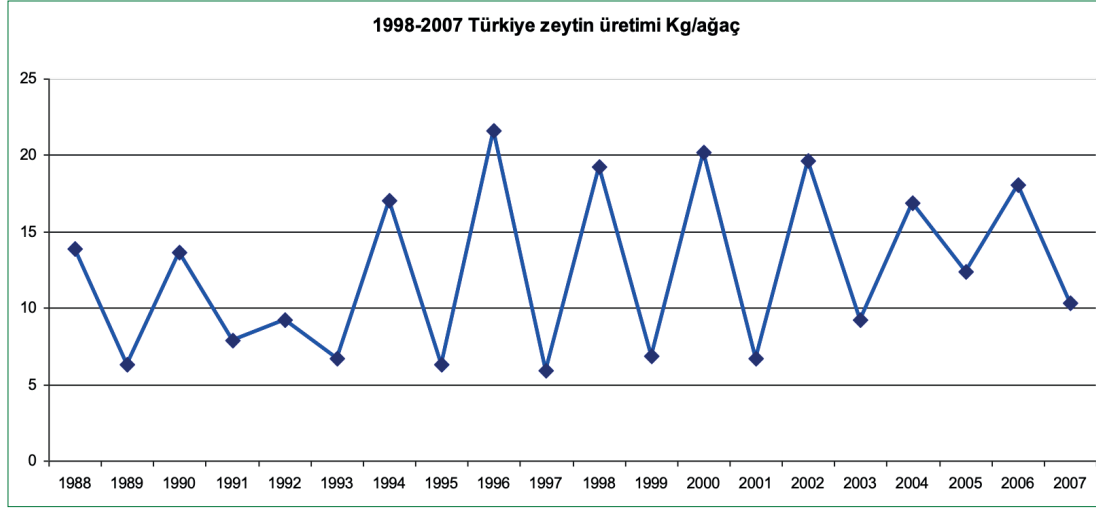


Şekil 6: Dünya gıda ve petrol indeksi. 2008 ve günümüze dikkat. 2011 yılındaki fiyat artışları Arap Baharı nedeniyledir. (URL 4)

6. İklimsel Değişimler ve Tarım Ürünleri Verimlilik Değişimleri

İklimsel değişimler tüm tarım ürünleri üzerinde etkilidirler. Buna örnek olmak üzere, iklimsel değişimlerin Türkiye zeytin üretimi üzerine etkileri anlatılacaktır (Şekil 7). Dünyada 1990'lı yıllara doğru hava sıcaklıklarının düşmesi ile birlikte ülkemizde zeytinde ağaç başı üretim ortalama olarak 8,5 kilo civarında düşmüştür. Ancak 1991 Haziran ayında son 130 yılın en büyük patlamalarından birini gerçekleştiren ve atmosfere 20 milyon ton gibi sülfür gazı bırakan Pinatubo yanardağı dünya sıcaklığını 0,5 derece düşürmüştü ve tüm dünyada müthiş bir kuraklığa neden olmuştur (Reilly, 2009). Bu soğuma sonucu 1992 yılında başta zeytin olmak üzere tarım ürünlerinde çok büyük verimlilik düşüşleri gerçekleşmiştir (Şekil 7). Ayrıca bu kuraklık sonucu barajların boşalması nedeni ile ilk kez Bulgaristan'dan elektrik satın almak zorunda kalınmış, ABD su tasarrufu için tuvalet rezervuarlarını 1,5 litre küçültmüş ve Kanada Atlantik Okyanusunda, balık stoklarını korumak için balıkçılığı yasaklamıştır.

Türkiye'deki zeytin üretimi 1990'lı yıllardaki soğuma nedeni ile azalmaya başlamış, 2000'li yıllardaki ısınma ile birlikte yeniden yükselişe geçmiş ve 2004'lü yıllardan sıcaklığın düşme eğilimi birlikte yeniden düşüşe geçmiştir. Zeytindeki bu azalış ve artış başta muz olmak üzere elma vs. gibi ağaçları ürünlerde de gözlenmektedir (Yıldız & Yaşar, 2009).

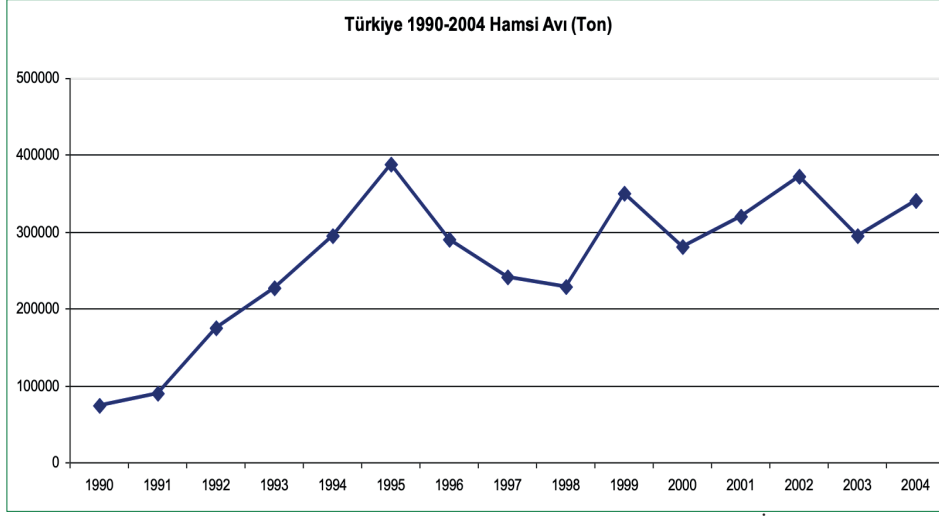


Şekil 7. Türkiye 1988-2007 yılları arasındaki zeytin üretimi. Zeytindeki 1992 yılında aşırı düşüş, Pinatubo volkanının patlaması nedeni ile ortalama sıcaklıkların 0,5 derece daha düştüğü yıldır. (TUİK, 2008)

Özetle iklimlerde tarımı etkileyen ana parametre soğuma ve ısınma nedeni ile değişen yağışlardır. Atmosferin soğuması ile birlikte gerek düşen hava sıcaklıkları ve gerekse azalan yağışlar tarımda çok ciddi verimlilik azalmasına neden olmaktadır. Yine günümüzde dünya gıda indeksinin tüm zamanlarının rekorlarını kırarak tavan yapmasının nedeni gerek 2021 ve gerekse 2022 Mart ayının çok şiddetli soğuması nedeni ile oluşan kuraklıktır.

7. İklimsel Değişimler ve Balıkçılık

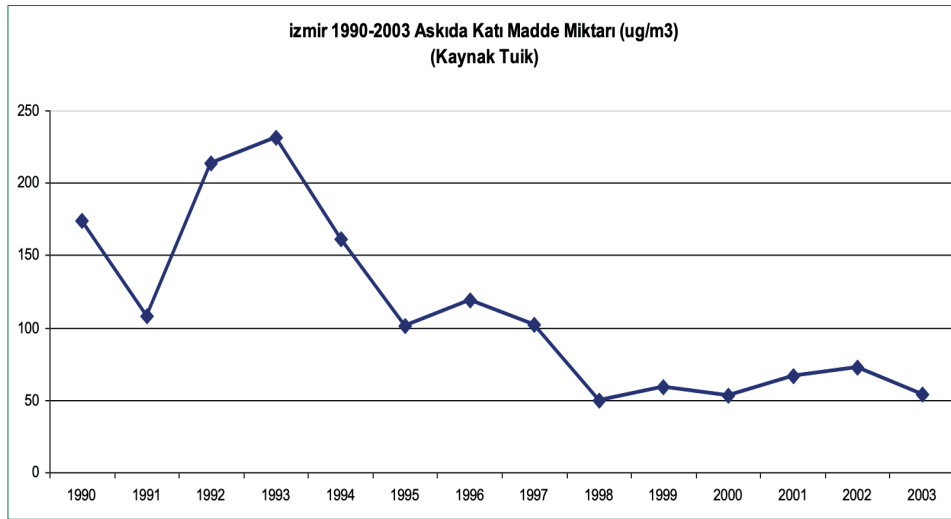
İklimsel değişimler balıkçılık sektöründe de oldukça etkindir. Tıpkı tarım ürünlerinde olduğu gibi sıcak ve yağışlı geçen yıllarda balık avı oldukça artarken, soğuyan ve dolayısı ile kurak geçen yıllarda da azalmaktadır. Bunun nedeni yağışla birlikte gerek atmosferden ve gerekse akarsulardan gelen nütrient miktarlarındaki değişimdir. Denizlerdeki fitoplanktonların besin kaynağı olan bu nütrientler denizlerdeki birincil üretimi artırır, ki zaten birincil üretimin formülü nütrient ve sıcaklık artışıdır. Bu artış da doğrudan balık popülasyonunun artmasına neden olur. Özetle sıcaklık artışına bağlı olarak artan yağış denizlerdeki balık popülasyonunda da artışlara neden olmasından dolayı ılık geçen yıllarda balık avı oldukça artmaktadır (Şekil 8). Örneğin Kanada, 1991 yılında son 130 yılın en büyük patlamasını gerçekleştiren Pinatubo yanardağının soğumaya neden olacağını ve bunun da denizlerdeki balık popülasyonu düşüreceğini öngörerek Atlantik'te iki yıl boyunca balıkçılığı yasaklamıştır.



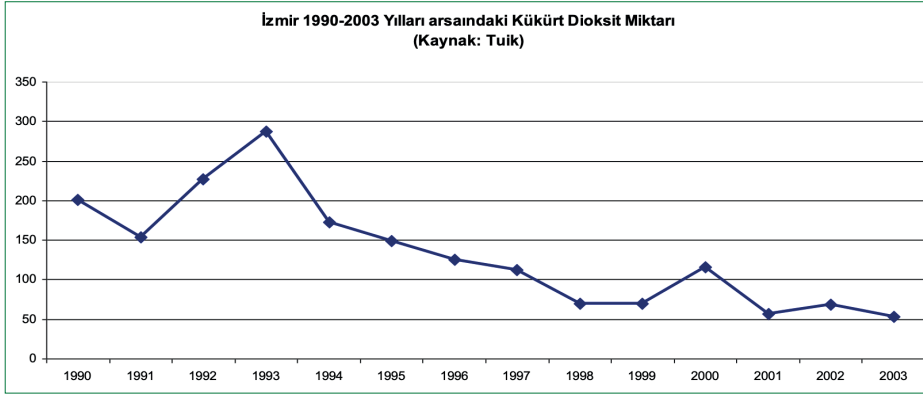
Şekil 8. Türkiye 1990-2004 yılları arasındaki hamsi avı (TÜİK, 2005).

8. İklimsel Değişimler ve Hava Kalitesi İlişkisi.

İklimsel değişimlerin hava kalitesi ile olan ilişkisini açıklamak için İzmir'de ölçülen askıda katı madde ve kükürt dioksit miktarları kullanılmıştır. Son 60 yılın en soğuk yılları olan 1990'lı yılların başında askıda katı maddenin ve kükürt dioksitin çok yüksek olduğu görülebilir. Özellikle Pinatubo yanardağının patlaması ile hava sıcaklığının 0,5 derece düştüğü bu yıllarda yağışlar çok düşmüştür. Kuraklık nedeni hava sıcaklığı ile ters ilişkide olduğu Şekil 9'da görülebilir. Ve Şekil 10'da görüldüğü gibi havadaki Kükürt Dioksit oranının da tıpkı askıda katı maddede olduğu gibi sıcaklıkla ters orantıda olduğu görülebilir (Güngör & Sevindirir, 2013). Diğer bir deyişle hava sıcaklığının ve yağışların arttığı yıllarda hava çok daha temiz hale gelmekte soğuma yıllarında ise hava kalitesi oldukça düşmektedir.



Şekil 9. İzmir 1990-2003 yılları Askıda Katı madde Miktarı(ug/m³) (TÜİK, 2004)



Şekil 10. İzmir 1990-2003 yılları arasındaki Katı Madde Miktarı(ug/m³) (TUİK, 2004)

9. Sonuç

İklimler sürekli olarak ısınma ve soğuma döngüleri halinde hareket eden doğa olaylarıdır. Bu ısınma soğuma döngüleri sonucu oluşan iklim değişiklikleri ise başta su olmak üzere, tarım, balıkçılık ve enerji konularında insan yaşamını doğrudan pozitif ya da negatif yönde etkilerler. Gerçek verilerin incelendiği bu makalede ısınma dönemlerinde verimliliğin arttığı soğuma dönemlerinde ise azaldığı ve soğuma dönemlerinin insan yaşamını hep negatif yönde etkilediği görülmektedir. İklimsel değişimler bir ülkenin su, tarım, balıkçılık ve enerji politikalarının temel verilerini doğrudan kontrol eden parametrelerdir. Bu nedenle iklimsel değişimlere her zaman hazır olmak zorundayız. Çünkü tarihe baktığımızda dünyada son 4700 yılda çıkan 15 bin civarında savaş ve büyük göçlerin temelinde, her ne kadar son yüzyılda bunlara enerji savaşları eklense de, hep soğuma sonucu oluşan su ve gıda krizi olduğunu görürüz. Ancak dünyamızda çok daha büyük kuraklığa neden olabilecek doğa olayları vardır. Örneğin bugün bir mega yanardağ ya da büyük meteor düşmesi sonucu dünyamız bir anda buzul dönemine yani çok uzun yıllar sürecek kuraklık ve susuzluk dönemine girebilir İşte tüm bu nedenlerden dolayı iklimsel değişimlere başta tarım ve enerji olmak üzere her zaman hazır olmak zorundayız. Tüm bu değişimleri avantaja dönüştürebilmek için yapılması gerekenler aşağıda sıralanmıştır.

- 1- Tarım için gerekli suların barajlardan tarlalara kapalı sistemle ulaştırılması ve tarlalarda damlama/yağmurlama sulama sistemine geçilmesi gerekir. Çünkü gelişmiş ülkelerde suyun %40'ı tarımda kullanılırken Türkiye'de bu oran vahşi sulama nedeni ile %74 gibi devasa boyutlardadır. Vahşi sulama aynı zamanda verimli tarım topraklarında erozyona neden olmaktadır.
2. Yeraltı suları kesinlikle kontrol altına alınmalı ve zorunlu haller dışında en üst akiferden su kullanımına izin verilmelidir.
3. Tarım ürün desenleri, iklimsel değişimlere göre, devlet tarafından belirlenmelidir.
4. Su kullanan sanayi, tarım alanları dışındaki suyun bol olduğu bölgelere yönlendirilmelidir.
5. Yeraltı barajlarının yapımı planlanmalıdır.
6. Şehirlerde kanalizasyon sistemleri ile yağmur suyu sistemleri ayrılmalı ve toplanan yağmur suları yeniden barajlara ya da yapılacak olan göletlere yönlendirilmelidir.

7. Arıtma tesislerinde arıtılan sular tarımda kullanılmalıdır.
8. Şehirşebekelerinde kayıp kaçak oranları düşürülmeli ve sular çok daha dikkatli kullanılmalıdır. Örneğin ABD, Pinatubo yanardağının patlaması sonucu sıcaklığın 0,5 derece gibi düşmesi nedeni ile artan 1992 kuraklığında rezervuarlarını 1,5 litre kadar küçültmüştür.

10. Kaynaklar / References

- Akış, A., (2007). İklim Değişikliklerinin İzmir Barajları Üzerindeki Etkileri ve Sonuçları. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 63s.
- Çetin, T, (2016) . İklim Değişikliklerinin Su Kaynaklarına Etkisi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 80s.
- DİE, Devlet İstatistik Enstitüsü. Tarım İstatistikleri Özeti(2002), Ankara, Türkiye
- Güngör, A., & Sevindirir, C.,H., (2013). Isparta İlindeki Atmosferde Bulunan Kükürt dioksit (SO₂) ve Partikül Madde (PM) Konsantrasyonunun Çoklu Doğrusal Regresyon Yöntemi İle Modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 95-108.
- Hay, W.W., (1996). Tectonics and climate. *Geol Rundsch*, 85, 409–437. <https://doi.org/10.1007/BF02369000>
- Kenneth J, (1982) Marine Geology. Prentice-Hall, C.W.Montgomery. ISBN 0-13-556936-2
- Malin, G.; Turner, S. M.; Liss, P. S. (1992). “Sulfur: The plankton/climate connection”. *Journal of Phycology*. 28(5), 590–597. doi:10.1111/j.0022-3646.1992.00590.x. S2CID 86179536.
- MGM 2006, Veriler meteoroloji Genel Müdürlüğü’nden 2006 yılında satın alınmıştır.
- Reilly, Benjamin (2009). Disaster and human history: case studies in nature, society and catastrophe. McFarland. ISBN 978-0-7864-3655-2.
- Thurman, V.H., Introduction to Oceanography, Merril Publishing Company.1988. ISBN: 0-675-208556-01
- TÜİK, 2004, Türkiye Hava İstatistikleri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- TÜİK, 2005, Türkiye Su Ürünleri İstatistikleri. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- TÜİK 2008, Türkiye Tarım İstatistikleri. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Van Oldenborgh, G. J., & G. Burgers (2005), Searching for decadal variations in ENSO precipitation teleconnections, *Geophys. Res. Lett.*, 32, L15701, doi:10.1029/2005GL023110.
- Yaşar, D., (1994). Late Glacial - Holocen Evolution of the Aeagean Sea. Dokuz Eylül University, Institute of Marine Sciences and Techhnology, Ph.D thesis, Izmir, 329 pp. (Unpublished)
- Yaşar, D., Adaloğlu S. & Esen E., (2008). İklimlerin Değişim Nedenleri ve Üretim Üzerine Etkileri. (Ed. Lale Balas) s: 1023-1029.
- Yıldız, D., Yaşar D., (2009). Küresel Isıtılan Dünya ve Su. Truva Yayınları. 160s.
- URL-1 <https://mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/2022-ortalama-sicaklik.pdf>
- URL-2 <https://mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/2022-yagis.pdf>
- URL-3 <https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2022/mevsimlik-sicaklikanalizi-2022-kis.pdf>
- URL-4 <https://www.mckeaney-flavell.com/real-food-price-index-down-half-a-percent-at-start-of-2022-02-10-22>

Yazar Hakkında / About Author

Prof. Dr. Doğan YAŞAR | Dokuz Eylül Üniversitesi |
dogan.yasar[at]deu.edu.tr | ORCID: 0000-0001-7571-8955

Lisans eğitimini Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde tamamlayarak Yüksek Lisans ve Doktora çalışmalarını “Oşinografi” alanında yapmıştır. Bilimsel 36 makalesi ve 2140 atfı olup h indeksi 18, i-10 indeksi ise 20’dir. Bugüne değin Tubitak, Uluslararası, BAP projeleri ve Döner Sermaye kapsamında 100’den fazla projede görev almıştır. Oşinografin temel ögesi olan İklimsel değişimlerin nedenleri ile bu değişimlerin su, tarım, balıkçılık ve enerji üzerindeki etkileri ile deniz kirliliği konusunda 300 civarında Tv ve radyo programı ile 150’den fazla konferansı bulunmaktadır. Ayrıca Dursun Yıldız ile birlikte yazdıkları “Küresel Isıtılan Dünya ve Su” ile “Doğu Akdenizde Küresel Satranç” isimli iki kitabı vardır. Halen Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü’nde “Çevresel Yerbilimleri Bölümünün” Anabilim Dalı Başkanlığını yürütmektedir.

Prof. Dr. Doğan YAŞAR | Dokuz Eylül University |
dogan.yasar[at]deu.edu.tr | ORCID: 0000-0001-7571-8955

He completed his undergraduate education at Dokuz Eylül University, Department of Geological Engineering and completed his Master’s and Doctorate studies in the field of “Oceanography”. He has 36 scientific articles and 2140 citations, with an h index of 18 and an i-10 index of 20. To date, he has taken part in more than 100 projects within the scope of Tubitak, International, BAP projects and Revolving Funds. He has about 300 TV and radio programs and more than 150 conferences on the causes of climatic changes, which are the basic elements of oceanography, and the effects of these changes on water, agriculture, fisheries and energy, and marine pollution. He also has two books, “Küresel Isıtılan Dünya ve Su” and “Doğu Akdenizde Küresel Satranç”, which he wrote with Dursun Yıldız. He is currently the Head of the Department of “Environmental Earth Sciences” at Dokuz Eylül University, Institute of Science and Technology.