

Pekin ve Kopenhag'ın iklim esnekliği stratejileri ve bunların sürdürülebilirlikle bağlantıları

Li Liu^{a,b,*} ve Marina Bergen Jensen^{a,b}

^a*Yerbilimleri ve Doğal Kaynak Yönetimi Bölümü, Kopenhag Üniversitesi, Rolighedsvej 23, DK-1958 Frederiksberg, Danimarka*

^b*Çin-Danimarka Eğitim ve Araştırma Merkezi, Aarhus, Danimarka*

**Muhabir yazar. E-postaliu@ign.ku.dk*

Özet

Diğer pek çok şehir gibi Pekin ve Kopenhag da geçirimsiz örtü artışı ve iklim değişikliği nedeniyle daha sık kentsel sel baskınları yaşamaktadır. Sonuç olarak, dayanıklılığı sürdürmek için büyük yatırımlar öngörülmektedir. Planlama belgelerinin analizi ve kilit paydaşlarla yapılan görüşmeler, her iki şehrin de iklim direnci stratejilerinde yağmur suyu akışının yerinde tutulmasına dayalı alternatif yaklaşımlar kullandığını ortaya koymaktadır. Ancak, şiddetli sağanak yağışların olduğu acil bir durum söz konusu olduğunda, her iki şehir de hızlı deşarj için derin tünelleri içeren geleneksel konseptlere büyük ölçüde güvenmektedir. Uygulanan alternatif çözümler, Pekin'deki yeraltı tankları ve Kopenhag'daki tutma-deşarj plazaları gibi daha mühendislik temelli olma eğilimindedir. Daha doğa temelli çözümler ise geride kalmaktadır. Her iki şehir de eş zamanlı olarak belirli ek sürdürülebilirlik hedeflerini hedeflemektedir. Bununla birlikte, Pekin'de yaşanabilirliğin iyileştirilmesi ve Kopenhag'da biyoçeşitliliğin desteklenmesi ve su ayak izinin azaltılması gibi diğer potansiyel hedefler ihmal edilmiş gibi görünmektedir. Daha büyük sürdürülebilirlik potansiyeline sahip doğa temelli çözümlerin uygulanmasının önündeki başlıca engeller, hızlı sorun çözme yönündeki dış siyasi baskıların neden olduğu zaman kısıtlamaları, yoğun kentsel alanlara yönelik çözümlerin inovasyonu ve belgelendirilmesine yönelik rutinlerin eksikliği ve yetersiz çok sektörlü işbirliğinin bir araya gelmesidir. Bu faktörler alternatif çözümlerin yayılmasını sınırlamakta ve mevcut yatırımların dengesini geleneksel yaklaşıma doğru kaydırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Alternatif yaklaşım; İklim değişikliği; Alıkoyma; Mühendislik temelli; Doğa temelli; Pluvial sel; Alıkoyma; Sünger şehir; Sürdürülebilirlik

Giriş

Dünya kentleştiğçe, kentlerin sürdürülebilirliğe geçişi de büyük önem kazanıyor. Kentlerin, gerek fiziksel yapılarında gerekse enerji, su, gıda ve diğer malların tüketiminde değişiklikler yaparak dünyanın karşı karşıya olduğu büyük zorlukların çoğuna yanıt vermeleri gerekmektedir.

doi: 10.2166/wp.2017.165

© IWA Yayıncılık 2017

Geçiş modelleri, zorlukların ciddiyetine ve kentin yeterli çözümleri belirleme ve uygulama becerileri ve kaynakları açısından kapasitesine bağlı olarak farklılık gösterebilir. İklim değişikliğine uyum, günümüzün kentsel gündemini belirleyen en önemli zorluklardan biridir. Kentsel drenaj kapasitesinin artırılması ve selleri kontrol altına önlemlerin bulunması gerekmektedir. İlgili yatırımın çok büyük olacağı öngörülmektedir ve bu da ekonomik açıdan güçlü şehirlerin gelecekteki sel kontrol eylemlerini diğer sürdürülebilirlik konularıyla birleştirmeleri için bir pencere açmaktadır.

IPCC'ye göre, son yıllarda dünyanın pek çok yerinde yağışların yoğunlaşması, uzun süreli kuraklıklar, daha sık görülen sıcak hava dalgaları ve daha fazla kasırga şeklinde iklim değişikliği yaşanmış , şiddetli hava koşullarının hem yoğunluğunun de sıklığının artması (IPCC, 2014). Kentler, mevcut dünya nüfusunun yarısından fazlasına ev sahipliği yapmakta ve sera gazı emisyonları açısından sıcak noktalar oluşturmaktadır. Buna ek olarak, şehirler insan birikimi (nüfus yoğunluğu), altyapı, ekonomik faaliyet ve kültürel miras nedeniyle aşırı iklim koşullarına karşı hassastır ve sonuç olarak iklim değişikliğine hem katkıda bulunmakta hem de mağdur olmaktadır (Grimm vd., 2008). Drenaj sisteminin kapasitesini aşan yoğun yağışların neden olduğu kentsel alanlardaki alüvyon taşkınları iklim değişikliğinin en belirgin sonuçlarından biridir, ancak diğer iki kentsel taşkın türünün (yani nehirlerin neden olduğu alüvyon taşkınları ve fırtına kabarmalarının neden olduğu kıyı taşkınları) riskleri de küresel ısınmayla birlikte artmaktadır (JRF, 2011).

Mevcut şehirlerin amacı ekonomik, sosyal ve kültürel alanlarda işleyişi sürdürmek; yani daha yoğun yağışlara rağmen yeni bir dizi yapı ve süreç etrafında yeniden örgütlenme ihtiyacından kaçınmaktır (Alberti vd., 2003). Pluvial taşkınlarla karşı dayanıklılığı artırmaya yönelik geleneksel yaklaşım, drenaj sistemlerinin boyutlarını büyütme; örneğin daha büyük borular, daha fazla tutma havzası ve daha hızlı mansap deşarjı için daha güçlü pompalar sağlamak gibi. Ortaya çıkan bir alternatif ise, kapalı yüzeylerin bir kısmını geleneksel drenaj sisteminden ayırmak ve bunun yerine, kentsel peyzaj içinde yer altı birimleri veya yüzey çöküntüleri tasarlayarak yağmur suyu akışını yönetmektir. Bu şekilde su, infiltrasyon ve buharlaşma yoluyla tutulur (kalıcı olarak geri tutulur) veya daha sonra diğer drenaj elemanlarına daha düşük bir akış hızında deşarj edilmek üzere alıkonulur (geçici olarak geri tutulur). Bu alternatif yaklaşım son yirmi yılda birçok şehirde uygulanmaya başlanmış ve sürdürülebilir drenaj sistemleri SuDS) (Fletcher vd., 2015), düşük etkili kalkınma (LID) (Ahiablame vd., 2012), yeşil (yağmur suyu) altyapıları (GI/GSI) (Lennon vd., 2014; Philadelphia Water, 2016), peyzaj tabanlı yağmur suyu yönetimi (LSM) (Backhaus ve Fryd, 2013) ve sünger şehir (MOHURD, 2014) gibi isimler almıştır. Bu sistemler ya tek başına çözüm olarak, tipik olarak yeni kentsel gelişmelerde ya da geleneksel çözümlerle birlikte, tipik olarak mevcut kentsel alanların güçlendirilmesinde kullanılmıştır. Alternatif yaklaşım genellikle yerinde hidrolojik kontrol için doğal özelliklerin uygulanmasını önerir ve kentsel akıştan önce var olan hidrografi yeniden kurmak, deniz ekosisteminin korunması için deşarj suyunun sıcaklığını azaltmak veya mevcut ve gelecekteki iklim değişikliğine uyum sağlamak isteyebilecek farklı bölgelerin yaşadığı durumlara bağlı olarak farklı motivasyonlarla teşvik edilir (Fletcher vd., 2015). Genel olarak, alternatif yaklaşımlar, geleneksel yaklaşımın daha tekno-merkezli felsefesinin aksine, daha eko-merkezli bir felsefeyi yansıtmaktadır.

Bir şehir drenaj kapasitesini büyük ölçüde geliştirmeye karar verdiğinde, sadece yatırımın büyüklüğü ve etkilenen asfalt ve inşa edilmiş yüzeylerin yüksek oranı, şehrin genel sürdürülebilirliğini iyileştirmeye çalışmayı anlamlı kılmaktadır. Alüvyonlu taşkınlarla karşı direncin artırılmasıyla birlikte elde edilebilecek belirgin iyileştirmeler şunlardır: (1) birleşik kanalizasyon taşmalarının sayısını sınırlamak ve belediye arıtma tesislerindeki yağmur suyu yükünü azaltmak için yağmur suyu akışını atık sudan ayırmak; (2) yağmur suyu akışını

(3) estetiği, rekreasyonu ve sosyal kapsayıcılığı geliştiren iyi tasarlanmış yağmursuyu yönetimi özellikleri sunarak yaşanabilirliği ve sosyoekonomik sürdürülebilirliği artırmak - bu, hava kalitesini iyileştiren, kentsel ısı adasını (UHI) ve gürültüyü azaltan, kentsel tarım için alanlar sağlayan ve uygulama ve bakım için yeni işler yaratan bitkilendirilmiş yüzeylerin oluşturulmasını içerebilir; (4) kentleşmenin neden olduğu doğa ve doğal alan kaybını telafi edebilecek ve kentsel drenajın alıcı su kütlelerine deşarjının olumsuz etkisini en aza yağmursuyu yönetim özellikleri tasarlayarak biyolojik çeşitliliği ve ekolojik performansı artırmak ve bölgesel eko sistemi korumak (Grimm *vd.*, 2008).

Birçok şehirde, iklim direncini daha fazla sürdürülebilirlik hedefiyle birleştirmek için gereken beceri ve kurumsal kapasite mevcut olmayabilir. Geleneksel boru tabanlı yağmur suyu yönetiminin tek işlevli deşarj hedefinin aksine, ekstra sürdürülebilirlik faydalarının elde edilmesi sadece teknik disiplinlerden değil, aynı zamanda yaşam bilimleri, beşeri bilimler ve ekonomi gibi alanlardan bilgiye dayanmaktadır. Genellikle, hoş bir estetik tasarım elde etmek için yer üstü tasarımının kentsel yüzeyle iç içe geçmesi gerekir ve bu da nihayetinde birden fazla paydaş arasında müzakere edilir (van de Meene *vd.*, 2011).

Bu makalenin amacı, Pekin ve Kopenhag'ın son sel kontrol stratejilerine genel bir bakış sunmak ve önerilen önlemlerin yukarıda tanıtilen alternatif yaklaşımla birleştirilip birleştirilmediğini görmektir. Ayrıca bu makale, iki şehrin iklim direncinin artırılmasının ötesine geçen diğer sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için çalışıp çalışmadığını (veya planlayıp planlamadığını) gözden geçirmektedir.

Materyaller ve yöntemler

Pekin ve Kopenhag iki nedenden ötürü bu çalışma için örnek olarak kullanılmıştır. Birincisi, her iki şehir de pluvial sel deneyimi yaşamış, güçlü bir planlama geleneğine sahip ve sel yönetimi konusunda proaktiftir. Başkent olmaları nedeniyle, iklim direncine yönelik çözüm arayışlarında ülkelerinin en önde gelen şehirleridir. İkinci olarak, bu araştırma kısmen Çin-Danimarka Eğitim ve Araştırma Merkezi (SDC) tarafından finanse edilmiştir ve bu sayede yazarlar Pekin'de ilk elden veri elde etmek için iyi kanallar elde etmişlerdir. Pekin Belediyesi (Pekin Şehir Bölgesi) 16.411 km²'lik bir alanı kaplamaktadır² ve nüfusu 20,7 milyon (2012). Dağlar toplam arazinin yaklaşık %60'ını kaplamaktadır. Çoğu plan ve strateji Pekin Belediyesi'nin tamamı için geçerli olsa da, bu çalışma kabaca şehirleşmiş kısma karşılık gelen ve bundan sonra Pekin olarak anılacak olan 1.085 km²'lik Pekin Merkez Şehri'ne odaklanmıştır (Zhang, 2013). Kopenhag, 2.568 km²'lik alanı kaplayan ve 1,7 milyon (2014) nüfusa sahip olan Danimarka Başkent Bölgesi'nin merkezi kısmıdır (Wikipedia, 2014), Kopenhag Belediyesi ise kıyıda yer almaktadır ve çalışmanın odak noktasıdır. Her iki şehrin özellikleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Çalışma, plan ve belgelerin analiz edilmesinin yanı sıra hem Pekin hem de Kopenhag şehir yönetimindeki kilit aktörlerle görüşülerek gerçekleştirilmiştir. Pekin ve Kopenhag'dan görüşülen kişiler sırasıyla *iB* ve *iC* olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

¹ Bir şehrin su ayak izi genellikle şehirde doğrudan (örneğin musluktan) kullanılan su ile şehre taşınan ve şehir tarafından tüketilen ithal gıda ve malların üretimi için şehir dışında kullanılan sanal suyu içerir. Sanal su genellikle su ayak izinin çoğunu oluşturur; ancak bu 'su ayak izi' terimi yalnızca doğrudan kullanılan suya atıfta bulunmak kullanılmaktadır.

Tablo 1. Pekin ve Pekin ve Kopenhag şehirlerinin profilleri.

	Alan (km ²)	Nüfus (milyon)	Yağış (mm) ve yıl içindeki dağılımı	Potansiyel evapo-transpirasyon (mm)	İklim	Kanalizasyon sistemi; tasarım standardı
Pekin	1,085 (2010)	Yaklaşık 10 (2010)	457 ^a , ¼ Haziran ayında düşer Ağustos'a	Yaklaşık 1.200	Ilıman, kuru, müson- etkilenmiş Nemli KİTA iklim	Kombine kanalizasyon içinde ikinci halka yol, ayrılmış yeni alanlarda kanalizasyon ikinci halka yol ve dışa doğru). Nehirlere deşarj ve göller. Çoğu parça 1-3 yıllık yağmur olayları için tasarlanmıştır; Gelecekte 3-5 yıl
Kopenhag	86 (2015)	0.56 (2015)	691 ^b , Dağıtılmış tüm yıl boyunca, ancak Temmuz ayında en yüksek Ağustos	Yaklaşık 600	Ilıman, nemli, Kıyı İklimi	Çoğu kısım (.90%) birleşik kanalizasyon. Bir akarsuya deşarj ve okyanus. Şunlar için tasarlandı 10 yıllık yağmur olayları

Zhang (2013), Wikipedia (2014), Scharling & Cappelen (2016) ve Statistics Denmark (2016).

^a Ortalama, 1999-2009.

^b Ortalama, 2006-2015.

Tablo 2. Pekin (*iB*) ve Kopenhag'da (*iC*) taşkın kontrolü için belediye yönetimleri içindeki aktörler ve görüşülen kişilerin listesi.

Belediye yönetimleri içindeki aktörler	Başlıca ilgili sorumluluklar	Görüşülen kişiler ve Pekin
yönetimindeki rolleri		
Pekin Belediyesi Planlama Komitesi (BMCP)	Planların yapılması; yerel yönetmeliklerin ve teknik standartların hazırlanması; uygulamanın düzenlenmesi; arazi kullanımı ve geliştirme projelerinin onaylanması	
Pekin Belediyesi Planlama ve Tasarım Enstitüsü (BMPDI) (BMCP'nin teknik yan kuruluşu)		
Pekin Su İdaresi (BWA)	Tüm su sorunlarının yönetimi - su temini, drenaj, yüzey suyu ortamı, taşkın yönetimi; su altyapısının planlanması	
Pekin Su Bilimi ve Teknolojisi Enstitüsü (BIWST) (araştırma ve teknoloji geliştirme için BWA'nın teknik yan kuruluşu)		<i>iB₁</i> , Su kaynakları mühendisi; <i>iB₂</i> , Su kaynakları mühendisi
Pekin Hidroloji Planlama ve Tasarım Enstitüsü (BHPDI) (<i>ibid</i>)		<i>iB₃</i> , Hidrolik mühendisi
Pekin Hükümeti Taşkın Önleme & Taşkın Kontrol ve Kuraklık Yardım Merkezi		
Pekin Belediyesi Peyzaj ve Ormanlık Bürosu (BMBLF)	Kamusal yeşil alan yönetimi	
Pekin Peyzaj ve Geleneksel Mimari Tasarım ve Araştırma Enstitüsü (BMBLF'nin teknik danışmanı olarak yarı kamu kurumu)		<i>iB₄</i> , Yeşil alan planlamasında uzmanlaşmış mimar
Pekin Belediyesi Konut ve Kentsel-Kırsal Kalkınma Komisyonu (BMCHUD)	İnşaat yönetimi	
Pekin Belediyesi Planlama ve Tasarım Enstitüsü (BMPDI) (BMCHUD'un teknik yan kuruluşu)		<i>iB₅</i> , Belediye altyapısı konusunda uzman Şehir Plancısı
Beijing Drainage Group (Devlete ait şirket)	Aşağıdakiler dahil olmak üzere kentsel drenajın yönetici kurumu	
	yağmursuyu	
Kopenhag		
Teknik ve Çevre İdaresi, Kopenhag Belediyesi (TMF)	Diğer ekipler ve HOFOR ile koordineli olarak, iklim adaptasyonu ve bulut patlaması yönetimi için genel planların geliştirilmesi ve koordinasyonu; yaklaşık 350 proje ile bulut patlaması planının uygulanması	<i>iC₁</i> , Yeşil alan planlamasında uzmanlaşmış şehir plancısı; <i>iC₂</i> , Hidrolik mühendisi; <i>iC₄</i> , Paydaş katılımı konusunda uzmanlaşmış şehir plancısı; <i>iC₅</i> , İnşaat mühendisi

(Devam ediyor.)

Tablo 2. (Devam ediyor.)

Belediye yönetimleri içindeki aktörler	Başlıca ilgili sorumluluklar	Görüşülen kişiler ve yönetimdeki rolleri
İklim Uyum Ekibi İnşaat Projesi Geliştirme Ekibi Geçici Yönlendirme Komitesi ve şehrin en önemli İklim Uyum gündemi için bir Çalışma Grubu Finans İdaresi (ØKF), Belediye Kopenhag (HOFOR'un yarı sahibi) HOFOR (büyük şehirlerin kamu hizmeti şirketi) Kopenhag)	Finansman planı için HOFOR ile koordinasyon uygulama Atık su ve yağmur suyunun işlenmesi; kanalizasyon borularının inşa edilmesi ve işletilmesi; su vergileri yoluyla yüzey çözümlerinin ortak finansmanı	iC ₃ , Su kaynakları mühendisi
İklim Ekibi (TMF) ve ØKF arasında düzenli direktörler toplantıları ve bir Çalışma Grubu; TMF ve HOFOR arasında Çalışma Grubu (Sekreteryä) ve Ortaklık	TMF içinde ve Kopenhag Belediyesi, HOFOR çevre şehirler ile kamu hizmeti şirketleri arasında çözümler ve finansman konularında koordinasyon	
Ön araştırmalara dayanmaktadır.		

Pekin'de su ile ilgili en büyük sorun devam eden su sıkıntısıdır. Şehir su temin etmek için atık suları geri kazanmakta, Güney-Kuzey Su Derivasyonu projesi ile Yangzi Nehri'nden su ithal etmekte (Liu vd., 2014) ve son on yıldır su tasarrufu stratejileri uygulamaktadır. Pekin'in Çin'in başkenti olması nedeniyle taşkınların önlenmesi her zaman önemli görülmüştür. Pekin, dağlık çevresinden kaynaklanan akarsu taşkınlarının yanı sıra kentsel kapalı yüzeylerden kaynaklanan ve Çin'de 'su basması' olarak adlandırılan plüviyal taşkınlara da maruz kalmaktadır. Daha önceki bir Kentsel Taşkın Önleme Planı (UFPP) taslağı (1995-2010) taşkın önleme tesislerinin yoğunlaştırılmasına yol açmıştır, ancak şiddetli yağışlar yine de özellikle köprülerin altındaki alçak yollarda taşkınlara yol açmıştır (iB₃). 21 Temmuz 2012'de Pekin Belediyesi'nin tamamı 20 saat içinde 328 mm'lik olağanüstü bir yağışa maruz kalmış, 79 kişi hayatını kaybetmiş ve en az 10 milyar RMB (1,5 milyar ABD doları) hasar meydana gelmiştir. Her ne kadar bu olayda hayatını kaybedenler ağırlıklı olarak banliyö bölgelerinde olsa da, Pekin'in genel yağmur suyu yönetim stratejisi bu acil durumdan bu yana sellerin kontrolüne daha fazla yönelmiş ve bir dizi plan ve kılavuzun hızlandırmıştır.

Su kaynağı olarak çevre bölgelerden gelen nispeten iyi kalitedeki yeraltı suları sayesinde Kopenhag'da önemli ölçüde su sıkıntısı yaşanmamaktadır (iC₂; iC₃). Son zamanlardaki su sorunu, esas olarak alüvyonlu taşkın yönetimi ve (küçük bir dereceye kadar) fırtına dalgalanmalarına karşı koruma açısından iklim adaptasyonuna odaklanmıştır. Geliştirilmesi uluslararası iklim değişikliği etkinliği COP15 (2009 yılında düzenlenen Kopenhag Değişikliği Konferansı) ile ilgili olan ve 2025 yılına kadar sıfır karbon emisyonu hedefleyen Kopenhag İklim Planı yayınlanmış ve şehri aşırı hava koşullarına hazırlama girişimi başlatılmıştır (Kopenhag Şehri, 2009). 2011 yılında Kopenhag İklim Uyum Planı yayınlanmış; kısa bir süre sonra, 2 Temmuz 2011 tarihinde 3 saatten kısa bir sürede yaklaşık 150 mm'lik bir bulut patlaması şehrin bazı bölgelerini sular altında bırakmış (Leonardsen, 2015), can kaybına yol açmamış ancak bodrum katları ve caddelerdeki su baskınları nedeniyle 6 milyar Danimarka kronu yaklaşık 0,9 milyar ABD doları) zarar meydana gelmiştir. Bu olay sel yönetimini siyasi gündemin en üst sıralarına taşımış ve belediye başkanı olayın tekrarlanmasını önlemek için derhal adımlar atılacağını duyurmuştur (Lilmoes, 2012; iC₃). Ardından 2012 yılında Kopenhag Bulut Patlaması Yönetim Planı yayınlanmıştır. Bu planın ayrıntıları, Sonuçlar bölümünde daha ayrıntılı olarak açıklandığı üzere 2012'den 2015'e kadar uygulanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan yöntemler arasında mevcut uygulamalar ve yeni geliştirilen planların ilerleyişi hakkında yarı yapılandırılmış görüşmeler (Tablo 2) ve planlama belgelerinin analizi (Tablo 3 ve 4) yer almaktadır. Bu görüşmeler kentsel planlama, yeşil alan ve su sektörlerinde yer alan kişilere odaklanmıştır. Mayıs 2015'ten Nisan 2016'ya kadar her şehirde beş yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiş, ardından açıklama ve güncellemeler için telefon ve e-posta yoluyla iletişim kurulmuştur.

Sonuçlar

Pekin ve Kopenhag'ın ilgili drenaj kapasitelerinin geliştirilmesine ilişkin son plan ve belgeler sırasıyla Tablo 3 ve 4'te özetlenmiştir. Bu makalede, planlar ve ilgili söylemler şehir şehir tanımlanmıştır; farklı kurumlar ve belgeler için tam adlar ve kısaltmalar Tablo 2-4'te verilmiştir.

Pekin tarafından hazırlanan planlarla ilgili olarak, 1995 tarihli taslak UFPP, batıdaki kentsel alanlarda yeterli depolamanın geliştirilmesini; doğudaki kentsel alanlarda serbest drenajın sağlanmasını ve taşkınları önlemek için ikinci çevre yolunun dışındaki taşkın yönünün değiştirilmesinin güçlendirilmesini önermiştir. Bu doğrultuda

Tablo 3. Pekin'in taşkın kontrolü için başlıca planları ve standartları.

Plan/Standart	Hedef ^a	Ana stratejiler ^b (geleneksel deşarj sistemi Tablo 1 'i ifade eder)	Uygulama kapsamı
Taşkın Önleme ve Su Baskınları	200 yıllık taşkın olaylarını idare edecek plan	'Membada tutma, memba içinde taşıma	Kısa dönem: 2015-2020,
Pekin için Azaltma Planı (FPWRP)	(100 yıllık taşkın olayları için	orta akış ve deşarj	(ile koordine etmek için
Şehir Bölgesi, 2015 taslağı (odaklanma	Batı Dağları'ndan) ve	aşağı akış'; 'Sızıntı, tutma,	Pekin Ana Planı
ağırlıklı olarak banliyö bölgesinde ama aynı zamanda	50 yıllık yağmur olayları	önleme, boşaltma, kontrol,	2004-2020).
Pekin Merkez için çözüm önerileri	(önemli alanlar için 100 yıllık olaylar),	yönetimi' ve 'doğal tutma, doğal	Uzun vadeli: 2030
Şehir), BHPDI, BWA tarafından; hazırlanmıştır	0,15 m'den daha derin sel suları ile	infiltrasyon, doğal su tutma ve doğal	
2012-2015	sadece şehir içi yol yüzeyinde izin	infiltrasyon ile bir sünger şehir inşa	
verilir		etmek	
	30 dakika boyunca. İki kuzey-güney	arındırma'; Merkez şehir: 'İki	
	taşkın	dikeyler ve dört yatay (nehirler),	
	gözetim için önleme nehirleri	bir (yeşil) halka kemer ve çift	
	100 yıllık sel olaylarına (200 yıllık	ağları (bu önlemler aşağıdakilere atıfta	
	önemli alanlar için etkinlikler); dört batı	bulunur	
	doğu akıntı nehirleri 50 yıla kadar	LFCEP aşağıda), çoklu noktalar (pompa	
	yağmur olayları (önemli yağmur olayları	istasyonlar) ve iki derin tünelden (the	
	için 100 yıllık	sadece bu plandaki son iki önlem)'	
	alanlar); yağmur suyu boruları: 3-5 yıllık		
	yağmur olayları (önemli yağmurlar için		
	10 yıllık		
	alanlar)		
için Yerel Taşkın Kontrol Planı (LFCEP) Yukarıdakiyle		'İki dikey ve dört dikey' oluşturun	Yukarıdaki ile aynı
aynı			
Pekin Merkez Bölgesi, 2015 taslağı		yataylar (nehirler), bir (yeşil) halka kuşak	
(kabaca Pekin Merkez Şehri), tarafından		ve çift ağlar': İki	
BMPDI, BMCP; 2011-2015 yılları arasında hazırlanmıştır		taşkın için büyük kuzey-güney nehirleri	
		önleme; dört batı-doğu deşarjı	
		nehirler; infiltrasyon için bir LID yeşil	
		kuşağı,	
		tutma-tutma, hasat (temel	
		mevcut ve planlanan yeşil kuşaklar	
		üzerinde);	
		yağmursuyu boru şebekesi ve küçük	
		deşarj için nehir ağı. Kaynak-	
		süreç-reseptör kontrolü: LID'de	
		kaynak; yağmursuyu boruları, pompa	
		istasyonlar, deşarj caddesi ve yeşil/	
		gri yağmur suyu tutma/bekletme	
		alanlar; nehirleri boşaltma ve	
		su basması gözetim alanları	

Tablo 3. (Devam ediyor.)

Plan/Standart	Hedef	Ana stratejiler ^b (geleneksel deşarj sistemi Tablo 1 'i ifade eder)	Uygulama kapsamı
Pekin'in Yağmursuyu Yönetimi ve Hasat Mühendisliği Tasarım Kodu (CDSM) 2013 (Pekin Bölgesi Şehri, özellikle hem yeni geliştirilen hem de yeniden geliştirilen bina ve yerleşim alanları için), Pekin Mimari Tasarım Enstitüsü (Group) Co. Ltd, Beijing General Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd ve Pekin Su Bilimi ve Teknolojisi Enstitüsü (BMCP ve Pekin Kalite ve Teknoloji Denetim Bürosu tarafından yayınlanmıştır)	Geliştirme sonrası akış deşarjının geliştirme öncesinden daha büyük olmaması; Yerel olarak işlenen yağmur suyu akışının yeni geliştirme alanlarında yıllık akış miktarının %85'inden az olmaması; diğer alanlarda yıllık akış miktarının %70'inden az	Proje alanı 2000 m ⁽²⁾ 'den büyükse, 1.000 m ² kapalı veya geçirimsiz zemin yüzeyi başına en az 30 m ³ tutma-gözetli hacmi sağlanmalıdır; yeşil alan oranı için gerekli projeler, toplam yeşil alanın %50'sinden az olmamak üzere gömme yeşil alana sahip olmalıdır; kamuya açık otopark, yaya yolları, yürüyüş caddeleri, bisiklet yolları, meydanlar vb. toplam alanın %70'inden az olmamak üzere geçirimli kaplamaya sahip olmalıdır	2013

Pekin Mimari Tasarım Enstitüsü (Grup) Co. Ltd, Pekin Genel Belediye Mühendislik Tasarım ve Araştırma Enstitüsü Co. Ltd & Beijing Institute for Water Science and Technology (2013), Zhang (2014), BHPDI (2015); *iB₃* ve *iB₅*, 2015, 2016; *iB₁* ve *iB₂*, 2016.

^a Pekin, sel (Pekin Merkez Şehri dışından gelen seller) ve su basması (Pekin Merkez Şehri içinde yerel olarak meydana gelen su birikmesi/göletleşmesi) arasında ayırım yapmaktadır; bu ikisi farklı boyut standartları kullanmaktadır.

^b KFKYYP, MFÇP'nin bazı tedbirlerini (paralel bir planlama süreciyle de olsa) içermektedir ve bu tedbirler tabloda sadece MFÇP ile ilgili olarak ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Tablo 4. Kopenhag'ın yağmur suyu ve taşkın kontrolüne yönelik başlıca planları ve standartları.

Plan/Standart	Hede	Ana stratejiler (geleneksel deşarj sistemi Tablo 1 'i ifade eder)	Uygulama kapsam
f			
Başta Kopenhag Belediyesi tarafından hazırlanan İklim Uyum Planı (CAP) 2011	2100'e kadar yıllık yağış miktarındaki %30'luk artışa rağmen mevcut kanalizasyon sisteminin 10 yıllık yağmur olaylarına yönelik hizmet seviyesinin korunması. Çözümler yaşanabilir şehir, UHI azaltımı ve yeşil büyümeye katkıda bulunur	Binaların ve sokakların kanalizasyonla bağlantısının kesilmesi ve yağmur suyu akışının yağmur suyu borularına veya SuDS'ye yönlendirilmesi yoluyla yerel olarak yönetilmesi; fazla yağmur suyunun zarar vermeyeceği alanlara taşınması; Kanalizasyonların 10 yıllık hizmet seviyesini karşılayacak şekilde genişletilmesi	100 yıl
Kopenhag Belediyesi tarafından HOFOR ile işbirliği içinde hazırlanan Bulut Patlaması Yönetimi (CMP) Planı 2012	Aşırı yağmur olaylarında selin önlenmesi: sel için belirlenmiş alanlar dışında, kentsel yüzeyde 0,1 m'den fazla ve 100 yılda bir defadan daha sık göllenme olmamalıdır	On yılı aşan olaylardan kaynaklanan yüzeysel akış, yeraltı tünelleri aracılığıyla limana veya bir boşaltılır. 'Su kırıkları' 10 yılın üzerindeki akışları birleşik kanalizasyonlardan uzaklaştırır. Yönlendirilen suyun taşınması için seçilen sokakların yeniden döşenmesi. Ayrıca, bazı caddeler, plazalar ve yeşil alanlar gözetli hacmi sağlayacak şekilde değiştirilmiştir.	En az 20 yıl

Kopenhag Belediyesi (2011, 2012, 2015); iC_4 ve iC_5 , 2015.

yaklaşımına göre, BHPDI tarafından son FPWRP, iki derin tünelin inşası ve pompa istasyonlarının iyileştirilmesi de dahil olmak üzere esas olarak geleneksel çözümlere dayanmaktadır ([Tablo 3](#)). Alternatif çözümler tamamlayıcı olarak ve yağmur suyu akışının bir kısmının kaynağında yönetilmesini, daha fazla yağmur suyu akışı tutma bölgesi geliştirilmesini ve daha fazla tutma-tutma için nehirler boyunca yeşil alanlar geliştirilmesini içermektedir. Buna karşılık, BMPDI tarafından hazırlanan LFCP, yağmur suyu boruları, pompa istasyonları ve nehirlerin deşarj kapasitesini artırarak geleneksel yaklaşıma dayanırken, sızma, tutma-tutma ve yağmur suyunun hasadını artırmak için dördüncü ve beşinci halka yolları arasında bir LID yeşil kuşağı önererek yağmur suyu ve sel kontrolü için alternatif yaklaşımı vurgulamaktadır. Her ne kadar farklı sektörler tarafından geliştirilmiş ve Kent Konseyi'ne bağımsız olarak rapor edilmiş olsa da, iki taslak planın Pekin Şehir Bölgesi için ortak bir uygulama eylemi olarak birleştirilmesi gerekiyordu; 2015 yılı sonunda hala iki ayrı plan olarak taslak halindeydi (iB_1 ; iB_3 ; iB_5). Yerel standart CDSM, yeni ve yeniden geliştirilen alanlar için alçak arazi, batık yeşil alan, geçirgen kaplama, toprak altı tutma-tutma tankları ve diğer öğeleri öngörerek ve yerinde sızma, tutma-tutma ve hasada vurgu yaparak alternatif yaklaşıma öncelik vermeyi amaçlamaktadır.

2000 yılından bu yana BWA, özellikle içme suyunu korumak için yağmur suyu hasadı (iB_2) ve aynı zamanda yağmur suyu akış kontrolü için alternatif çözümleri test etmiştir. 2012'deki sel felaketinden sonra, sel kontrolünün artık yalnızca geleneksel boru sistemlerine dayanamayacağı ve alternatif çözümlerin de kullanılması gerektiği çeşitli belediye sektörleri arasında ortak bir anlayış haline gelmiştir (iB_4). Yağmur suyunun infiltrasyonuna verilen önem artmaya devam etmektedir (iB_2 ; iB_4 ; iB_5). Görüşülen iB_4 ve iB_5 şunları ifade etmiştir

CDSM standardının, yağmursuyu yönetimi için önerilen alternatif yaklaşımı kullanan bir dizi gelişmeyle .

Kopenhag için 2011 CAP, yağmur suyu akışını kanalizasyon sisteminden SuDS'ye veya yeni, ayrılmış yağmur suyu borularına ayırarak mümkün olan her yerde yağmur suyu akışını yerel olarak yönetmek için alternatif çözümler önermektedir. Bu işlemin mümkün olmadığı durumlarda kanalizasyonlar, arazide zararlı göllenmelere neden olmadan on yıllık yağmur olaylarını yönetme standartlarını karşılayacak şekilde genişletilmelidir. Danimarka Meteoroloji Enstitüsü ([Kopenhag Belediyesi, 2011](#)) tarafından gelecekte (2100 yılına kadar gerçekleşeceği öngörülen) on yıllık yağmur olaylarının yoğunluğundaki %30'luk artışa uyum sağlamak için, şu anda birleşik kanalizasyonlara deşarj edilen kapalı yüzeylerin %30'unun bağlantısının kesilmesi ek bir hedeftir. CAP 2011'in alternatif çözümlerle inşa edilme tahmini 5 milyar Danimarka kronu (0,7 milyar ABD doları) olup, geleneksel önlemlerin maliyeti 20 milyar olarak tahmin edilmektedir. 2012 CMP ve ilgili 2015 İklim Uyum ve Yatırım Beyanı (daha sonra Uygulama Planı olarak adlandırılmıştır) CAP'ın bu on yıllık olay hedefini teyit etmekte ve buna ek olarak kentsel yüzeyde 10 cm'yi aşan sel derinliklerinin 100 yılda bir defadan daha sık meydana gelmeyecek şekilde önlenmesine yönelik yeni bir hedef belirlemektedir. CAP'a atıfta bulunan CMP, mümkün olan her yerde yeşil rekreasyon çözümlerinin tercih edilmesi gerektiğini yinelemektedir. Bu tavsiyenin ötesinde, yeni hedef on yıllık hacmi aşan sel sularının tutulması ve boşaltılmasına dayanmaktadır. Deşarj, yeni tüneller aracılığıyla okyanusa veya yerel bir dereye yönlendirilecek, yol yüzeyleri ve yağmur suyu akışını tünel girişlerine veya dereye taşımak için yeni yer altı boruları kullanılacaktır. Uygulama Planı, 60 bulut patlaması kolu² ve dört yeni bulut patlaması tüneli tanımlayarak bu operasyonu detaylandırmaktadır. Çok sayıda yol ve meydanın yeniden profilendirilmesi veya yeni yer altı inşaat projeleri için yaklaşık 350 proje belirlenmiştir. Bu projelerin yaklaşık 290'ı HOFOR tarafından ortaklaşa finanse edilen kentsel yüzeylerde belediye vergileriyle finanse edilen projelerdir, geri kalanı ise HOFOR tarafından tamamen su ücreti ile finanse edilen geleneksel mühendislik projeleridir (*iC3*). Kentsel yüzeyler üzerindeki bu projelerin birçoğu temel olarak sel sularını tahliye etmeyi veya tutmayı amaçlamaktadır ve bunlar bulut patlaması yolları, tutma yolları ve tutma alanları olarak kategorize edilmektedir. Bulut patlaması kolları içindeki çok sayıda cadde, bazıları 'yeşil caddeler' olarak kategorize edilmiş olan konut caddeleridir. Bu caddelerde, on yıllık olaylardan daha düşük şiddetteki olaylar için yağmur suyu akışı, 2100 yılına kadar %30 kesinti hedefine katkıda bulunmak amacıyla kanalizasyondan yönlendirilecektir (*iC3*). Benzer şekilde, bulut patlaması unsurlarına bitişik konut alanlarının iç çatıları ve avluları da yağmur suyu akışlarını kanalizasyon sisteminden ayırmaya ve mümkün olan her yerde avlularında işlemeye teşvik edilmektedir (*iC3*), ancak bu tür faaliyetler CMP bütçesi kapsamında değildir. Bağlantısı kesilen alanlardan gelen akışın ne ölçüde yerel olarak sızacağı veya bulut patlaması unsurları aracılığıyla deşarj edileceği maliyete, kirlenme risklerine ve ikincil yeraltı suyu seviyesine bağlı olacaktır (*iC3*). 350 proje önümüzdeki 20-30 yıl boyunca uygulanacak ve her yıl birkaç farklı proje başlatılacaktır. Uygulamada en yüksek riskli, en kolay uygulanabilir ve kentsel gelişim projeleriyle iyi sinerjik etkiler (örn. yaşanabilirlik) elde etmenin mümkün olduğu alanlara öncelik verilecektir ([Kopenhag Belediyesi, 2012](#)). Sistemin işleyebilmesi için öncelikle mansaptaki bulut patlaması tünellerinin inşa edilmesi gerekmektedir (*iC3*). Uygulama Planında, Bulut Patlaması Yönetim Planı 2012'nin uygulanması için inşaat tahminleri 11 milyar TL olarak güncellenmiştir.

² Bir bulut patlaması kolu, tutarlı bir hidrolik çözüm gerektiren en küçük hidrolik birimdir. Birkaç temel bulut patlaması unsuruna sahip bir bulut patlaması projeleri koleksiyonunu içerir - bulut patlaması yolları, gözaltı yolları, gözaltı alanları, yeşil sokaklar ve bulut patlaması boruları.

Danimarka kronu (yaklaşık 1,6 milyar ABD doları), HOFOR'un su ücretlerine zam yaparak ortak finanse ettiği belediye tarafından finanse edilen yüzey çözümleri için 5 milyar (yukarıda bahsedilen kentsel yüzeylerdeki 290 proje); HOFOR'un su ücreti ile dört bulut patlaması tüneli, bulut patlaması boruları ve kanallar için geleneksel çözümler için 2,6 milyar; özel arazi sahiplerinin yatırımlarından 2,4 milyar; ve HOFOR'un su ücreti ile mülkiyet sınırları dışındaki bağlantılar ve bağlantılar için 1 milyar.

Sankt Kjelds Mahallesi ($55^{\circ}42'36.53^{(00)}N$, $12^{\circ}34'04.60^{(00)}E$), 2012 CMP'nin yayınlanmasıyla birlikte, bulut patlamasına ilişkin çözümlerin sergilenmesi ve kentsel alanların kalitesinin artırılması amacıyla Kopenhag'ın ilk 'iklime dirençli mahallesi' olarak ilan edilmiştir ([Climate-resilient Neighborhood, 2015](#)). Mahallenin ilk 'iklim meydanı' olan Taasinge Meydanı, meydanın bitki örtülü bir kısmının alçaltılmasıyla bir su tutma-tutma alanı olarak inşa edilmiştir. Sankt Annae Meydanı ($55^{\circ}40'54.19^{(00)}N$, $12^{\circ}35'028.69^{(00)}E$) ve Enghave Parkı ($55^{\circ}40'01.25^{(00)}N$, $12^{\circ}32'032.18^{(00)}E$) gibi diğer bulut patlaması tutma alanları şu anda oluşturulmaktadır. Yağmursuyu akışıyla ilgili bağlantının kesilmesinin hedeflerden biri olduğu üç 'Geleceğin Avlu Bahçeleri' şu anda tasarlanmaktadır. Belediye öncülüğündeki bu projelerin yanı sıra, Kopen- hagen'in dış yaklaşık 40 özel sokak ve bina derneği, HOFOR'un (iC_3) mali desteğiyle, kendi yerel alanlarında yağmur suyu akışının bağlantısını kesme ve tutma sürecini gönüllü olarak başlatmıştır. HOFOR ayrıca kenti sel baskınlarına karşı korumak için yapımı kolay mühendislik altyapıları geliştirmektedir. Bunun bir örneği, şehrin limanı boyunca sele eğilimli bölgelerde 2012'den beri yapım aşamasında olan çek valfli ekstra çıkışlardır. iC_3 'e göre, şehrin orta kesimindeki liman boyunca vanaların yerleştirilmesi, daha önce hassas olan bu bölgelerde su baskınlarının önlenmesine yardımcı olmuştur.

Pekin'de, yağmur suyu yönetimine alternatif yaklaşımın taşkın kontrolü için ne kadar büyük bir rol oynayabileceği konusunda anlaşmazlık vardır. FPWRP, alternatif çözümleri yalnızca geleneksel altyapının hizmet seviyesini potansiyel olarak artırabilecek bir şey olarak görmektedir. Hidrolik mühendisi iB_3 'e göre, geleneksel yaklaşıma öncelik verilmektedir, çünkü yağmursuyu yönetimi için merkezi olmayan önlemler geçmiş yıllarda yavaş bir hızda uygulanmıştır ve bu nedenle makul ancak güvenli olmayan bir çözüm olarak kabul edilmektedir. LFCP, alternatif yaklaşımın (LID yeşil kuşağı ile temsil) rolünü en üst düzeye çıkarmayı ve bu yaklaşımı kanalizasyonların genişletilmesi gibi geleneksel çözümlerle birleştirmeyi amaçlamaktadır. Alternatif çözümlerin yalnızca üç ila beş yıllık yağmur olaylarını yönetebileceği ve daha büyük olayların (örneğin 50 yıllık bir yağmur olayı) birincil çözüm olarak nehirleri ve yağmur suyu borularını gerektirdiği ve alternatif yaklaşımların destekleyici bir rol oynadığı varsayılmaktadır; o halde taşkın kontrolü, bu yapı altında hem yeşil hem de gri altyapıları entegre etmelidir (iB_5).

FPWRP'nin derin tünel tasarımı hala araştırma aşamasında olmasına ve LFCP'nin de faaliyete başlama konusunda büyük bir ayrıntı seviyesine ulaşmamış olmasına rağmen, her iki plan da uzman komiteler tarafından değerlendirilmiş ve 2015'in sonlarında onay için Belediye Meclisine sunulmuştur. LDPC plancıları derin tünellerin gerekliliği konusunda hemfikir ve planın sunulan versiyonuna dahil edilmelerini reddetmişlerdir (iB_3 ; iB_5).

Görüşmeler, alternatif çözümlerin uygulanmasıyla ilgili bazı başka zorlukları da ortaya çıkarmıştır. Doğrudan alternatif çözümler öngören CDSM, entegre peyzaj çözümleri yerine yeraltı tanklarıyla sonuçlandığı için eleştirilmiştir. Eleştiriler arasında şunlar yer almaktadır: 'Pekin'in yoğun yağmur düzeni, mümkün olan her yerde ekolojik çevreye fayda sağlayan ve tanklara kıyasla kurulumu daha ucuz olan sızma önlemleri için daha uygundur' (iB_4); gerekli batık alanların fizibilite eksikliği - 'Hesaplama yöntemi belirsizdir ve görsel etki ve biyoçeşitlilik gibi diğer peyzaj değerleriyle çelişmektedir' (ayrıca iB_4 , özel çözümlere duyulan ihtiyaca atıfta bulunarak).

SuDS'lerde bitki örtüsü). Diğer zorlukların yanı sıra, Pekin şehir merkezindeki yeşil alan eksikliği de yeraltı tanklarının aşırı uygulanmasının bir nedenidir (iB_2). iB_3 ayrıca, CDSM standardının etkinliğinin sorgulanabilir olduğunu, çünkü sadece planlama ve tasarım aşamalarıyla ilgili olduğunu, ancak inşaat, denetim ve bakım aşamalarının projelerin nihai çıktısı üzerinde yeterli kontrol içermediğini belirtmiştir.

Pekin'de görüşülen kişiler, farklı sektörler arasındaki zayıf işbirliğinin alternatif bir yaklaşımın önündeki ek bir zorluk olduğunu belirtmiştir. Yağmursuyu yönetiminin ilk uygulamalarında, Parklar İdaresi (BMBLF) kentsel yeşil alanların yağmursuyu yönetimi için kullanılmasını desteklememiş, bu kullanımı iyi işleyen bir yeşil alanın korunması için bir tehdit olarak görmüştür (iB_{4j}). Benzer şekilde, bireysel bir mühendis, kavramsal olarak alternatif bir yaklaşımı kabul etse bile, alışkanlıktan dolayı yağmur suyu tahliye borularını kullanabilir (iB_4). Yarı yasal bağlayıcılığı olan bir belge olarak yayınlanan CDSM, pek çok sektörel uygulama için güçten yoksundur: "Karayolları ve parklar departmanı gibi diğer sektörlerin de standartlarını uygun şekilde revize etmeleri gerekmektedir... CDSM'nin kullanımı için daha güçlü bir yaptırım olmalıdır" (iB_5). Pekin'deki tüm sektörler 2012 selinden sonra sel kontrolü için alternatif yaklaşımların önemini fark etmeye başlamıştır. Genel kanı, yağmur suyunun sızması, tutulması ve yeniden kullanımının deşarjdan daha öncelikli olması gerektiği yönündedir. Bu kavramsal değişimin bir sonucu olarak, sektörler arasındaki işbirliğinin sektör politikaları ile teknik standartların ayarlanmasının giderek yoğunlaşması beklenmektedir (iB_2 ; iB_4 ; iB_5).

Kopenhag'da, CAP'ta yer alan alternatif yaklaşımla bağlantı kesme odağından CMP'nin daha güçlü bir alıkoyma-deşarj odağına doğru söylem değişikliği, iki planın hedeflerindeki bir değişikliği yansıtmaktadır. Böyle bir değişiklik, iklim değişikliğine rağmen (CAP'ta) on yıllık bir hizmet seviyesinin korunmasını ve buna ek olarak aşırı olayların kontrol edilmesini (CMP'de) gerektirmektedir. Bu aynı zamanda Temmuz 2011'de meydana gelen aşırı hava olayına (daha önce bahsedilmişti) verilen acele bir tepkiyi de yansıtmaktadır. SuDS çözümü olsun ya da olmasın, gelecekteki bulut patlaması caddelerinin yeniden profilendirilmesi ve su tutma alanlarının yeniden şekillendirilmesi, kentsel alanın yenilenmesi ile potansiyel sinerjileri ve kent üzerindeki çoklu faydalı etkileri nedeniyle, bu makalenin Giriş bölümündeki (3) seçeneğine uygun olarak, oldukça değerli 'alternatif çözümler' olarak algılanmaktadır. Hem HOFOR hem de TMF için, ('alternatif çözümlere' ek olarak) kenti 100 yıllık yağmur olaylarından korumak için büyük bulut patlaması tünellerinin kaçınılmaz olduğuna dair hiçbir şüphe yoktur (iC_3 ; iC_4 ; iC_5). Bunun nedeni kısmen şehir merkezinde alternatif çözümler için yeşil alanların olmaması ve sel sularının okyanusa boşaltılması için fiziksel engellerin (örneğin demiryolu) bulunmasıdır. Kopenhag'da alternatif çözümler, ana karşı önlem olarak uygulanan geleneksel çözümlerin ömrünü uzatmak için düşünülmektedir (iC_3).

Kopenhag'da mevcut kamusal yeşil alanların ve kentsel göllerin yağmur suyu yönetimi için kullanılmasına ilişkin anlaşmazlıklar mevcuttur (iC_3) ve sel olaylarının parkın sonraki rekreasyonel işlevi üzerindeki etkisi konusunda belediye yeşil alan idaresi tarafından da benzer endişeler dile getirilmektedir. Daha önceki sel olaylarının Kopenhag parkları üzerindeki etkisinin ortaklaşa incelenmesi sayesinde HOFOR ve yeşil alan idaresi kademeli olarak bazı anlaşmalara varmıştır, ancak bulut patlaması akışının ne ölçüde parklara yönlendirilmesi gerektiği konusunda tartışmalar devam etmektedir. Aynı şekilde tatlı su idaresi de yağmur suyu akışının göllerde su kalitesinin bozulmasına yol açmasından endişe duymaktadır. Bu görüşmelerin yapıldığı sırada göllere akışın nasıl tahliye edileceği konusunda bir anlaşmaya varılmamıştı (iC_3 uyarınca). Bu nedenle, CMP ve Uygulama Planının Kopenhag'ın iklim uyum çözümünün nihai planları olması muhtemel değildir. Diğer kritik konular arasında infiltrasyon ve tutma için potansiyel yeşil-mavi alanların (örneğin, büyük Kongens Have parkı ve Uygulama Planında belirtilenler dışındaki göller) belirlenmesi, kanalizasyon sistemleriyle bağlantısı kesilen on yıldan az süreli yağmur suyu akışının kirletici içeriğinin nasıl yönetileceği, yağmur suyunun tutma-tutma kapasitesinin

yüzey elemanları (özellikle yeşil) ve on yılın üzerindeki yağmur suyu akışının aşağıdan fiziksel olarak ayrılmasının nasıl sağlanacağı (iC_3).

Yakın işbirliği içinde olan iki kurum olan TMV ve HOFOR arasındaki çalışma hedeflerindeki belirgin farklılıklar görüşmelerde ortaya çıkmıştır. TMF'den görüşülen kişi TMF'nin geniş bir yelpazedeki konuları ve şehir için uzun vadeli hedefleri dikkate alma yükümlülüğünü vurgularken (iC_3), HOFOR (görüşülen kişiye göre) sadece su yönetimiyle ilgili belirli ve iyi tanımlanmış hedefleri yerine getirmeye odaklanmaktadır. HOFOR'dan görüşülen kişi, sert mühendislik çözümlerinin uygulanmasını sağlamakla görevli olduklarını ifade ederken, TMF'den görüşülen kişi daha bütüncül ve biraz da vizyoner bir bakış açısını yansıtmıştır. iC_4 bu belirgin farklılıkları yorumlamıştır: "Bu konuda bazı zorluklarımız var, ancak şimdi daha yapıcı bir şekilde işbirliği yapmayı öğreniyoruz.

Tartışma

Bu çalışmanın yapıldığı dönemde Pekin'de taşkın kontrolüne ilişkin nihai ve tutarlı bir plan bulunmazken, Kopenhag uygulama aşamasındaydı ve yaklaşık 350 projenin iki ila üç on yıllık bir süre içinde tamamlanması planlanıyordu. Kopenhag şu anda kanalizasyon sisteminin on yıllık hizmet seviyesini zararlı göllenme olmadan ve taşkın kontrolü için 100 yıllık hizmet seviyesini kamu arazisinde maksimum 0,1 m göllenme derinliği ile koruyarak faaliyet gösterirken, Pekin kanalizasyon sisteminin hizmet seviyesini üç ila beş yıla (önemli alanlar için on yıl) ve su basması kontrolü için 50-100 yıllık hizmet seviyesini kamu arazisinde 30 dakikadan fazla olmamak üzere maksimum 0,15 m derinlik ile artırmayı planlamaktadır. Beklenen yağış artışını karşılamak üzere 2100 yılına kadar kapalı yüzeylerden gelen akışın %30'unun kesilmesi Kopenhag için benzersiz bir hedeftir. Ancak, CAP için önemli bir hedef olmasına rağmen, CMP bu hedefin nasıl uyarlandığını ve bulut patlaması yönetim unsurlarının buna ne kadar katkıda bulunabileceğini açıklamadan sadece çok kısa bir şekilde bahsetmektedir. Dolayısıyla, Kopenhag'ın planları tutarlılıktan yoksundur ve bu durum kısmen aşırı bulut patlamasına verilen aceleci tepkinin bir sonucu olabilir. Belirli bir hedef olmamasına rağmen Pekin, hem yeni geliştirilen hem de yeniden geliştirilen alanlarda LID önlemleri için gereklilikler içeren bir CDSM standardı ile çalışmaktadır. Pekin'de entegre bir planlama yaklaşımının olmaması, merkezi planlama sistemindeki sektörel işleyişten kaynaklanıyor olabilir. 'Komuta ve kontrol' kültürüyle birlikte bu durum, hükümet birimleri arasında şiddetli rekabete ve koordinasyon ve çok düzeyli yönetişimin yokluğuna yol açmakta ve iklim direnci gündemine dahil edilmesi gereken hizmetlerin sayısı nedeniyle da kötüleşmektedir.

Görüşmeler, iklim direncine yönelik geleneksel yaklaşımın her iki şehirde de güçlü konumunu koruduğunu ortaya ; Pekin'de iki derin tünel tartışması ve Kopenhag'da dört bulut patlaması tüneli kararı, sel kontrol kararlarının mevcut temelini eko-merkezli olmaktan ziyade daha tekno-merkezli olduğuna işaret etmektedir. Pekin'in LID yeşil kuşak ve CDSM standardı tartışmasında ve Kopenhag'ın infiltrasyon ve tutma-tutma için yeşil-mavi alanlara ilişkin değerlendirmelerinde ifade edildiği gibi, her iki şehir de birkaç yıldır alternatif yaklaşıma dikkat etmiş olsa da bu doğrudur. Her iki şehirde de, ciddi sel olaylarının ardından meydana gelen acil durumlar, alternatiflerin kapsamlı bir analizi tamamlanmadan ve yenilikçi çözümler geliştirilmeden önce, çözümsüzlükleri tünel çözümleri lehine hizalamıştır. Bu durum Kopenhag'da görülebilir; şiddetli bir bulut patlamasının ardından hedeflerin değişmesi ve yatırımların CAP'den CMP'ye yükseltilmesi, acil durumlarda kararın tersine çevrildiğini açıkça göstermektedir. Zaman baskısı altında, potansiyel olarak doğa temelli çözümlerle ilgili deneyim eksikliği ve yeşil alanlardan yoksun yoğun kentsel alanlar için uygun tasarımların azlığı nedeniyle geleneksel çözümler tercih ediliyor gibi görünmektedir. Dahası, CMP'nin geliştirilmesinde yer alan kilit aktörler

geleneksel ya da alternatif çözümlerden birini seçerek bireysel çıkar ve yetkinliklere sahip olması, acil bir durumda bu kararın tersine çevrilmesi üzerinde etkili olabilir. Bu potansiyel etkinin açıklığa kavuşturulması için CAP ve CMP'nin planlama süreci ve finansmanı hakkında detaylı analizler yapılması gerekmektedir.

Pekin ve Kopenhag'daki gelişmeler, yeni çözümler getirmenin genel zorluğuna işaret ve [Brown ve diğerlerinin \(2009\)](#) yenilikçi çözümlerin (niş deneyler) sorumlu kurumların mevcut uygulamalarını gerçekten etkileme ve nihayetinde sürdürülebilir geçişlere doğru yönlendirme kabiliyetinin kritik önemde olduğu yönündeki açıklamasını desteklemektedir. Alternatif çözümlerin belgelenmesi ve geliştirilmesi zaman alıcıdır ve iklim değişikliklerine ya da acil çözümlere yönelik yüksek siyasi baskıya ayak uyduramayacak kadar yavaş bir hızda gerçekleşebilir. Bu durum, bu şehirlerin ve benzer zorluklar ve dış baskılarla karşı karşıya olan diğer tüm şehirlerin genel sürdürülebilirliğini iyileştirme fırsatlarının kaçırılmasına yol açabilir.

Alternatif yaklaşım tipik olarak yerinde hidrolojik kontrol için doğaya dayalı özelliklerin uygulanmasını önerse de, iki şehirde uygulanan alternatif çözümlere daha yakından bakıldığında, Pekin'in yer altı tankları ve Kopenhag'ın gözaltı sokakları (meydanları) gibi bazı mühendislik tabanlı çözümlerin alternatif yaklaşımlar olarak kabul edildiği ve doğaya dayalı çözümlerden öncelikli olduğu görülmektedir. Bu çözümler, geleneksel çözümlerden daha gelişmiş olan kent öncesi doğal hidrolojik süreçlerin taklit edilmesinde rol oynamaktadır. Ancak, sürdürülebilirlik için alternatif bir yaklaşım olarak yeterli olup olmadıkları tartışmalıdır. Pekin'in batık yeşil alanları ve Kopenhag'ın yeşil caddeleri gibi doğaya dayalı çözümlerin, yağmur suyunu yerel olarak tuttukları varsayıldığında, Giriş bölümünde verilen çeşitli sürdürülebilirlik hedefleriyle daha büyük bir sinerji potansiyeline sahip olmaları daha muhtemeldir. Ayrıca, HOFOR'a göre, yer altı çözümleri yüzey önlemlerinden yaklaşık on kat daha maliyetlidir (iC_3). [Tablo 5](#),

Pekin ve Kopenhag'ın iklime dirençli stratejilerinin sürdürülebilirlik hedeflerine genel bir bakışı göstermektedir. Pekin'de, CDSM standardında ifade edildiği, taşkın kontrolünün yağmur suyu hasadı ve yeraltı suyunun yeniden şarjı ile ilişkilendirilmesi, su ayak izini azaltmak için kentsel drenaj kentsel su temini ile birleştirmeye yönelik proaktif kararı yansıtmaktadır. Ancak, bu bağlantı ve manzara ve rekreasyon alanındaki iyileştirmelerle ilgili diğer bazı sinerjiler dışında, yağmur suyu yönetimi ile diğer sürdürülebilirlik hedefleri arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Kentsel drenaj suyunun kalitesini iyileştirme veya kentsel drenaj iyileştirme planlarını diğer sürdürülebilirlik hedefleriyle ilişkilendirme niyetleri bu çalışma sırasında net bir şekilde tespit edilmemiştir. Kopenhag'da CAP, UHI etkisini kontrol etmeye yönelik hedefler içermektedir, ancak bunlar CMP'de bulut patlaması yönetimi önlemlerinin potansiyel eş faydaları olarak korunmamaktadır. Aslında, CMP'de kentsel drenaj kalitesinin iyileştirilmesi, yeraltı suyunun yeniden şarj edilmesi, yağmur suyu hasadı, biyolojik çeşitlilik veya ekolojik performans ile ilgili herhangi bir sinerji ifade edilmemiştir. Ancak, cadde ve sokaklardaki bulut patlaması projelerinin

birçoğu yaşanabilirlik ile güçlü bir sinerji ifade etmektedir. plazalar kentsel alanların kalitesini artırmaya çalışmaktadır.

Tablo 5. Pekin ve Kopenhag'ın iklim esnekliği stratejilerinin sürdürülebilirlik hedeflerine genel bakış.

İklim adaptasyonu ile ilgili ek sürdürülebilirlik hedefleri	Pekin		Kopenhag	
	LFCEP/CDSM	FPWRP	CAP	CMP
1. Yağmur suyunu atık sudan ayırın	+	+	+	-
2. Şehrin su ayak izinin azaltılması	+	+	-	-
3. Kentsel yaşanabilirliği artırın	- (+)	-	+	+
4. Biyoçeşitliliği ve ekolojik performansı destekleyin	-	-	+	-

Sonuç

Ekonomik açıdan güçlü şehirler olarak Pekin ve Kopenhag, iklim direncini arttırmak için mevcut sel kontrol stratejilerinde hem geleneksel hem de alternatif yaklaşımlar uygulamaktadır. Geleneksel tünel çözümleri ve diğer mühendislik temelli çözümler, şiddetli sağanak yağışlara verilen aceleci tepkiler nedeniyle daha güçlü bir konuma sahip görünmektedir. Acil bir durumda, daha tutarlı ve sürdürülebilir stratejiler için şehirlerin mevcut teknik çözümleri ve sektörler arası işbirlikleri yetersiz görünmektedir. Alternatif çözümlerin, özellikle de daha doğa temelli olanların geliştirilmesi ve belgelenmesi, iklim değişikliğine ve hızlı yönelik siyasi baskıya ayak uyduramayabilir ve muhtemelen bu şehirlerin genel sürdürülebilirliğini iyileştirmeye yönelik büyük adımlar atma fırsatlarının kaçırılmasına yol açabilir. Her iki şehir de taşkın kontrol stratejilerinde, Pekin'de taşkın kontrolünün su temini ve Kopenhag'da yaşanabilirliğin iyileştirilmesi ile ilişkilendirilmesi gibi sürdürülebilirlik hedefleri ile belirli sinerjileri dikkate almakta, ancak diğerlerini ihmal etmektedir. Çalışmanın sonuçları, genel olarak, geleneksel ve alternatif yaklaşımlar arasında iyi tartışılmış bir dengenin ve taşkın kontrolünün ötesinde daha geniş sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasıyla ilgili bir perspektif eksikliğini ortaya koymaktadır. Çalışma, yeni yaklaşımlar rejimine dahil edilen yenilikçi çözümlerin (niş deneyler) önemi konusunda daha fazla farkındalık, daha hızlı ve kilit kurumlar arasında yakın işbirliği çağrısında bulunmaktadır.

Teşekkür

Bu makale Realdania ve Çin-Danimarka Eğitim ve Araştırma Merkezi (SDC) tarafından finanse edilen araştırmaya dayanmaktadır. Yazarlar, projeyi mümkün kılan Pekin ve Kopenhag enstitülerinden görüşülen kişilere (Tablo 2) teşekkürü borç bilirler. Yazarlar ayrıca anonim hakemlere değerli eleştiri ve önerileri için teşekkür eder.

Referanslar

- Ahiablame, L. M., Engel, B. A. & Chaubey, I. (2012). *Düşük etkili kalkınma uygulamalarının etkinliği: literatür taraması ve gelecekteki araştırmalar için öneriler*. *Su, Hava ve Toprak Kirliliği* 223, 4253-4273.
- Alberti, M., Marzluff, J. M., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C. & Zumbunnen, C. (2003). *İnsanları ekolojiye entegre etmek: kentsel ekosistemleri incelemek için fırsatlar ve zorluklar*. *BioScience* 53, 1169-1179.
- Backhaus, A. & Fryd, O. (2013). *Kentsel peyzaja dayalı yağmur suyu yönetim sistemlerinin estetik performansı: Kuzey Avrupa'daki yirmi projenin incelenmesi*. *Peyzaj Mimarlığı Dergisi* 8(2), 52-63.
- Beijing Institute of Architectural Design (Group) Co. Ltd, Beijing General Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd & Pekin Su Bilimi ve Teknolojisi Enstitüsü (2013). *雨水控制与利用工程设计规范 - DB11/685- 2013 (Yağmursuyu yönetimi ve hasat mühendisliği tasarımı için kod - DB11/685-2013)*. Pekin Belediyesi yerel standart, Pekin, Çin.
- BHPDI (Beijing Hydrology Planning and Design Institute) (2015). *北京市防洪治涝规划 (Pekin Şehir Bölgesi için Taşkın Önleme ve Su Kirliliğini Azaltma Planı (FPWRP))*. Taslak plan metni. Pekin, Çin.
- Brown, R. R., Keath, N. & Wong, T. H. F. (2009). *Şehirlerde kentsel su yönetimi: tarihsel, mevcut ve gelecekteki rejimler*. *Su Bilimi ve Teknolojisi* 59(5), 847-855.
- Kopenhag Şehri (2009). *Kopenhag İklim Planı (Kısa versiyon)*. <http://www.energycommunity.org/documents/copenhagen.pdf> (erişim tarihi 20 Eylül 2015).

- Kopenhag Şehri (2011). *Copenhagen Climate Adaptation Plan*. http://en.klimatilpasning.dk/media/568851/copenhagen_adaption_plan.pdf (erişim tarihi 20 Eylül 2015).
- Kopenhag Belediyesi (2012). *Cloudburst Management Plan 2012*. http://en.klimatilpasning.dk/media/665626/cph_-_cloudburst_management_plan.pdf (erişim tarihi 20 Eylül 2015).
- Kopenhag Belediyesi (2015). *Klimatilpasnings og Investerings-Redegørelsen (İklim Adaptasyonu ve Yatırım Beyanı)*. <http://www.e-pages.dk/tmf/99/> (erişim tarihi 27 Ekim 2015).
- Climate-resilient Neighborhood (2015). www.klimakvarter.dk (erişim tarihi 28 Ağustos 2015).
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Barraud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J.-C., Mikkelsen, P. S., Rivard, G., Uhl, M., Dagenais, . & Viklander, M. (2015). *SUDS, LID, BMPs, WSUD ve daha fazlası - Kentsel drenajı çevreleyen terminolojinin evrimi ve uygulaması*. *Urban Water Journal* 12(7), 525-542.
- Grimm, N., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X. & Briggs, J. M. (2008). *Küresel değişim ve şehirlerin ekolojisi*. *Science* 319(5864), 756-760.
- IPCC (2014). *İklim Değişikliği 2014: Sentez Raporu*. Çalışma Grupları I, II ve III'ün Beşinci Değerlendirme Raporuna Katkısı. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), Cenevre, İsviçre.
- JRF (Joseph Rowntree Vakfı) (2011). *Kentsel Alanlarda Pluvial (Yağmura Bağlı) Taşkınlar: The Invisible Hazard*. [file:///C:/Users/wcf889/Downloads/urban-flood-risk-ebook%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/wcf889/Downloads/urban-flood-risk-ebook%20(1).pdf) (erişim tarihi 24 Ekim 2016).
- Lennon, M., Scott, M. & O'Neill, E. (2014). *Kentsel tasarım ve sel riskine uyum: yeşil altyapının rolü*. *Kentsel Tasarım Dergisi* 19(5), 745-758.
- Leonardsen, L. (2015). Plandan uygulamaya: zorluklar ve fırsatlar. İçinde: *Copenha- gen İklim Çözümleri Yıllık Konferansı'nda PowerPoint sunumu*, 5 Ekim 2015, Kopenhag, Danimarka.
- Lilmoes, S. P. (2012). *Frank Jensen kraever sikring mod skybrud (Frank Jensen bulut patlamasına karşı koruma istiyor)*. <http://www.bt.dk/politik/frank-jensen-kraever-sikring-mod-skybrud> (erişim tarihi 2 Şubat 2016).
- Liu, L., Jensen, M. B. & Meng, Q. Y. (2014). Fırtına ve gri suyun yeniden kullanımının Pekin'in su tedarikine potansiyel katkıları. *Journal of Southeast University (English Edition)* 30(2), 150-157.
- MOHURD (Çin Halk Cumhuriyeti Konut ve Kentsel-Kırsal Kalkınma Bakanlığı) (2014). *海绵城市建设技术指南 -- 低影响开发雨水系统构建 (试行) (Sünger Kent Gelişimi için Teknik Kılavuz - Düşük etkili gelişim alanlarının inşası) ment stormwater systems (Trial)*. http://www.mohurd.gov.cn/zcfg/jsbwj_0/jsbwjcsjs/201411/W020141102041225.pdf (erişim tarihi 1 Haziran 2016).
- Philadelphia Water (2016). *Yeşil Yağmursuyu Altyapısı*. http://www.phillywatersheds.org/what_were_doing/green_infras- tructure (erişim tarihi 24 Mart 2014).
- Scharling, M. & Cappelen, J. (2016). *Klimadata Danimarka. Kommunale referenceværdier 2006-2015. Måned- og årsværdier for temperatur, nedbør og solskin. Kommunernes generelle vejr og klima (İklim verileri Danimarka. Belediye Referans Değerleri 2006-2015. Sıcaklık, Yağış ve Güneş Işığı için Aylık ve Yıllık Değerler. Belediyeler Genel Hava Durumu ve İklim)*. DMI raporu 16-19, Kopenhag, Danimarka. http://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Rapporter/TR/2016/DMIREp16-19.pdf (erişim tarihi 24 Ekim 2016).
- Danimarka İstatistikleri (2016). *Nüfus Hakkında Anahtar Sayı; Bölgelere Göre Alan*. <http://statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=768> (erişim tarihi 28 Ocak 2016).
- van de Meene, S. J., Brown, R. R. & Farrelly, M. A. (2011). *Sürdürülebilir kentsel su yönetimi için yönetişimi anlamaya doğru*. *Küresel Çevresel Değişim* 21, 1117-1127.
- Wikipedia (2014). *Capital Region of Denmark*. https://en.wikipedia.org/wiki/Capital_Region_of_Denmark (erişim tarihi 2 Şubat 2016).
- Zhang, X. X. (2013). Pekin'deki su sorunu. İçinde: *SDC Kentsel Su Yönetimi kursunda sunum, 16 Mayıs 2013*, Pekin, Çin.
- Zhang, X. X. (2014). Pekin'deki kentsel sel sorunu ve Pekin merkez bölgesindeki yerel sel kontrol planı. İçinde: *6. Uluslararası Taşkın Yönetimi Konferansı'nda sunum*, Eylül 2014, São Paulo, Brezilya.

3 Kasım 2016'da alınmıştır; 6 Nisan 2017'de revize edilmiş haliyle kabul edilmiştir. Çevrimiçi 18 Temmuz 2017