

Kentsel Hidroloji: Türkiye Yağmur Suyu Toplama ve Bertaraf Yönetmeliğine Göre Kentsel Drenaj Durumu

Urban Hydrology: Urban Drainage Status According to Turkey Rainwater Collection and Disposal Regulation

Osman ÜÇÜNCÜ

Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ), Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik ve FBE Çevre Bilimleri ABD, 61080 Trabzon, Türkiye

Geliş Tarihi: **04.07.2022** ; Kabul Edildiği Tarih: **31.10.2022** ; Yayınlandığı Tarih: **28.12.2022**

Türk Hidrolik Dergisi (Tur. J. Hyd.), Cilt (Vol) : **6** , Sayı (Number) : **2** , Sayfa 1-13 (Page) : (2022)

e-ISSN: **2636-8382**

SLOI: <http://www.dergipark.org.tr>

*İlgili yazar e-mail: oucuncu@ktu.edu.tr

Özet

Küresel iklim değişikliğine göre, kentlerde kanalizasyon için yeni düşüncelerin ortaya konması ve yeni uygulamaların hayata geçirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Yaşayan nüfus için içme ve kullanma suyu temin edilmesinin, oluşan atık suyun hidrolojik olarak toplanmasının ve kontrollü bir şekilde yaşam alanı dışına çıkartılmasının (drenaj) önemi çok büyüktür. Dolayısıyla, toplam su yönetimi için kentler ve kentlerden gelen suyun yüzey sularına ve yer altı sularına etkisi çok önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında kentlerde yağış suları ve bu suların oluşturduğu olumsuzluklar dikkate alınmıştır. Kentlerdeki yağış suyu ve atıksu uzaklaştırılmasında için yapılması gereken çalışmaların neler olduğu, yağış sularının geciktirmeli olarak kanalizasyona ve oradan da atıksu arıtma tesislerine ve alıcı ortamlara verilmesinin önemi gibi konular üzerinde durulmuştur. Yine kentlerde oluşan suni afetlerin insanların katkısı ile ortadan kaldırılabilirliği veya minimize edilebileceği konusu irdelenmiş ve sonuç olarak bu konuda yapılması gerekenler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Su, İklim Değişikliği, Yeşil Altyapı, Kentsel Yapılar ve Dayanıklılık

Abstract

According to the global climate change, it has become necessary to introduce new ideas and implement new practices for sewage in cities. The importance of providing drinking and utility water for the living population, hydrological collection of the waste water and its controlled removal (drainage) from the living area is of great importance. Therefore, for total water management, cities and the effect of water coming from cities on surface waters and groundwaters are very important. Within the scope of this study, precipitation waters in cities and the negative effects of these waters were taken into account. Issues such as the work to be done for the remove of precipitation water and wastewater in the cities, the importance of giving the precipitation water to the sewerage and from there to the wastewater treatment plants and receiving environments with a delay are emphasized. Again, the issue that artificial disasters in cities can be eliminated or minimized with the contribution of people has been examined and as a result, what needs to be done in this regard has been tried to be revealed.

Keywords: Water, Climate Change, Green Infrastructure, Urban Structures and Resilience

1. GİRİŞ (Introduction)

Dünya'daki uygarlık ve refahı doğa kendi hesabından ödemektedir. Bu ödenen yüksek bedel tüm fauna ve flora olmaktadır. Fakat şehirler, ekosistem hizmetlerine, yani fauna ve floranın insan yaşamını sürdürmek için sağladığı kaynaklara, çok büyük ölçüde bağımlıdır. Bu kaynaklar arasında içme ve kullanma suyu ve yağışlar vasıtasıyla oluşan sular çok büyük bir ayrıcalıklı bir yere ve öneme sahiptir. Suyun, yaşam ve tüm insanlar için temel bir kaynak olduğu gerçeği, insanın var oluşundan beri bilinmektedir. Suyun sınırlı miktarda olması ve kontrolsüz şekilde suların kullanılması nedeniyle doğanın su dengesinde bozulmalar meydana gelmektedir. Bu durum insan yaşamını doğrudan etkilemeye başlamış ve doğal afetler tüm canlıları tehdit eder hale gelmiştir. Yaşanan bu "ekolojik/çevre krizi" tüm bilim dallarının ilgisini çekmiş ve çok sayıda bilimsel çalışma ekoloji konusunda yapılmıştır. Fen bilimleri, edebiyat bilimleri, sosyal bilimler, Tıp bilimleri gibi çok farklı bilimler ortak çalışmaya ve oluşan problemlere ortak köklü çözümler aramaya ve bulmaya başlamışlardır.

Ekolojik/Çevre tasarım mühendislik alanından teknolojiyi ve sosyal bilimlerden yaşam standardını bir araya getirerek, mühendislik ve sosyal bilimler arasında yerini almış ve kendi alanını oluşturmuştur Ekolojik/Çevre krizin temel nedeni dünyada oluşan ve Türkiye'de de hissedilen küresel ısınma ve bunun getirdiği olumsuzluklardır. Küresel ısınmanın temel nedeni ise refah arayışının sınırlarını koyamayan insandır. Küresel ısınmanın iklim koşullarında meydana getirdiği değişikliklerin etkileri sadece çevreyle sınırlı kalmayıp zincirleme birçok değişimi de beraberinde getirmektedir. Bir yandan tarım arazilerinde ortaya çıkan sorunlar, bir taraftan tarımsal verimliliği düşürürken diğer taraftan ise sosyal sorunlara neden olmuştur. Verimsizleşen tarım sebebiyle tarımsal-kırsal işgücü kentlere/metropollere göç etmeye başlamıştır. Bu göç neticesinde kentlerde alt ve üst yapı inşaat faaliyetlerinde (konut, yollar vb.) çok fazla toprak kullanılmaktadır. Çok fazla tarımsal ve tarımsal olmayan toprak örtülmektedir.

Ekosistemler sürdürülebilir fauna ve flora için çok önemli ve vazgeçilmezdir. Bunu için de su önemli bir kaynaktır. Küresel iklim değişimi Türkiye'de de görülmeye başlamış ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin şimdiden görülmeye başladığı yönünde bilimsel çalışmalar mevcuttur. Bu tehdit ileriye doğru yağış ve akış durumunu çok fazla etkileyecektir. Suyun

iklim sistemindeki değişikliklere karşı savunmasızlığı çok önemlidir. Çünkü iklim değişimi su döngüsünü (Hidrolojik çevrimi) doğrudan etkileyecektir. İklim değişikliğine bağlı aşırı hava olayları yağışların daha sık olduğu şehirlerde kentsel sel baskınlarına neden olarak mal ve can kaybına neden olmaktadır.

Kentlerin mimari yerleşimleri (yol ve bu yol cinsleri, park alanları, çatı ve çatı sistemi vb.) olarak, özellikle çok sayıda geçirimsiz yüzey alanlar (yol, park alanları, çatılar) bulunmaktadır. Bu sızdırmazlık durumu yağıştan kaynaklı oluşan yağış sularının doğal akış sistemini ve kanalizasyonu hidrolik açıdan olumsuz olarak etkilemektedir. Bu şekildeki su çevrimi değişiklikleri, yer altı ve yer üstü su kaynaklarının beslenmesini önlemekte ve çevreyi kirletmektedir. Yüzeyde biriken ve yeraltı suyuna sızmayan yağmur suyu, yüzeyde kaldığı süre boyunca kirlenir ve sonra yeraltı suyunu ve yüzeysel su rezervlerini (sucul ortamları) kirletir. Kentsel altyapı sistemlerinin giderek bütünlük bir yaklaşımla ele alınmak zorunluğunu öne çıkarmaktadır. Fakat su ile ilgili olan tüm kurum ve kuruluşlar arasında çok iyi bir çalışma koordinasyonunun olmadığı görülmektedir.

Bu çalışma ile iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine, yeşil altyapıya dayanaklı sürdürülebilir şehirler oluşturmaya ve suyun sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik çözümlere dikkat çekilmiştir. Ayrıca çalışmada su ile ilgili altyapı sistemlerinin çok önemli olduğu belirtilmiş ve bu sistemlerle ilgili çözümler ele alınmıştır [1-7].

1.1. Önem (Significance)

Kentsel nüfusun hızla artması, buna bağlı olarak kentlerin yerleşim alanlarının genişlemesi; alt yapı, ulaşım, konut, sanayi alanı, enerji ihtiyaçlarını arttırırken; atıksu, gürültü kirliliği, hava kirliliği gibi çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Kentleşme; sanayileşme ve ekonomik gelişmeye paralel olarak yaşanan önemli süreçlerden biridir. Kentleşmenin gelişmesinde, tarımda makineleşmenin getirdiği sonuçların, hızlı nüfus artışının, bu nüfusun plansız dağılımının, kentlerin iş ve eğitim yönünden çekiciliğinin, haberleşme ve ulaşım olanaklarının artmasının ve çeşitli düzeylerde verilen yönetsel kararların büyük etkisi olmuştur. Genelde sanayileşmiş ülke nüfuslarının %75'i kentlerde yaşamaktadır. Türkiye'de ise bu oranın çok daha fazla olduğu bilinmektedir. TÜİK verileri ve başka kurum ve kuruluşlarca yapılan çalışmalara göre ülke nüfusunun

yaklaşık %90 kadarı kentlerdedir. Kalabalık bir nüfus çevre açısından potansiyel bir olumsuzluk faktörü olmaktadır [8, 9].

1.2. Değerlendirme (Evaluation)

Günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık yarısı kentsel alanlarda yaşamakta ve bu oranın 2050'ye kadar üçte ikieye çıkması öngörülmektedir. Avrupa'da ise nüfusun yaklaşık % 73'ü şehirlerde yaşamaktadır. Türkiye'de Dünya Bankası verilerine göre; 2018 yılında kentsel alanlarda yaşayan nüfus oranı % 75,1'dir.

1927 yılında gerçekleştirilen ilk sayıma göre nüfusu 13.648.270 olan Türkiye'de, halkın %75,8'i belde ve köylerde, %24,2'lik bölümü ise il ve ilçe merkezlerinde yaşarken, 1950 yılı sonrasında nüfus kentsel alanlarda toplanmaya başlamıştır.

Göçün çok farklı türleri olmakla birlikte, en önemlilerinden birisi iç göçtür. Türkiye 1950'li yıllarla birlikte modern anlamda göç dönemine girmiş ve ülkenin yerleşim yapısı ve nüfus hareketleri bu dönemden sonra nüfus artışı ve tarım kesiminde yaşanan dönüşümler nedeniyle tamamen değişmeye başlamıştır. Türkiye'de halen kırlardan kentlere doğru yoğun göç dalgalarının yaşandığını ADNK'dan bilinmektedir.

Türkiye'de iç göçün nedenlerini genel olarak; tarıma yeni teknolojilerin girmesi, entansif tarım, toprak yetersizliği, toprak yüzey alanının mirasla çok daha küçük alanlara parçalanması, hızlı nüfus artışı ve yaşam biçiminin sınırlılığı, kentlerdeki sosyal ve kültürel olanaklardan yararlanma isteği, kentlerin iş bakımından daha cazip olması, haberleşme ve ulaşım imkânlarındaki gelişmeler ve çeşitli düzeylerde verilen yönetimle ilgili kararlar ve uygulamaya konulan politikalar şeklinde açıklamak mümkündür. Fakat yaklaşık olarak 2010 yılından günümüze kadar geçen zaman zarfında Türkiye dış göçlerden etkilenmeye başlamıştır. Yüksek sayıda mültecinin ülkeye girmesi ve birçok mültecinin mülteci kamplarında kalınmaması neticesinde, kentler çok büyük plansız ve programsız göç almış ve almaya da devam etmektedir.

Türkiye'de içerisinde ve ülke dışından Türkiye'ye içerisine doğru yaşanan göçler sonucunda ise büyük çevre sorunların ortaya çıktığı görülmektedir. Kırsaldan kent merkezlerine, kentlerden kentlere ve Türkiye'de mülteci göçleri, aslında göç eden bireylerin göç ettikleri yerlerdeki bütün alan ve kişileri etkilerken, en büyük etkiyi ise göç edilen yerlere yapmaktadır.

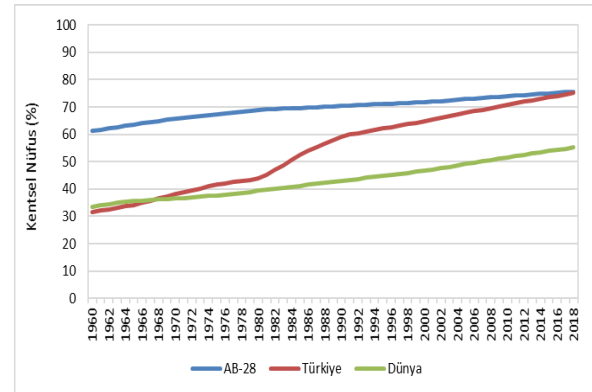
Üçüncü, O., ORCID: 0000 - 0002-8187- 4046, Turkish Journal of Hydraulics: Kentsel Hidroloji: Türkiye Yağmur Suyu Toplama ve Bertaraf Yönetmeliğine Göre Kentsel Drenaj Durumu Vol : 6 , Number : 2, Page : 01-13 (2022)

Hızlı kentleşme; eğitim, sağlık, içme suyu, kanalizasyon, konut, kentsel ulaşım gibi altyapı ihtiyaçlarının ve çevre kirliliğinin artmasına neden olmaktadır. Bu durum, özellikle kentleşmenin fazla olduğu büyük kentlerde kaynak gereksinimini büyük oranda arttırmaktadır.



Şekil 1. Bütünleşik Kentsel Su Döngüsü (İçme ve Kullanma Suyu, Yağmur Suları ve Atıksular)

Toplam nüfus içinde il ve ilçe merkezlerinde ikamet edenlerin oranı 2020'de % 93 iken 2021'de bu oran % 93,2'ye kadar çıkmıştır. Türkiye'de 30 büyükşehir dışındaki illerdeki belde ve köylerde yaşayanların oranı ise %7'den % 6,8'e kadar düşmüştür.



Kaynak: Dünya Bankası(Dünya Bankası Göstergeleri), <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?contextual=default>.

Şekil 2: Yıllara bağlı AB, Türkiye ve Dünya da yıllar içerisinde Kentsel Nüfus Hareketi (%)

Not: Türkiye'deki göç nüfusları bu verilere dâhil değildir. Mülteci kamplarında sel durumu tam belli değildir.



Hidroloji; suyun bütün fiziksel olgularını; yeryüzünde, yeraltında ve atmosferde çevrimini, dağılımını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini; cansız çevreyle ve canlıların çevresiyle karşılıklı ilişkilerini inceleyen temel ve uygulamalı bir bilim dalıdır.

Şekil 3. Mülteci kampında Sel Felaketi

Hidroloji toplu yerleşimlerde çok önemlidir. Bu toplu yerleşim olan yerler, her mevsim insan ihtiyaçlarına bağlı olarak su tüketiminin olduğu yerlerdir. Bu alanlardan gelen, kullanılan suyun, meteorolojik oluşan suyun mühendislik sistemleri ile toplanması ve kente ve kentliye zarar vermeden mühendislik su yapıları ile kent dışına çıkarılarak atıksu arıtma tesislerinde (fiziksel, kimyasal, biyolojik ve/veya doğal arıtma sistemleri)arıtılarak doğal ortam şartlarına göre alıcı ortama (dereye, göle, baraja, yeraltı suyuna vb.) deşarj edilmeleri 2872 sayılı çevre kanunu ve çevre yönetmeliklerine göre şarttır. Kentsel alanlar hidrolojinin değişime uğradığı alanlar olarak görülür. Kentsel alanlar da meteorolojik gelen yağışın oluşum ve değişime uğradığı yerlerdir. Kentlerde çok fazla yüzey kaplamaları, yollar, çatılar vb. bulunmaktadır. Bundan dolayı da kentlerde oluşan yağış sularının çok hızlı toplanması ve drenaj edilmesi şarttır [10-13].



Şekil 4. Su Yönetiminde Suyun Kullanımı, Suyun Korunması ve Sudan korunma Yöntemleri

1.3. Kentsel Sel Nedir? (What is the Urban Flood)

Kentsel sel, şehir kanalizasyon ve su drenaj sisteminin gelen tüm suyu tahliye edememesi nedeniyle şehrin veya bir kasabanın suyla tıkaandığı belirli bir durum türüdür. Sadece yakınlarda bir nehir veya göl varsa, şehirde sel meydana gelmesi zorunlu değildir. Yoğun yağışlar, şehrin drenaj kanalları ve kanalizasyon sistemi suyu şehir yollarından dışarı fıskırtmakta yetersiz kaldığında, kentsel alanlarda kolayca sele neden olabilir.

Kentsel alanlar asfalt kaplama, beton kaplama, parke kaplama yollara sahip olduğundan, genellikle suyun akış hızını tamamlarlar ve bu da sel sırasında ağır kayıplara neden olur. Şehirler ve kasabalar, ekonomik büyüme için herhangi bir ülkenin ruhu ve kalbidir. Bu bölgelerde yaşanan sel felaketleri sadece kurumsal piyasayı bozmakla kalmaz, aynı zamanda ülke ve selin yaşandığı bölgede yaşayan insanlar için büyük ekonomik, sosyal, psikolojik krizlere neden olur.

Doğru Karadeniz illerinde sel felaketlerinin meydana geldiği sıkça görülmektedir.

1.4. Kentsel Selin Nedenleri ? (The Reasons of Urban Flood)

Kentsel sel durumu, sokaklardaki su, o şehrin drenaj sistemi aracılığıyla sokaklardan atıldığından daha yüksek bir oranda yükseldiğinde ortaya çıkar. Kentsel su baskınlarına neden olan birçok faktör vardır. Onlardan bazıları:

Şiddetli yağış ve gök gürültülü sağanak yağış: Bu, kentsel selin ana nedenlerinden biridir. Yoğun yağış nedeniyle şehrin sokaklarında devasa miktarda su birikir. Gök gürültülü fırtınalar, sadece şehre mimari hasar vermekle kalmayıp aynı zamanda suyun akış hızını da artıran büyüleyici yüksek hızlı rüzgârlara neden olarak bu yüksek tırmanma durumunu tamamlar.

Yeraltı suyu taşması: Su, toprağın gözeneklerini tıkayarak yer yüzeyinin altında toplanır. Şiddetli yağmur ve kar kapaklarının erimesi genellikle bu duruma yol açar ve daha sonra kentsel sel ile sonuçlanır.

Nehir taşması: Şiddetli yağışlar ve buzulların erimesi nedeniyle, şehrin içinden geçen veya bazı kentsel alanların yakınında bulunan nehir ve göllerde su seviyesi katlanarak yükselir. Nehirler ve göller suyla taşıdığı anda, hepsini kentsel alanlara ve şehirlere

fişkırtarak şehrin yollarını ve sokaklarını tıkayarak o bölgede yaşayan insanların tüm günlük aktivitelerini engeller [14-17].

1.5. Hasarlı Su Tedarik Sisteminden Çıkan Su (*Flow of Damaged Water Supply System*)

Bazen yetkililer su şebekesinde bazı onarımlar yapmak zorunda kaldıklarında suyu serbest bırakırlar. Yetersiz kanalizasyon sistemine sahip şehirler, su şehir alanını boğduğu ve orada yaşayan insanların tüm faaliyetlerini aksattığı için genellikle kentsel taşkınlardan mustarıptır.

Azaltılmış sızma alanı: Modernleşme ve kentleşmenin köklerini her sektöre yaymasıyla birlikte, suyun doğal olarak yeraltı suyunu yeniden dolmasını sağlayan yüzey alanı büyük oranda azalmıştır [18,19].

1.6. Yağmur Suyu Toplama (*Rainwater Collection*)

Kentsel su baskınlarına kesin çözüm

Kentsel sel, bir kentin ekonomik büyümesini ve günlük faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyebilecek en korkunç hastalıklardan biridir. Kentleşme nedeniyle, kentsel alanlardaki sel oranı astronomik bir oranda artmakta ve küresel ısınma ve aşırı muson koşulları ile durum olumsuz şekilde kötüleşmektedir.

Yağmur suyu hasadı yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir yağmur suyunun birikmesine de yardımcı olur. Yağmur suyunun depolanıp yapıcı bir şekilde kullanılacağı pek çok teknik vardır. Tekniklerden bazıları şunlardır:

Yeşil çatılar: Kentsel alanlardaki gökdelenlerin çatıları yenilenebilir ve bitki örtüsü ile kaplanabilir. Çatılardan akan suların depolanması ve akan suyu temizlenmesi için çatı sistemine uygun filtreler eklenebilir. Yeşil çatılar sadece hava kirliliğinden kaynaklanan asitli yağmurları nötralize/etkisizleştirme etmekle kalmaz, aynı zamanda şiddetli yağmur ve fırtınalarda yağmur suyunun akışını da azaltır.

Kanalizasyon sistemini yağmur suyundan izole edin: Kanalizasyon sisteminin yoğun yağışlar sırasında yağmur suyuyla tıkanmasını önlemek için yetkililerin izole bir yağmur suyu drenaj ve depolama sistemi yatırımı yapması gerekmektedir. Bu, sadece şehrin yararına gelecekte kullanılmak üzere yağmur suyunun birikmesine yol açmayacak, aynı zamanda şehrin önceden belirlenmiş drenaj sistemini de tamamlayacaktır [20,21].

Üçüncü, O., ORCID: 0000 - 0002-8187- 4046, *Turkish Journal of Hydraulics: Kentsel Hidroloji: Türkiye Yağmur Suyu Toplama ve Bertaraf Yönetmeliğine Göre Kentsel Drenaj Durumu* Vol :6 , Number : 2, Page : 01-13 (2022)

1.7. Bina Çatılarında Oluşan Yağış Suları Debisi (*Flow Rate Of Precipitation Water Accumulating On Building Roofs*)

Uygun su drenaj boruları, konutların çatılarına veya çok katlı bir kompleksin çatılarına çatılara düşen yağmur suyunu depolamak için zemine sızma kuyusu eklenmesiyle monte edilebilirler. Sistemin temel amacı, suni kirliliklerin yağmur suyuna karışmaması ve onu kirletmemesi için suyu çatıya düşer düşmez depolamaktır [22].

1.8. Taşıt Yolu Debi Hasadı (*Road Flow Harvest*)

Kentsel şehirler, çok uluslu şirketler ve devasa kurumsal dünya canavarları ile dolu olduğundan, ofis komplekslerinde genellikle çok büyük fonksiyonla (debi, yol genişliği, yol eğimi, yol satıh kaplaması vb.) araba yolları bulunur. Alan, yağmur suyunu toplamak ve depolamak için yeterli yüzey alanı sağlayacak kadar büyüktür. Yeraltına kurulan kuyu ve tanklarda daha fazla depolanabilecek yağmur sularını toplamak için sisteme yeterli filtreli uygun borular takılmalıdır. Birikmiş yağmur suyunun daha sonra kullanılmak üzere saflığını, su kalitesini veya standartlara göre kirlilik parametrelerini sağlamak için uygun güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Kentlerde insan faaliyetleri sonucu oluşan suyun ve meteorolojik kente gelen suyun bir kısmının buharlaştığı, bir kısmının sızmaya gittiği, bir kısmının biriktiği ve bir kısmının da oluşumundan sonra hızla toplanarak drenaj edilmesi gerekmektedir. Kentlerde hava sıcaklığının fazla olması nedeniyle de hızla eriyen karlar yüzeysel akışa geçebilir. Yağış-akış hidrografi kentlerde değişik olmaktadır.

Yerleşim geliştirme yoluyla sızdırmazlık ve yağmur suyunun kanallı drenajı: Yerleşim alanlarında arazi kullanımı ve sızdırmazlık son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Gelecekte yeni konut, ticari ve endüstriyel yerler bu bağlamda geliştirilmeye devam edilecektir.

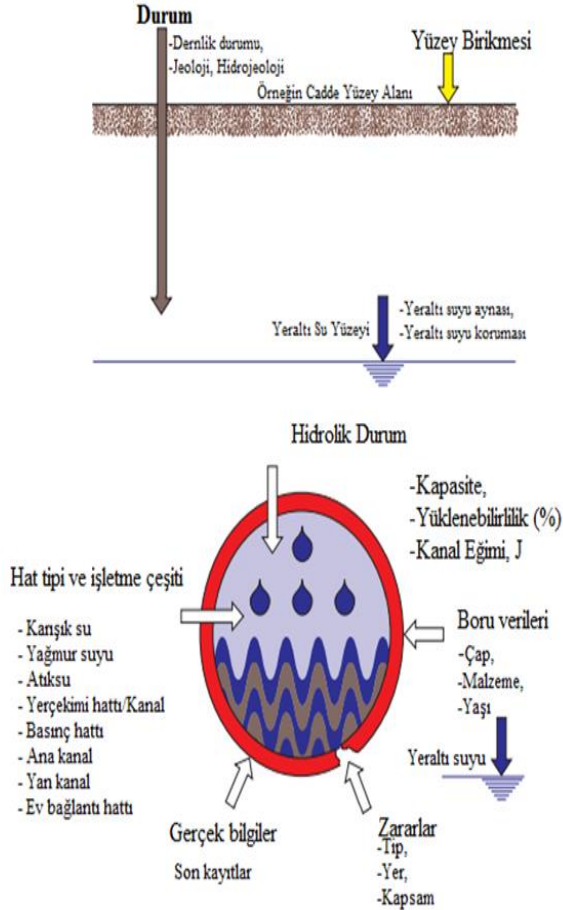
Şimdiye kadar, kentsel drenaj neredeyse tamamen, kirli suyun ve ne kadar kirli olursa olsun tüm yağmur suyu akışının eksiksiz, mümkün olan en hızlı şekilde drenajını sağlayan drenaj ilkesini izlemiştir.

Önceki türetme ilkesinin eleştirilen ana noktaları şunlardır:

- ✓ Sızdırmazlık yoluyla yüzey akışının artırılması
- ✓ Doğal su döngüsüne müdahale

- ✓ Mikro iklim ve yerel üzerindeki etkiler yenilenebilir yeraltı suları
- ✓ Çok miktarda hafif kirli yüzey suyu nedeniyle atıksu arıtma tesisinin (AAT) ve yağmur suyu arıtma tesisinin hidrolik yüklenmesi
- ✓ Su durumunun bozulması
- ✓ -Büyük izole deşarj miktarları (hidrolik stres).

Yağmur suyu akışının sınırlandırılması ve Doğa dostu yağmur suyu yönetimi:



Şekil 5. Kanalizasyondaki atıksu için genel bir yaklaşım.

Kentler birer hidrolojik havza kabul edilirse ve kentlerin hidrografi çizilebilir. Kentte yapılan çalışmalarda hidrografiya farklı derecelerde etkiye sahiptir. Bu etkileri şöyle sıralamak mümkündür. Kentlerde en önemli "hidrolojik küçük havza" yollarıdır. Yolların yüzey alanlarının sızmaya müsait olmadığı için yağış suları birikir. Yolun teknik yapısı gereği de sathihta oluşan yüzey sularının en kısa yoldan ve zamanda yolun dışına çıkarılması gerekli ve şarttır. Dolayısıyla yol aynı zamanda bir küçük pürüzlü bir kanala benzetilebilir. Yolların sathları kaplamalı

(asfalt, beton, parke taş vb.) veya sıkıştırılmış doğal malzemeden meydana geliyor da olabilir. Bu tür yollarda sızma (infiltrasyon) meydana gelebilir.

Dolayısıyla sızma katsayısı büyüktür. Her iki durumda da cadde ve sokaklar üzerine gelen yağışlardan dolayı yağmur ve kar suları hızlı bir şekilde akışa geçer ve sathın dışına kontrollü şekilde alınır. Şayet alınmaması durumunda yerleşim yerlerinde sel ve taşkınların oluşmasına neden olur.

Kentleşmede insan, ve çevre (fauna ve flora) sağlığının korunması için oluşan çatı ve sath sularının mühendislik hizmeti ile kanala alınarak uzaklaştırılması da bir hidrolojik çalışmadır.

Bu tür çalışmalarda çok fazla sayıda drenaj/kanalizasyon sistemleri oluşturulması gereklidir. Bu sistemlerle yüzeydeki suların, kent yaşamındaki ticarethanelerde oluşan atıksuların, konutlarda oluşan atıksuların, hastaneler de vb. yerlerde oluşan atıksuların, binaların çatılarından oluşan suların ve kanalizasyonun geçtiği zemin altı/yeraltı suyunun da kontrollü şekilde toplanması ve atıksu arıtma tesisine ve alıcı ortama verilmesi halk ve çevre sağlığı açısından önemlidir. Bu kanalizasyon sistemlerinin boyutlandırılmasında öncelikle kentin coğrafi konumu, yapılaşması ve yapılaşma şekli ve meteorolojik şartlar dikkate alınır. Ayrıca fen ve teknik kuralları da göz önüne alınarak uygulama yapılır.

Ülkemizde konu ile ilgili olarak çok fazla yönetmelikler ve standartlar bulunmakta ve bunlara uyulması gereklidir. Bu tür kanalizasyon sistemlerinin boyutlandırılmasında, inşaat aşamalarında ve yapım sonrası hatalı kullanımdan dolayı kentlerde taşkınlar ve su basmaları meydana gelmektedir.

Kent içerisinde geçen doğal suların yataklarında yapılan değişimler, düzenlemeler (ıslah) nedeni ile de taşkın ve su basmaları oluşur. Düzenlemelerde meteorolojik durum ve kentteki yapılaşma ve yer örtücüleri de dikkate alınır. Kentlerin kuruluşuna bağlı olarak kurulan atıksu arıtma tesisleri ve çıkış atıksuyunun verildiği akarsulara da hem debi açısından hem de kirlilik karakteristik parametreleri (BOİ5, KOİ, pH, Escherichia Coli, Çözünmüş Oksijen, TKM vb.) açısından dikkat edilmez ise çok fazla problemler yaşanabilir. Yaşanan problemler; eğlenme ve dinlenme açısından akarsuların kullanılmaması ve akarsudan içme ve kullanma suyu alınmaması şeklinde kendini gösterir.

Kentsel içme ve kullanma suyu şebeke hatlarında meydana gelen bozulmalar (kırılma, aşırı basınç ile patlama, eskime neticesi ile patlama, kırılma vb) ve kayıp ve kaçaklar sonucu meydana gelen akmlar da büyük miktar debi oluşturabilmektedir.

Türkiye’de bu şekilde meydana gelen kaza sonra şebeke hattı sızmaları sonucu kentsel seller meydana gelen iller olmuştur. Oluşabilecek bu suların en kısa sürede toplanarak kontrollü bir şekilde uzaklaştırılması gereklidir. Bunun için de ya kanalizasyon sisteminin boyutlandırılmasında ya da cadde kenarlarında suyun kontrollü akıtılması için açık kanallar oluşturulmalıdır. Türkiye’de Adıyaman, Sivas ve Ordu illerinde bu tür kazalar sonrası kentsel sel oluşmuştur.



Şekil 6. Ordu ilinin Ünye İlçesinde Şebeke Suyu nedeni ile Taşkın Oluşumu



Şekil 7. Adıyaman İlinde Yağış sonrası oluşan sel.

01.05.2022 tarihinde aniden bastıran ve yaklaşık 1 saat süren şiddetli yağmur ve beraberindeki dolu nedeniyle Adıyaman merkez Kap Cami Mahallesi’nde sel yaşanmıştır. Yağmur sularının Kap Cami Mahallesi’nde bulunan Mimar Sinan Ortaokulu bahçesinde birikmiştir. Okul bahçesinde biriken

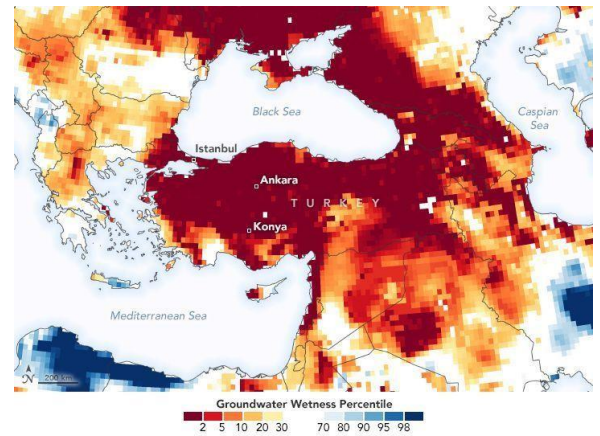
Üçüncü, O., ORCID: 0000 - 0002-8187- 4046, Turkish Journal of Hydraulics: Kentsel Hidroloji: Türkiye Yağmur Suyu Toplama ve Bertaraf Yönetmeliğine Göre Kentsel Drenaj Durumu Vol : 6, Number : 2, Page : 01-13 (2022)

yağmur suyunun derinliği yaklaşık olarak 150 cm’ye ulaşmıştır. Bu su derinliği ile sanki göle dönen okul bahçesinde bulunan park halindeki 80’e yakın binek araçlar suyun yükselmesi ile çok zarar görmüştür.



Şekil 8. Türkiye’de Yedi Coğrafi Bölgelesinde Yağışın oluşması için önemli Yıllık Ortalama Sıcaklık ve Nem Miktarları

Türkiye’de doğu Karadeniz bölgesinde yapılmış çalışmada bölgede iklim değişiminin olma ihtimalinin yüksek olduğu anlaşılmıştır. Buna göre bu bölgedeki su yapılarında ve özellikle kent içi su yapılarında (kanalizasyon vb.) alınacak meteorolojik parametrelerin ne olması gerektiği çok önemlidir. Alt yapı boyutlandırılmasında kullanılacak parametreler; yapı boyutları ve fonksiyonelliği için büyük bir rol oynar.



Şekil 9. 11 Ocak 2021 itibariyle yeraltı suyu depolaması. Daha soğuk renkler daha fazla suyu, daha sıcak renkler ise daha az suyu gösterir (NASA).

Türkiye, konuya taraf olan imzacıların küresel ısınmayı 1,5 0C ile 2 0C derece arasında sınırlamak için çok çeşitli adımlar atmasını taahhüt etmiş ve 2015 Paris Anlaşması’nı onaylamamıştır. Glasgow’da yapılacak

Birleşmiş Milletler (BM) iklim konferansından önce hem bakanlığın adını “Çevre ve Şehircilik Bakanlığı” den, “Çevre, Şehircilik ve İklim Değişimi Bakanlığı” olarak değiştirildi hem de konu hakkında bazı değerlendirmeleri kabul etmiştir.

Türkiye'deki bazı şehirler ve bakanlıklar, çevreyi korumak ve su kıtlığını gidermek için kendi programlarıyla federal odakla mücadele ederken, uzmanlar çok geç olduğunu belirtmektedir [22-27].

1.9. Türkiye’de Şehir Selleri (City Floods in Turkey)

Ülkede şehir sellerini yalnızca drenaja bağlamamak gerekmektedir. Kenti bir bütün ele alarak bütüncül düşünmeli ve ona göre karar verilmelidir. Kentlerde yanlış bir düşünce de oluşan atıksu ve yağış sularının uzaklaştırılması için yalnızca kanalizasyon yeterlidir. Bu yanlış düşünce ile kentlerde çok fazla alan asfaltlanmakta, betonlanmakta ve imar planlarında bitişik nizam ve çatı sistemlerinin durumuna çok dikkat edilmemektedir. Kentsel alanlarda yüzeysel su toplama alanları bırakılmalı ve toplanan yağış suyu gecikmeli akarsuya veya alıcı ortamlara verilmelidir. Yeraltı suyu seviyesi (statik ve dinamik) düşünülerek oluşan suların bir kısmı yeraltı suyuna verilmelidir.



Şekil 11: Türkiye'nin Yedi Coğrafi Bölge

Türkiye’de meydana gelen sel felaketlerinin uzun süreli analizine göre, bütün illerde meydana geldiği bilinmektedir. Bu afetler can ve mal kaybına yol açmıştır. Türkiye’de tabloda gösterilen bölgelerinin tamamına yakınında bu afetlerin meydana geldiği görülmüştür. Bu afetler yalnızca meteorolojik yağışlardan kaynaklı Küresel iklim değişimi Türkiye’nin tüm bölgelerini ve kentlerini az veya çok miktarda etkilemektedir. **Tablo 1’de** bölgelerin meteorolojik durumları gösterilmiştir.

Özellikle Ankara kentindeki kent taşkınlarında; şiddetli sağanak (4 gün içerisinde 127 kg-yağış/m²) yolların kısa sürede göle dönmesine, derelerin taşmasına, onlarca ev

değildirler. Özellikle kentsel mimari, peyzaj ve mühendislik yapılarının yanlış boyutlandırılması, imarın yanlışlığı, peyzaj uygulamaların yanlışlığı vb. diğer nedenlerden dolayıdır. Kentlerde mikro klima oluşması, , yağış sularının gecikmeden akışa bırakılması ve sızma için müsait alanlar olmayışından dolayı taşkınlar oluşmaktadır. Özellikle de kentler içerisinde geçen akarsuların yanlış ıslahı (eğim, betonlama, üstlerinin kapatılması vb.) sonucu taşkınlar oluşmaktadır. Yol ve alt geçit boyutlandırılmalarında hidrolojinin çok az ve yanlış kullanımından kaynaklı olarak alt geçitlerde su birikmeleri oluşmaktadır.

Yeraltı sularının denize ve akarsuya ulaşımının önü deniz ve akarsu kenarlarındaki yükseltmeler sonucu yüzeysel su birikmelerini artırmaktadır. Kentlere yakın bölgelerde tarımsal faaliyetlerin ve ağaçlandırma alanlarının vb. yerlerinde planlamaya katılması gerekmektedir. Taşkınların bir kısmının da insan kaynaklı (antropojenik) olduğu görülmektedir. Ayrıca meydana gelecek selin vereceği zararın; şehre, bölgeye, gelişmişlik durumuna, alınan tedbirlere, hazır bulunma düzeyine göre değişeceği de unutulmamalıdır.





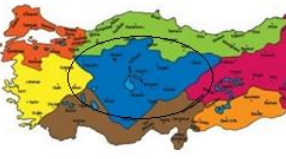




Şekil 10: Ankara İlinde Haziran 2022 tarihinde Kent Seli

Türkiye’de kentlerin tamamına yakınında Mayıs ve Haziran 2022 tarihinde kent selleri meydana gelmiştir. Bunların tamamında maddi hasar meydana gelmiş ve bazılarında da ölümler meydana gelmiştir.

ve işyerini su basmasına, ağaçların devrilmesine, şehir içi ulaşımın aksamasına neden oldu. Sel nedeniyle dört kişi de vefat etti. Kent genelinde yeni yağış riskine karşı ilk ve ortaöğretime de 1(bir) gün ara verilmiştir (**Şekil 10**) [28-31].

Tablo 1: Türkiye’de Yedi Coğrafi Bölgelerdeki Yağış ve Afet Durumu ve Nedenleri [32-36].

Türkiye'nin Coğrafi Bölgeleri ve Bölgelerdeki İller	Su ve Afet Yönetimi Bağlamında Bulgular
<p>Akdeniz Bölgesi</p> 	<p>Bölgede yıllık yağışlar azalma eğilimindedir. Ancak, orada ani şiddetli yağışlarda oluşmaktadır. Buna göre sel ve taşkınlar önemli sorunlar oluşturur ve drenaj sorunu önem kazanmaktadır. Bu bölgede kentsel hidroloji çok önemlidir. Yağış suyunun geciktirilmesi ve kullanımı öne alınabilir. Bölgede yağış suları ve kanalizasyon sistemi arasında ilişki kurulmalıdır.</p>
<p>Doğu Anadolu Bölgesi</p> 	<p>Bölgenin yağış düzenindeki değişiklikler sel riskini ortaya koymaktadır. Bölgede kuraklık sorunu da bulunmaktadır. Bu bölgede kar yağışı sonrasında yerde uzun süre kalan kardan oluşan su için sızmaya uygun yüzeyler oluşturmak veya sızan suyun hemen toplanarak yerleşim dışına çıkartmak şarttır.</p>
<p>Ege Bölgesi</p> 	<p>Bölgede yıllık ortalama yağış azalma eğilimi göstermekte ve su stresi beklenmektedir. Ani ve şiddetli yağışlar önemli olmaktadır. Ani yağışlar sonucu taşkınlar oluşmaktadır. Kentleşme den kaynaklı olarak hidrolojik çalışmalar önemli olacaktır.</p>
<p>Güneydoğu Anadolu Bölgesi</p> 	<p>Bölgedeki meteorolojik sıcaklıklar buharlaşmayı oluşturur. Şiddetli erozyon alanları mevcuttur. Yağışlı gün sayısında azalmalar var. Fakat ani şiddetli yağışlar aniden bastırarak sel baskını oluşumu tetikler. Bu bölgede kent hidrolojisi çalışmaları çok önemlidir.</p>
<p>Merkez/İç Anadolu</p> 	<p>Meteorolojik olarak en az yağış alan coğrafi bölge olup yağış miktarının azalması ve aralıklı kurak günlerin sayısının daha da artması beklenmektedir. Ani şiddetli yağışlar görülme ihtimali de yüksektir.</p>
<p>Karadeniz Bölgesi</p> 	<p>Türkiye’de en fazla yağış alan bölgedir. Bölgede küresel iklim değişimi etkisi başlangıcı vardır. Bölgede çok fazla taşkın ve heyelan yaşanmaktadır. Bu bölgede kentleşmede ve peyzajda geçirgen yapılar inşa edilmeli ve akarsu düzenlemelerinde doğal ıslah çalışmaları yapılmalıdır. Oluşan yağış sularının açık ve/veya kanalizasyon sistemleri yardımıyla geri tutması gereklidir. Bu şekilde daha ekonomik atıksu muamelesi ve kanalizasyon hizmetleri yapılabilir.</p>
<p>Marmara Bölge</p> 	<p>Bölge’de sıcaklıklarda artış ve yağış düzensizlikleri tahmin edilmektedir. Şiddetli giderek artan sel ve fırtınalara karşı hassas olan bölge, Karadeniz Bölgesi’nden sonra en fazla sel felaketinin görüldüğü bölgedir. Sel ve deniz seviyesinin yükselmesi için kıyı koruma yapıları tasarlanmalı ve su temini ve atıksu yönetiminde bileşik çözümler düşünülmelidir.</p>

1.10. Ne Yapmalı ve Nasıl Davranılmalıdır? (What to Do and How to Behave)

Kent selleri ve taşkınların oluşumu zamanımızda gelişmiş teknik ve teknolojilerle önceden kestirilebilmektedir. Bu gelişmişlik lisans ve yüksek lisans seviyesinde eğitilmiş teknik elemanlara (hidrolojist-hidroloji mühendisi, meteorolojist-meteoroloji mühendisi gibi), gereksinimi giderek arttırmaktadır. Ülkemizde büyük bir eksiklik hidroloji mühendisliği programının (Engineering Hydrology) lisans veya yüksek lisans seviyesinde başlatılmamasıdır. Oysa 19. Yüzyılın başından beri İngiltere Imperial College’de meteorolojist, hidroloji mühendisliği yüksek lisans seviyesinde yıllardır yürütülmektedir. Yüksek lisans eğitimine fen bilimler fakülteleri son sınıfındaki öğrenciler kabul edilmektedir.

Öte yandan mühendislik hidrolojisi çalışmalarında yeterli ve güvenilir hidrolojik veriler(Meteorolojik), su yapılarında ve bu parametrelerin tesis boyutlandırılmalarında çok önemli olmaktadır. Hidroloji çalışmalarına altlık oluşturan ve ham meteorolojik ve hidrolojik veri toplayan meteoroloji il ve bölge müdürlükleridir. Fakat Türkiye’de yeterli sıklıkta ve yeterli alanlarda veri toplaması yapılamamaktadır. Hidroloji konularındaki eksik ve yetersizliklerimizin aşılmasında ülkemizde bir Hidroloji Enstitüsü kurulması çok önemli bir rol oynayabilir. Elbette Ulusal ve Uluslararası Meteoroloji Uydularından yararlanma yoluna da gidilmelidir. Yağış fırtınası gibi aşırı atmosferik olaylar Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından ülke düzeyinde tesis edilmiş 18 adet meteorolojik radardan oluşan yoğun bir radar ağı ile kısa süreli öngörü kapsamında önceden kestirilebilmektedir. Bundan sonraki taşkın debi ve hidrografının tahmini için de Hidroloji Mühendisi, Hidrolojist ve Hidrolik Mühendisinin görev ve sorumluluğu başlamaktadır.

Şekildeki haritada Türkiye’nin coğrafi bölgeleri ve bu bölgelerdeki sıcaklık ve nem oranları uzun yılların ortalaması olarak verilmiştir. Bu coğrafi bölgelerin tamamında kentsel taşkınlar meydana gelmiş ve gelmektedir. Yapılacak çalışmalarda;

- ✓ Genel yaklaşım Kanalizasyon,
- ✓ Ekonomik ile maliyet tasarrufu,
- ✓ Genel konsept uygulama alanı,
- ✓ Yeni inşaat ve renovasyon planlamasında doğa dostu (ekoloji ve çevre) yağmur suyu yönetimi,

Geçmişte, mevcut yapıların titizlikle irdelenmesi gerekmektedir.

Kanalizasyon şebekeleri genellikle sadece hidrolik açıdan rehabilite edilir. Çoğu belediyedeki mevcut drenaj sistemleri de (kentsel suların drenajı) son yıllarda yapısal durumları açısından incelendiği için, hidrolik koşullara ek olarak en azından yapısal durum da dikkate alınabilir. Kentlerde bir rehabilitasyon/yenileme ve yapıların optimizasyon konseptinin geliştirilmesinde dikkate alınmalıdır. Çalışmalar için yapılmış ve yapılacak yapısal çalışmaların envanteri/dökümü çıkarılmalı ve saklanmalıdır. Caddelerdeki alt yapının cinsine bağlı olarak yatayda ve düşeyde işaretlemeler yapılmalıdır. Kentlerde sahaların ve çatıların envanteri akış katsayısına göre çıkarılmalı ve kentlerde yağış suların geciktirilmesi ve sızmasını sağlayan yapısal çalışmaların geliştirilip kayıt altına alınması gerekmektedir.

Kanalizasyon şebekesi hesaplamasının bir parçası olarak alan tespiti, yerel denetimler, su baskını durumunda; itfaiye operasyonlarının değerlendirilmesi, deşarj ölçümleri çok önemlidir. Kentsel suların drenajında hidrolojik/hidrokinamik hesaplama yönteminin tam ve eksiksiz hatta koordineli olarak uygulanması önemlidir. Hidroliklerin kanalizasyon durumu ve mülk verilerinin yanı sıra yerel atık su kanunu ile karşılaştırılması yapılmalıdır.

Yeni geliştirme alanları (yeni konut, sanayi, spor tesisleri vb.) söz konusu olduğunda, önceki drenaj sisteminden bağımsız olarak hem teknik hem de finansal olarak alternatif geliştirme seçenekleri her zaman sunulmalıdır[39].

1.11. Doğa Dostunun Uygulama Alanı (Application Area of Nature Friend)

Yağmur suyu yönetimi sadece şunlara odaklanmamalı yeni inşaat planlarını sınırlandırmakla birlikte, mevcut binalarda da giderek daha fazla kullanılmalıdır.

6. SONUÇ (Conclusion)

Çok fazla yapılaşma ile sızma sahalarının azaltıldığı ve yok edildiği, yeni yapısal için imara açılan sahalarda da sızmaya uygun ve yağış sularının geri tutulması için yüzey ve yüzey altı yapıların yapılmadığı gözlemlenmiştir.

Akarsulardaki (tüm su kıyıları, dereler vb.)ıslah çalışması tamamen çok basit mühendislik bakış açısı ile yalnız suyun kanal şeklinde iletilmesi ile yapılmıştır.

Akarsularda biyolojik olgular ve hidrobiyoloji çok az düşünülmüş veya düşünülmemiştir,

Akarsu kenar duvarları veya şevler (sağ ve sol sahiller) için seviyeler(arazi kotları) yükseltilmiştir.

Karadeniz kıyısı, ilçeler ve illerde çok fazla miktarda toprak dolgular (inşaat hafriyat toprağı, moloz, katı atıklar vb.) ve katı atıklar ile doldurulmuştur. Dolgular yasa ve yönetmeliklere uygun yapılmamakta ve dolgu sonrası oluşturulan alanlarda yeni imar düzenlemeleri ile çok farklı değişiklikler yapılmaktadır. Deniz kıyısı ve deniz içi dolgusu ile Havaalanları, yollar ve diğer koruma yapıları inşa edilmektedir. Bu şekilde çalışmaların neticesinde yüzeysel suların denize ulaşması bazı yerlerde kısmen ve tamamen engellenmektedir.

Mühendislik hizmetinde yapılan yapıların bazılarında kısmen hatalar yapılmıştır. (özellikle de proje ömrü çok az düşünülmüş, fen ve teknik kurallarına uyum çok zayıf ve yapı standartları, malzeme standartları dikkate alınmamaktadır) [40,41].

7. ÖNERİLER (Suggestions)

İklim değişim trendleri /değişimi de dikkate alarak su ile ilgili yapıların boyutlandırılması gerekmektedir,

Kanalizasyon hizmetlerinde yağış sularının atıksu'dan ayrıştırılması ve yağış suları için geri tutma hazneleri yapılmalı ve/veya sızmaya müsait alanlar oluşturulmalıdır.

Yağış sularının sızmaya yönlendirilmesi (suni drenajlar, yeşil alanlar oluşturmak vb.)gerekmektedir.

İklimle direnen ve kolay uyum sağlayan kent planlamasında önce suların (içme ve kullanma suyu, evsel ve endüstriyel atıksu ve yağış suları) kontrollü şekilde kent dışına nasıl çıkarılabileceği/drenaj hakkında düşünceler oluşturulmalıdır.

Türkiye'de de dirençli şehir oluşturulması yolunda bazı önemli adımlar atıldığı, yapılan yasa ve yönetmeliklerden anlaşılmalıdır.

Bu konuda Çevre, Şehircilik ve İklim Değişimi Bakanlığı'nın 2011-2023 yıllarını kapsayan, İklim Değişikliği Eylem Planı (İDEP) belgesinde de belirtildiği üzere, ülke genelinde çok farkta/çeşitte tedbirler planlanmış olduğu anlaşılmaktadır. Bütün bunlara ilave olarak kent belediyeleri yerel iklim değişikliği eylem planları hazırlamış ve iklim değişikliğine direncini artırmak için önce envanter çalışması yapmışlardır. Bu doğrultuda ve çevre konularında döküm çalışması yapılmış ve bunun eşliğinde alınacak önlemler üzerinde durulmaktadır. Fakat gerçekte uygulanan henüz hiçbir çalışma bulunmamaktadır.

Kurumlar arası ve Kurumlar ile Üniversiteler arası çok sıkı iş birliği kurulmalıdır. Ayrıca Sivil Toplum Örgütleri (STÖ) (Mühendisler Odaları, Mimarlar Odaları, AKUT vb.) de çalışmalara katkı sağlamalıdır.

İçme ve kullanma suyu şebeke hatlarındaki kayıp ve kaçaklar (Türkiye şartlarında kentlerde ortalama 20-40%) çok iyi araştırılarak en aza indirilmelidir. Bu sayede kanalizasyona gelen debiler azalacaktır. Ayrıca hanelerde su tüketimi konusunda bilgilendirilmeli ile su tasarrufu sağlanmalıdır. Kişi başı su tüketimi azaltılmalıdır. Kentlerde yağış sularının kontrolü için geciktirme havuzları (yerüstü ve/veya yeraltında) ve daha fazla sızmaya elverişli yeşil alanlar (park sahaları ve yağmur suyu göletleri) oluşturulmalı ve bununla kent yeşil altyapısı oluşturulmalıdır.

İmar planlamasında yasal olarak bırakılması lazım gelen kişi başına yeşil alan oluşturulmalıdır. Kent merkezlerindeki yeşil alanlar genellikle de kent dışına kaydırılmaktadır. Bu durumdan vaz geçilmelidir. Yeşil mimariye değer verilmeli ve yeşil çatı sistemleri ile yağış suları geciktirilmeli kanala akıtılmalı ve buharlaştırılmanın artırılması gerekmektedir.

Türkiye'nin bütün hidrolojik havzalarında iklim değişikliğinin su kaynakları, su kütleleri (Tabii Göller, suni göller ve akarsular vb.), hidroelektrik enerji boyutlandırılması ve kazanımı üzerindeki etkileri incelenmelidir.

Alt yapıda kayıp ve kaçaklar önlenmeli ve bu iş için belediyeler teknik donanımına kavuşturulmalıdır. Sürdürülebilir bir su yönetimi sayesinde taşkın problemlerinde azaltma oluşturulabilir. Problemin çözümü ile halk sağlığına da katkı sağlanacaktır. Bunun için de doğru verilerle çok düşünülmüş bir fizibilite oluşturmak şarttır.

KAYNAKÇA (References)

- [1] Storm Water Management and Flood Control in Sponge City Construction of Beijing, <https://www.mdpi.com/2073-441/10/8/1040/htm>
- [2] Kaçak Yapılaşma ve Şehir Taşkınları, https://www.suvecevre.com/yayin/831/kacak-yapilasma-ve-sehir-taskinlari_24158.html#.YnHXntpBxPY Yetersiz yağmur suyu hattı nedeniyle her yağmurda su taşkını yaşanan Beşiktaş Akmerkez Levazım Yolu'ndaki altyapı sorununu çözdük.
- [3] Rainwater harvesting and management – policy and regulations in Germany, <https://iwaponline.com/ws/article-abstract/13/2/376/27090/Rainwater-harvesting-and-management-policy-and>
- [4] Applying storm water management in Greek cities: learning from the European experience, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916407001683>
- [5] Flood disaster vulnerability in informal settlements in Bursa, Turkey, <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0956247813501134>
- [6] Flood Disasters' Inventory in Turkey in 2009, <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.510.4751&rep=rep1&type=pdf>
- [7] Assessing the effectiveness of flood management: a comparative study between Turkey and the UK, https://pure.port.ac.uk/ws/portalfiles/portal/43263956/Ali_Nedim_Yasitli_PhD_Thesis.pdf
- [8] Water Management With Green Infrastructures In Ensuring Sustainability Of Turkish Cities, http://www.limnology.ro/wrw2020/proceedings/16_Birpinar.pdf
- [9] Üçüncü, O., Doğu Karadeniz Bölgesindeki Sel ve Taşkın Yapıları, TMH - 508 - 2022/1, sayfa 42-64
- [10] Ordu'da şebeke borusu açık unutulunca caddede taşkın oluştu <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/orduda-sebeke-borusu-acik-unutulunca-caddede-taskin-olustu-672064.html>

- [11] Sivas'ta su borusu patladı: Caddeler göle döndü, iş yerlerini su bastı
<https://tr.sputniknews.com/20211025/sivasta-su-borusu-patladi-caddeler-gole-dondu-is-yerlerini-su-basti-1050149366.html>
- [12] Arazi Kullanım Kararlarının Dere Sistemleri Üzerinde Fiziki Etkisinin Analizi ve Kentsel Yaşama Yansımaları: İstanbul'da Su Baskını, Sel ve Taşkın Risk Değerlendirmesi,
https://www.journalagent.com/planlama/pdfs/PLAN-05706-RESEARCH_ARTICLE-DINC.pdf
- [13] Effectiveness of Rainwater Harvesting Systems for Flood Reduction in Residential Urban Areas
<https://www.mdpi.com/2073-4441/11/7/1389/htm>
- [14] Adıyaman'da inanılmaz görüntüler! Araç sahipleri çaresizce izledi,
<https://www.yenicaggazetesi.com.tr/araç-sahipleri-caresizce-izledi-adiyamanda-inanilmaz-goruntuler-537564h.htm>
- [15] Adıyaman'ı sel aldı, onlarca araç sular altında kaldı,
https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/adiyaman-i-sel-aldi-onlarca-arac-sular-altinda-kaldi-1931749?utm_medium=Slider%20C3%9Cst%20C3%BC%205li&utm_source=Cumhuriyet%20Anasayfa&utm_campaign=Slider%20C3%9Cst%20C3%BC%205li
- [16] Adıyaman'da sel felaketi: Onlarca araç sular altında kaldı
<https://www.sozcu.com.tr/2022/gunun-icinden/adiyamanda-sel-onlarca-arac-sular-altinda-kaldi-7110190/>
- [17] Yağmursuyu Toplama, Depolama Ve Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelik,
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/06/20170623-8.htm>
- [18] Yağmur Suyu Toplama, Biriktirme ve Geri Kullanımı, <https://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2017/11/Prof.-Dr.-Aysegul-TANIK.pdf>
- [19] Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği,
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- [20] Yağmur Suları, Atık Sular, Dereler, Su Yönetimine Genel Bakış 2020,
https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/gonderi_dosya_ekleri/%C4%B0STANBUL%20SU%20Y%20C3%96NET%20C4%B0M%20C4%B0%20%28%20Sonu%20C3%A7%29.pdf
- [21] Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi Uygulamaları: Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü Örneği,
https://acikerisim.uludag.edu.tr/bitstream/11452/18204/1/ay%C5%9Feg%C3%BCI_sevimli.pdf
- [22] İklim Değişikliği Ve Kentsel Alanda Seller: Beşikdüzü Seli (2016) Örneği,
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kdeniz/issue/51186/660457>
- [23] Doğu Karadeniz Yapılı Çevre Tartışmaları,
https://bookchapter.org/kitaplar/Dogu%20Karadeniz%20Yapili%20Cevre_Tartismalari.pdf
- [24] Taşkın Zararları Ve Zarar Görebilirlik Analizi: Trabzon Değirmendere Sanayi Mahallesi Örneği,
<https://acikerisim.ktu.edu.tr/jspui/bitstream/123456789/753/1/Tam%20Metin.pdf>
- [25] Farklı İklim Kuşaklarında Yer Alan Eko-Kentlerin, Tasarım İlkelerinin Derlenmesi Ve Türkiye İçin Ekolojik Kentsel Tasarım Ön Çalışma Önerisi,
https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/98392/mod_resource/content/1/%2B%2B%20C4%B0KL%20C4%B0M%20TASARIM%2012_FARKLI%20C4%B0KL%20C4%B0M%20KU%20C5%9EAKLARINDA%20YER%20ALAN%20EKO-KENTLER%20C4%B0N%20C4%B0%20TASARIM%20C4%B0L%20KELER%20C4%B0N%20C4%B0N%20DERLENMES%20C4%B0.pdf
- [26] Trabzon Büyükşehir Belediyesi Sürdürülebilir Enerji ve İklim Uyum Eylem Planı,
https://www.trabzon.bel.tr/uploads/FCK_SAYFALAR/4524.pdf
- [27] Bölgesel İklim Değişikliği Eylem Planları,
https://webdosya.csb.gov.tr/db/ordu/menu/bidep_rapor_v14_maket-1_20210315075810.pdf
- [28] Kentsel Faaliyetlerin Kıyı Akiferlerine Etkileri: Doğu Karadeniz Havzası Örneği,
https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/84c790d2521831a_ek.pdf

- [29] Kent Selleri Yönetim Ve Kontrol Rehberi, <https://marmara.gov.tr/wp-content/uploads/2020/10/KENT-SELLERI-kucuk.pdf>
- [30] Prof. Dr. Murat Türkes: Türkiye kuraklığın içinde | Dosya: Susuzluk Ve Kuraklık – 1, <https://www.evrensel.net/haber/422573/prof-dr-murat-turkes-turkiye-kurakligin-icinde-dosya-susuzluk-ve-kuraklik-1>
- [31] Urbane Hydrologie und Hochgebirgshydrologie, <https://www.iww.uni-hannover.de/de/forschung/forschungsgruppen/urbane-hydrologie-und-hochgebirgshydrologie/>
- [32] Teori ve pratik arasındaki hidroloji- hydrologie zwischen Theorie und Praxis hydrology between theory and practice, <https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/12676/1/HyWaH42011.pdf>
- [33] Lebenswerte Städte Gestalten Blau-Grüne Infrastruktur Und Ihre Auswirkungen Auf Die Gesellschaft, <https://de.ramboll.com/-/media/88452ced91274d6d82cb7a0371b04dc4.pdf>
- [34] Güteverbesserung von Stadtgewässern https://www.oieau.fr/eaudoc/system/files/documents/3/17664/17664_doc.pdf
- [35] Üçüncü, O. Türkiye'de Evlerde Yağmur Suyunun Kullanılması. DSİ TEKNİK BÜLTENİ, cilt.6, sa.40, ss.17-20, 2002
- [36] Üçüncü, O., Ekoloji ve Mimarlık Ders Notları, Yeşil Çatı Sistemleri, KTÜ, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ders Notları, 2020.
- [37] Şekil İdlib ve Lazkiye/Suriye Mülteci Kamplarında Sel felaketi <https://www.gulistandergisi.com/multeci-kamplarinda-sel-baskini/>
- [38] Suriyelilerin kaldığı çadır kentler kapatılıyor, geleceklere belirsiz, <https://medyascope.tv/2019/05/22/suriyelilerin-kaldigi-cadir-kentler-kapatiliyor-gelecekleri-belirsiz/>
- [39] Doğu Karadeniz Havzası Akım Gözlem İstasyonlarının Homojenlik Testi, Osman Emre Yıldız, Ömer Yüksek, Fatih Saka, Osman Üçüncü, Sayfa 347, https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetGaleriFile/430/DosyaGaleri/1818/5.ulusal_su_muhandisligi_sempozyumu_cilt_22011.pdf
- [40] Ankara'da sel felaketi: Ne ilk ne de son, <https://www.gazeteduvar.com.tr/ankarada-sel-felaketi-ne-ilk-ne-de-son-haber-1569219>
- [41] 'Yoğun yağışlar ve orman yangınlarına neden olacak', https://www.cumhuriyet.com.tr/bilim-teknoloji/prof-dr-levent-kurnazdan-kritik-iklim-degisikligi-aciklamasi-yogun-yagislar-ve-orman-yanginlarina-neden-olacak-1947833?utm_medium=Slider%20Haber&utm_source=Cumhuriyet%20Anasayfa&utm_campaign=Slider%20Haber