İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KENTSEL SU YÖNETİMİ

Dr. Akgün İLHAN
İstanbul Politikalar Merkezi, Sabancı Üniversitesi
akgunilhan@gmail.com

"Doğal su döngüsü, yani suyun buharlaşma, yoğunlaşma, yağış, yüzey akışı, filtrelenme ve süzülme aşamalarından geçerek dünyanın etrafında sürekli olarak dönmesi süreci, gerek iklim değişikliği gerekse kötü kentleşme uygulamaları nedeniyle sekteye uğramakta ve olumsuz etkilenmektedir."

Giriş

Küresel iklim değişikliği kuraklık, seller, fırtınalar ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı iklim olaylarına neden olarak tüm dünyada gittikçe artan can ve mal kayıpları yaratmaktadır. Aşırı iklim olayları aynı zamanda dünyanın su varlıkları ve su döngüsü üzerinde de çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır. İklim değişikliğinin yarattığı bu sorunların üzerine sürekli artan nüfusu, ekonominin su kaynakları üzerindeki talep ve kirlilik baskılarını, çarpık kentleşmeyi, büyüyen endüstriyel tarım alanlarını, ormansızlaşmayı, sulak alan kayıplarını ve havzalar arası su taşıma projelerini de eklediğimizde tablo daha karanlık bir hal almaktadır. Tüm bu nedenlerle tatlı su varlıklarımızı kirletmekte ve onlara erişimi kısıtlamaktadır. Öyle ki günümüzde dünya nüfusunun dörtte birinden fazlası temiz sudan, yarısından fazlası ise hıfzıssıhha hizmetlerinden yoksun haldedir. Elbette ki bu durumun nedenleri arasında yoksulluk, adaletsizlik ve yolsuzluk gibi olgular da vardır.

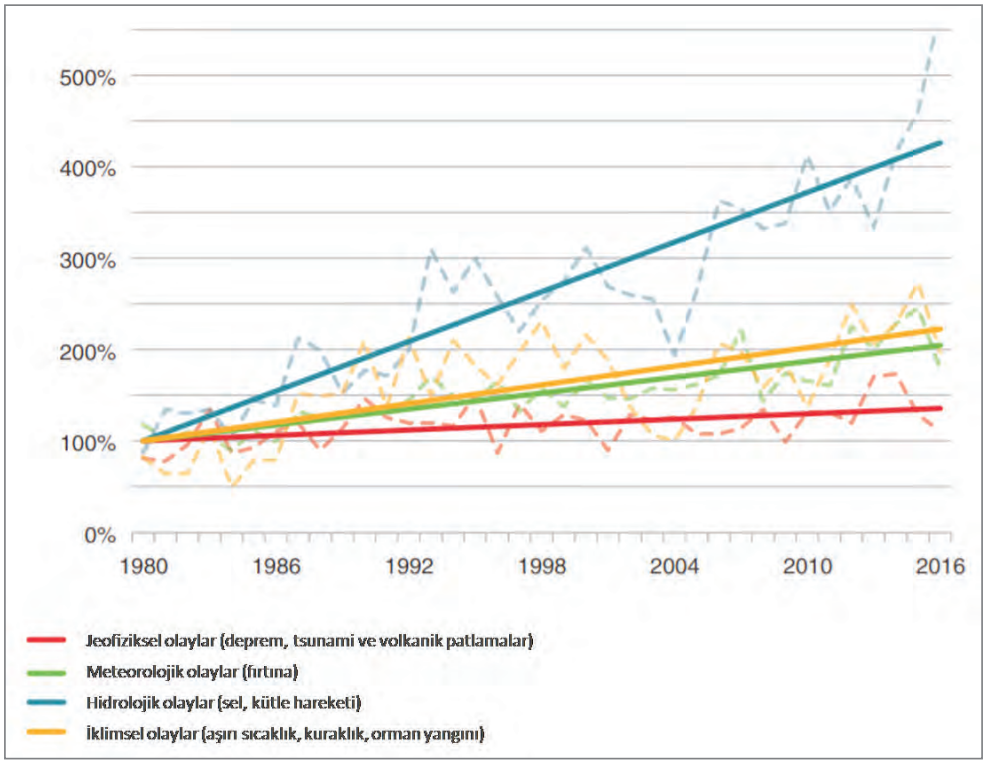
Ancak sebebi ne olursa olsun sonuç değişmemekte, dünyanın temiz su kaynakları azalırken su talebi artmaktadır. Bu krizi çözmeye yönelik çeşitli su yönetimi yaklaşımlarını arz yanlı ve talep yanlı olarak iki ana grup altında toplayabiliriz. Bunlardan ilki, artan su talebini karşılamak için erişilen su arzını artırmaya odaklıdır. Gezegenimizde suyun sınırlı olduğu düşünüldüğünde bu yaklaşım kısa vadede çözüm yaratsa bile orta ve uzun vadede tek başına sürdürülebilir olamaz. İkinci yaklaşım ise tasarrufa neden olacak teknolojileri ve davranış değişikliklerini merkeze alarak su talebini kontrol altına almaya çalışır. Talep yanlı su yönetiminde esas amaç su tüketimini azaltmaktır. Kentlerde iklim değişikliğiyle uyumlu bir su yönetimi için tam da bu şekilde su varlıkları üzerindeki mevcut baskıları azaltacak tasarruf odaklı politikalar ve uygulamalar hayata geçirilmelidir. Aksi takdirde su krizi adını verdiğimiz bu kısır döngü daha da büyüyecektir.

İklimle Birlikte Değişen Su Döngüsü

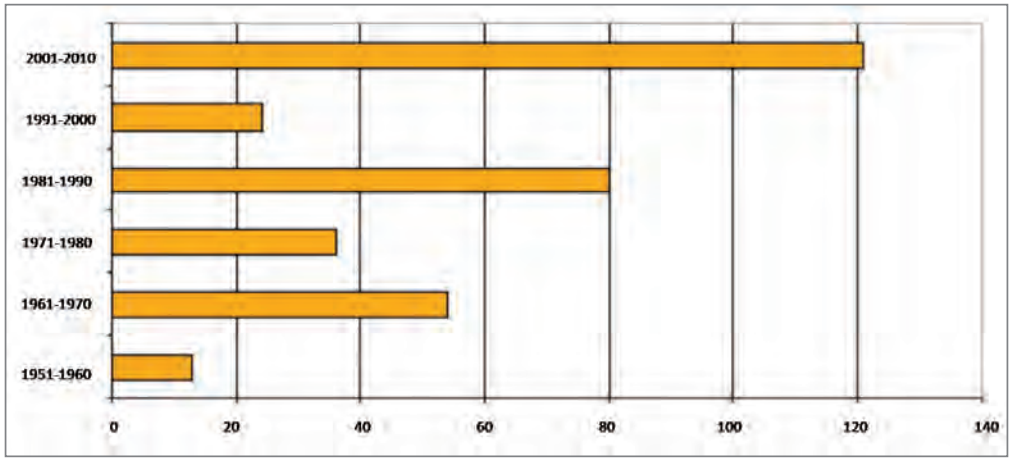
İklimin en önemli bileşenlerinden biri şüphesiz ki yağışlardır. Dolayısıyla küresel iklim değişikliği dünyanın su döngüsünün de değişmesi demektir. Örneğin 1950'lerden bu yana özellikle Güney Avrupa ve Batı Afrika'da olmak üzere dünyada daha şiddetli, sık ve uzun süreli kurak dönemler yaşanmaktadır (IPCC 2012). Benzer şekilde sellere neden olan aşırı yağışlar da 1980'lerden bu yana dört kat artmıştır (EASAC 2016).

Benzer durum Türkiye'de de yaşanmaktadır. Ülkemizin 67 yıllık yağış verilerine göre özellikle kış mevsiminde gerçekleşen yağış miktarında önemli azalmalar olurken ilkbahar ve sonbaharda manidar olmayan hafif yağış artışları vardır (Kadıoğlu 2012). Daha da çarpıcı olanı, 1980'lerden itibaren Türkiye'de 4 ya da 5 senede bir kurak dönem yaşanır hale gelmiştir. Türkiye'de 2000 yılından itibaren sel vakalarında da ciddi artışlar yaşanmaktadır (MGM 2016).

Özellikle kentsel alanlarda yaşanan sel vakalarında da son senelerde ciddi bir artış yaşanmaktadır. Ancak bunun faturasını sadece iklim değişikliğine kesmek doğru olmayacaktır. Yeşil alanlarını hızla kaybeden, geçirimsiz yüzeyleri (beton ve asfalt) artan, dere yatakları yapılaşmaya teslim olmuş ve değişen iklimle uyumsuz kentler de bu durumdan sorumludur (McGrane 2017). Doğal su döngüsü, yani suyun buharlaşma, yoğunlaşma, yağış, yüzey akışı, filtrelenme ve süzülme aşamalarından geçerek dünyanın etrafında sürekli olarak dönmesi süreci, gerek iklim değişikliği gerekse kötü kentleşme uygulamaları nedeniyle sekteye uğramakta ve olumsuz etkilenmektedir. Ülkemizde özellikle Karadeniz Bölgesi'nde yaşanan can alan sel felaketleri bunun en bariz örnekleridir.



Şekil 1. 1980-2016 döneminde doğal felaketlerin artışı (Kaynak: EASAC 2018)



Şekil 2. Türkiye'de 1950-2010 yılları arasında afete neden olan kuraklık olaylarının sayısının onar yıllık değişimleri (Kaynak: Kadıoğlu 2012)

Kirlenen Su Kaynakları ve Temiz Suya Erişimin Kısıtlı Hale Gelmesi

İklim değişikliğine bağlı fırtına, kasırga, sel ve kuraklık gibi aşırı iklim olayları sadece su döngüsünü etkilemekle kalmayıp, su varlıklarının çeşitli biçimlerde kirlenmesine de neden olmaktadır. Örneğin aşırı yağışlar, çevrede bulunan patojenleri harekete geçirip nehirlere, kıyı sularına ve kuyulara taşıyarak; nehirlerin akışını ve suyun içeriğini değiştirerek, kanalizasyon ve atıksu arıtma tesisleri üzerindeki yükü artırıp pis suyla içme suyunun birbirine karışmasına neden olarak; su baskınlarıyla insanları doğrudan patojenlere maruz bırakarak su kirliliği ve halk sağlığı sorunları yaratır (Cann ve diğ., 2013). Bunlara ek olarak evsel ve endüstriyel atıklar ve entansif tarım uygulamaları (aşırı miktarda kullanılan gübre ve tarım ilaçları, aşırı sulama vb.) da su varlıklarını kirletmektedir. Tüm bunların kaçınılmaz sonucu olarak temiz su miktarı azalmaktadır. Dolayısıyla suyu arıtmak, kullanmak, oluşan atıksuyu arıtarak su varlıklarını korumak gittikçe daha zor ve maliyetli bir hal almaktadır. Bu nedenlerle su pahalanmakta ve ona erişim hem fiziksel hem de ekonomik anlamda kısıtlı hale gelmektedir.

> **"2019 yılı Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve UNICEF verilerine göre 2,2 milyar insan temiz içme suyundan mahrum durumdadır. 4,2 milyar kişi ise güvenilir hıfzıssıhha hizmetlerinden faydalanamamaktadır."**

Nitekim 2019 yılı Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve UNICEF verilerine göre 2,2 milyar insan temiz içme suyundan mahrum durumdadır. 4,2 milyar kişi ise güvenilir hıfzıssıhha hizmetlerinden faydalanamamaktadır (Birleşmiş Milletler, 2019). 2000'li yıllara kadar Afrika, Orta Doğu, Güney Amerika, Karayipler, Güney ve Güneydoğu Asya ülkeleri gibi yoksul ülkelerin sorunu olarak algılanan su krizi, iklim değişikliğinin ve hükümetlerin onunla uyumsuz su politikalarının kaçınılmaz sonucu olarak ABD, Avustralya, Büyük Britanya, Japonya ve İspanya gibi pek çok gelişmiş ülkenin de önemli sorunlarından biri haline gelmiştir (WWF 2006). Su krizi ve iklim değişikliği söz konusu olduğunda, gelişmiş ülkelerle gelişmekte olanlar artık birbirine yaklaşmış durumdadır.

Suyumuz Üzerinde Artan Talep Baskısı ve Suyun Paylaşımı

Su her şeyden önce içme, yiyeceklerin temizliği, yemek pişirme ve kişisel hijyen gibi temel yaşamsal insan ihtiyaçları için kullanılmaktadır. Dünya

> Geçtiğimiz yüzyılda dünya nüfusu 4 kat artarken, tarımsal, endüstriyel ve kentsel su tüketimi sırasıyla 5, 18 ve 10 kat artmıştır.

nüfusu arttıkça temel ihtiyaçlar için kullanılan su da artmaktadır. Ancak su tüketimi bundan ibaret değildir. Su tarım, sanayi ve enerji sektörlerinde gerek hammadde olarak gerekse temizlik ve soğutma gibi amaçlarla hem dolaylı olarak hem de doğrudan tüketildiğinden tüm bu sektörlerin su talebi de hızla artmaktadır. Nitekim geçtiğimiz yüzyılda dünya nüfusu 4 kat artarken, tarımsal, endüstriyel ve kentsel su tüketimi sırasıyla 5, 18 ve 10 kat artmıştır (Makarigakis ve Jimenez-Cisneros 2019). Su aynı zamanda ekosistem ve canlılar için de yeri doldurulamaz ve vazgeçilmez bir varlıktır. Dolayısıyla su, canlıları ve cansızlarıyla tüm gezegenin en önemli ortak ihtiyacıdır.

Yerküredeki toplam su miktarı aşağı yukarı sabittir, değişmez. Su döngüsü ve yağış rejimleri değişmektedir. Endüstrileşme, kentleşme, artan nüfus ve iklim değişikliği ile mevcut su kaynakları kirlenmekte, temiz suya erişim zorlaşmakta ve suyu temizlemek daha maliyetli bir hal almaktadır. Bu şartlar altında sürekli büyüyen su talebine çözüm olması amacıyla iki ana yaklaşım ortaya çıkmaktadır. İlki arz yanlı su politikaları ve uygulamaları yoluyla insanların ve ekonominin büyüyen talebini karşılamak üzere ekosistemin ve diğer canlıların su payını azaltmaktır. Bunun sonucunda hayatları doğrudan suya ve toprağa bağlı olan kırsal kesimin de suyu azalacaktır. Su varlıklarının kendilerini yenileme kapasitelerinin üstünde kullanılması onların gelecek nesillere aktarılmasının önünde de engel teşkil edecektir. İkincisi ise talep yanlı su politikaları ve uygulamalarıyla su talebinin kontrol altına alınması ve azaltılmasıdır. Böylece su varlıkları üzerindeki mevcut baskılar azalacak, doğanın, kırsal kesimin ve gelecek nesillerin su hakkı korunacak ve sürdürülebilir bir su yönetimi mümkün kılınacaktır.

Arz Yanlı Su Yönetimi ve Büyüyen İklim Krizi

Hızla kentleşen dünyada pek çok şehir, yeterli miktarda temiz suyu kesintisiz biçimde sağlama konusunda ciddi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bir yandan kentlerin nüfusları artmakta ve su talepleri büyümektedir. Öte yandan büyüyen kentler su havzalarını da kaplayarak onları artan bir kirlenmeye maruz bırakmaktadır. Yani nüfusu ve su talebi artan kentlerin kendi sınırları içerisindeki su kaynakları hem kurumakta hem de kirlenmektedir. Arz yanlı perspektiften bakıldığında artan talebi karşılamak için su arzını da artırmak tek çözüm gibi görünebilir. Bu nedenle kentler mevcut su altyapılarının ve tesislerinin su tutma ve depolama kapasitelerini artırmak; yeni su kaynakları bulmak, akarsuların yolunu değiştirerek istenen yere akıtmak ve önceden kullanılamayacak kaynakları çeşitli teknolojilerin kullanımıyla içme veya kullanma suyuna çevirmek gibi yollardan faydalanır.

Kentler su arzını artırmak için öz su kaynaklarına kurulu tesislerin ve altyapıların kapasitelerini artırma yoluna gidebilir. Ancak bu yol, diğer arz artırıcı yöntemlere göre daha az zararlı olsa da çok tercih edilmez. Zira su kaynağının veya tesisinin belirli bir süredir kullanımda olmasından dolayı maruz kaldığı yıpranma ve kirlilik, kapasite artırımı gibi işlemlerin ekonomik verimliliğini düşürebilir. Bu yöntem yerel hükümetlerce yeni bir tesis veya altyapı açmak kadar prestijli görülmediği için de fazla tercih edilmeyebilir. Daha sıklıkla izlenen yol, başka havzalarda bulunan yeni ve temiz su kaynaklarını geliştirmektir.

Bunun dünyada ve Türkiye'de çeşitli örnekleri mevcuttur. Dünyada nüfusu 750 bini aşmış pek çok büyük kent günde 504 milyar litre suyu toplamda 27-38 bin kilometre mesafeden kendisine taşımaktadır (McDonald 2014). Türkiye'de ise Ankara, İstanbul ve İzmir gibi büyük kentler nüfuslarının artan su taleplerini karşılayabilmek için havzalararası su taşıma projeleriyle başka kentlerin su kaynaklarını kullanarak kendilerine ek su arzı yaratmaktadır. Ancak böyle projelerin, gerek yüksek ekonomik maliyetleri gerekse büyük ölçüde dışsallaştırılmış ekolojik ve sosyal maliyetleri nedeniyle yeniden düşünülmesi gerekmektedir. Zira bir kent için yaratılan ek su arzı başka bir ken-

tin su arzında azalma yaratıp o kentin su hakkının ihlal edilmesi sonucunu doğurabilir. Üstelik su arzının devamlı olarak artırılması bir kentin nüfusunun büyümesini mümkün kılan en önemli faktörlerden biridir. Nitekim günümüzde ileri su teknolojileri ve yüksek mali yatırımlar sayesinde pek çok kent, suyun nüfusu baskılayıcı özelliğini aşarak büyümeye devam etmektedir.

Su arzını artırmanın bir başka yöntemi de desalinasyon teknolojisine başvurmaktır. Desalinasyon deniz suyunun tuzdan ve taşıdığı toksik maddelerden arındırıldıktan sonra içme ve kullanma suyuna dönüştürülmesi işlemidir. Yoğun enerji isteyen bu teknolojiyle üretilen bu su, yüzey veya yeraltı kaynaklarından gelen şebeke suyuna göre daha yüksek maliyetlidir. Desalinasyon pek çok ülkede yoğun kentleşme ve endüstrileşmenin baskısı altında olan deniz kıyılarında kurulduğu için bu hassas ekosistemleri daha kırılgan hale getirmektedir. Örneğin desalinasyon tesisleri denizden çekilen büyük miktardaki suyun içinde yaşayan hayvanların (balıklar, deniz memelileri ve kuşlar da dahil) ölümüne neden olarak kıyıdaki deniz popülasyonunu yok edebilmektedir. Desalinasyon işlemi sonucu ortaya çıkan tuz ve toksik madde konsantrasyonunun nereye ve ne şekilde deşarj edileceği de önemli bir meseledir. Ayrıca denizin sonsuz bir su kaynağı olarak algılanmasına neden olan desalinasyon teknolojisi, kentlerin su kullanımında israf boyutunda değişimler yaratma potansiyeli de taşımaktadır (Williams ve Swyngedouw 2018).

Özet olarak su arzını artırıcı pek çok yöntem ve teknoloji, kentlerin su krizini çözmekten çok, onu kırsal alanlara, diğer kentlere, desalinasyon teknolojisinde de olduğu gibi başka sektörlere (enerji) ve ekosistemlere (kıyı ekosistemleri) ötelemektedir. Çözülmeyen krizler diğer sorunlarla birleşip derinleşmeye mahkumdur.

İklim Değişikliğiyle Uyum ve Talep Yanlı Su Yönetimi

Günümüzde her kentin kendi koşulları çerçevesinde iklim değişikliğiyle uyumlu su politikalarını geliştirip hızla hayata geçirmesi gerekmektedir. Bunun yolu ise öncelikle su talebini azaltmaktan geçmektedir. Zira iklim değişikliği çağında su arzı yaratmanın en emin yolu su talebini düşürmektir. Su talebini azaltmak için kentler, su tutan yeşil alanları artırarak kente inen yağışın kentte kalmasını sağlamak; şebeke suyunda kayıpları azaltmak, mevcut suyunu uygun teknoloji ve yöntemlerle verimli bir şekilde kullanmak; gri suyun yerinde yeniden kullanımını yaygınlaştırmak, uygun teknolojilerle yağmur hasadını işler hale getirmek; ve toplumda su tasarrufu yönünde davranış değişiklikleri yaratmak gibi yolları tercih etmektedir.

"Günümüzde her kentin kendi koşulları çerçevesinde iklim değişikliğiyle uyumlu su politikalarını geliştirip hızla hayata geçirmesi gerekmektedir. Bunun yolu ise öncelikle su talebini azaltmaktan geçmektedir. Zira iklim değişikliği çağında su arzı yaratmanın en emin yolu su talebini düşürmektir."

İlk adım şebeke sistemlerindeki kayıp ve kaçaklara bakmak olacaktır. Gelişmiş ülkelerde bu oran yüzde 10 ila 20 arasında değişirken (Muhammetoğlu ve Muhammetoğlu 2017), gelişmekte olan ülkelerde yüzde 35 civarındandır (Thornton ve diğ. 2008). Türkiye'de ise bu oran yüzde 43,6 olarak belirlenmiştir (TÜİK 2012). Suda kayıp kaçakla mücadele için Türkiye'de önemli hukuksal adımlar atılmıştır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nce hazırlanan ve 2014'te yürürlüğe giren İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği'ne göre Türkiye'de belediyeler ile su ve kanalizasyon idareleri kayıp oranlarını 2019 yılına kadar en fazla yüzde 30, 2023 yılına kadar ise en fazla yüzde 25 olacak şekilde indirmelidir. Ancak elbette önemli olan bu hedeflerin gerçekleştirilmesidir.

Su talebini azaltıcı politikaların hayata geçirildiği

şehirlerden biri Berlin'dir. Uzun yıllardır su talebini sadece kent içindeki kaynaklardan karşılama prensibiyle hareket eden 3,5 milyon nüfuslu kentin suyunun yüzde 90'ı öz kaynaklardan sağlanmaktadır. Su kaybının sadece yüzde 5 olduğu Berlin'de yeraltı suyu kullanılmaktadır ve doğal yöntemlerle temizlenen su içilecek kalitede ve lezzettedir. Bu başarıların temelinde Berlin'in 1950'lerden itibaren suyu kendine yeten bir kent olmak için yeraltı su rezervlerini beslemede nehir yatağı ve yağmursuyu filtrasyonu sağlayacak inovatif yöntemler geliştirmiş olması yatmaktadır. Berlin ayrıca biyoçeşitliliğini iyileştirmek ve su geçirimli yüzeylerini artırmak için 1970'lerde bir kentsel yeşillendirme süreci başlatarak kentsel su döngüsünü de iyileştirmiştir.

Başka bir örnek de Amerika Birleşik Devletleri'nde şiddetlenen kuraklıkla boğuşan Kaliforniya eyaletinde bulunan Santa Monica kentidir. Burada 2017 yılında yürürlüğe giren Water Neutrality adlı bir yasal uygulamayla şehirdeki yapılaşmanın kentin toplamdaki su talebini artırmaması amaçlanmaktadır. Başka bir ifadeyle kentin öz su kaynaklarını aşacak bir yapılaşmaya izin verilmemektedir. Böylece Santa Monica'nın 2020 yılında başka kentlerden su taşıyan değil sadece kendi yeraltı sularını kullanan bir kent olması hedeflenmektedir. Kentte daha önceden de kuraklıkla mücadelede su tüketimini kent bazında yüzde 20 oranında azaltmak için su israfı yapan kullanıcıları su tasarrufu yöntemlerini öğrenebilecekleri Su Okulu'na yönlendirmek ve tekrar eden durumlarda para cezasına çarptırmak gibi uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Günümüzde kentsel su yönetimi iklim değişikliğiyle uyumlu olmak zorundadır. Su varlıklarımız gerek iklim değişikliğinin etkileriyle, gerekse hızla artan nüfusun ve büyüyen ekonominin talep baskılarıyla kirlenmekte ve tükenmektedir. Su talebi artarken erişilebilir temiz su kaynakları azalmaktadır. Yaşadığımız yüzyılın dayattığı şartlar sonucu "ne kadar talep, o kadar su arzı" devri kapanmaktadır. İklim değişikliğinden en fazla etkilenen bölgelerden biri olan Akdeniz Havzası'nda bulunan Türkiye'nin de kentsel su politikalarında değişikliğe gitmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Ülkemiz, suyu ve iklimi için acil uyum stratejilerini bir an önce geliştirmezse, beklenenden daha yakın bir zamanda su kıtlığıyla karşı karşıya kalacaktır (Şahin ve Kurnaz 2014). Nüfusunun dörtte üçünden fazlası büyük şehirlerde yaşayan Türkiye'de kentsel su yönetimi için aşağıda yer alan politika değişikleri ve önlemler önerilmektedir.

"Su talebi artarken erişilebilir temiz su kaynakları azalmaktadır. Yaşadığımız yüzyılın dayattığı şartlar sonucu "ne kadar talep, o kadar su arzı" devri kapanmaktadır."

- *Kentsel su yönetimi politikaları iklim değişikliği, nüfus ve kentleşme projeksiyonlarının da yardımıyla bütünlükçü bir yaklaşımla yeniden belirlenmelidir.* Su krizi, iklim değişikliğinin başka problem alanlarıyla birleşerek derinleşmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla krizi çözme yönündeki politikaların birbirini besleyen sorunları bir bütün olarak ele alması ve buna göre çözümler üretmesi şarttır.
- *Su tutan yeşil alanların artırılması kente inen yağışın kentte kalmasını sağlamanın en garantili yoludur.* Toprak, maliyeti en düşük su tutma aracıdır. Son dönemde adını sıkça duyduğumuz "sünger şehir" kavramı bu noktada yol gösterici olabilir. Yeşillendirilmiş çatılar, yağmur sularının birikeceği bahçeler ve hendekler, suyu depolayabilen geçirgen yüzeyli yollar yaratılarak yağışların sellere dönüşüp can ve mal kaybına neden olması engellenecek, geçirimli yüzeylerden sızan yağış yer altı su rezervlerini besleyecek ve kentsel su döngüsü gri altyapının yanı sıra yeşil altyapıyla da iyileştirilmiş olacaktır. Tüm bunlara ek olarak yeşil alanların artırılmasının, kentsel biyoçeşitliliğin zenginleşmesi, insanlara rekreasyon alanları yaratması ve havanın temizlenmesi gibi ek getirileri de olacaktır.
- *Nihai amaç, su talebini kontrol altına alarak azaltmak olmalıdır.* Bunun gerçekleşmesi

için kentlerin su konusunda kendine yeter olmak gibi bir hedef belirlemesi şarttır. Bu hedefe ulaşmak için a) yağmur hasadı ve yeşillendirilmiş çatılar gibi yöntemlerle mevcut su arzından en iyi şekilde faydalanmak; b) suyu optimum teknolojiler ve yöntemlerle (bir işi daha az su kullanarak yapmak) en verimli biçimde kullanmak; ve c) suyu kullandıktan sonra ekonomik ve ekolojik maliyeti en düşük yöntemlerle arıtarak yeniden kullanmak gibi düzenlemelere gidilmesi gerekmektedir.

- *Şebeke suyundaki fiziki ve idari kayıp ve kaçaklar ivedilikle mümkün olan en düşük seviyeye indirilmelidir.* Su kayıplarını, İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği'nde belirlenen üst eşiklerin çok daha altında indirmenin mümkün olduğu unutulmamalıdır. Bunun dünya çapında pek çok örneği mevcuttur. Kaybedilen her damla suyun mali bir kayıp olmasının yanı sıra doğal kaynak ve emek israfı olduğu da unutulmamalıdır.
- *Suyun fiyat tarifelendirilmesi kimseyi suya erişimde geri bırakmayacak kadar adil ve su israfını önleyecek kadar etkili olmalıdır.* Bunu başarmanın yolu uygun yöntemlerle yerelin şartlarını da göz önüne alarak oluşturulacak kademeli tarifelendirmedir. Türkiye'de hali hazırda pek çok kentte kademeli tarifelendirmede uygulanmaktadır. Burada önemli olan sabit formüller üzerinden gitmek değil, kentin su arzına, sosyo-ekonomik parametrelerine ve iklim değişikliğine uygun bir tarife belirlemektir.
- *Gri suyun yeniden kullanımı yaygın hale getirilmelidir.* Gri suyun siyah sudan ayrı bir sistemle toplanıp yerinde arıtılarak yeniden kullanılması hem yüzde elliye varan su tasarrufuna hem de atık su arıtma tesislerinin yükünün azalmasına neden olmaktadır. Yeni yapılan binalarda gri su için ayrı tesisat kurulması yasal zorunluluk haline getirilmelidir. Eski binaların bu sisteme geçmesini teşvik etmek için ilk kurulum maliyetinin yükünü azaltacak düzenlemeler geliştirilmelidir.
- *Yağmur hasadı sistemleri, gri alt yapıya olduğu kadar yeşil alt yapıya da yer vererek yaygınlaştırmalıdır.* Kentlerde yaşanan sellerin tüm Türkiye'de artması sorununa çözüm olarak pek çok şehirde yağmur suyu toplanma kanalları kurulmaktadır. Bu alt yapılar sorunun çözülmesinde başarılı sonuçlar verse de tek başlarına yetersiz kalabilmektedir. Yağan yağmuru kentte tutmak için daha fazla yeşil alanların, yağmur toplama bahçelerinin ve yağmur hendeklerinin oluşturulmasına gerek vardır. Hafif bir arıtmayla kullanılabilecek kadar temiz yağmur sularının doğrudan kullanıma alınması, kentteki su döngüsünü iyileştirecek, taşkınları engelleyecek ve atıksu arıtma tesislerinin yükünü hafifletecektir.

"Vatandaşların, israf edilen her damla suyla birlikte emek, mali yatırım ve doğal kaynak kaybının da ortaya çıktığını anlaması ve bunu engelleme yolunda adım atması su tasarrufunu hayata geçirecek en önemli unsurlardan biridir."

- *Toplumda su tasarrufu yönünde davranış değişiklikleri yaratmak gerekmektedir.* İklim değişikliğiyle uyumlu su politikalarının hayata geçebilmesi için toplum nezdinde gerekliliğinin anlaşılması ve bu politikalara uygun uygulamaların kabul görmesi şarttır. Bunun için gerek yerel gerekse ulusal ölçekte yürütülecek ve toplumun farklı kesimlerinin katılımıyla güçlenecek kampanyalar ve farkındalık yaratıcı başka faaliyetler düzenlenmelidir. Vatandaşların, israf edilen her damla suyla birlikte emek, mali yatırım ve doğal kaynak kaybının da ortaya çıktığını anlaması ve bunu engelleme yolunda adım atması su tasarrufunu hayata geçirecek en önemli unsurlardan biridir.

Kaynaklar

1. Birleşmiş Milletler (2019). https://www.un.org/en/sections/issues-depth/water/
2. Cann, F. Kimberley ve diğ. (2013) "Systemic Review: Extreme water-related weather

events and waterborne disease", *Epidemiol. Infect.* 141, s.671-686.

3. Copeland, C. (2014). Energy-Water Nexus: The Water Sector's Energy Use. https://www.eenews.net/assets/2014/01/30/document_gw_03.pdf

4. EASAC (Mart 2018). "Extreme weather events in Europe" European Academies' Science Advisory Council Report. https://www.sciencedaily.com/releases/2018/03/180321130859.htm

5. IPCC (2012). "Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation", *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Cliamte Change*, Cambridge: Cambridge University Press.

6. Kadıoğlu M. (2012). "Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi, Türkiye'nin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne İlişkin İkinci Ulusal Bildirimi Hazırlık Faaliyetlerinin Desteklenmesi Projesi", *T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı.*

7. Makarigakis, A. K. and Jimenez-Cisneros, B. E. (2019) "UNESCO's contribution to face global water challenges", Water 11(2):388 https://www.mdpi.com/2073-4441/11/2/388

8. McDonald, R.I. et.al (2014). Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure in *Global Environmental Change* 27: 96-105.

9. McGrane, S. J. (2015). "Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: A Reviewiev", *Hydrological Sciences Journal* 61(13): 2295-2311. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2015.1128084?scroll=top&needAccess=true

10. MGM (2016). Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler 2016 yılı Değerlendirme Raporu, Meteoroloji Genel Müdürlüğü https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/dogala-fet-2016.pdf

11. Muhammetoğlu, H. ve Muhammetoğlu, A. (2017). Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü El Kitabı.

12. Şahin, Ü. ve Kurnaz, L. (2014). İklim Değişikliği ve Kuraklık. http://ipc.sabanciuniv.edu/publication/iklim-degisikligi-ve-kuraklik/?lang=en Salian, P. and Anton, B. (2010). Making urban water management more sustainable: Achievements in Berlin. SWITCH. Freiburg: ICLEI European Secretariat.

13. Selek, B., Adıgüzel, A., İritaş, Ö., Karaaslan, Y., Kınacı, C., Muhammetoğlu, A. ve Muhammetoğlu, H . (2018). "Management of Water Losses in Water Supply and Distribution Networks in Turkey", Türkiye Su Bilimleri ve Yönetimi Dergisi, 2 (1), 58-75. DOI: 10.31807/tjwsm.354298. https://dergipark.org.tr/download/article-file/410298

14. Thornton, J., Sturm, R., ve Kunkel, G. (2008). *Water loss control: a topic of the twenty-first century.* New York: McGraw-Hill.

15. TÜİK (2012). Municipal Water Statistics http://www.turksat.gov.tr/PreHaerBultenleri.do?id=16171 UN (2010). http://www.unwater.org/publications/climate-change-adaptation-pivotal-role-water/

16. Williams, J. and Swyngedouw, E. (2018). "Mobilising the Oceans to Quench our Thirst", *Tapping the Oceans: Seawater Desalination and the Political Ecology of Water.* Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

17. WWF (2006). Rich counties poor water. World Wild Life Fund report. https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/rich_countries_poor_water_final_170706.pdf