



SPD Hidropolitik Akademi

2019

AKILLI KENTLERDE YENİLİKÇİ SU YÖNETİMİ YOL HARİTASI



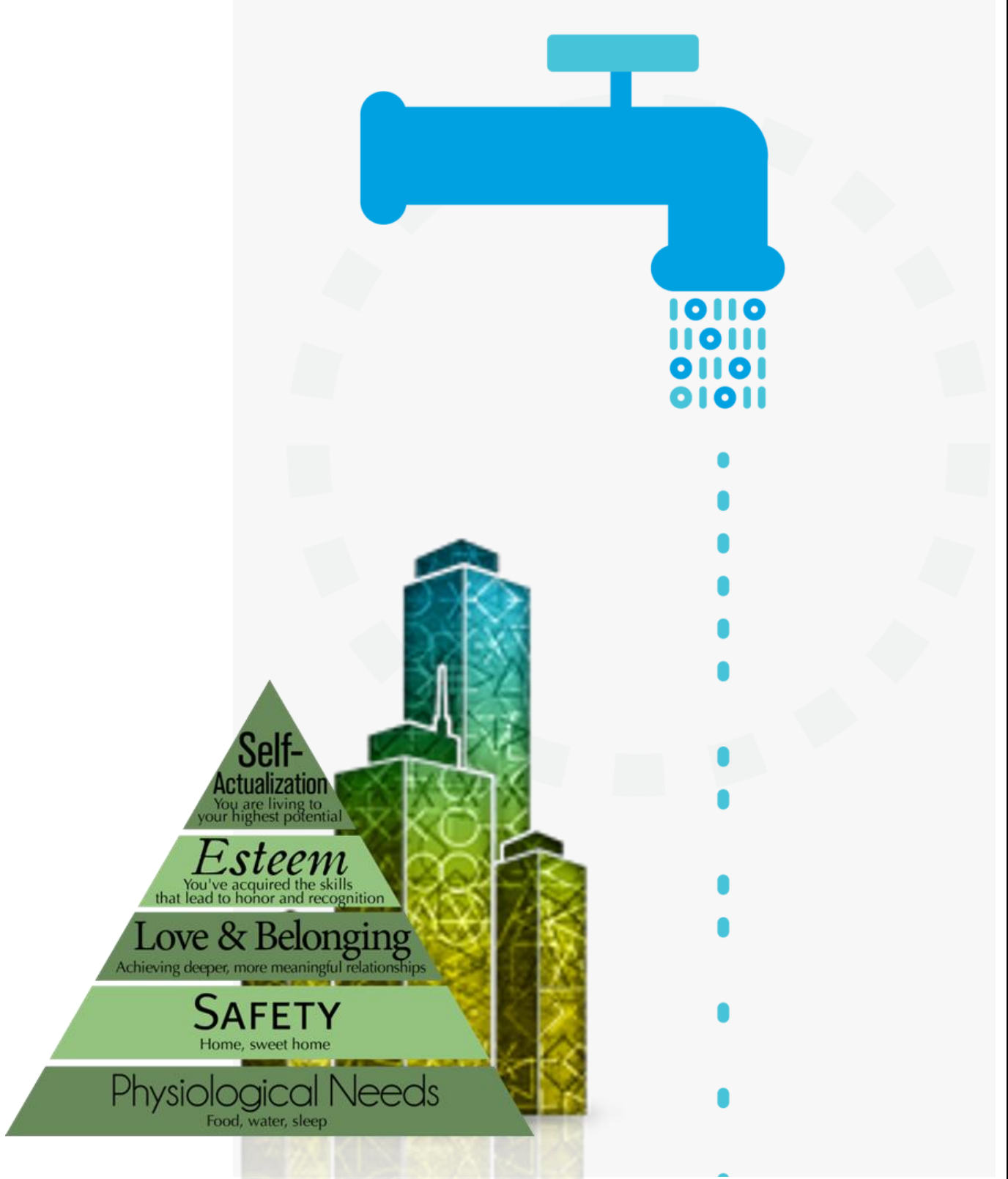
Dursun Yıldız

Su Politikaları

Derneği

01.12.2019

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİSİ ALTINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTLERE DOĞRU



RAPOR NO: 2019-3

Raporun Adı: AKILLI KENTLERDE YENİLİKÇİ SU YÖNETİMİ YOL HARİTASI

Raporu Hazırlayanlar : İnş Müh Dursun YILDIZ¹-Şehir Plancısı Kemal Celoka²

(1)DSİ Daire Başkan Yrd (E)
İnşaat Müh. Su Politikaları Uzmanı
TEMA Bilim Kurulu Üyesi
SPD Hidropolitik Akademi Başkanı

(2) Şehir Plancısı – Alman Ürdün Üniversitesi Öğretim Görevlisi(E)

RAPOR HAKKINDA

Dünya Ekonomik Forumu “ Küresel Risk Raporu 2016’da “iklim değişikliğinin neden olacağı kuraklık taşkın ,su krizi gibi afetlerin gelecek 10 yıllarda küresel etkilerinin en geniş şekilde yaşanacağı belirtilmiş ve bunların sonuçlarının azaltılması ve uyum sağlanmasının öneminden söz edilmiştir.

Son yıllarda uzmanlar yağışların şiddetinin arttığı , kent taşkınlarının geçmişe nazaran daha çok yaşandığı ve büyük zararlar verdiği konusunda görüş birliği içindeler. Yine bilim insanları gelecek yıllarda yağışların sıklığı ve şiddetindeki artışların süreceğini ileri sürüyor. Taşkınların yanısıra kentlerde kuraklık bağlantılı su sıkıntısı da artıyor. Yapılan araştırmalar dünyada halen 4 kentten birinin su sıkıntısı yaşadığını ve bu sıkıntının kentlere yakın nehir havzalarında yaşanacak iklim değişikliği etkileri ile daha da artacağını ortaya koyuyor(2). Bu da iklim değişikliği ile birlikte kentlerimizi bekleyen risklerin arttığını ve alınacak önlemler konusunda çalışmaların da artması gerektiğini ortaya koyuyor. Tüm bu gelişmeler ve projeksiyonlar kentlere su temini ve su hizmetleri yönetiminin yeni fikirler ve yeni yaklaşımlarla tekrar ele alınmasını gerekli kılıyor.

Derneğimizin ülkemizdeki çalışmalara katkıda bulunmak için hazırladığı bu raporun faydalı olmasını umuyoruz

Saygılarımızla

Dursun Yıldız

Başkan

1 Aralık 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
GİRİŞ	4
1.KENTSEL SU YÖNETİMİNİN ARTAN ÖNEMİ VE AKILLI KENTLER KONSEPTİ	5
2.KENTSEL SU ALTYAPISINI GELİŞTİRME PROGRAMLARI	5
3.HIZLA BÜYÜYEN KENTLER İÇİN YENİLİKÇİ SU YÖNETİMİ STRATEJİLERİ	6
4.SUYU DAHA VERİMLİ KULLANAN KENTLER İÇİN YENİ SU STRATEJİLERİ ÇALIŞMALARI	8
5.YENİLİKÇİ KENTSEL SU YÖNETİMİNE GEÇİŞ KAVRAMI VE UYGULANMASI	9
5.1. Kentlerde Yenilikçi Su Yönetimine Geçiş Araçları	10
5.2.Yenilikçi Kentsel Su Yönetimine Geçişin Uygulama Alanı	10
6. İKLİM DEĞİŞİMİ ETKİSİ ALTINDA YENİLİKÇİ KENTSEL SU YÖNETİMİ	11
6.1.Suyu Daha Verimli Kullanan Kentler Oluşturmak için 3R Formülü	11
6.2.Yağmur Suyu Depolama	12
6.3. Akıllı Kentlerde Yenilikçi Su Yönetimine Geçiş Aşamaları	14
7.DÖNGÜSEL EKONOMİ VE KENTSEL SU YÖNETİMİ	14
8. SUYU VERİMLİ KULLANAN AKILLI KENTLER	15
9.TÜRKİYE GENELİNDE KENTSEL SU TEMİNİ AÇISINDAN DURUM	16
10.DEĞERLENDİRME	17
11. UYGULAMAYA YÖNELİKBAZI SOMUT ÖNERİLER	19
12.KAYNAKLAR	22

GİRİŞ

2050 yılında dünyada 6 milyara yakın insanın kentlerde yaşayacağı tahmin ediliyor. Bu kentlerin büyük bölümü bugün bile trafik, plansızlık, yetersiz enerji ve su temini, yetersiz altyapı, iklim değişimi etkileri, deprem, taşkın riskleri ve bu risklerin kötü yönetimi, kayıtsız ekonomi , iklim ve savaş göçmenleri güvenlik gibi baskılarla karşı karşıyadır.

UNHCR ‘nin 2017 raporuna göre dünyada ülke içindeki göçmenlerin %80’i ile çeşitli şekillerde göçe zorlanan mültecilerin %60’ı kamplar yerine kentlerde yaşıyor.

Kentlere göçlerin artması kent yönetimi üzerinde daha çok su, gıda ve enerji temini gibi yaşamsal ihtiyaçların karşılanması baskısının artırıyor. İklim değişimi ise kuraklık , kent selleri riskleri ve sıcaklık dalgaları yaratmanın yanısıra deniz suyu yükselmesi ile kentlerin fiziki geleceğini de tehdit etmekte. Bu anlamda özellikle bu baskılarla karşılaşmakta olan kentlerde iklim değişimine adaptasyon ve zararların önlenmesi konusundaki tedbirlerin önceliği artıyor.BM Raporlarına göre gelecek 30 yıl içinde kentlerin su ihtiyacında %50-70 oranında artış bekleniyor.

Dünya Ekonomik Forumu “ Küresel Risk Raporu 2016’da “iklim değişikliğinin neden olacağı kuraklık taşkın ,su krizi gibi afetlerin gelecek 10 yıllarda küresel etkilerinin en geniş şekilde yaşanacağı belirtilmiş ve bunların sonuçlarının azaltılması ve uyum sağlanmasının öneminden söz edilmiştir(1).

Son yıllarda uzmanlar yağışların şiddetinin arttığı , kent sellerinin geçmişe nazaran daha çok yaşandığı ve büyük zararlar verdiği konusunda görüş birliği içindeler. Yine bilim insanları gelecek yıllarda yağışların sıklığı ve şiddetindeki artışların süreceğini ileri sürüyor. Taşkınların yanısıra kentlerde kuraklık bağlantılı su sıkıntısı da artıyor. Yapılan araştırmalar dünyada halen 4 kentten birinin su sıkıntısı yaşadığını ve bu sıkıntının kentlere yakın nehir havzalarında yaşanacak iklim değişikliği etkileri ile daha da artacağını ortaya koyuyor(2).

Tüm bu gelişmeler ve projeksiyonlar kentlere su temini ve su hizmetleri yönetiminin tekrar ele alınmasını gerekli kılıyor. Bu ihtiyacın doğal olarak bütünleşik bir yaklaşımla ele alınması gerekmekte. Bu nedenle kentlerin planlanmasından bu planların uygulanmasına ve temel ihtiyaçların yönetilmesine imkan tanıyacak bir anlayış değişimine ihtiyacımız bulunuyor. Bu bütünleşik yaklaşımın içinde sürdürülebilir su ve atıksu yönetimi hizmeti,talebi sürekli ve yaşamsal bir özellik taşıdığından daha öne çıkıyor.

Bu raporda bu ihtiyaçların ortaya çıkarttığı ‘ AKILLI KENTLERLE YENİLİKÇİ SU

YÖNETİMİ anlayışına geçişte etkili olabilecek faktörler ve aktörler ile Kuraklığa Dirençli Kentler'in temel özellikleri ele alınmıştır.

1.KENTSEL SU YÖNETİMİNİN ARTAN ÖNEMİ VE AKILLI KENTLER KONSEPTİ

Kentsel su kullanımı, dünya genelinde toplam su kullanımının ortalama % 10'u gibi görece düşük bir değer gibi görünse de talebinin sürekli olması ve yaşamsal bir ihtiyaç olması nedeniyle diğer sektörel kullanımlardan daha farklı bir önem taşır. Kentsel su teminin kesintiye uğraması veya kalitesinin düşmesi günlük insan yaşamını doğrudan ve kısa sürede etkilediği için de toplumsal, siyasal etkileri de daha radikal olur. Bu nedenle kentsel su temininin düzenliliği ,kalitesi ve sürekliliği su yönetimi için dinamik dikkat gösterilmesi gereken bir alandır.

Ancak buna rağmen kırsaldan kente göç, düzensiz kentleşme, ve iklim değişimi baskısı altında kalan kentsel su yönetimi dünyanın çeşitli bölgelerinde artan bu talebi karşılamakta zorluklar yaşamaya başlamıştır.Bu durum Mega Kent yöneticilerinin merkezi hükümetlerin dışında iklim değişimine karşı alınacak önlemler konusunda birlikte hareket ettikleri uluslararası bir ortam da yaratmış durumdadır.

Kentlerin karşı karşıya kaldığı bu baskılar, sistemik bir anlayışla kentlerimizi diğer sorunların çözümünün yanısıra “kuraklığa dirençli kentler” haline de dönüştürmemizi gerekli kılmaktadır. Bu konudaki çalışmalarda Yeşil Kent, Esnek Kent, Dirençli Kent gibi kavramlar oluşmaya başladı bile. Bu çalışmalar arasında su dostu akıllı kentlere geçiş de öne çıkıyor.

Çünkü dünyanın birçok kentinde su hizmetleri yöneticileri su temini sıkıntısı ve kent taşkınlarının önlenmesi gibi problemlerle son dönemde daha sık karşılaşılıyorlar.

Artan bu sorun , sorunun yukarıda açıklanan kısa sürede etkili yaşamsal önemi nedeniyle kentsel su yönetimini zorluyor. Bu nedenle de doğal olarak hızlı ve kısa süreli çözümler aranıyor. Ancak artan tehditler konuyu sistemik bir yaklaşımla ele alıp şehir planlama ve su temininde yeni anlayışlara geçiş gibi yaklaşımları zorunlu kılıyor. Buradan yola çıkılarak geliştirilen “Su Dostu Akıllı Kent” konsepti kapsamında öncelikle suyun bir sıkıntı kaynağı yerine yaşamsal öneme sahip kısıtlı bir doğal kaynak gibi ele alınması gerekiyor. Bazı uzmanların öne sürdüğü gibi Suyu akıllı kullanan kentlere geçiş aynı zamanda şehir hayatının kalitesinin artırılması için bir fırsat olabilir.

2.KENTSEL SU ALTYAPISINI GELİŞTİRME PROGRAMLARI

Yukarıda sözü edilen risklerin azaltılması için çalışmalar başlamıştır. Bu kapsamda küresel olarak kentsel altyapıya gelecek 15 yılda 90 milyar dolarlık bir yatırım planlanmıştır(GCEC,

2016).

Ülkemizde kentsel dönüşüm olarak daha çok “ konut dönüştürme” eksenli gerçekleşen her bir Kentsel Geliştirme projesi aslında kentlerin su sıkıntısı, suyun yeniden kullanımı, yağmur suyu hasadı, taşkın tedbirleri gibi iklim değişimi kaynaklı sorunların çözümü için model uygulama alanları oluşturma imkanı sağlamaktadır. Bu anlayış mevcut altyapıda zaman zaman yapılması gereken kapasite artırma çalışmalarından orta vadede daha az maliyetli olabilir.

3.HIZLA BÜYÜYEN KENTLER İÇİN YENİLİKÇİ SU YÖNETİMİ STRATEJİLERİ

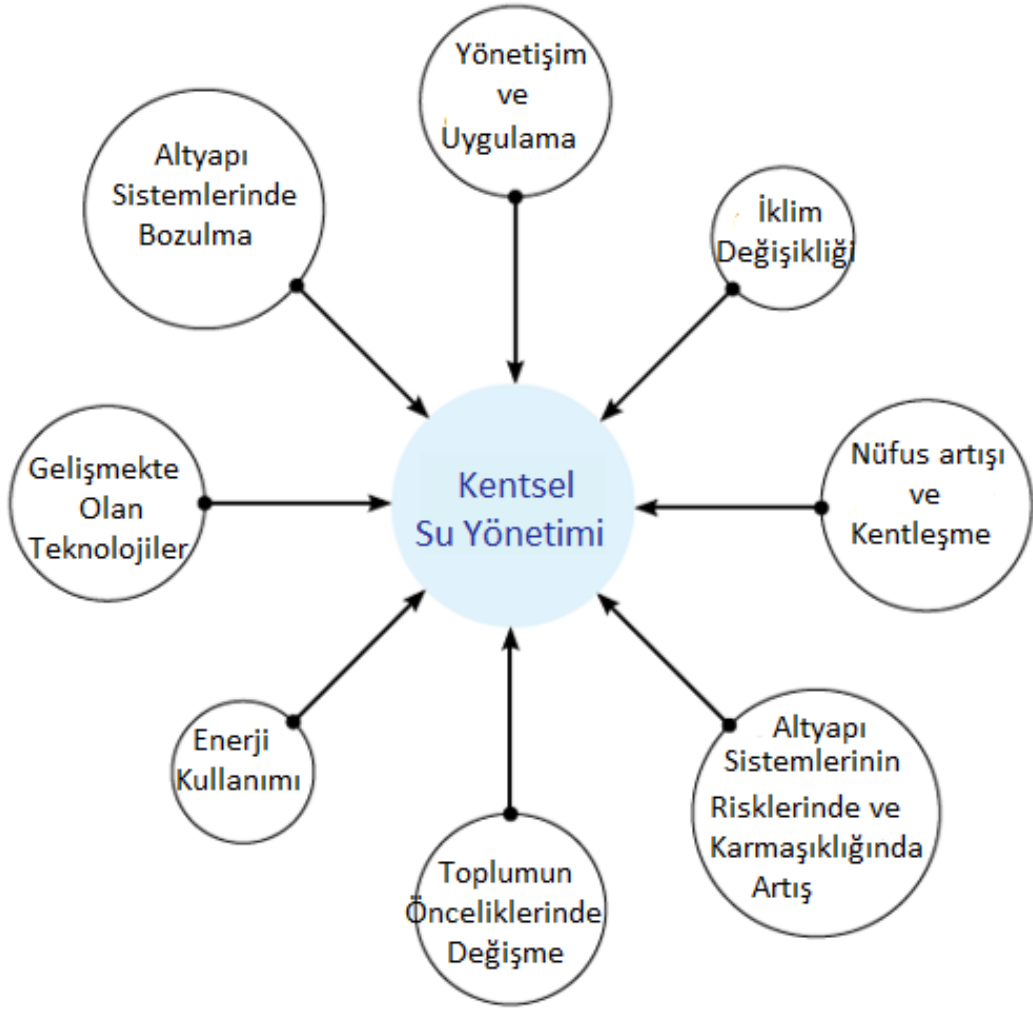
İklim değişimi etkisi altında plansız ve hızla büyüyen kentlerin en önemli sorunu ilave su temini ihtiyacının doğal ve sürdürülebilir kaynaklardan sağlanmasının riske girmesidir. Bu gelişme yaşamsal ve sürekli sağlanması gerekli bir ihtiyaç olan suyun temini için su yönetimini deniz suyu arıtma gibi doğal olmayan pahalı çözümlere zorunlu bırakabilir.

Bu çözümün öncesinde kentin akıllı su kullanan dirençli bir kente geçişi için gerekli altyapı düzenlemesi yapılmalıdır. Bu kapsamda su kullanım bilincinin artırılması, yağmur suyu hasadı, atık suyun yeniden kullanımı gibi önlemler hızla alınmalıdır. Kentlere su temini kadar önemli olan diğer bir husus da , içme ve kullanma suyunun bir kamu hizmeti kapsamında karşılanabilir bir ücret ile temin edilmesidir. Bu nedenle kentlere sürdürülebilir su temini stratejileri aynı zamanda suya sürdürülebilir bir şekilde sahip olma insan hakkını da gözardı edemez.

Kuraklığa dirençli kentlere geçiş konusunda ilgili tüm kesimlerin birlikte çalışarak yaratacakları bütünleşik , katılımcı su yönetimi anlayışı aslında kurak dönemler için sosyo- kültürel ve sosyo- ekonomik bir direnç noktası oluşturur.

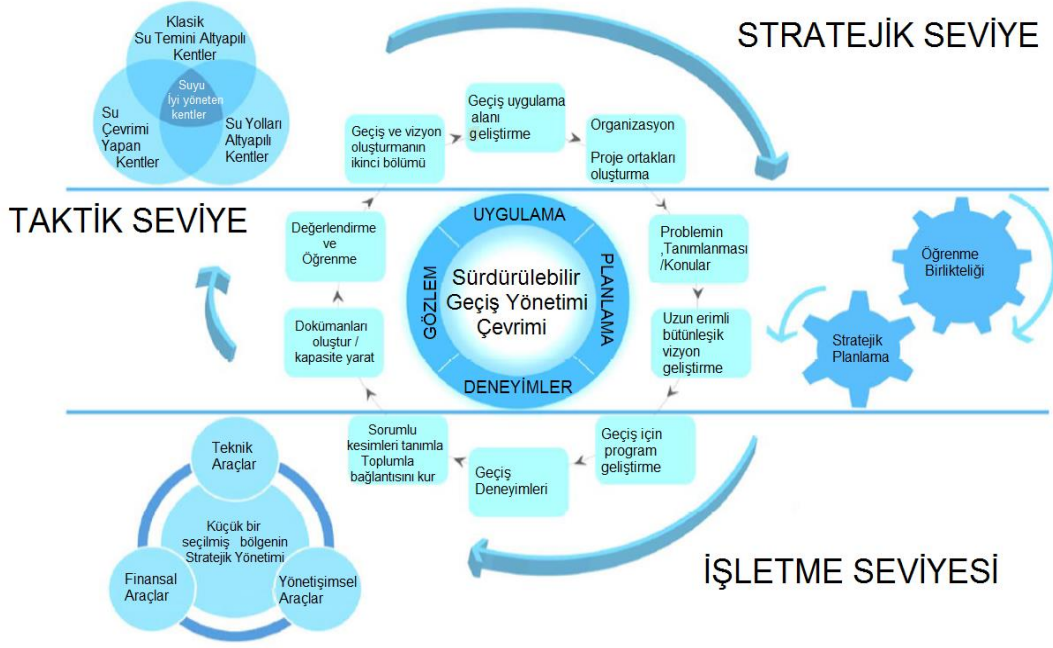
Bu hazırlığın yapılmadığı, meteorolojik ve hidrolojik kuraklık baskısındaki mega kentler yaşayacakları ilk kurak dönemde su temini konusunda ekonomik ve ekolojik açılardan sürdürülebilir olmayan çözümlere zorlanabilir ve su temin dengeleri bozulabilir. Aslında bu kurak dönemler iyi yönetilebilirse suyun yeniden kullanımı, verimli kullanımı gibi konularda toplumsal bilinç yaratılmasına da yardımcı olurlar.

Kentlere su temin eden havzalarda koruma önlemleri ve etkin su hizmetleri yönetimi ile eşgüdümlü olarak yapılacak olan yenilikçi çalışmalar kurak ve yarı kurak bölgelerde kentlerin kuraklık direncini olumlu yönde etkiler.



Şekil 1.Kentsel Su Yönetiminin mevcut ve oluşması muhtemel sorun alanları (10).

Bu yenilikçi su yönetimi stratejisi konusunda yapılan kapsamlı çalışmalardan biri de 2006-2011 yılları arasında gerçekleştirilen SWITCH projesidir. “Geleceğin Kentleri“ projesi kapsamında yürütülen bu Proje ile daha sürdürülebilir bir kentsel su yönetimi amaçlanmıştır. 15 ülkeden 33 kurum ve kuruluşun yer aldığı proje Hollanda'nın Uluslararası Hidrolik Enstitüsü (UNESCO-IHE) tarafından yürütülmüştür. Bu projede Kentlerde suyun en verimli şekilde kullanılması yenilikçi bilimsel teknik,sosyo ekonomik çözümler oluşturulması için çalışmalar yapılmıştır.Projede kentsel su yönetiminin mevcut ve oluşması muhtemel sorun alanları Şekil 1’de ,sürdürülebilir kentler için su yönetimine geçişin yol haritası da Şekil2 ‘de verilmiştir.



Şekil 2. Geleceğin sürdürülebilir kentleri için gerekli su yönetimine geçişin yol haritası (10). Yapılan bir araştırma dünyanın güney kesiminde hızla büyüyen küçük ve orta ölçekli yerleşim birimlerinin özellikle yeterli su temini konusundaki sorunların çokça yaşandığı bölgeler olduğunu ortaya koymuştur (5). Örneğin Güney Asya'daki kentlerde yaşanan bu sorunların çözümü konusunda yapılan çalışmalar "kentlerin iklim değişikimine uyumlu bir su yönetimine geçişi" için uygulanan projelerde kadınların daha etkin rol alması gerektiğine işaret etmektedir. Bu örnekler iklim değişikimine uyumlu bütünlük kent su yönetiminde diğer paydaşların içerisinde kadınların anahtar rolünü belirtmesi açısından önem taşımaktadır (6).

4.SUYU DAHA VERİMLİ KULLANAN KENTLER İÇİN YENİ SU STRATEJİLERİ ÇALIŞMALARI

İklim değişikimi ve kırsaldan göç, kentlerde su temini ile su talebi arasındaki makasın açılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle mevcut kentlerin suyu sadece talep eden değil değil suyu akılcı ve verimli kullanan esnek-dirençli kentlere dönüşmesine yönelik çalışmalar artmaktadır.

Su ve çevre ile ilgili ulusal ve uluslararası kuruluşlar her yıl daha da artan sayılarda (Resilience Cities) Afetle Başedebilir, Dirençli-Esnek-Dayanıklı kentler konusunda uluslararası toplantılar düzenlemektedir. Bu toplantılarda ele alınan konulardan biri de iklim değişikimi etkisindeki kentlerde su hizmetleri yönetiminin sürdürülebilir olarak verilmesidir. Bu kapsamda suyun daha az ve daha verimli kullanımı, yağmur suyu toplama ,atık suyun tekrar kullanımı ,su hizmetleri bütüncül yönetimi ,su ile bağlantılı afet riskleri yönetimi gibi konuların

daha fazla dikkate alınması ve Su Yönetiminde Akıllı Kentler yaratılması gibi konular ele alınmaktadır.

5.YENİLİKÇİ KENTSEL SU YÖNETİMİNE GEÇİŞ KAVRAMI VE UYGULANMASI

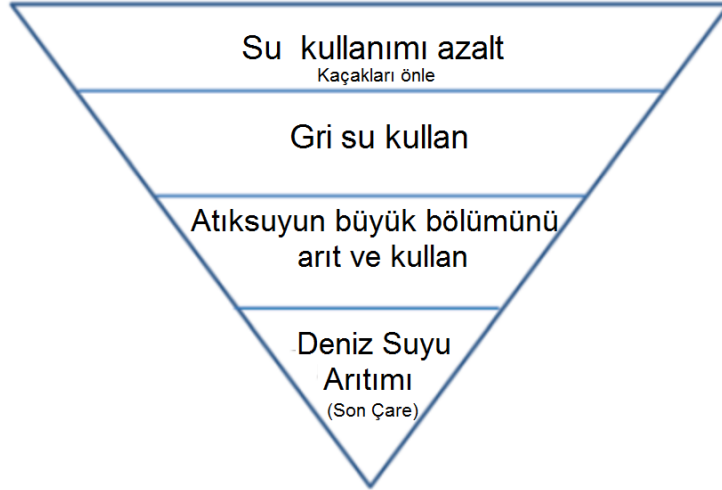
Geleceğin şehirlerinde suyun akıllı yönetimi için geçiş dönemi konsepti (Transitioning concept) yeni teknolojiler ve yöntemler deneyip uygulayarak mevcut kompleks sistemlerin yapısal değişimini sağlamak üzere gerekli olan dönemi ifade etmektedir. Geleceğin yeni kentsel su yönetimine geçiş aslında bir yapısal transformasyon gerektirmektedir. Bu geçiş klasik sosyo-tekniik sistemlerden yeni jenerasyon bütünleşik ve sürdürülebilir kent su yönetimi sistemlerine radikal bir geçiş olacaktır.

Suyun iyi yönetildiği afetlere dirençli kentlerin oluşturulabileceği bu geçişi başarabilmek için kentsel su çevriminin ,su temini, arıtma ve drenaj sistemleri gibi fonksiyonlarının birbiriyle olan ilişkilerinin yanısıra, bu konuda bir toplumsal bilinç yaratmanın öneminin de iyi anlaşılması gereklidir. Kentsel su yöneticilerinin geleceğin kuraklığa dayanıklı kentleri için kentin su ihtiyacının projelendirilmesini ve su hizmetlerinin yönetilmesini bütüncül bir anlayışla ele almaları gerekir.

Geleceğin sürdürülebilir kentlerinin oluşmasında en önemli rolü , suyun çok verimli kullanımı ve gelecek kuşaklar için önemi konusunda gerçekleşecek “Radikal bir düşünce devrimi “ oynayacaktır. Kentliler kullandıkları suyun verimli kullanılmasına ve korunmasına bu paradigma değişimi ile daha normatif değerlerle bakıp, kuşaklar arası doğal kaynaklar, ekolojik miras ve su kullanım eşitliğini de gözetmek zorundadır.

Bu anlayışın geliştirilerek bir toplumsal bilince dönüştürülmesi büyük önem taşır. Çünkü yenilikçi su yönetimine geçişte her türlü teknolojik tedbirden sonuç alınabilmesi için bu bilincin oluşturulmasına büyük ihtiyaç bulunmaktadır.





Şekil 3.Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı hiyerarşisi (12).

Avustralya’da sürdürülebilir bir kentsel su yönetimi stratejisi için çalışmalar yapan Hurlimann (12) bir su kaynakları hiyerarşisi önermiştir (Şekil 3).

Bu hiyerarşik dizilim, su yönetiminin alternatiflerini çevresel duyarlılığı öne çıkartarak oluşturulmuş bir dizilim olup bunun teklif edildiği 2007 yılında bu yana geçen 13 yıl içinde çevresel duyarlılık, su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetiminde daha da önemli hale gelmiştir.

5.1.Kentlerde Yenilikçi Su Yönetimine Geçiş Araçları

Kentlerde yeni su yönetimi stratejilerine geçiş araçları olarak;

Kentsel Su Bilgi Sistemi, Kentsel Su Bütçesi, Kentsel Su Ekonomisi, Kentlerin yüzey suyunu kanalizasyon sisteminden ayırmak, Talep yönetimi, Coğrafik Bilgi Sistemi tabanlı su yönetimi karar destek mekanizması, Katılımcı yönetim modelleri, Yeni sosyal ilişki altyapısı için sistem yaklaşımı, Yağmur suyu hasadı gibi araçlar ortaya çıkmaktadır.

Bu araçlar bu alandaki değişimi desteklemenin yanısıra farklı alternatiflerin ortaya çıkartılması ve değerlendirilmesine de olanak tanır. Bu anlamda da karar vericilere yardımcı olurlar. Aslında bu değişim sadece yeni teknikler ve kavramlara değil aynı zamanda katılımcılık, toplumsal, bilinç birliktelik yaratılması disiplinlerarası ortak akıl üretimi gibi çalışmalara da ihtiyaç duymaktadır.

5.2.Yenilikçi Kentsel Su Yönetimine Geçişin Uygulama Alanı

Yenilikçi kentsel su yönetimine geçişin uygulama alanı seçimi önemlidir. Söz konusu uygulama alanının değişime ihtiyacı olsa bile diğerlerine nazaran daha iyi bir su yönetimine

, kısıtlı suyun daha akılcı kullanılabilmesi için uygun bir altyapıya ve su kullanıcılarla gelişmiş ilişkilere sahip olunan bir alan olması tercih edilir.

Seçilmiş olan bir stratejik bölgenin veya su sisteminin yönetimi, iyileştirilmiş su yönetiminin teknolojik, sosyal ve diğer alanlardaki uygulamalarının yaygınlaşabilmesi için yaşamsal önem taşır. Buradaki çalışmalarda yeni sisteme geçişin sağlanabilmesi için bilgi, deneyim ve yol haritası oluşur. Kentlerde yenilikçi su yönetimi sisteminin mevcut sisteme entegre edilebilmesi için yeni düşüncelerin yaygınlaşması gereklidir.

Bu yenilikçi yaklaşımlar ve fikirler, sorumlu kurum ve kuruluşlar ile sivil toplum ağı tarafından savunulmalıdır. Bu uygulama alanlarından elde edilecek deneyimler yapılan çalışmaların sürdürülebilir bir geçişe ne kadar katkıda bulunabileceklerinin anlaşılması açısından önemlidir.

6. İKLİM DEĞİŞİMİ ETKİSİ ALTINDA YENİLİKÇİ KENTSEL SU YÖNETİMİ

Kentlerin su yönetiminde sürdürülebilirliği arttıracak önlemler için idari-tekniik ve sosyo-kültürel iki alanda eşgüdümlü olarak yapılacak çalışmalar önem taşımaktadır. Bu çalışmalar apartman-site ölçeği, mahalle ölçeği, ilçe -kent ölçeği ve bölge -havza ölçeği gibi 4 ölçekte gerçekleşebilir.

6.1.Suyu Daha Verimli Kullanan Kentler Oluşturmak için 3R Formülü



Şekil 4. 3R Çevrimi

Bu bölümde nüfusu hızla artan kentlerde sürdürülebilir su yönetimi için yakın gelecekte çok kullanılacak olan bir çevrimden söz edeceğiz(Şekil 4). Bu çevrim suyun verimli kullanılması çevrimi olup İngilizce olarak “Reduce, Reuse, Re-water-cycle” kavramlarının başharfleri ile (3R) tanımlanmaktadır.Burada sözü edilen Azalt ,Tekrar Kullan, Su Çevrimi Oluştur (Reduce, Reuse, Re-water-cycle) kavramlarının anlamları aşağıda açıklanmıştır.

Azalt (Reduce): Su kullanımının daha bilinçli yapılması ile kullanılacak su miktarındaki azalma , kayıp ve kaçakların azaltılması ,bir diğer deyişle kişisel su ayakzinde azalma olarak açıklanır.

Tekrar Kullan (Reuse): UN-Water departmanına göre tüm dünyada üretilen atık suyun % 80’i arıtılmadan ve tekrar kullanılmadan ekosisteme verilmektedir. Ancak fiziksel su sıkıntısı içinde olan ülkelerin (İsrail) özellikle kentsel atık suyun tekrar kullanımı konusundaki başarıları ve teknolojik gelişmeler de bu tekrar kullanımın artmasını teşvik eder niteliktedir. Türkiye’de de bazı belediyelerimiz atık sularını arıtıp bu suyun tarımsal sulamada kullanılmasına yönelik projeler geliştirmiş örneğin Kayseri Belediyesi böyle bir projeyi uygulamaya geçirmiştir. .Bu konuda dünyadaki örnekler de artmakta olup örneğin ABD Atlanta Eyaletinde okulların kullanma suyunun %40 ‘ı arıtılmış atıksudan karşılanmaktadır.

Su Çevrimi (Re-water cycle) : Yukarıda sözü edilen tekrar kullanım kavramı (reuse) ile su çevrimi (Re-cycle) kavramı benzer gibi görünse de Re cycle kavramına su(water) terimi eklenip kavram Re-water-cycle olarak ifade edilirse anlam tamamen farklı olmaktadır.

Burada tekrar kullanımı (Reuse) kavramı atık suyun tekrar kullanımı için yeni yöntemlerin bulunmasını içerir. Çevrim suyu (Re-cycled water) buharlaşmanın , yoğuşmanın ve yağışın sürekli bir çevrim içinde yer aldığı bir su kaynağıdır. Suyun çevrime sokulması gerekli bir döngü olup ancak iki tarafı keskin bir kılıç olarak da kabul edilir. Bu geçiş sırasında su bir ortamdan diğerine geçebilir. Su buharı bir durumdan diğerine geçtiğinde veya bir soda şişesi içine girdiğinde sonuç aslında bir tarafta su kaybı diğer tarafta ise su kazanımı olarak ortaya çıkar.

Bu çevrim kentsel atık suyu arıtıp bu suyu kentsel su temini çevrimi içine alarak da yaratılmaktadır. Gelişmiş ülkeler kentsel ve endüstriyel atık sularının ortalama yaklaşık %70’ini geliştirmekte olan ülkeler %28- %38’ini azgelişmiş ülkeler ise % 8’ini arıtmaktadır (13).

6.2.Yağmur Suyu Depolama

Şehir suyundan yararlanan sektörlerin kullandığı suyun aslında yalnızca %20’si tüketilmektedir. Geri kalan %80’lik kısmı, genellikle arıtılmış atık su olarak çevreye geri dönmektedir. Şehirlerdeki betonla kaplı ve yalıtılmış yüzeyler tipik olarak, yağmur suyunu atık

su ile birleştigi kanalizasyon ağlarına yönlendirmektedir. Bu da yağmur suyunun toprağa karışmasını ve gelecekte işimize yarayabilecek yer altı suyu depolarının bir parçasını oluşturmasını engellemektedir. Yağmur yüzey suyu ve atık su genellikle, şehirlerden uzaklarda bulunan nehirlere dönmeden önce su arıtma tesislerinden geçmektedir. Kentsel su sistemlerinde yapılan bazı değişiklikler ile, hem yağmur suyu hem de daha az kirlenmiş atık su şehirdeki su kullanıcılarına geri döndürülebilir.

Bu değişikliklerden biri de gri suyun tekrar kullanılmasıdır. Gri su, tuvaletler dışında banyolar, duşlar, lavabolar ve mutfaktan gelen atık su gibi evlerdeki tüm atık suları nitelemektedir. Bu su, doğrudan yerinde arıtılabilir ya da içme suyu dışında bir amaçla (örn. tuvaletlerdeki sifonlarda) arıtılmadan kullanılabilir

Şehirlerde ayrıca, bir çatıdan ya da otoyoldan gelen yağmur suları bir toplama konteynerinde toplanabilir ve bu sular tuvalet sifonları, araba yıkama ya da bahçe işleri gibi içme suyunun kullanılmadığı aktivitelerde kullanılabilir. Ayrıca bu yağmur suları doğrudan bir yer altı suyu enjeksiyonuna da yönlendirilebilir. Kentsel açık yeşil alanların sulanmasında kullanılan su kaynakları içerisinde yağmur suyunun depolanması yöntemi, suyun akılcı ve verimli kullanımı açısından alternatif bir su kaynağı elde etme yöntemi olarak önerilebilir.

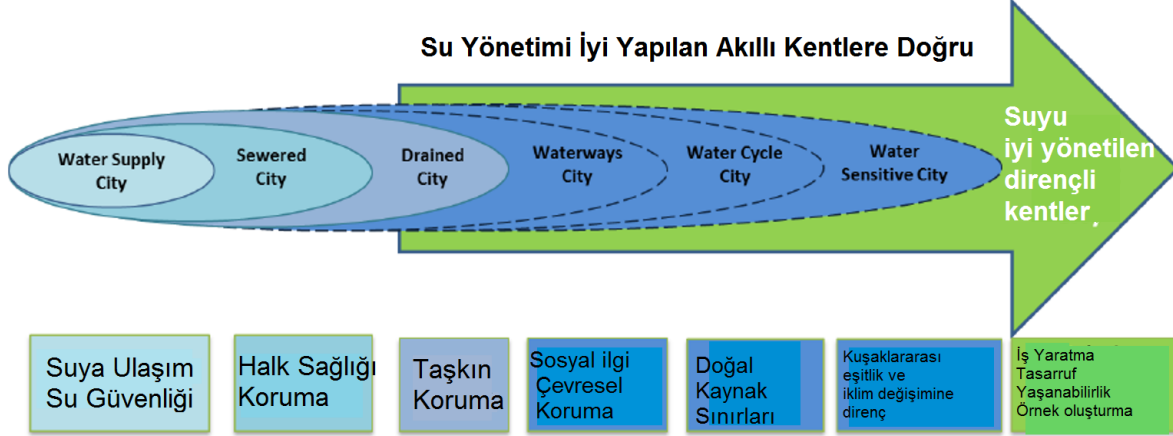
Yağmur suyunun toplanması ve depolanması yeni bir fikir gibi görünse de tarihsel olarak çeşitli medeniyetler tarafından kullanılmış bir yöntemdir. Anadolu'da ortaya çıkarılan sarnıç kalıntıları da bunu kanıtlamaktadır. Bu sarnıçlar doğrudan yağmur sularını toplayarak ana su sistemini beslemektedir.

Kent yönetimlerinin kuracakları su toplama kanallarının yanında bireyler de “yağmur suyu toplama tankı” inşa ederek hem su faturalarını düşürebilirler hem de yağmur suyundan daha fazla yararlanabilirler. Bahçesi olan evler veya apartmanlar yaptıracakları su tankları ile bahçe ve çiçek sulamalarını, araç yıkamalarını şehir suyunu kullanmadan karşılayabilirler. Bu konuda Belediyeler de bireyleri özendirirler. Bu özendirme, Avustralya'nın Sydney Belediyesinde olduğu gibi birbirine komşu evlerin yağmur suları uygun bir noktaya yerleştirilecek yağmur suyu toplama tankında toplanabilir. Uygun kullanım ortamlarında kullanılabilir hatta gerekli arıtma yöntemleriyle birlikte içme suyu olarak ta kullanılabilir. Diğer yandan da şehir şebekesine olan talep önemli oranda düşürülebilmektedir.

Yapılan araştırmalar konutlarda uygulanan yağmursuyu depolanmasıyla önemli ölçüde su tasarrufu sağlandığını ortaya koymuştur. (17).

6.3. Akıllı Kentlerde Yenilikçi Su Yönetimine Geçiş Aşamaları

Avustralya'daki kentlerin su kullanımı ve yönetimi dönemlerinin detaylı (tarihsel güncel ve gelecek) araştırmaları Şekil 5 de verilen kentlerin 6 farklı durumunu ortaya koymuştur.

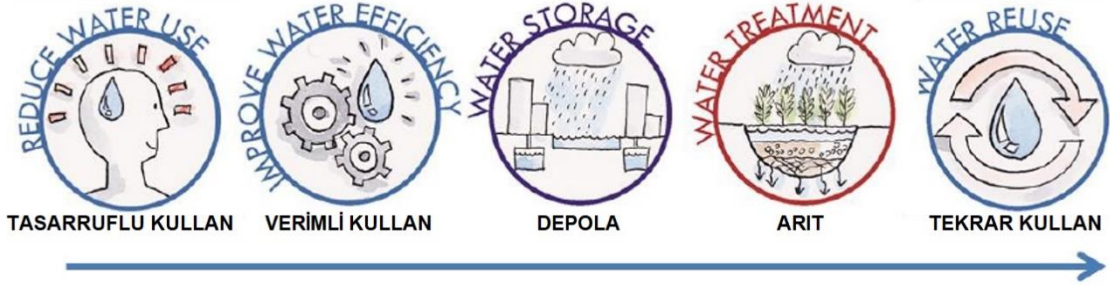


Şekil 5. Su yönetimi iyi yapılan akıllı kentlere doğru geçiş (18).

Şekil 5'de verilen 'Water Supply City', the 'Sewered City', the 'Drained City', the 'Waterways City', the 'Water Cycle City', and the 'Water Sensitive City'. kavramlarının yer aldığı çerçeve, suyu iyi yönetilen dirençli kentlere doğru bir geçişin birbiri ardısıra gelen sosyal, siyasi ve teknolojik içeriklerini ortaya koymaktadır.

7.DÖNGÜSEL EKONOMİ VE KENTSEL SU YÖNETİMİ

Uzmanlar döngüsel ekonomiye geçişin bütün faydalarıyla birlikte önümüzdeki 10- 20 yılda gerçekleşeceğini düşünmektedir. Burada iş modellerinin, finans sisteminin, hukuk sisteminin adapte edilmesi, atığın atık olarak değil ama bir ürün olarak görülmesi ,ihracat ve ithalat yasalarının buna göre değiştirilmesi gerekiyor. Böylece atıklar için yeni bir pazar oluşturulması mümkün görünmektedir. Döngüsel ekonomi aynı zamanda iklim değişikliği ile mücadelede en büyük katkıyı verebilecek bir model olarak kabul edilmektedir. 2017 yılında Hollanda'da belirlenen hedeflere göre AB'nin 2050'ye kadar döngüsel ekonomiye geçmiş olması ve 2030'a kadar ise metal, fosil yakıt gibi ürünlerin girdisinin %50 oranında düşürmesi gerekmektedir. Kentlerde oluşturulacak yeni ekonomik yaklaşımlar kapsamında su da döngüsel bir ortam içinde kullanılacaktır. Bu kullanım modeli Şekil 6 da verilmektedir.



Şekil 6.Kentlerde suyun döngüsel kullanımı (18-2016)

Kullanımı azalt: Farkındalığın artırılarak kentsel ve evsel su kullanımının azaltılması

Verimliliği artır: Su kullanımında teknik ve idari önlemler ile yeni yapılarda ve mevcut yapılarda su kullanımı verimliliğini artırır (Tuvalet,duş vb)

Suyu depola : Kentlerde sokak ve caddelerde akan su ile çatılardan gelen yağmur suyunu kent taşkınlarının önlenmesi ve tekrar kullanılması amacıyla tanklarda ve depolarda toplar.

Suyu Arıt: Taşkın suyunu ve evsel gri atık suyu sulak alanlarda ve kum filtrelerinde toplar

Suyu Tekrar Kullan : Bu suyu kentsel kullanım suyu olarak veya kent çevresinde tarımsal sulamada kullanır

8. SUYU VERİMLİ KULLANAN AKILLI KENTLER

Suyu akıllı kullanan kentler yaklaşımı şehir planlamasını ve kentsel sürdürülebilir su teminini birbiriyle bütünselleştiren bir yaklaşım olup bu konsept kentlere düşen ani yağış sularının kullanımını yeraltısularını, atık su arıtımını ,iklim değişimi etkisine uyumlu olarak su teminini ,kaynak verimliliğini,enerjide yenilenebilir kaynaklara geçişi, çevre korumayı, estetik ve peyzaj duyarlılığını kapsar.

Suyu akıllı kullanan kentler yaklaşımı içinde ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik için bütünlük stratejiler geliştirilmektedir.



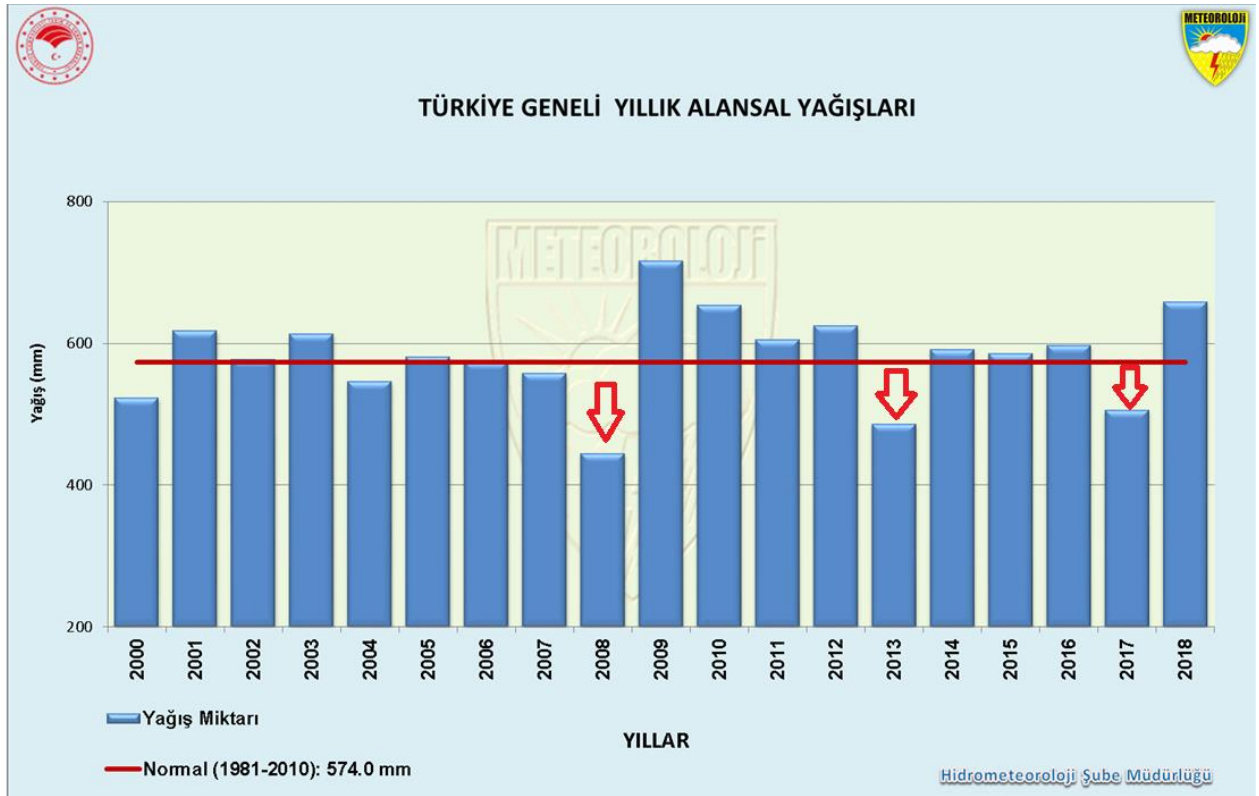
Şekil 7. Suyu akıllı kullanan kent: Sürdürülebilir kent gelişimi ve kentsel su yönetiminin entegrasyonu (18-2016)

Şekil 7. de suyu akıllı kullanan kentler konsepti verilmiştir. Burada sistemik suyu akıllı kullanan kentler konsepti yenilikçi fırsatlar ve iş olanakları sunarak kent suyu çevrimi için gerekli üç ana segmentin uygulanmasını gerçekleştirilebilir kılar.(Su temini, akışa geçen kent suyunun toplanması ve atıksu arıtımı).

9.TÜRKİYE GENELİNDE KENTSEL SU TEMİNİ AÇISINDAN DURUM

2016 yılının kentsel su istatistiklerine göre Türkiye'deki 1394 belediye 5,8 milyar m³ su çekmiş olup bu suyun % 45'i barajlardan, %27'si kuyulardan,%17'si derelerden,%9,5'uğu nehirlerden,%1,8'i de göl ve denizlerden çekilmiştir. Çekilen bu suyun % 57,4'üne karşılık gelen 3,4 milyar m³ 'ü arıtılmıştır. Bu durumda Türkiye nüfusunun % 55'ine temin edilen içme ve kullanma suyu arıtılarak verilmektedir.

Türkiye’de 2016 yılında kişi başına bir günde çekilen içme ve kullanma suyu miktarı 217 litre olmuştur. Bu miktar İstanbul’da 189 Lt, Ankara’da 227 ,İzmir’de 173 Lt olarak verilmiştir(16). Türkiye genelinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün hazırladığı (Şekil 8) yıllık alansal yağış grafiğine bakıldığında 2009 yılından bu yana yıllık alansal yağışlarda bir azalma eğilimi göze çarpmaktadır. Bunun yanısıra 2008 ,2013 ve 2017 yıllarında Türkiye geneline düşen yıllık alansal yağışların ortalamanın çok altında olduğu görülmektedir. Bu düşük yağış miktarının ülke genelinde veya bölgesel olarak 2 yıl ard arda sürmesi ülkemizin su yönetimini kentler başta olmak üzere çok zorlayacaktır. .



Şekil 8.Türkiye Geneli Yıllık Alansal Yağışları

(<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx>)

10.DEĞERLENDİRME

Sonuç olarak, suyu verimli kullanan akıllı kentlerin yaratılması su kullanım bilincinden başlayan ve atık suyun tekrar kullanılmasına kadar uzanan bütünsel bir planlama ile bir geçiş dönemine ihtiyaç duyar. Bu dönemde kapsamlı kentsel planlama ve bu planlara entegre edilebilecek kentsel su yönetimi ilkelerinden daha fazla yararlanılmalıdır.

Suyu verimli kullanan akıllı kent planlamasında su temini ,atıksu uzaklaştırma ve su kullanım sistemlerinde ileri teknolojik su dostu ekipmanların kullanılması önemlidir. Ancak bu evsel

ölçekteki tedbirlerin yerel, bölgesel, kentsel ölçeklere de taşınması yararlı olur.

Suyun yerel ölçekte akılcı ve verimli kullanılmasını sağlamak daha kolay olacaktır.

Özellikle nüfusu hızla artan mega kentlerde , uygun bölgelerden başlayarak merkezi su temini sistemi yerine bölgesel su temini merkezleri ve katılımcı bölgesel su hizmetleri yönetimi alternatifi incelenebilir. Hızla artan kent nüfusu ,kirlilik ve iklim değişikliği kentler için atık suyun tekrar kullanımını ve suyun bir çevrim içinde kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Ancak atıksu arıtımının bir ilk yatırım finansmanı bulma sorunu olduğu , bu kapasitenin %70'inin gelişmiş ülkelerde olduğu az gelişmiş ülkelerin ise sadece %8'lik bir atıksu arıtma kapasitesine sahip buldukları da gözardı edilmemelidir (13).

Bu nedenle az gelişmiş ülkelerde uygulanabilecek modeller konusunda da çalışmalar yapılmalıdır. Bu kentsel geliştirme projelerinin çeşitli ölçeklerde uygulamaya başlayan ülkelerde başarıyla tamamlanan projeler “ düşük maliyetli kentsel adaptasyon stratejileri “ için çok önemli uygulama örnekleri oluşturabilir. Bu projelerden elde edilen deneyimlerle yeni çözümlere ulaşılabilmesi imkanı artar.

Bu bilgi ve deneyimlerin toplanarak daha büyük ölçeklerde iklim değişikliği riski altında olan yerlerde uygulanmasına büyük ihtiyaç vardır. Bu projeler aynı zamanda kamuoyu duyarlılığı ve farkındalığı arttırılmasında da önemli bir rol oynarlar. Bu kısmi kentsel geliştirme programları suyu verimli kullanan akıllı kentler yaratabilmek için de bir yaşayan laboratuvar ve göstererek anlatma altyapısı sağlarlar.

İklim değişiminin kentsel su temini ve kent selleri konularında olumsuz etkileri halihazırda dünyada ve ülkemizde yaşanmaktadır Kentlerimiz özelinde yaşanan tecrübelerin dışında ülkemizde bir önceki bölümde verilen azalan yıllık ortalama yağış eğilimi bile kentlerimizin “Suyu Çok Verimli Kullanan Akıllı Kentlere” dönüşmesi için daha hızlı hareket edilmesi gereğini ortaya koymaktadır.

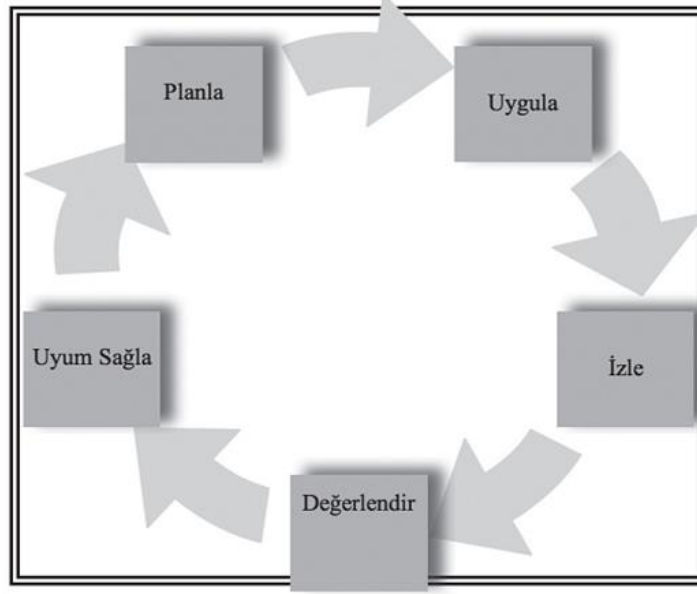
11. UYGULAMAYA YÖNELİK BAZI SOMUT ÖNERİLER



SÜRDÜRÜLEBİLİR ŞEHİRLER İÇİN YENİLİKÇİ SU HİZMETLERİ YÖNETİMİ KONUSUNDA ÖNERİLER

- **SUYUN YÖNETİMİNDE VE SU KULLANIMINDAKİ MEVCUT DÜŞÜNCE KALIPLARINI DEĞİŞTİRMEK**
 1. Su yönetimi, günümüzde olabildiğince sosyo-politik etkilerden uzak tutulması gereken bir kavram olarak savunulmalı ve yönetimler tarafından içselleştirilmelidir.
 2. Yeraltı suları'nın yüzey sularından farklı olarak çok daha dikkatli korunması ve kullanılması gerekliliği kavramsallaştırılmalıdır.
 3. Su kaynaklarının tahsisinde doğadan en fazla suyun çekilmesi değil doğaya en fazla suyun bırakılması anlayışı kavramsallaştırılmalıdır
 4. Teknolojik gelişme su sorununu sürdürülebilir olarak çözer algısının doğru ve geçerli olmadığı
 5. Kentlerde döngüsel ekonomi kavramı üzerinden su yönetiminde “suyu tüketmeden kullanabiliriz kavramı öne çıkartılmalıdır.
 6. “Yüksek kalitedeki bir su, daha düşük kalitedeki suların yeterli olacağı maksatlar için kullanılmamalıdır” anlayışının kabul görmesi sağlanmalıdır.
 7. Doğal Çevre'nin korunmasında “Su Ekolojik dengenin temel unsurudur” anlayışının öne çıkması sağlanmalıdır.
 8. Su Temini ve Çevre Sağlığı kavramlarının birlikteliği toplumsal bilinç olarak yaygınlaştırılmalıdır
 9. Çift tesisatlı binaların yapımı ve gri su kullanımı teşvik edilmelidir.
 10. Suyun önemi ve verimli kullanılmasına dair TV lerde Kamu Spotu yayınları yoğunlaştırılarak artırılmalıdır.
 11. Büyükşehirlerin Su ve Kanalizasyon İdarelerindeki su yönetimi ile ilgili personelden başlayarak Belediyelerdeki su yöneticilerinin Türkiye Belediyeler Birliğinde meslek içi eğitimden geçirilmesi sağlanmalıdır.
 12. Bu eğitimde Uyarlanabilir Su Yönetimi (Adaptive Water Management) konusunda bilgi aktarılmalıdır

- ✓ **Adımları birbirini takip eden Döngüsel bir sistem**
- ✓ Su yönetimi stratejilerinin **sürekli geliştirilmesine,**
- ✓ Belirsizliklerin daha iyi anlaşılabilmesi için **bilgi toplanmasına,**
- ✓ Su Yönetiminde gerekli değişiklikleri yapabilmek için **sürekli izlemeye** dayalı bir strateji oluşturulmasına yönelik bir yönetim modeli



13. Kentlerde Musluktan Akan Suyun İçme Suyu Olarak Güvenilirliğini Arttırma Projesi başlatılmalıdır

- ✓ Bu projenin amacı: birçok kentimizde sadece kullanma suyuna dönüşen İçme ve kullanma sularına olan güveni arttırmak ve toplumsal denetim ile kalitede sürdürülebilirliği sağlamaktır.

1. Belediyeler kentin ana kavşaklarına ,Belediye Otobüslerine ,Metro ve raylı sistemlere yerleştirecekleri ışıklı panolarda, kentin her bölgesinden alınan su numunesindeki günlük ,haftalık laboratuvar analiz sonuçlarını açıklayabilir
2. Bu sonuçları aynı zamanda talep eden tüm kamu kurum ve kuruluşları ile meslek odalarına gönderebilir
3. Belediyeler Apartmanların su depolarını ücretsiz olarak temizlemek için bir ekip kurabilir ve bu işlemi bir program dahilinde gerçekleştirebilir
4. Belediyeler talep eden apartman yönetimlerine su şebekesinden kaynaklanabilecek olan su kalitesini düşürebilecek sorunların tesbiti konusunda ücretsiz teknik danışmanlık hizmeti verebilir
5. Belediyeler semtlere ve mahallelere yönelik olarak su kalitesi tesbiti için numuneler alıp semt veya mahalle bazında su kalitesi haritaları çıkartabilir. Bunu muhtarlıklarda yayınlatabilir Talep eden abonenin e posta adresine gönderebilir
6. Mahalle ve semt bazında su kalitesi haritalarından yararlanılarak su şebekesi sorunlu olan bölgeler tesbit edilebilir ve şebeke yenilenmesi çalışmalarında bu bölgelere öncelik verilebilir.

MAHALLE ÖLÇEĞİNDE

- **KATILIMCI BİR SU YÖNETİMİ İÇİN MUHTARLAR ÜZERİNDEN MAHALLE BAZLI (BAŞLANGIÇTA) ELEKTRONİK ORTAMDA İÇME VE KULLANMA SUYU KULLANICI GRUPLARI OLUŞTURMAK,**

KENT VE ÜLKE ÖLÇEĞİNDE

- **BÜYÜKŞEHİRLERİN BİRÇOĞUNDA SU VE KANALİZASYON İDARELERİNİN KURUMSAL ALTYAPISINI GÜÇLENDİRMEK**
- **SU YÖNETİMİNDE FARKLI DİSİPLİNLERİN BİRARAYA GETİRİLDİĞİ ÇALIŞMA GRUPLARI İLE ÇALIŞMALAR YAPILMASI YÖNÜNDE BİR KURUMSAL KİMLİK OLUŞMASINI TEŞVİK ETMEK**

AKILLI SU YÖNETİMİNİN KISA STRATEJİK YOL HARİTASI

1. UYGULAMADA ÖLÇEK OLARAK

- **Konut, Apartman ve Site Ölçeğinde**
- **Mahalle Ölçeğinde**
- **İlçe ve Kent Ölçeğinde**
- **Havza ve Bölge Ölçeğinde**
- **Ülke Ölçeğinde**

uygulamalar bütünleşik bir anlayışla belirlenmelidir

2.GENEL UYGULAMALAR OLARAK

1. Toplumsal Bilinç

- Yeni bakış açısı ve kullanımda verimlilik, kirletmeye karşı bilinç ,gri su kullanımına hazırlık

2. Fiziki Altyapı-Yeni Teknoloji

- Gri su kullanımı tesisatının ,Yağmur suyu depolama sistemlerinin ,Suyu daha verimli kullanan tesisatların üretimi ve kullanımını teşvik
- Su sıkıntısı olan bir pilot bölge seçilerek mevcut tesisatların verimli olanlarla değiştirilmesi ve elde edilen faydanın açıklanması

3. Yasal Yönetmeliksel Düzenleme

- Yeni yapılarda suyu verimli kullanan tesisat zorunluluğu ve teşviki, Suyun kirletilmemesine yönelik uygulamaları teşvik ve kirletenlere karşı sosyal baskı oluşturacak müeyyideler, Yerel yönetimlerin şebekelerdeki su kayıplarını önleme ve artırılmış atıksu kullanımı konusunda çabalarının önündeki engellerin kaldırılmasına yönelik düzenlemeler .

12.KAYNAKLAR

- [1] WEF (2016) “ The Global Risks Report 2016”, 11th Edition is published by the World Economic Forum within the framework of The Global Competitiveness and Risks Team. available at <http://wef.ch/risks2016>
- [2] Mc Donald, R.I. et al. (2014). “Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure”. Global Environmental Change, Vol. 27, pp. 96-105.
- [3] Miller, James & Hutchins, Michael. (2017). The impacts of urbanisation and climate change on urban flooding and urban water quality: A review of the evidence concerning the United Kingdom. Journal of Hydrology: Regional Studies. 12. 345-362. 10.1016/j.ejrh.2017.06.006.
- [4] Global Consortium of Entrepreneurship Centers (2016) Turning Over A New Leaf September 29 - October 1, 2016 | Rochester, New York
- [5] IDRC (2017a) Climate Change Program. www.idrc.ca/en/program/climate-change
- [6] IDRC (2017b) Climate Adaptive Water Management Plans for Cities in South Asia. www.camps.sias-southasia.org/project/
- [7] Water Use Terminology (USGS) <https://water.usgs.gov/watuse/wuglossary.html>
- [8] Amit Kohli, Karen Frenken, Cecilia Spottorno (2010) “ Disambiguation of water use statistics” AQUATAT.FAO 23 September 2010
<http://www.fao.org/docrep/013/al815e/al815e00.pdf>
- [9] Chris Jefferies and Alison Duffy (2011) “The SWITCH Transition Manual”
www.switchurbanwater.eu
- [10] Van Der Steen (2011) Application of Sustainability Indicators within the framework of Strategic Planning for Integrated Urban Water Management. UNESCO -IHE
- [11] Lily Anne Phibian (2017) “Reduce, Reuse, Re-water-cycle” March 9, 2017
- [12] Hurlimann, A. (2007). "Attitudes to Future Use of Recycled Water in a Bendigo Office Building." Water Journal of the Australian Water Association, 34(6), 58-64.
- [13] Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T. and Zahoor, A. (2013). Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. Agricultural Water Management, Vol. 130, pp. 1–13. [dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.05](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.05)
- [14] Kavanaugh L. (Ed) “ICLEI, (2017), Resilient Cities Report 2017”
- [15] UNHCR (2017) Urban Refugees. www.unhcr.org/urban-refugees.html
- [16] Municipal Water Statistics, 2016
- [17] Abdulla A. & Al-Shareef W. (2008) Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan. Water Resources and Environmental Engineering Program, Civil Engineering

Department, Jordan University of Science & Technology, PO Box 3030, Irbid 22110, Jordan
[18] Hattum V.T. Blauw M, Jensen M., Bruin K. 2016 Towards Water Smart Cities Climate adaptation is a huge opportunity to improve the quality of life in cities. Wageningen Environmental Research. December 2016.

[19] CAPE TOWN WATER RESILIENCE (2017) On behalf of Water and Sanitation Department. August 2017. City of Cape Town. ISIXEKO SASEKAPA, STAD, KAAPSTAD.

[20] Welch Craig (2018) "Why Cape Town Is Running Out of Water, and Who's Next" 5. March 2018. <https://news.nationalgeographic.com/2018/02/cape-town-running-out-of-water-drought-taps-shutoff-other-cities/>

[21] Kadiođlu M.(2013) "Kuraklık Risk Yönetimi" Erişim 23 Mart 2018. https://www.researchgate.net/publication/258108384_Kuraklik_Risk_Yonetimi

Görsel Kaynaklar

Şekil 8. (<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx>) Erişim 23 Kasım 2019

Şekil4. <https://thinkatthesink.wordpress.com/2017/03/09/reduce-reuse-re-water-cycle/>. Erişim 24 Ekim 2019



Think Forward . Lead Forward