



Herkes İçin Coğrafya

Sayı: 15

BİLDİĞİMİZ SU

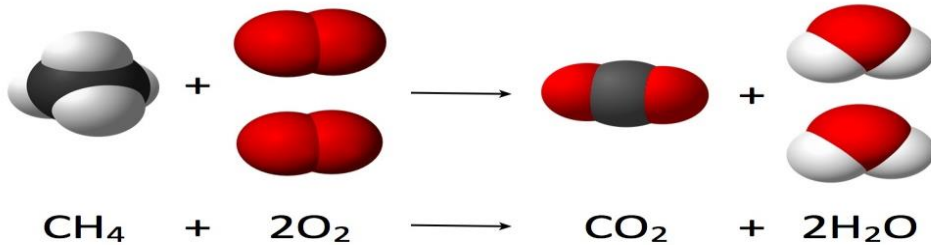
Ahmet AYDOĞMUŞ¹

Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliğinin (IUPAC) adlandırmasıyla dihidrojen monoksit olarak ifade edilen su, canlılar için havadan sonra en önemli maddedir, besin üretiminde gereken maddelerin başında yer alır. Avcı ve toplayıcı yaşam tarzından yerleşik hayata geçen insan toprak ve suya bağımlı hale gelmiştir. Tarımsal üretim için iklim ve toprak koşulları yanında suyun varlığı ilk uygarlıkların ortaya çıkmasının ön koşulu olmuştur. Orta kuşak karalarından Fırat ve Dicle kıyıları, Nil Vadisi, İndüs ve Ganj Vadileri, Anadolu Yarımadası, Akdeniz çevresi, Çin'de Sarı Irmak ve Gök Irmak boyları Eski Dünyada uygarlığın akarsulara bağımlı olarak geliştiği merkezler olmuştur.

Suyun Hikâyesi

Kütlesi dikkate alındığında evrende en çok bulunan hidrojen ile üçüncü çok bulunan element oksijenden oluşmuştur (1). Uzayda ve gök cisimlerinde de suyun var olduğu bilinmektedir. Gök bilimcilere göre, Orion Bulutsu'sunda bir günde oluşan su miktarı dünya okyanuslarını dolduracak hacimdedir (2). Eylül 1996'da Polar uydusu tarafından alınan bir görüntüde kozmik kartopu olarak ifade edilen kuyruklu yıldız, Atlas Okyanusu ve Batı Avrupa'nın 8.000-24.000 kilometre yukarısında buharlaşır (3). NASA tarafından izlenen 1 kilometre çaplı Linear kuyruklu yıldızının taşıdığı su edilen 3.6 milyon ton olarak ifade edilmiştir. Dünya suyunun kökeni hakkında kesin bilgi yoksa da *kirli kartopu* olarak ifade edilen kuyruklu yıldızların katkısını ileri süren bilim insanları bulunmaktadır. Suyun kökeniyle ilgili bir başka görüş, zamanla soğuyan dünyada oluştuğu şeklinde ifade edilmektedir (3).

Hidrojen ve oksijenden atomlarından oluşan su, elektrolizle elementlerine ayrılırsa da laboratuvar koşullarında su üretmek olanaklı görülmemektedir. Doğal olarak petrol, doğal gaz, biyokütle gibi hidrokarbonların oksitlenmesi-yanmasında ısıyla birlikte su da oluşmaktadır. Yanmayla oluşan suyun taşıt egzozlarından ve doğal gaz bacalarından buhar olarak atıldığını görülür. Yer kabuğu plakalarının dalma-batma alanlarında mantoya dalan okyanus plakaları beraberindeki suyu manto katmanına taşır, volkanik etkinliklerde çıkan gaz maddelerin bir kısmı su buharından oluşmaktadır (4). Su yanıcı madde hidrojen ve yakıcı madde oksijenden oluşmuş ise de enerji kaynağı da değildir. Çünkü yanma tepkimesi sonucu oluşmuş bileşiktir. Bu nedenle tekrar yakılamaz.



Görsel 1. Metan gazının yanmasıyla oluşan su

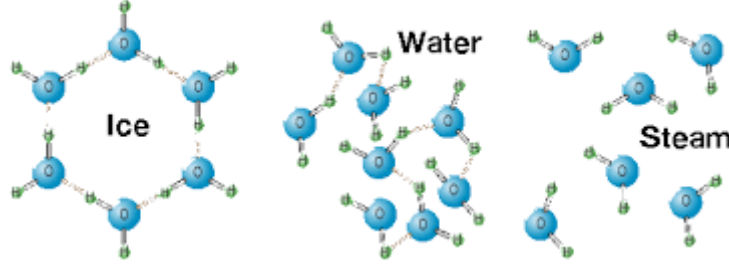
¹ Emekli Coğrafya Öğretmeni



Herkes İçin Coğrafya

Sayı: 15

İki hidrojen ve bir oksijen atomundan oluşan su molekülleri katı, sıvı ve gaz halde bulunabilir. Özel koşullarda suyun üç hali aynı anda görülebilir. Üçlü nokta olarak adlandırılan bu durum 0,01°C sıcaklık ve 0,00603 atmosfer basıncında gözlenebilir (5).



Görsel 2. Buz, su ve su buharının molekül yapıları

Sıcaklık etkisiyle maddenin hacim ve yoğunluğu değişir. Bu bakımdan su farklı özellik gösterir. +4 °C sıcaklıkta yoğunluğu en yüksek değerde olan suyun sıcaklığı artarken ve azalırken yoğunluğu da azalır. +4 °C'da 1gram/cm³ olan su yoğunluğu buz kütesinde 0,919 gram/cm³'dür. Bu nedenle yoğunluk farkı nedeniyle buz kütesi su içinde yüzer haldedir. Yüzeyden donan su kütesi altında sıvı olarak kalmaya devam eden su canlılarının yaşamasına olanak sağlar. Soğuk suda sıcak suya göre daha çok oksijen bulunur.

Suyun ısı kapasitesi yüksektir. Bir kilogram suyu belirli bir sıcaklık değerine ulaştırmak için gereken enerji, bir kilogram metali aynı sıcaklık değerine ulaştırmak için gereken enerjinin onlarca katıdır. Canlıların bünyesindeki su vücut sıcaklığında büyük değişimleri engellemektedir. Deniz suyu sıcaklıkları eksi 1-2 derece santigrad ile +35 °C aralığında gerçekleşirken karalarda eksi 70°C ile +58°C aralığında gerçekleşir. Su moleküllerinin birbirini çekmesiyle oluşan yüzey gerilimi küçük su böceklerinin suya batmadan su üzerinde yürüebilmesini sağlar. Suyun donma sıcaklığı 0°C ve kaynama sıcaklığı 100°C olarak bilinse de basınç koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Yüksek dağlarda daha düşük sıcaklık değerinde kaynama noktasına ulaşırken, derin maden ocaklarında daha yüksek sıcaklıklarda kaynar. Mpemba etkisi olarak ifade edilen başka bir özellik de sıcak su soğuk suya göre daha hızlı donmaktadır (10). Su molekülünü oluşturan bir oksijen atomuna bağlı iki hidrojen atomu arasındaki 104,5°'lik açı, donma sırasında altıgen şekilli buz kristallerini oluşturmak üzere artarak 108°'ye ulaşır (5). Kar kristalinin altı köşeli olmasının nedeni hidrojen atomları arasındaki açı değişimidir.

Yeryüzünü şekillendiren en etkili dış kuvvet su olmaktadır. Suyun basınç koşulları değiştirilerek su jeti ve su matkabı ile metal, ahşap ve taş kesilebilmekte ve delinebilmektedir.

Su Döngüsü

Dünyanın suyu milyarlarca yıldır atmosferde, yeryüzünde ve yer altında varlığını sürdürmektedir. Bir zamanlar soyları tükenmiş dinozorların, mamutların içtiği suyun döngü ile günümüze kadar ulaştığını söyleyebiliriz. Yeryüzünden buharlaşmayla, bitkilerden terlemeyle atmosfere geçen su buharı hava akımlarıyla taşınarak uygun koşullarda yağış olarak denizlere ve karalara döner. Buharlaşma miktarında sıcaklık değeri, su yüzeyinin genişliği ve havanın nem açığı etkilidir. Atmosfere geçen suyun % 90'ı buharlaşma %10'u da bitkilerden terleme yoluyla olmaktadır, yapılan tahminlere göre dünyadaki suyun yaklaşık yüzbinde biri atmosferde bulunur (6). Bitkilerin kökleriyle topraktan almış oldukları su



Herkes İçin Coğrafya

Sayı: 15

iletim borularıyla onlarca metre yükselerek yapraklara ulaşarak terleme ile atmosfere geçer. Bitki örtüsünün yoğun olduğu yerlerde hava nemli ve serindir, bu durum yağışın verimli gerçekleşmesine neden olur. Ormanlar yağışı çeker sözü bu durumun ifadesidir.



Görsel 3. Su döngüsü

Su buharı atmosferde eşit dağılmamıştır. Tamamına yakını alt katman troposferde yer alır. Deniz kıyılarında ve ekvatorial bölgede daha yüksek oranda olan su buharı, kara içlerine, yüksek kesimlere ve kutuplara gidildikçe azalmaktadır. Su molekülleri arasındaki hidrojen bağının koparak sıvı suyun gaz haline geçmesi ısı olarak gerçekleşir, Atmosferde var olan su buharı, güneşten gelen enerjinin bir kısmını soğurarak dünyanın aşırı ısınmasını engeller. Denizel etki olarak ifade ettiğimiz bu koşul güneş etkisi ortadan kalktığında tuttuğu ısı enerjisini ortama aktararak aşırı soğumayı önler. Kuru hava ve su buharı taşıyan nemli hava farklı yoğunluktadır. 1 m³ kuru hava 1007gram ağırlıktayken 1m³ nemli hava yaklaşık 627 gram ağırlıktadır. Bu nedenle bulutlar atmosfer içerisinde yüzer konumda olup hava akımlarıyla taşınarak kara ve denizlerin yağış almasına neden olur (6). Yoğuşma sonucu sıvı ve katı olarak yeryüzüne düşen su yağış olarak adlandırılır. Çiy, kırağı ve kırç da yağış olarak düşünülebilir (7).

Yağışla yeryüzüne düşen suyun bir kısmı buharlaşarak atmosfere geri döner, bir kısmı akararak deniz ve göllere ulaşırken bir kısmı da yer altına sızar. Yer altına sızan su yer katmanlarında süzülerek temizlenir, kirlilikten arınır, kaynaklardan yeryüzüne çıkar.

Atmosferdeki su buharının yoğuşması ısı vererek gerçekleşir. Gözle görülmeyen su buharı yoğuşma sonucu görülür hale gelir gökyüzünde bulutları, yeryüzünde sisleri oluşturur. Yoğuşma sonucunda sıvılaştırmış olan su zerrecikleri sıcaklık eksi derecelere düştüğünde donar. Dikey hava hareketinin olmadığı bazı bulutlarda -5°C, hatta daha düşük sıcaklıklarda bile sıvı su bulunabilir (7).

Yağış, yapay olarak da gerçekleştirilebilir. Uygun bulutlara yerden roketlerle ve bulut içerisinde uçaklarla bazı kimyasal maddeler serpilerek soğutma ve yoğuşma çekirdekleri oluşturulur. 1990 yılında İstanbul'da, daha sonra Ankara ve İzmir'de denenmiştir (8). İstenilen zamanda ve miktarda yağış sağlamak mümkün olmayabiliyor. Bu nedenle yaygın bir yöntem olamamıştır.



Herkes İçin Coğrafya

Sayı: 15

Suyun kısıtlı olduğu yerlerde atmosfer buharından su elde etmek için düzenekler geliştirilmiştir. Günlük 1-20 litre arası su sağlayan ev tipi su jeneratörleri yanında on bin litreye kadar üretim yapan düzenekler de kurulabilmektedir (9).

Suyla İlgili Terimler

Meteorik su, hidrolojik döngüye katılan atmosfer kökenli sudur, vadoz su olarak da adlandırılır. *Juvenil su*, yerkabuğunun derinlerinde oluşmuş su. Bir zamanlar döngüye katılmış olabilirler. Magmatik sular juvenil suya örnek verilebilir. *Fosil su*, eski sular olup yaşları kuvaterner dönemine kadar uzanır. Sahra Çölünün yeraltı suları gibi (11). *Metabolik su*, canlı organizmaların yağ, protein ve karbonhidrat tüketmesi sonucunda oluşan su. *Yanma tepkimesi suyu*, hidrokarbonların yanması ile oluşan su. *Rejenere Sular (Connate Fluids)*, metamorfizma olayına bağlı olarak meydana gelen sulardır. Bunlar metamorfizmaya uğrayan tortul kayaçların gözeneklerinin çok azalması (%1'e kadar) sonucu terk edilen sularla yine metamorfizmasında sulu silikat minerallerinin kuru silikat minerallerine dönüşmeleriyle bünyelerinden terk edilen sulara karşılık gelir (12).

Su ve Sağlık

İçinde faydalı mineraller bulunsa da besin maddesi değildir. Besinlerin vücuda alınmasını, vücutta besin ve oksijen taşınmasını sağlar. Organizmada oluşan zararlı maddeler de su ile uzaklaştırılır. Vücudun su oranı çocukluktan yaşlılığa gidildikçe azalır. Alınan besinler ve solunumla alınan oksijen dokularda enerji üretirken günlük bir bardak kadar metabolik su oluşur. Su alımı içmekle, yediğimiz besinler yoluyla ve bünyede oluşan metabolik su ile gerçekleşir. Alınan suyun fazlası idrar, dışkı, terleme ve nefes yoluyla atılır. Vücudumuzda bulunan su, aşırı ısınma ve aşırı soğumayı önleyerek vücut sıcaklığının belli değerler arasında kalmasını sağlar (13).

Vücutta 1 gram yağ yakıldığında 1,07 gram, 1 gram karbonhidrat yakıldığında 0.60 gram ve 1 gram protein yakıldığında 0,41 gram metabolik su üretilir. Vücuttaki su oranı azalırsa yorgunluk, dikkat eksikliği, kabızlık, idrar yolları enfeksiyonu ve böbrek sorunları yaşanabilir. Aşırı miktarda su alındığında kandaki tuz düzeyi azalır, ciddi sağlık sorunlarına neden olur, bu durum su zehirlenmesi olarak ifade edilir (13). Çöl yaşamına uyum sağlamış deve, hörgücündeki yağdan bir miktar su elde ederken anatomik olarak da su azlığına uyum sağlamıştır.

Kirli dolduğu düşünülen sular kaynatma, klorlama, ozonlama, ultraviyole ışınlama gibi işlemlerle dezenfekte edilir. Uzay istasyonlarında uzun süre kalan astronotlar atık sularını geri dönüşümle kullanmaya devam ederler. Evsel atıklardan tuvaletlerden atılan karasu hariç, mutfak ve banyoların gri suları arıtmayla bahçe sulama gibi işlerde tekrar kullanılmaktadır.

Görsel 4. Evsel su kullanım oranları

Sular arsenik, kurşun, parazit, bakteri, virüs gibi doğal kirleticiler dışında insan yapımı gübre, ilaç, hormon, parfüm, ziraat ilaçları, böcek öldürücüler, boyalar, piller etkisiyle de



Herkes İçin Coğrafya

Sayı: 15

kirlenmektedir. Kirlenen suları arıtmak ve tuzlu deniz suyundan tatlı su elde etmek enerji ve maddi kaynaklara gereksinim duymaktadır.

Su ve Tarım

Canlılar için yaşamsal önemi olan su, bitkisel ve hayvansal gıda maddesi üretmek için de gereklidir. İlk uygarlıklar suya bağımlı olarak ortaya çıktı. Su kaynaklarının yetersiz olduğu alanlarda uzaktan su getirmek için kanallar açılmış, getirilen suyu biriktirmek için de barajlar yapılmıştır. Dünyanın bilinen en eski su kanalını Urartu Kralı inşa ettirmiştir. 2800 yıllık Şamran Menua Kanalı ile 51 kilometre uzaktan başkent Tuşba'ya (Van) su getirilir (14). Hititler zamanında Anadolu'nun ilk sulama barajı da Alacahöyük'te inşa edilir (15).

Uygarlıkların gelişmesiyle sulama sistemleri gelişti ve yaygınlaştı. Suyun yeterli olmadığı kurak ve yarı bölgelerde buharlaşmayla su kaybını önlemek için foggara, kanat gibi yeraltı su taşıma sistemleri yapılmıştır. Türkiye akarsuları üzerinde de farklı amaçlarla barajlar inşa edilmiştir. Türkiye suyunun %77'si tarımda, % 23'ü'ü sanayide ve evlerde içme-kullanma suyu olarak tüketilmektedir. Tarımsal sulamada %70 ile en büyük pay, su kaybının en çok olduğu salma sulamadır. % 17 yağmurlama, %13'ü de damla sulamayla yapılmaktadır (16).

1 kilogram gıda üretimi için gereken su miktarı da dikkat çekicidir. 1 kilogram üretim için kullanılan su miktarı, buğdayda 1300 litre, pirinçde 3400 litre, patatesde 900 litre, domatesde 180 litre, peynirde 5000 litre, sığır etinde 15.500 litre, koyun etinde 6100 litre, keçi etinde 4000 litre, tavuk etinde 3900 litredir (17). Çıkarıdıkları metan gazı nedeniyle küresel iklim değişikliği konusunda adı geçen geniş getiren büyük baş hayvanlar, et üretiminde çok su gereksinimleri ile de dikkat çekmektedir.

Türkiye'nin Suyu

Su varlığına göre ülkeler sınıflandırıldığında; yılda kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı 1.000 m³'ten az olan ülkeler *su fakiri*, 2.000 m³'den az olan ülkeler *su azlığı*, 8.000 - 10.000 m³'ten fazla olan ülkeler ise *su zengini* olarak kabul edilmektedir. Türkiye'de toplam kullanılabilir su miktarı 112 milyar m³tür. Ülkemizde kişi başına düşen yıllık kullanılabilir tatlı su miktarı dikkate alındığında, su zengini bir ülke olmadığımız anlaşılmaktadır (18).

1970-2021 yılları arasında en fazla ortalama nisbi nem yılı 1991'de % 66,7 olmuştur. 1970-2021 yılları arasında en az ortalama nisbi nem yılı 2013'de %59,6 ve 1970-2021 yılları arasında Türkiye'nin ortalama nisbi nem oranı % 63,6 olmuştur (19). Türkiye'de kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı 2000 yılında 1.652 m³, 2009 yılında 1.544 m³, 2020 yılında ise 1.346 m³ olmuştur (20). Kişi başına düşen yıllık su miktarı nüfus artışıyla ters orantılıdır. Artan nüfusla birlikte kişi başına tüketilen su miktarı azalmaya devam edecektir. Sulu tarımın yaygınlaşması ve salma suyla yapılan tarım yeraltı suyu düzeyi derinlere inmektedir. Özellikle az yağış alan Konya çevresi ile Trakya'nın iç kesiminde sorunlar yaşanmaktadır. Sulama sistemlerinin israfı önleyici şekilde düzenlenmesi yanında çok su isteyen şeker pancarı, mısır gibi ürünlerle az suyla yetişebilen arpa, buğday gibi ürünler arasında denge sağlanması gerekmektedir.



Herkes İçin Coğrafya

Sayı: 15

Su ve Uluslararası İlişkiler

Mezopotamya’da Umma ve Lagaş kent devletleri, günümüzden yaklaşık 4500 yıl önce su kanallarının denetimi konusunda ciddi sorun yaşarlar. Bu olay su savaşlarının bilinen ilk örneğidir. Dünya nüfusunun önemli bir bölümü sınır aşan suların havzasında yaşamaktadır. Orta Asya, Güneydoğu Asya, Güneybatı Asya, Afrika’nın kuzey ve güneyindeki ülkelerde su konulu gerilimler ve çatışmalar yaşanıyor. Mezopotamya’da Umma ve Lagaş kentleri 4500 yıl önce su kanallarının denetimiyle ilgili sorun su konusunda ilk savaş olarak tarihe geçer. Yaşam ve üretim için gerekli olan su zaman zaman askeri ve politik amaçlı da kullanılmıştır(21)

ABD Los Angeles’li çiftçiler tarımsal suyun kente yönlendirilmesi için yapılan kanalları sabote ederler. Hindistan ve Pakistan, İndüs nehri suyunun paylaşımı konusundaki anlaşmazlıklarını 1960 yılında Dünya Bankası öncülüğünde çözerler. Nil nehri suyunun Mısır ve Sudan arasında yarattığı sorun 1969’da çözülür. Ortadoğu ülkelerinden İsrail, Ürdün ve Suriye Ürdün ve Yarmuk nehirleri sularından yararlanma konusunda anlaşamazlar. İsrail, zengin su kaynaklarına sahip Suriye’ye ait Golan tepelerini işgal eder. 1990 yılında sorunlarının çözümü için gösteri yapan Güney Afrika Cumhuriyeti’nin Vesselton kasabası halkını cezalandırmak amacıyla kasabanın suyunu keser. Körfez savaşında ABD, Irak’a giden Fırat suyunun kesilmesi konusunu Türkiye’ye teklif ederse de bu istek yerine getirilmez. 1991’de Hindistan Karnataka ile Tamil Nadu eyaletleri arasında su konulu savaşta 50 kişi ölür. 1999’da NATO Sırbistan’ı barışa zorlamak için başkent Belgrad’ın su sistemlerine zarar verir (21).

Haziran 2020’de Etiyopya’nın Rönesans barajında su tutulması üzerine Mısır, Birleşmiş Milletler’den arabulucu olmasını ister. Nisan 2021’de Kırgızistan, Tacikistan arasındaki çıkan su savaşında 13 kişi ölür ve 134 kişi yaralanır (22).

Uluslararası nitelikte bir proje 2015 yılında hayata Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’ne su temini için hayata geçirilir. Anamur Dragon çayı üzerinde Alaköprü barajı inşa edilir. Barajdan alınan su deniz kıyısına taşınarak 160 santimetre çaplı plastik borularla deniz içinden taşınarak Girne Geçitköy barajında depolanır. Kıbrıs adasında içme ve sulama suyu olarak kullanılmaktadır.

Sonuç olarak yaşamın temeli olan su doğal bir kaynaktır ve ticari üründür. Enerji üretiminde, tarım ve sanayi sektörlerinde, su ürünleri üretmede, spor ve tatil amaçlı da yararlanılan suyun paylaşımında geçmişten günümüze aileler, köy ve kasabalar hatta ülkeler arasında çatışmalar yaşanmış ve yaşanmaya devam etmektedir.

Kaynaklar

1. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Hidrojen>
2. Akoğlu, Alp., Bilim ve Teknik dergisi, sayı 456, Kasım 2005 eki Su, Başka Dünyalar ve Su.
3. Tozar, Zeynep., Bilim ve Teknik dergisi, sayı 456, Kasım 2005 eki Su, Nereden Geldi Bu Kadar Su?
4. Ocak, E.Mahir., Bilim ve Teknik dergisi, sayı 558, Mayıs 2014, Mantoda Okyanuslar Dolusu Su Var.
5. Candaş, Deniz ve Akbaba Gülgün., Bilim ve Teknik dergisi, 456 eki Su, Su Hakkında.
6. Özer, Zuhal., Bilim ve Teknik dergisi, 456 eki Su, Atmosferdeki Su.
7. Erol, Oğuz., Genel Klimatoloji, Çantay Kitabevi 2004, sayfa 215 ve 241.
8. <https://mgm.gov.tr/FILES/genel/sss/suniyagis/yapayyagis.pdf>
9. <https://www.epa.gov/water-research/atmospheric-water-generation-research>
10. Ünalın, Zeynep., Bilim ve Teknik dergisi, Ocak 2011, sayı 518, sayfa 24, Suyun Gariplikleri.
11. <https://jeogenc.net/yer-alti-sularin-siniflandirilmesi.html>



Herkes İçin Coğrafya

Sayı: 15

12. <https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/ders/hidrografya/2/index.html>
13. Coşkun, Meltem Yenal., Bilim ve Teknik dergisi, 456 eki Su, Su ve Sağlığımız.
14. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/93850/mod_resource/content/1/09_URARTU.pdf
15. <https://sutema.org/> Anadolu'nun ilk barajı, Hitit'lerden
16. <https://sutema.org/tarimda-kullanilan-su>, <https://sutema.org/suyun-sektorlere-gore-kullanim-oranlari>
17. <https://www.vatekcevre.com/blog/bir-urunun-uretimi-asamasinda-ne-kadar-su-kullaniliyor-biliyor-muyuz>
18. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/bolu/icerikler/su-20180222083149.pdf>
19. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/2021-ortalama-nem.pdf>
20. <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>
21. Bilim ve Teknik dergisi, Nisan 2001, Sayı 401, sayfa 34, Suyun Yol Açtığı Sorunlar, Ahu Yiğit.
22. <https://supolitikalaridernegi.org/2021/04/30/kyrgyz-tacik-sinirinda-su-savasi-en-az-13-olu-var/>
23. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/soru-cevap-su-yanabilir-mi#:~>