

T.C.

İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

ŞEHİRCİLİK VE KENTSEL DÖNÜŞÜM BİLİM DALI

SU YOLLARININ İSLAHINDA AYAMAMA ÖRNEĞİ
ÜZERİNDEN
KENTSEL PLANLAMA VE TASARIM
KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

Nazmiye ERMEYDAN

İstanbul

Ocak-2025

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
ŞEHİRCİLİK VE KENTSEL DÖNÜŞÜM BİLİM DALI

SU YOLLARININ İSLAHINDA AYAMAMA ÖRNEĞİ
ÜZERİNDEN
KENTSEL PLANLAMA VE TASARIM KRİTERLERİNİN
BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

Nazmiye ERMEYDAN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Serhat ANIKTAR

İstanbul
Ocak-2025

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Mimarlık Anabilim Dalı, Şehircilik ve Kentsel Dönüşüm Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. Serhat ANIKTAR

Üye Prof. Dr. Evren Burak ENGİNÖZ

Üye Dr. Öğr. Üyesi Bahar FERAH

Üye Prof. Dr. Nail YILMAZ

Üye Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KEREM ÖZTÜRK

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerin olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Erhan İÇENER

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Doktora tezi olarak hazırladığım “İslah Edilecek Derelerde Kentsel Planlama Ve Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesi” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Nazmiye ERMEYDAN

ÖNSÖZ

Tez hazırlama süresince, zamanını esirgmeden yardım eden, deneyim ve fikirlerini paylaşan, ayrıca çok sayıda revizyonumu okuyarak tezimin anlaşılır olmasını sağlayan tez danışmanım Doc. Dr. Serhat Anıktar'a çok teşekkür ederim. Tez izleme jüri üyeleri Prof. Dr. Evren Burak ENGİNÖZ ve Dr. Öğr. Üyesi Bahar FERAH'a da Tez İzleme Jürilerinde ilham veren yorum ve katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca, ihtiyacım olan bilgiyi bulmama yardımcı olan, zamanlarını harcayan ve görüşmelere içtenlikle yanıt veren uzmanlara, özellikle İSKİ (İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi) Genel Müdürlüğü'ndeki yönetici ve çalışma arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmam süresince çalışmamın her aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Dr. Mimar Refik Yüksek abime en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Tez konusu belirleme sürecinde şu an aramızda olmayan, İstanbul Cerrahpaşa Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Yahya Ayaşlıgil'e de saygılarımı sunuyorum. Çalışmam süresince sorularımı cevaplayan Peyzaj Mimarı Ali Can Yüksek'e de teşekkür ederim.

Son olarak ve en önemlisi, hayatımın zor dönemlerinde bana gösterdikleri sevgi, saygı, destek ve sabır için ailemden meslektaşım ve eşim, Peyzaj. Y. Mimarı Murat Ermeýdan'a tez hazırlama süresince verdiği destek ve emek için teşekkürü borç bilirim. Kızlarım Meryem Ermeýdan ve Zeynep Betül Ermeýdan'a da bu süreçte kazandırdıkları zaman ve fedakarlıklarından dolayı teşekkür ederim. Bu tez, annem Hanife Altıntaş hatırasına ithaf edilmiştir.

Nazmiye ERMEYDAN

İSTANBUL 2025

SU YOLLARININ ISLAHINDA AYAMAMA ÖRNEĞİ
ÜZERİNDEN
KENTSEL PLANLAMA VE TASARIM KRİTERLERİNİN
BELİRLENMESİ

Nazmiye ERMEYDAN

Doktora, Şehircilik ve Kentsel Dönüşüm Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Serhat ANIKTAR

Ocak, 2025- 410 +xxix sayfa

Dere nehir, ırmak ve akarsular yerleşim yerlerinin geliştiği düğüm noktaları olan medeniyetlerin, uygarlıkların doğduğu büyüdüğü veya sona erdiği mekanlardır. Tez çalışmasında kent içinde kalan doğal ve yapay kentsel akışların bütünü için “Su Yolları” terimi kullanılmıştır. Mezopotamya, Hitit, Çin, Hint medeniyetleri birer su uygarlığıdır. Su yolları ilk dönem içme ve evsel ihtiyaçlar için sonraları tarımda, su değirmenlerinde, kağıt üretiminde ve ulaşım-nakliye işlerinde kullanılmıştır. Bu kullanımlar sırasında kendilerine yapılan müdahale ve zararlar tolere edilebilir sınırlar içinde kalmıştır.

Sanayi dönemi ile kırsal alanlardan kentlere göçler başlamış, dere ve nehir çevrelerine fabrikalar kurulmuş, limanlar yapılmış, ulaşım için yol ve kavşaklar inşa edilmiştir. Akarsu havzalarında yaşayan insan sayısı artmış, kanalizasyon ve sanayi atıkları akarsu yataklarına deşarj edilmeye başlanmıştır. Hatta belirli bir dönem kanalizasyon atıkları tarım arazilerine bile boşaltılmıştır. Kent içi akarsu havzaları doğal yapılarını kaybederek kentsel alanların bir parçası haline gelmiştir. Kent içi akarsu havzaları doğal özellikleri kaybettiği için dere ve nehirlerin su kaynakları azalmış ve düzensizleşmiştir. Sel olayları sürekli meydana gelen döngüsel olaylar olmasına rağmen kent içi akarsu havzalarının geçiririmlik özelliğini kaybetmesi ve taşkın yataklarının da işgal edilmesi ile sıklığı, yıkıcılığı ve şiddeti artmıştır.

Gelişen mühendislik teknikleri yağışlar ile oluşan yüzeysel suların hızlı bir şekilde kent alanlarından uzaklaştırılmasında kullanılmıştır. Bu kapsamda su yolları düzleştirilmiş, beton kanallar içine alınmış ve çevrelerine de beton setler yapılmıştır.

Sanayi alanları 20. Yüzyılın ikinci yarısında kent içinden kent eteklerine doğru yer değiştirmiş ve kent içi su yolları çevreleri ile kahverengi, güvensiz, fonksiyonlarını kaybetmiş bölgeler olarak ortaya çıkmıştır.

Su yollarının havzaları kentlerin yapısının değişikliği ile eşdeğer olarak değişmiş, aşırı yapılaşmıştır. Aşırı yapılaşma gösteren bu havzalarda yağış sularından oluşan yüzeysel akışın miktarını azaltacak, yüzeysel akışın su yollarına ulaşım süresini arttırabilecek, aynı zamanda yüzeysel akış sularının buharlaşabileceği, depolanabileceği, sızabileceği planlama alternatifleri araştırılmış ve planlamada kullanılabilir yeni çözümler araştırılmıştır.

Tez çalışmasında kent içi su yollarının yeniden planlanmasında kullanılabilir kentsel planlama ve tasarım kriterlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca dere ve nehir yataklarının form ve şekilleri hakkında evrensel kurallar incelenmiştir. Doğal ve sürdürülebilir yapılarını devam ettiren, bozulan, geleneksel mühendislik yöntemleri ile ıslah edilen ve son dönemde projelendirilerek kentsel açık mekan işlevine sahip birçok kentsel akarsu incelenmiştir. Özellikle kentsel mekan ve rekreasyonel alan özelliklerine sahip su yollarından 17 örnek seçilmiştir. Seçilen örneklerde uygulanmış çözümler hidrolojik, ekolojik, kentsel planlama, ve rekreasyon çözümleri olarak gruplandırılmıştır.

Örnek olarak incelenen su yollarından elde edilen çözümler, İstanbul'da havzası ile en fazla deforme olan derelerden biri olan Ayamama üzerinde sınanmıştır. Ayamama Deresi üzerindeki sına işleminde çözümlerinin %50 den fazlasının uygulanabileceği, kalan çözümlerinin de dere ve çevresi üzerinde belirli düzenlemeler yapıldıktan sonra uygulanabilmesinin mümkün olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su yolları, kentsel planlama, hidrolojik tasarım, ekolojik tasarım, rekreasyonel ve mekânsal tasarım,

ABSTRACT
**DETERMINATION OF URBAN PLANNING AND SPATIAL
DESIGN CRITERIA IN WATERWAY REHABILITATION
THROUGH THE EXAMPLE OF AYAMAMA**

Nazmiye ERMEYDAN

Ph.D., Department of Urban Studies and Urban Transformation

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Serhat ANIKTAR

January 2025 – 410+ xxix Pages

Streams, rivers, and watercourses are spaces where civilizations and cultures have emerged, flourished, or vanished, serving as the focal points of settlements. In this thesis, the term “Waterways” is used to describe the entirety of natural and artificial urban flows within cities. Civilizations such as Mesopotamia, Hittite, Chinese, and Indian are examples of water civilizations. Initially, waterways were utilized for drinking and domestic needs, later extending to agriculture, water mills, paper production, and transportation. These uses inflicted tolerable levels of intervention and damage to waterways.

With the advent of the industrial era, migration from rural areas to cities began, factories were established, ports were constructed, and roads and junctions were built around streams and rivers. The population in river basins increased, and wastewater and industrial discharges began to be dumped into watercourses. At one point, sewage waste even was dumped on the agricultural lands. As urban river basins lost their natural characteristics, they became an integrated part of urban areas, leading to decreased and irregular water supplies in rivers and streams. Although floods are cyclical events, the loss of permeability in urban river basins and the encroachment on floodplains have increased the frequency, destructiveness, and intensity of these events.

Advancing engineering techniques were employed to rapidly remove surface water generated by precipitation from urban areas. In this context, waterways were straightened, placed into concrete channels, and surrounded by concrete barriers.

During the second half of the 20th century, industrial areas moved from city centers to urban fringes. Consequently, urban waterways and their surroundings emerged as brownfield areas—unsafe, dysfunctional regions that had lost their value.

The basins of waterways changed equivalently to the structural transformations of cities, becoming overdeveloped. In these overdeveloped basins, alternatives were explored to reduce surface runoff from rainfall, extend the time it takes for surface runoff to reach waterways, and create evaporation, storage, and infiltration opportunities. Also new solution approaches that could be utilized in planning have been explored.

The thesis aims to determine urban planning and design criteria that can be utilized in the re-planning of urban waterways. Additionally, universal principles regarding the form and structure of stream and riverbeds were examined. Several urban streams—maintaining their natural and sustainable structures, degraded, rehabilitated through traditional engineering methods, or recently transformed into urban open spaces—were analyzed. Seventeen examples of waterways with urban space and recreational features were selected. Solutions implemented in these examples were categorized as hydrological, ecological, urban planning, and recreational methods.

The solution methods derived from these case studies were tested on Ayamama Stream, one of the most deformed river basins in Istanbul. It was determined that over 50% of the solution methods could be implemented, with the remainder being applicable after specific modifications to the stream and its surroundings.

Keywords: Waterways, urban planning, hydrological design, ecological design, recreational and spatial design.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLO LİSTESİ	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
GRAFİK LİSTESİ	xxviii
KISALTIMA LİSTESİ	xxix

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ	1
1.1.Problem	4
1.2. Tezin Amacı	5
1.3.Tezin Önemi.....	7
1.4. Varsayımlar/Hipotezler	8
1.5. Tezin Yöntemi.....	9
1.6. Literatür Taraması.....	11

İKİNCİ BÖLÜM

SU YOLLARININ TARİHSEL SÜRECİ, FONKSİYONLARI, YASA VE YÖNETMELİKLER	14
2.1.Su Yollarının Tarihsel Süreci.....	14
2.1.1.Su Yollarının Sanayileşme Öncesi Durumu	16
2.1.2.Su Yollarının Sanayileşme Sonrası Durumu	18
2.1.3.Su Yollarının Güncel Durumu	26
2.2.Su Yollarının Fonksiyonları.....	28
2.2.1.Su Yollarının İçme Suyu Olarak Kullanımı.....	29
2.2.2.Su Yollarının Tarımsal Kullanımı.....	30
2.2.3.Su Yollarının Ulaşımında Kullanımı	32

2.2.4.Su Yollarının Sanayide Kullanımı	33
2.2.5.Su Yollarının Son Dönem Kullanımı.....	33
2.3.Su Yolları İle İlgili Yasa, Yönetmelik, Sözleşme ve Yönergeler	34
2.3.1. Su Yollarının Hukuki Sürecinin Tarihsel Gelişimi.....	35
2.3.2. Su Yolları İle İlgili Uluslararası Yasa, Yönetmelik, Sözleşme ve Yönergeler.....	35
2.3.3. Su Yolları İle İlgili Ulusal Düzeyde Yasa Ve Yönetmelikler.....	37
2.3.4. Su Yolları İle İlgili Türkiye'nin İmzaladığı Uluslararası Sözleşmeler	38

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SU YOLLARINDA GELENEKSEL ISLAH SÜRECİ VE UYGULAMALARI

.....	40
3.1. Su Yollarında Geleneksel Islah Süreci.....	42
3.1.1.Taşkın Alanlarının Yapısal Kullanıma Açılması	44
3.1.2. Atıksu Arıtma Tesislerinin Yapım Sürecinin Başlaması	49
3.1.3. Kent İçi Geçirimsiz Yüzeylerin Artması	53
3.1.4. Su Yollarının Beton Kanal ve Menfeze Alınması	59
3.2. Su Yollarında Geleneksel Islah Uygulamaları	63
3.2.1. Türkiye’de Geleneksel Islah Uygulamaları	63
3.2.1.1. Ankara Çayı, Ankara.....	63
3.2.1.2. Kağıthane Deresi, İstanbul	68
3.2.1.3. Kurbağalı Dere İstanbul	72
3.2.1.4. Göksu Deresi, İstanbul	76
3.2.1.5. Alibeyköy Deresi, İstanbul.....	78
3.2.2. Dünya’da Geleneksel Islah Uygulamaları	81
3.2.2.1. Los Angeles Nehri, Los Angeles, Amerika	81
3.2.2.2. Suzhou Deresi, Şangay, Çin.....	85
3.2.2.3. Seine Nehri, Paris, Fransa	87
3.2.2.4. Allegheny, Monongahela ve Ohia Nehirleri, Pittsburg, Amerika	90
3.3. Bölüm Sonucu.....	95

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SU YOLLARININ ISLAHINDA YENİ ÇÖZÜM ARAYIŞLARI	97
4.1.Havzalar ve Su Yolu Yatakları İçin Çözüm Arayışı.....	99
4.1.1. Yüzeysel Akış Planlamasının Yapılması	110
4.1.1.1.Mevcut Yeşil Alanların Planlanması.....	111
4.1.1.2. Yağmur Bahçelerinin Yapılması	113
4.1.1.3. Çatı Bahçeleri Yapılması ve Çatılardan Toplanan Suların Yeraltı Kaynaklarına Yönlendirilmesi.....	122
4.1.1.4. Geçirimsiz Zeminlerin Azaltılması ve Geçirimli Zemin Alternatiflerinin Oluşturulması	126
4.2. Hidrolojik Çözüm Arayışı.....	133
4.3. Ekolojik Çözüm Arayışı.....	136
4.4. Rekreatyonel Çözüm Arayışı.....	138
4.5. Kentsel Ölçekte Çözüm Arayışı.....	140
4.6. Bölüm Sonucu.....	147

BEŞİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE VE DÜNYA'DAKİ SON DÖNEM SU YOLLARI ISLAH

ÖRNEKLERİ	148
5.1. Alb Nehri, Karlsruhe, Almanya	149
5.2 Ahne Nehri, Kassel, Almanya.....	155
5.3 Birs Nehri, Basle, İsviçre	159
5.4 Kallang Nehri, Bishan, Singapur	164
5.5 Leutschenbach Nehri, Zurich, İsviçre	174
5.6 Neckar Nehri, Ladenburg, Almanya	177
5.7 Seille Parc De La Seille Nehri, Metz, Fransa.....	183
5.8 Soestbach Nehri, Soest, Almanya	188
5.9 Wiese Nehri, Basel, İsviçre	191
5.10 Wiese Nehri, Lörrach, Almanya	194
5.11 Aire Nehri, Geneva, İsviçre	197
5.12 Elster And Pleiße Nehri, Leipzig, Almanya	203
5.13 Besòs Nehri, Barcelona, İspanya	207
5.14 Manzaranes Nehri, Madrid, İspanya	215

5.15 Cheonggyecheon Nehri, Seul, Güney Kore	231
5.16 Buffalo Bayou Nehri, Houston, Texas, ABD	240
5.17 Porsuk Nehri, Eskişehir, Türkiye	258
5.18 Bölüm Sonucu	267

ALTINCI BÖLÜM

SU YOLLARININ ISLAHINDA BELİRLENEN KENTSEL PLANLAMA VE MEKANSAL TASARIM KRİTERLERİNİN AYAMAMA DERESİ

ÖRNEĞİNDE SINANMASI VE MODELİN OLUŞTURULMASI..... 269

6.1. Ayamama Deresi Örneği	269
6.2. Su Yollarının Islahında Belirlenen Tasarım Kriterlerinin Ayamama Deresi Örneğinde Sınanması	277
6.2.1. Hidrolojik Çözüm Yöntemlerinin Sınanması.....	277
6.2.2. Ekolojik Çözüm Yöntemlerinin Sınanması	291
6.2.3. Kentsel Planlama Çözüm Yöntemlerinin Sınanması	304
6.2.4. Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözüm Yöntemlerinin Sınanması....	320
6.3. Modelin Oluşturulması	336
6.3.1. Hidrolojik Çözüm Kriterleri.....	336
6.3.2. Ekolojik Çözüm Kriterleri	338
6.3.3. Kentsel Planlama Çözüm Kriterleri	340
6.3.4. Mekansal/Rekreasyonel Çözüm Kriterleri.....	343
6.3.5. Havza ve Su Yatağı Planlama Çözüm Kriterleri.....	345

SONUÇ.....348

KAYNAKÇA 355

EKLER..... 402

ÖZGEÇMİŞ..... 410

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1: Tezin yapım ve yöntem tablosu	11
Tablo 5.1: Nehirlerin dünya haritası üzerindeki konumları	148
Tablo 5.2: Alb Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel ve Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu.....	154
Tablo 5.3: Ahne Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel ve Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu.....	158
Tablo 5.4: Birs Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel ve Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	163
Tablo 5.5: Kallang Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	172
Tablo 5.6: Leutschenbach Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	177
Tablo 5.7: Nectar Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	182
Tablo 5.8: Seille Parc de la Seille Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	187
Tablo 5.9: Soestbach Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	190
Tablo 5.10: Wiese Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	194
Tablo 5.11: Wiese (Almanya) Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	197
Tablo 5.12. Aire Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	202
Tablo 5.13: Elster ve Pleiße Değirmenderelerinde Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	207
Tablo 5.14: Besos Nehrinde Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu	214

Tablo 5.15: Manzanares Nehrinde Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatyonel Planlama Çözümler Tablosu	230
Tablo 5.16: Cheonggyecheon Nehrinde Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatyonel Planlama Çözümler Tablosu	239
Tablo 5.17: Buffalo Bayau Nehrinde Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatyonel Planlama Çözümler Tablosu	247
Tablo 5.18: Porsuk Nehri Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatyonel Planlama Çözümler Tablosu	258
Tablo 5.19: Örnek Nehirlerde Uygulanan Hidrolojik Çözüm Yaklaşımları Tablosu	259
Tablo 5.20: Örnek Nehirlerde Uygulanan Ekolojik Çözüm Yaklaşımları Tablosu	261
Tablo 5.21: Örnek Nehirlerde Uygulanan Kentsel Planlama Çözüm Yaklaşımları Tablosu	263
Tablo 5.22: Örnek Nehirlerde Uygulanan Mekansal Rekreatyonel Planlama Çözüm Yaklaşımları Tablosu	265
Tablo 6.1: Ayamama Deresinin geçtiği ilçelerde 2000-2023 yılları arasında nüfus miktarları	271
Tablo 6.2: Ayamama Deresi Hidrolojik Çözüm Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu	290
Tablo 6.3: Ayamama Deresi Ekolojik Çözüm Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu	303
Tablo 6.4: Ayamama Deresi Kentsel Planlama Çözüm Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu	320
Tablo 6.5: Ayamama Deresi Mekânsal Rekreatyonel Planlama Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu	335
Tablo 6.6: Modelin Hidrolojik Çözüm Kriterleri.....	336
Tablo 6.7: 17 Modelin Ekolojik Çözüm Kriterleri	338
Tablo 6.8: 17 Modelin Kentsel Planlama Çözüm Kriterleri	340
Tablo 6.9: Modelin Mekansal/Rekreatyonel Çözüm Kriterleri	343
Tablo 6.10: Modelin Havza ve Su Yolu Yatağı Tasarım Kriterleri	345

Tablo 7.1: Örnek Su Yollarından Üretilen Çözüm Yöntemlerinin Ayamama Deresi Üzerinde Sınanması Sonucu Elde Edilen Kentsel Planlama Ve Tasarım Kriterleri 351



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1: Tez araştırma tasarımı şekli	10
Şekil 2.1: Orta Mississippi taşkın yatağı 1944 ve 1973'e ait bir kesit	19
Şekil 2.2: Hoover barajı 1941	20
Şekil 2.3: Valencia şehir dışına Alınan Turia Nehrinin görünümü.....	22
Şekil 2.4: Bruksel Senne Nehrinin Gömülmesi 1866	24
Şekil 2.5: Brüksel bulvarları, 19. yüzyıl sonu.....	24
Şekil 2.6: Varşova şehri Vistula Nehri çevre düzenlemesi.....	27
Şekil 2.7: Varşova'daki Port Czerniakowski'de bir yüzen ev	27
Şekil 2.8: Türkiyede bölümlere göre su kullanımı a)2008 yılı b)2023 yılı verileri ..	29
Şekil 3.1: Gibling'e göre nehirlerin değişim aşamaları	41
Şekil 3.2: Beton kanal içine alınan su yolunun üzerinde oluşan yeşil doku	44
Şekil 3.3: Kıtalara göre taşkın alanlarının kullanımı..	46
Şekil 3.4: Taşkın alanlarının kullanım değiştirmesi	47
Şekil 3.5: Taşkın alanının su yolu yatağından koparılması	48
Şekil 3.6: Taşkın alanının yok edilmesi	49
Şekil 3.7: Atıksu arıtımının tarihsel gelişimi	50
Şekil 3.8: Geçirimsiz yüzeylerin yüzeysel akışa etkileri.	53
Şekil 3.9: Geçirimli yüzey oranına göre su döngüsü	54
Şekil 3.10: İstanbul'un 1975-2010 tarihleri arasında büyüme süreçlerini gösterir planlar.....	59
Şekil 3.11: Oslo bölgesi nehirlerinin menfezlenmesi	62
Şekil 3.12: 1924 Ankara Çayı il içindeki konumu	63
Şekil 3.13: Ankara Çayı taşkın alanı ve ıslah noktaları	64
Şekil 3.14: Ankara Çayı a) üzeri kapalı bölüme giriş, b) üzeri açık bölüme	65

Şekil 3.15: Ankara Çayı 2005 mevcut alan kullanımı	66
Şekil 3.16: Ankara Çayı taşkın yatağı alan kullanımı.....	66
Şekil 3.17: Ankara Çayı'ndan görünüş	67
Şekil 3.18. Ankara Çayı'ndan Görünüş	67
Şekil 3.19. Ankara Çayı'ndan Görünüş	67
Şekil 3.20: Kağıthane Deresi konumu	68
Şekil 3.21: Münih Fehim Özarman Tablosunda Kağıthane Eğlencesi.	69
Şekil 3.22:1890'ların başı Çağlayan Sarayı Cedvel-i Sim.....	69
Şekil 3.23: (Şekil 3.22) ile aynı noktadan 2001 görünümü.....	70
Şekil 3.24: 1969 DSİ'nin ıslah planı	71
Şekil 3.25: Kağıthane Deresi betonarme kanal ile ıslah edilmesi (15.11.2023)	72
Şekil 3.26: Kurbağalı Dere, Kolları ve Havzası.....	73
Şekil 3.27: Kurbağalı Derenin 1930'lardaki durumu.....	73
Şekil 3.28: Fahrettin Kerim Gökay Caddesi ile İETT Garajı Arası	74
Şekil 3.29: Temmuz 2017 sel felaketi	75
Şekil 3.30: Kurbağalı Dere Üzerindeki Köprüler	75
Şekil 3.31: Kurbağalı Dere Üzerindeki Köprüler	76
Şekil 3.32: Göksu Deresi çevresi	77
Şekil 3.33: Göksu Deresi Baruthane Parkı ve dere güzergahı	78
Şekil 3.34: Alibeyköy Deresi Taşkın Alanları	79
Şekil 3.35: 17 Ağustos 2004 tarihli fotoğraf	80
Şekil 3.36: Los Angeles Nehri Betonarme Kanal (11.10.2023).	81
Şekil 3.37: Los Angeles Nehri Sulama Kanalları (1849)	82
Şekil 3.38: Sulama kanalları ile oluşturulan bahçelerden görünüş (1892)	83
Şekil 3.39: Los Angeles Nehri ve Dördüncü Cadde Köprüsü, (1931)	83
Şekil 3.40: Los Angeles Nehrinin şehir merkezinden geçtiği bölüm	84

Şekil 3.41: Suzhou Deresi	86
Şekil 3.42: Huangpu Nehri ve Suzhou Deresi Şanghai Kentsel Planlama Sergi Merkezi,	86
Şekil 3.43: Suzhou Deresinin geçirdiği aşamalar	87
Şekil 3.44: Seine Nehri Haritası, Josette A. Garnier	88
Şekil 3.45: Pittusbburg Şehri görünüşü.....	91
Şekil 3.46: Allegheny nehri yol haritası	92
Şekil 3.47: 1758 ve 1925 görüntüleri	93
Şekil 4.1: Kentlerde su dolaşımı	100
Şekil 4.2: Doğal ve Kentsel Su Döngüsü	101
Şekil 4.3: Gelişmemiş bir havzada akış oluşturan hidrolojik yollar	103
Şekil 4.4: Gelişmiş ve gelişmemiş havza karşılaştırması.....	103
Şekil 4.5: Su yolları kıvrımlarına göre gruplandırılması	106
Şekil 4.6: Örnek su yolu uzun kesiti (boyuna profil).....	107
Şekil 4.7: Su yolu eğimi ve havza eğimi orantısı.....	110
Şekil 4.8: Su yolu havzalarında yeşil alanların oluşturulması ve planlanması	111
Şekil 4.9: Hovinbekken Deresi kıyısında, yer olan Bjerkedalen Park.	112
Şekil 4.10: Bjerkedalen parkının su yolu ile entegre edilmesi.....	112
Şekil 4.11: Bjerkedalen parkının genel görünüşü	113
Şekil 4.12: Yağmur Bahçesi Şeması	117
Şekil 4.13: Gdańsk'taki yağmur bahçelerinden mevcut giriş örnekleri	118
Şekil 4.14: Çökeltme tankı kurulum örnekleri	118
Şekil 4.15: Üç seviyeli yağmur suyu tutma sisteminin genel konsepti	119
Şekil 4.16: Acil durum taşması yağmur suyu drenaj sistemine yönlendirilmesi	120
Şekil 4.17: Danimarka Kopenhak kentinde yapılan yağmur bahçesi örneği	122
Şekil 4.18: Çatı bahçesi kesiti	125

Şekil 4.19: Vencouver Kütüphanesi Çatı Bahçesi	125
Şekil 4.20: Ek bağlantı noktalı ve kendiliğinden açıklığa sahip kilitli beton parkeler	128
Şekil 4.21: Geçirgen kilitli beton parke taş kesiti	129
Şekil 4.22: Plastik ve beton grid kaplayıcılar	129
Şekil 4.23: Normal Asfalt ve Gözenekli Asfalt	130
Şekil 4.24: Gözenekli beton kaplama	131
Şekil 4.25: Tipik sokak ağacı ve geçirgen kaldırım konfigürasyonu	132
Şekil 4.26: Su yolu hidrolojilerinde ki değişiklikler	134
Şekil 4.27: Su yolu kenarlarının önceki ve sonraki yorumu	138
Şekil 4.28: Sıklıkla kentleşen vadi şekilleri	139
Şekil 4.29: Şehirlerin makroformlarının nehirler ile bağlantısı	141
Şekil 4.30: Nehirler ile bağlantılı farklı dolaşım şekilleri	142
Şekil 4.31: Suyu erişim ilkeleri	143
Şekil 4.32: Nehir kenarlarının yumuşak ve sert kenar olarak çizimi	144
Şekil 4.33: Nehir kenarı açık alan seçenekleri	145
Şekil 5.1: Alp Nehri görünüş, proje verileri	149
Şekil 5.2: İyileştirmeden önce Alp Nehrinden görünüş	150
Şekil 5.3: Balık merdivenleri	150
Şekil 5.4: Alb Nehri kenarında Günther-Klotz Park	151
Şekil 5.5: Guenther-Klotz-Parkından görünüşler.....	152
Şekil 5.6: Guenther-Klotz-Parkından görünüşler.....	152
Şekil 5.7: Şematik kesit	152
Şekil 5.8: Nehir kenarına yerleştirilen bilgi panosu	153
Şekil 5.9: Nehir kenarı plaj, su ile temas kurma ekipmanları, kent mobilyaları	153
Şekil 5.10: Ahne Nehri görünüş, proje verileri	155

Şekil 5.11: Şematik kesit.....	156
Şekil 5.12: Balık geçişleri için rampalar	156
Şekil 5.13: Nordstadtpark'ın Ahne Nehri ile entegre edilmesi	157
Şekil 5.14: Ahne Nehrine erişim noktalarında bir tanesi	157
Şekil 5.15: Ahne Nehrinin iki tarafı birbirine bağlayan merdiven ve adım taşları .	158
Şekil 5.16: Birs Nehri görünüş, proje verileri	160
Şekil 5.17: Düşük Akış Kanalı	161
Şekil 5.18: Nehir tabanının rampalara dönüştürülmesi	161
Şekil 5.19: Şematik kesit banket ve yatak takviyeleri	162
Şekil 5.20: Söğüt dalları ile yapılan biyomühendislik yöntem ile yönlendirme.....	162
Şekil 5.21: Kabaca yontulmuş taşlardan yapılmış nehir kıyısı basamakları.....	163
Şekil 5.22: Kallang Nehri proje alanı verileri	165
Şekil 5.23: Kallang Nehri yeniden doğallaştırılmış taşkın ovası	166
Şekil 5.24: Bishan Park ve Kallang Nehri	167
Şekil 5.25: Sel Sürecinde Bishan Park ve Kallang Nehri	167
Şekil 5.26: 100 m taşkın ovasını da içine alan kesit	168
Şekil 5.27: Bishan Park sulak alanlar	168
Şekil 5.28: Parktan görüntüler	168
Şekil 5.29: Kallang Nehri eski-yeni kanal birleşim noktası.....	169
Şekil 5.30: Nehir kıyı stabilizasyonu uygulanan biyomühendislik teknikleri	170
Şekil 5.31: Nehir kenarı gabyon uygulama	170
Şekil 5.32: Biyomühendislik stabilizasyon teknikleri şematik enine kesiti	171
Şekil 5.33: Leutschenbach Nehri proje alanı verileri ve görseli	174
Şekil 5.34: Şematik kesit: Derin boşluk, yoğun yağış durumunda tutma alanı	175
Şekil 5.35: Seyir balkonları, yatak ve banka görünümü	176
Şekil 5.36: Derenin Güncel Görünümü	176

Şekil 5.37: Neckar Nehri proje alanı verileri ve görseli.....	178
Şekil 5.38: Yeşil halka oluşturulması	179
Şekil 5.39: Taşkın alanında oluşturulmuş rekreasyon ve plaj alanı	179
Şekil 5.40: Şematik Kesit, Heykel Balkon, Teraslı Profil	180
Şekil 5.41: Dereden geçmek için dizayn edilmiş adım taşları	180
Şekil 5.42: Kandelbach dolambaçlı rotası, köprü, bankaların renkli bitkileri	181
Şekil 5.43: Kandelbach'ı Çevreleyen Park, Gölet, Su Basamakları, Balık Merdivenleri	182
Şekil 5.44: Seille Parc de la Seille Nehri proje alanı verileri ve görseli	184
Şekil 5.45: Park alanından görüşler	185
Şekil 5.46: Park alanından görüşler	186
Şekil 5.47: Park alanından görüşler	186
Şekil 5.48: Soestbach Deresi proje alanı verileri ve görseli	188
Şekil 5.49: Dere erişim noktası ve kesitsel görünüş	190
Şekil 5.50: Wiese Nehri proje alanı verileri ve görseli	192
Şekil 5.51: Wiese Nehri plan ve görüşler	192
Şekil 5.52: Wiese Nehri proje alanı verileri ve görseli	195
Şekil 5.53: Wiese Nehrinden görüntüler	196
Şekil 5.54: Aire Nehri proje alanı verileri ve görseli	198
Şekil 5.55: 1930'larda inşa edilen Aire Nehri'nin betonarme kanal boyunca görünümü	198
Şekil 5.56: Aire Nehri planı	199
Şekil 5.57: Nehir eski ve yeni kesiti	200
Şekil 5.58: Eski kanal ve yeni açılan nehir yatağından görüntüler	201
Şekil 5.59: Estere and Pleiße Değirmendereleri proje alanı verileri ve görseli	203
Şekil 5.60: Şematik kesit.....	204

Şekil 5.61: İdare Mahkeme Binası önü, su davulu, yüzen bahçe, duvarların tekrar yorumlanması	205
Şekil 5.62: Dere üzerine yapılmış tretuar, Basamaklar ve Yüzen Kano İskele Wundtstraße'de su oyun alanı	206
Şekil 5.63: Besòs Nehri proje alanı verileri ve görseli	208
Şekil 5.64: Besos Nehri yeni su taşıma kanalının içine yapılan yüksek voltajlı elektrik hattı, Besos nehri 1994 yaşanan sel felaketi	209
Şekil 5.65: Sulak alan tesis görüntü	209
Şekil 5.66: Morfolojik kriterlere göre tasarlanmış, memba alt erişim, nehir için düşük akışlı kanal	210
Şekil 5.67: Şematik kesit: Kanal ve 80 m genişlikteki taşkın ovası	211
Şekil 5.68: Besos nehri üzerinde şişme barajlar	212
Şekil 5.69: Taşkın alanı sınır duvarı kenarına yapılan bisiklet ve yaya yolları, yeşil alan ile nehrin bağlantısı	213
Şekil 5.70: Besos Nehri Google Earth görüntüsü (26.11.2022).....	214
Şekil 5.71: Manzanares Nehri proje alanı verileri ve görseli	216
Şekil 5.72: Manzanares Nehri	216
Şekil 5.73: Philip IV'ün tablo çalışması 1635-1640	217
Şekil 5.74: Segovia Köprüsü ve Manzanares'in çamaşırcıları 1910 yılı	218
Şekil 5.75: Otoyol inşaatı	218
Figure 5.76: Plan Especial Río Manzanares	220
Şekil 5.77: Proje görsel 2003	221
Şekil 5.78: Virgen del Puerto Bahçeleri 2011	221
Şekil 5.79: Manzanares Nehri 2005 yılından görüntüler	223
Şekil 5.80: Manzaranes Nehri 1946 genel plan	224
Şekil 5.81: Proje alanından görünüş	225
Şekil 5.82: Nehir kenarları	226

Şekil 5.83: Salon de Pinos'un enine kesit	227
Şekil 5.84: Cascara's İkiz Köprüler	227
Şekil 5.85: Salón de Pinos	228
Şekil 5.86: Arganzuela Park	229
Şekil 5.87: Manzanares nehri	229
Şekil 5.88: Cheonggyecheon Nehri proje alanı verileri ve görseli	232
Şekil 5.89: Nehrin öncesi ve sonrası	232
Şekil 5.90: Yükseltilmiş otoyolun kalıntıları	233
Şekil 5.91: Belirli yıllarda yaşanan seller	234
Şekil 5.92: Cheonggyecheon Nehri'nin taşma kapıları	234
Şekil 5.93: Otoyolun yıkılması ve yeni düzenleme	235
Şekil 5.94: Yayalar ve arabalar için farklı tarzlarda köprüler	236
Şekil 5.95: Proje alanının aydınlatılması	236
Şekil 5.96: 1958'deki Supyogy orijinal ve tekrar inşa edilen köprü	237
Şekil 5.97: The Gwangtonggyo köprüsü (1960) tekrar inşa edilen	238
Şekil 5.98: Buffalo Bayou Nehri proje alanı verileri ve görseli	240
Şekil 5.99: Buffalo Bayou yürüme yolu	241
Şekil 5.100: Nehir banka iyileştirmesi	242
Şekil 5.101: Sel baskınına dayanıklı kent mobilyaları ve malzemeler	243
Şekil 5.102: Buffalo Havzası	243
Şekil 5.103: Özel tasarım merdivenler	244
Şekil 5.104: Gece kullanım için aydınlatma	244
Şekil 5.105: Kavşak üst ve altından görünüş	246
Şekil 5.106: Otoyol kavşak alt bitkilendirme	246
Şekil 5.107: Buffalo Bayou Parkının halk tarafından kullanımı	247
Şekil 5.108: Porsuk Nehri proje alanı verileri ve görseli	249

Şekil 5.109: Porsuk Nehri (1924)	251
Şekil 5.110: Porsuk Nehri, 1900'lerin başı	251
Şekil 5.111: 1940'larda Porsuk Nehri kenarı dinlenme alanları	252
Şekil 5.112: Eskişehir Büyükşehir Belediye Binası 1990.....	253
Şekil 5.113: Porsuk Nehri 1990	253
Şekil 5.114: Gondol gezinti bölümü	257
Şekil 6.1: Ayamama Deresinin Havza Bilgileri.....	270
Şekil 6.2: Ayamama Deresi arazi kullanım karakteri	270
Şekil 6.3: Ayamama Havza Alanı mahalleler	271
Şekil 6.4: Ayamama Dere ve Havzasının Fiziksel Özellikleri	272
Şekil 6.5: Ayamama Deresi yeni yatak kesitinden görüntü	275
Şekil 6.6: Ayamama Deresi dere kesiti imalat çalışmaları	275
Şekil 6.7: Ayamama Dere'sinin dere yatağı kesitinin iyileştirilmesi ve İSKİ tarafından hazırlanan taşkın risk haritasının bir kısmı	276
Şekil 6.8: İkitelli-Mahmutbey Kavşağı devamı (23.04.2024).....	279
Şekil 6.9: İkitelli-Mahmutbey Kavşağı devamı fotoğraf	279
Şekil 6.10: Yağmursuyu ve Atıksu Tahliye Boruları.....	279
Şekil 6.11: Çobançeşme Kavşağı bölümü (23.04.2024)	280
Şekil 6.12: Çobançeşme Kavşağı bölgesinde öneri su tutma alanları	280
Şekil 6.13: Su Tutma Alanı olarak planlanabilecek Halkalı Kavşağı	281
Şekil 6.14: Basın Ekspres yolu üzerindeki ilk kavşak (27.04.2024).....	282
Şekil 6.15: Ayamama Deresi yağış sırasında yüzeysel suların dere yatağına dökülmesi	282
Şekil 6.16: Ayamama Deresi banka ve setlerinden görünüş.....	283
Şekil 6.17: Ayamama Deresi akış yatağı	284
Şekil 6.18: Nehir suyunun berraklaştırılması için öneri kesit.....	284
Şekil 6.19: Yapımı devam eden dere yatağı ve banka imalatı	285

Şekil 6.20: Ayamama Deresi akış güzergahlarının düzleştirildiği ve değiştirildiği bölgeler.....	286
Şekil 6.21: Ayamama deresine endüstriyel ve evsel deşarjların durumu	286
Şekil 6.22: Ayamama Deresi atıksu kolektörlerinin döşenmesi	287
Şekil 6.23: Dere kesitinin genişletilerek yenilenmesi	287
Şekil 6.24: Ataköy bölgesi dere kenarı park alanı	288
Şekil 6.25: Ayamama deresi taşkın alanları	288
Şekil 6.26: Yüzeysel akışın yeşil alanlara yönlendirilmesi	289
Şekil 6.27: Yağışın ilk 15 dakikasının ayrı toplanma önerisi	292
Şekil 6.28: Ayamama Deresi bitkiler ile yeşil koridor oluşturulması.....	293
Şekil 6.29: Ayamama Deresi bitkiler ile yeşil koridor oluşturulması.....	293
Şekil 6.30: Sucul faunanın hareketinin sağlanabileceğini gösterir fotoğraflar	294
Şekil 6.31: İyi ve kötü yönetilen kentsel akış şemaları.....	294
Şekil 6.32: Balık geçişlerinin sağlanabildiğini gösterir fotoğraflar	295
Şekil 6.33: Balık geçişlerinin sağlanabildiğini gösterir fotoğraflar	295
Şekil 6.34: Yapay ekolojik sistem oluşturulması.....	295
Şekil 6.35: Yapay ekolojik sistem oluşturulması.....	296
Şekil 6.36: Niş oluşturulması	296
Şekil 6.37: Güneşli-Çobançeşme Kavşağı arası.....	297
Şekil 6.38: Welland Canal Park Sulak Alan	297
Şekil 6.39: Besos Nehri şişme barajlar ve şematik depolama alan kesiti	298
Şekil 6.40: Betonarme kanal içine alınmış dere.....	298
Şekil 6.41: Ayamama Deresi şehir merkezindeki konumu.....	299
Şekil 6.42: Prekast kesit tamamlanmamış kısım, Ataköy bölgesi kanal.....	299
Şekil 6.43: Aynı kanalda yüksek ve düşük akış, şematik kesit.....	300
Şekil 6.44: Akışa kavis verilmesini gösterir şematik kesit	300

Şekil 6.45: Dere kenarı taşkın alanlarının fonksiyon değiştirmesi	301
Şekil 6.46: Ayamama Deresi yağmursuyu hasadı yapılabilecek alanlardan örnekler	301
Şekil 6.47: Flora ve fauna yaşam alanı	302
Şekil 6.48: Flora ve fauna yaşam alanı İngiltere ve Amerikadan örnek alışmalar.	302
Şekil 6.49: Su yolu banka stabilizasyonuna biyolojik yöntemlerin dahil edilmesi .	303
Şekil 6.50: Ayamama Deresi üzerinde köprüler	303
Şekil 6.51: Ayama Deresi Mahmutbey Kavşağı-Ataköy Mansap Bölgesi	306
Şekil 6.52: Ayamama Dere güzergahı	307
Şekil 6.53: Ayamama Dere güzergahı	307
Şekil 6.54: Ayamama Dere güzergahı	308
Şekil 6.55: Kamusal alan kazandırılması	308
Şekil 6.56: Hafencity'deki kamu kullanım alanlarından görünüm	308
Şekil 6.57: Denver içinde South Platte Nehri, Kamusal Alanlar	309
Şekil 6.58: Ayamama Deresi mansap kısmına yakın bölge	309
Şekil 6.59: Ataköy Yaşam Vadisi Parkı	309
Şekil 6.60: Ayamama Deresi, Mahmutbey Kavşağı -Ataköy mansap kısmı	310
Şekil 6.61: Saw ill River, Yonkers, New York, Amerika	310
Şekil 6.62: Nehir Havzası alışmaları	311
Şekil 6.63: Mahmut Bey Kavşağı tarafı	312
Şekil 6.64: Dere kenarı rezerv alanların olmadığı bölümler	312
Şekil 6.65: Ayamama Dere bankalarından görünüşler	312
Şekil 6.66: Kazanılmış nehir bankaları örneği	313
Şekil 6.67: Ataköy siteler bölgesi	313
Şekil 6.68: İBB'nin yaşam vadisi parkından görünüş	314
Şekil 6.69: Taşkın ovasında kalan obaneşme Kavşağı	314

Şekil 6.70: Yağışsız dönemde Ayamama Deresinin görünüşü	315
Şekil 6.71: Ayamama Deresi Halkalı Kavşağı-Çobançeşme Kavşağı arası	315
Şekil 6.72: Tarihi Ayamama Deresi	316
Şekil 6.73: Ayamama deresi çevresi kullanım şekilleri	316
Şekil 6.74: Velenje'deki Paka Nehri'ndeki 'amfitiyatro'	317
Şekil 6.75: Suya erişim sağlayan Velenje Gezinti Yolu'nun tasarım konsepti	317
Şekil 6.76: Rhone nehri suya erişim noktası fotoğraf	318
Şekil 6.77: Rhone nehri suya erişim noktası plan görünüşü	318
Şekil 6.78: Velenje'deki Paka Nehri yaya köprüsü	319
Şekil 6.79: Cheonggyecheon Nehri özel yaya köprüsü	319
Şekil 6.80: Rekreasyon alanı 1. Bölge	322
Şekil 6.81: Rekreasyon alanı 2. Bölge	323
Şekil 6.82: Küçükçekmece Bölgesi.....	323
Şekil 6.83: Rekreasyon alanı 3. bölge.....	324
Şekil 6.84: Rekreasyon alanı 4. bölge.....	324
Şekil 6.85: Ataköy rekreasyon alanı oluşturulabilecek bölgelerden fotoğraflar.....	324
Şekil 6.86: Dünya Ticaret Merkezi bölgesi.....	325
Şekil 6.87: River Estates Parkı.....	325
Şekil 6.88: Ayamama Deresi kenarlarında yer alan yeni yapılar.....	326
Şekil 6.89: Nehir bankaları güncel durum	326
Şekil 6.90: Nehir bankaları kaplama örnekleri	327
Şekil 6.91: Nehir bankalarından görünüşler.....	327
Şekil 6.92: Nehir banka kullanım örnekleri	328
Şekil 6.93: Seyir terası oluşturma yöntemleri	328
Şekil 6.94: Seyir terası oluşturma yöntemleri	328
Şekil 6.95: Seyir terası örnek çizim	329

Şekil 6.96: Fransa, Orleans'taki Loire Nehri	329
Şekil 6.97: Bilboa gezinti yolu örneği.....	330
Şekil 6.98: Su hareket ve oyunları	330
Şekil 6.99: Kent mobilyaları	331
Şekil 6.100: Dayanıklı kent mobilyaları örnek	331
Şekil 6.101: Seine Nehri şematik kesit	332
Şekil 6.102: Seine Nehri kenarında kent mobilyaları	332
Şekil 6.103: Ayamama Deresi Çobançeşme mevki rekreasyon alanı	333
Şekil 6.104: Köprü ile bağlantı	333
Şekil 6.105: Balık tutma alanları.....	334
Şekil 6.106: Rekreasyon alanı gece kullanım	334
Şekil 7.1: Su yollarının sanayileşmeden günümüze değişen kullanımını	350

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 6.1: Hidrolojik Çözümlerin Uygulanabilirlik Grafiği.....	278
Grafik 6.2: Ekolojik Çözümlerin Uygulanabilirlik Grafiği.....	291
Grafik 6.3: Kentsel Planlama Çözümlerin Uygulanabilirlik Grafiği	305
Grafik 6.4: Mekansal/Rekreasyonel/Mekansal Planlama Yöntemlerinin Uygulanabilirlik Grafiği.....	324



KISALTMALAR LİSTESİ

AB:	Avrupa Birliği
ABD:	Amerika Birleşik Devletleri
AB WFD:	Avrupa Birliği-Su Çerçeve Direktifi
ABD ADA:	Engelli Amerikalılar Yasası
BM:	Birleşmiş Milletler
BOİ:	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
EBB:	Eskişehir Büyükşehir Belediyesi
DSİ:	Devlet Su İşleri
GA:	Geçirgen Asfalt
GBI-YMA:	Green Blue Infrasucructure (Yeşil Mavi Altyapı)
İBB:	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İC:	Geçirimsiz örtü
ICOLD:	Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu
İSKİ:	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
MBR:	Membran biyoreaktör sistemleri
SÇD:	Su Çerçeve Direktifi
TC:	TerraCottem, Toprak İyileştirme Teknolojisi
TMMOB:	Türkiye Mimar ve Mühendis Odaları Birliği
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu
TVA:	Tennessee Valley Authotrity (ABD’de kurulmuş bir devlet kurumu)
NBS-DTÇ:	Doğa Temelli Çözümler

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Yeryüzündeki başlıca su kaynaklarını okyanuslar, denizler (%97,5), göller, buzullar (%2,5), akarsular ve yer altı suları oluşturur. Kullanılabilecek tatlı suları ise buzullar ve yeraltı suları oluşturmaktadır. Yeryüzündeki tatlı suların neredeyse tamamı yüzey sularından oluşmaktadır (Harris, 2007). Yeryüzündeki sular atmosfer ile döngü halindedir. Döngünün bir parçası olan yağış şeklinde tekrar karalara inen suların bir kısmı, yer altına sızarak yeraltı sularını oluştururken bir kısmı da yüzeysel akışa geçerek akarsular ile göllere ve denizlere taşınmaktadır.

İnsan var olabilmesini, varlığını devam ettirebilmesini suya borçludur; bundan dolayı suyu rahat temin edebileceği, ulaşabileceği bölgeleri, yaşam alanı olarak kullanmıştır. Örneğin eski medeniyetlerin kurulduğu bölgeler incelendiğinde; Mezopotamya'nın Fırat ve Dicle nehirlerinin bulunduğu bölgede kurulduğu görülmektedir. Mısır, Nil nehri çevresinde gelişmiştir. Anadolu'daki medeniyetler Büyük ve Küçük Menderes nehirleri, Gediz nehri havzasında, Kızılırmak ve Yeşilirmak çevresinde kurulmuştur.

Yerleşim alanları su kenarlarında olduğu için medeniyetlerin gelişim bölgeleri de su yollarının geçtiği güzergahlardır. Su yolları, ulaşım olarak ilk dönemlerden itibaren yerini almıştır. İnsanlık tarihinin her döneminde etkili olan savaşlarda da önemli görevler yüklenmiştir. Nehirlerin ulaşımında kullanılması ile ekonomik hayat canlanmıştır. Nehirler çivi yazılı kanunlara konu olmuş, medeniyetlerin sınırlarını çizmiştir (Bülbül, Doğan, 2016).

Eskiçağın başlangıcında Mezopotamya medeniyetinde tam bir su yolu kültürü oluşmuştur. “Ekin, sulama, yüzme, içme dahil olmak üzere insanların günlük ihtiyaçları nehirlerle bağlıydı. Dahası, nehirler onların tükettikleri yiyeceklerin çeşidini, evlerini ve şehirlerini kurmak için kullanılan malzemelerin türlerini, mitlerinin” (kuşaktan kuşağa yayılan, toplumun düş gücü etkisiyle zamanla biçim değiştiren, tanrılar, tanrıçalar, evrenin doğuş vb. ilgili, imgesel, alegorik bir anlatımı olan halk öyküsü) doğasını, meslek çeşitlerini ve hayatlarının daha pek çok önemli yönlerini belirlemekteydi (Nardo, 2014).

Yerleşim bölgeleri ilk kuruldukları dönemlerde bol ağaçlık ve boş alanların olduğu, insan sayısı bakımından doğal özelliklerin devam edebildiği sınırlardaydı. Fakat insan

sayısı sanayileşme ile arttığından kentlerde doğal doku bozulmuş, sürdürülebilir özellikler kalmamıştır. Kentsel bölgeler binalar, oto yollar, kaldırımlar, otoparklar, sanayi ve üretim alanları ile kaplanmıştır. Yapay ortamların içinde su yolları, göl ve gölet çevreleri bitki ve hayvanların varlıklarını sürdürebilecekleri zengin bir ekosistem oluşturabilecek, doğaya açılan pencere görevi üstlenebilecek yegâne alanlardır. (Hobbs, 2012).

Sanayi öncesi zamanlarda nehirler, şehri arz ve talep bölgelerine bağlayan başlıca kentsel ulaşım yolları olarak hizmet etmekteydi. On dokuzuncu yüzyılda sanayi devrimi ile, şehir-nehir ilişkilerinde köklü bir değişim oluşmuştur. Dönüşümün ana itici güçleri arasında nehir mühendisliği, taşkın koruma setleri, salgın kolera ile mücadeledeki ilerlemeler, iyileştirilmiş sanitasyon, su temini ve kanalizasyon şebekeleri yer almıştır. Farklı su kaynakları ve kısıtlamaları, genellikle yirminci yüzyılın başlarında, çoğu Avrupa şehrinde temel değişiklikler meydana getirmiştir. Daha küçük su yolları, yer altı kanalizasyon ve drenaj ağlarının bir parçası haline gelmiştir. Daha büyük olanlar, genellikle ayrıntılı yapay yataklarda tonozluydu veya sel koruma duvarlarıyla çevrelenmişti. Kentlerde yer alan su yolları havzasında yaşayan halkın kolaylıkla ulaşamayacağı alanlara dönüşmüştür (Winiwarter ve diğerleri, 2016). Ülkemizde ise, sanayileşme ve kentleşme dönemi farklılığından dolayı, aynı yüzyılın ikinci yarısından sonra aynı deformasyonlar meydana gelmiştir.

Sanayi devrimi ile şehirler; kömüre, demiryollarına, büyük ve uzak pazarlar için tek tip malların özel seri üretimine dayalı bir sanayi toplumunun merkezi haline gelmiştir. Nüfus ve mekânsal genişleme açısından görülmemiş bir hızla büyümüştür. Su yollarında altyapı sistemlerini birleştirmişler, yer altı kanalizasyon ağları oluşturmuşlar, temiz içme ve işleme suyunu uzaktan taşımak için boru hatları inşa etmişler ve belirli işlevleri optimize etmek için akan suları düzenlemişlerdir. Konut yapılması için alan bulunması, şehirlerin hastalıklardan ve sellerden korunması için taşkın alanlarına taşkın koruma setleri yapılmıştır. Devam eden süreçte, ekonomide ve şehir ekolojisinde derin bir dönüşüme yol açmıştır.

On dokuzuncu yüzyılda beton kanallara alınmadan önce doğal seyrinde akan nehirler, beton kanallar içine alındıktan sonra şehir ile bağlantısı kopmuş, kendi doğal özelliklerini de tamamen kaybetmiştir. Şehirlerin kurulmalarında rol olan, hayat veren nehirler sanayileşme ile kullanımları değiştirilmiş, meydana gelen bozulmalar geri döndürülemez sonuçlara yol açmıştır. Sanayileşme sürecinde yüzey ve yer altı

sularının kirlenmesi artmıştır. Deniz ulaşımının dışında diğer ulaşım çeşitlerinin gelişmesi şehirlerdeki üretim alanlarının başka alanlara kayması ile sonuçlanmıştır. Nehirler ve çevreleri terkedilmiş bozulmuş kullanım dışı mekanlara dönüşmüştür.

Ülkeler kentsel alanlarda yapılan üretim ve ticaret ile devamlılıklarını sağladıkları için bu kadar yoğun faaliyet alanlarında ihtiyaçların giderilmesi sırasında yaşam alanlarına ve su yollarına ağır zararlar verilmiştir. Son yıllarda atık su arıtımı ve azalan endüstriyel faaliyetler nedeniyle su kalitesinde kademeli bir iyileşmeden sonra, kentsel nehirler ve göller, Avrupa şehirlerinde kentsel ekoloji, yeşil altyapı, yeşil alanlar ve iklim değişikliğine uyum planlamasında giderek daha önemli hale gelmiştir. (European Environment Agency, 2016).

Dünya genelinde iklimsel değişimler son yıllarda artmıştır. Kurak dönemlerin süreleri değişmiş birim alana düşen 1 saatlik toplam yağış bir önceki dönemin 3 aylık toplamına eşit olabilmektedir. Yağışlar ile gelen dengesizlik ulaşılabilir su miktarlarını etkilemektedir. AB su mevzuatının ana belgesi sayılan ve 22 Aralık 2000 tarihinde yürürlüğe giren “Su Çerçeve Direktifi” AB topraklarındaki tüm su kütlelerinin kirlenmesinin önlenmesi amacını taşımaktadır (Aytüre, 2016). Türkiye 9 Kasım 2005 tarihinde yayımlanan Katılım Ortaklığı Belgesi ile sınır aşan sular konusunda iş birliğini kabul etmiştir ((Abay, 2008).

Kentsel nehirlerin, iyileştirme, restorasyon, yeniden canlandırma vb. projelerinin oluşturulmasında birçok işlevin aynı zamanda çözülmesi gerektiği anlaşılmıştır. Nehir ya da akarsu ilk görev olarak hidrolojik işlevini, yani normal zamanlarda taşıdığı su debisi dışında yağışlı dönemlerde kendi havzasında yüzeysel akış ile gelen suyu da taşınması gerekmektedir. Birçok tahribat ile sonuçlanan sel olayları yağışlar sırasında su yolu kesit yetersizliğinden sel suları yatak dışına çıkarak yakın çevrelerine büyük maddi ve manevi zararlar vermektedir. Küresel iklim değişikliği ile birim zamanda düşen yağış miktarları her yıl artış göstermektedir. Yerleşim yerleri içinden geçen akarsuların planlamaları bu sebeplerden dolayı kentsel ölçekte yapılması gerekmektedir.

Kent içi nehirler, su yolları, derelerin kentsel ölçekte yapılmış planlama çalışmalarına göre ıslah edildikleri zaman, kurak dönemlerde su yolu yatağı kuru kalmamış olacak, yağışlarda sel olayları yaşanmayacak, içinde ve çevresinde flora ve faunaya sahip olmuş alanlar haline dönüşecektir. Bu işlevlere ek olarak oluşturduğu mavi ve yeşil

koridorlar kentin hava sirkülasyonu ile kent havasını temizleyen kamusal alanlar olarak da yerini almış olacaktır. Son olarak su yolları temel işlevlerini yerine getirirken rekreasyonel planlamalar neticesinde kent halkının nefes alabileceği, yürüyüp koşabildiği, bisiklete binebildiği parkurlar ile çocuklar için oyun alanları olan, halkın dinlenip kitap okuyabileceği aynı zamanda su yollarına ilişkin tecrübeler deneyimleyebildiği kentsel açık kamusal alanlar olmuş olacaktır.

1.1.Problem

Yerleşim alanlarının su kenarlarına ya da suyun kolayca taşınabileceği alanlara kurularak geliştiği bilinmektedir. Yerleşim alanları ikamet eden insan sayısına göre sınıflanmaktadır. En küçük yerleşim yerleri köylerdir ve dere ve çay kenarlarına kurulmuştur. Nüfusun 20.000'e kadar çıktığı yerleşim yerleri kasabalardır ve daha büyük akarsu çevrelerinde kurulmuştur. Nüfusun 20.000'den fazla olan yerleşim yerleri şehirlerdir ve büyük akarsu ve nehirler ile ilişkili noktalarda gelişmiştir. Kırsal alan kavramı köy ve kasabalardan oluşur ve sanayi üretiminden çok tarım ve turizm alanları vardır. Sanayileşme dönemine kadar kırsal ve kentsel alanlarda yaşayanların yüzdelik oranları incelendiğinde insanların %80'i kırsal, %20'si kentsel alanlarda hayatlarını sürdürmekteydi. Kentsel alanlarda bulunan su kaynakları üzerindeki baskılar sürdürülebilir sınırlar içinde kaldığından doğal özelliklerini kaybetmemişlerdir.

Kentleşme sürecinde insan faaliyetlerinin kesintiye uğraması nedeniyle kentsel akarsular, insan faaliyetleri ile doğal süreçlerin birbirini etkilediği alanlardan biri haline gelmiştir (Delibaş, Tezer, 2017).

Dünya nüfusunun kentsel alanlarda yoğunlaşması ile ekosistemleri üzerinde bir takım belgelenmiş etkileri olan peyzaj dönüşümlerini beraberinde getirmiştir. Kentsel havzalardaki geçirimsiz yüzeylerin artması ile akarsu hidrolojileri ve jeomorfolojileri değişmiştir. Ayrıca belediye ve endüstriyel deşarjlardan gelen akış, akarsulara besin maddelerinin, metallerin, böcek ilaçlarının ve diğer kirletici maddelerin yüklenmesine neden olmuş, ekosistem süreçleri de etkilenmiştir (Paul ve Meyer, 2008).

Kentsel alanlarda hassas su kaynakları olarak akarsu sistemleri, kentleşme sürecinin artan baskıları ile birçok insan müdahalesine maruz kalmıştır. Zamanla, birçok kentsel akarsu, ulaşım ve taşkın kontrol projeleri, sulak alan tarama ve doldurma faaliyetleri, su çekme, atık boşaltma ve akarsu yatağı stabilizasyon uygulamaları yoluyla hidrolik,

kimyasal ve biyolojik olarak değiştirilmiştir. Kentsel akarsuların çoğu, kirlilik, düşük akış, kanalizasyon veya yerleşim alanlarının altındaki bir tünelde akan ve şehir tarafından unutulmuş kanalların gömülmesi nedeniyle ekolojik olarak bozulmuştur (Platt, 2006). Modern çağ, kentsel akarsulara karşı nazik olmamıştır. İnsanoğlu tarım alanlarını genişletmiş, yollar inşa etmiş ve şehirlerde toplanarak, nehirleri kirletmişler, akarsuların yönlerini değiştirmişler, düzleştirilmiş beton kanallara hapsedmiş, borularla doldurmuş, ilişkili sulak alanları doldurmuş ve başka şekillerde tanınamayacak kadar kötü kullanmışlardır (Pinkham, 2000). Kentleşmenin olduğu bölgelerde akarsular kaybolmuştur.

Kentsel akışların planlanmasıyla ilgili birçok sorun vardır. En büyük zorluklardan biri, sele ve erozyona neden olabilecek yağmur suyu akışını yönetmektir. Kentsel akarsular genellikle kimyasallar ve atıklarla kirlendiğinden, başka bir sorun da kirliliktir. Ek olarak, kentsel gelişim, akarsuların doğal akışını değiştirerek su sıcaklığında, oksijen seviyelerinde ve su habitatlarında değişikliklere yol açabilir. Son olarak, sağlıklı kentsel akışların sürdürülmesi, maliyetli ve zaman alıcı olabilen sürekli izleme ve bakım gerektirir.

Genel olarak, kentsel nehirler aşamalı olarak kanalize edilmiş atık su ve yağmur suyunun basit taşıyıcıları olarak ele alınmıştır (Burian ve Edwards, 2002). Nehirlerin yatakları ve taşkın alanlarında yapılan değişiklikler, nehir suyu kalitesini, morfolojisini bozmuş, sel riskleri artmıştır.

1.2. Tezin Amacı

Şehir planlamacıları, su yolları kıyısı gelişimi için yönergeler ve standartlar geliştirerek, bu alanların çevresel, sosyal ve ekonomik değerlerinin korunmasına yardımcı olurken, aynı zamanda halk sağlığı ve refahını da geliştirmeyi hedeflemektedirler.

Kentsel su yolları, yenilikçi kentsel planlama, ekolojik restorasyon ve değerli kamusal alanların oluşturulması için fırsatlardır. Küresel olarak, çevresel ve kamusal hedeflere ulaşmak için kentsel nehirlerin restore edilmesine ihtiyaç vardır (Monroy ve Roses, 2016).

Su yolu yatağı ile havzası arasında bağlantı kopmuştur. Su yolu yatakları yağmur suyunu deşarj noktaları haline gelmiştir. Yağmur suları toprak altına geçmeden yüzeysel akışa geçerek akış debileri 10-20 katına çıkmış, taşkın ve sel olaylarının

şiddet ve yıkıcılığı artmıştır. Nehir kenarında geçici su depolama alanı olarak görev yapan taşkın alanları da yok edilmiş olduğundan sel olayları daha sık yaşanmaktadır. Su yollarında kaybedilen hidrolojik özelliklerin geri kazanılması hedeflenmektedir.

Kentlerde yer alan akarsular, sanayileşme sonucu doğal hidromorfolojilerini kaybetmişlerdir. Geleneksel yöntemler ile yapılan ıslahlar ile su yollarının menderesli güzergahları düzleştirilerek uzunlukları azaltılmıştır. Yerleşim alanlarında yer alan su yollarının kaybedilen hidromorfolojik özelliklerinin geri getirilmesi hedeflenmektedir.

Sanayileşme dönemi ile kentsel su yollarının ekolojileri bozulmuştur. Su yolunun kenarlarında yer alan yeşil tampon bölgeler yok edilmiştir. Sulak alanlar farklı faaliyet alanlarına dönüştürülmüştür. Yağışlar ile yüzeysel sulardaki, tortu, sanayi atıkları, tozlar direk su yatağına katılarak ekolojik denge bozulmuştur. Ayrıca su yollarına fabrikaların sanayi atıkları, evsel atıklar karışarak akarsular kirlenmiştir. Suyun kimyasal bileşimi değiştiği için habitatlar, açık sular, sucul bitkiler ve balık popülasyonları gibi sucul ekosistem bileşenleri zarar görmüştür. Flora ve fauna kent içi su yollarında neredeyse yok olmuştur.

Özellikle kentsel alanlarda su yollarına yönelik insan faaliyetleri, akarsuların doğal özelliklerini bozmuştur. İnsan faaliyetleri sellerin daha sık ve yıkıcı hale gelmesine, erozyona ve tortulaşmaya eğilimli olmasına neden olmuştur. Su yollarında kaybedilen ekolojinin iyileştirilmesi hedeflenmektedir.

Sanayileşme ile, endüstriyel atıkların akarsu yataklarına boşaltılması, yüzme, balık tutma ve diğer eğlence faaliyetleri için nehir suyunu güvensiz hale getirmiştir. Bu, kentsel nehirlerin rekreasyon amaçlı çekiciliğini azaltmıştır. Kirliliğe ek olarak, kentsel nehirlerin rekreasyonel değerlerini etkileyen diğer sorunlar, nehrin doğal akışındaki değişiklikler nedeniyle artan sel ve erozyon konularını içermektedir. Kentleşme ile nehirler topluma rekreasyonel olarak hizmet edemez duruma gelmiştir. Nehir kenarı taşkın alanları, sulak alanlar ve yeşil tampon alanların kullanım fonksiyonları değiştirildiğinden sel ve taşkın olaylarını önlemek amacıyla nehir kenarları inşai olarak yükseltilmiş, nehirlere erişim yok olmuştur. Nehir kenarlarındaki açık alanların fonksiyonları değiştirildiğinden rekreasyon alanları da ortadan kaldırılmıştır. Su yolları ve çevresinin kaybedilen rekreasyonel özelliklerinin tekrar kazandırılması hedeflenmektedir.

Akarsu ve nehirler kentlerin kimliklerini oluşturan, kentsel bellekte yeri olan imajlardır. Nehirlere fiziksel ve görsel erişimler ortadan kaldırıldığında, kentlerin tanınmasındaki en önemli temel taşlardan kent kimliğini belirleyici nirengi noktaları yok edilmiştir. Kentte yaşayanların kent ile bağları zayıflatılmıştır.

Sanayi bölgelerinin kent eteklerine taşınması ile nehir kenarlarının cazibesi kaybolmuş, kahverengi alanlara dönüşmüş, nehir yakınındaki mülk değerleri düşmüştür. Bu alanlar güvenli olmayan, fonksiyonsuz, kontrol edilemeyen kentsel açık mekanlara evrilmiştir. Kent sakinlerinin sosyolojik olarak tekrar su yolları ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir.

Kentlerde nüfus artışı ile kişi başına düşen kamusal (yeşil) alan miktarları çok düşmüştür. Kentin kamusal açık alanlarının artırılması ve kent ile akarsu ve çevrelerinin tekrar kentin düğüm noktalarına dönüştürülmesi ihtiyacı oluşmuştur.

Bu tez çalışmasında sürdürülebilir, yaşanabilir, nefes alınabilir kentlerin meydana gelmesi için kent içi akarsu ve nehir yatakları, tampon bölgeleri, taşkın alanları, havzasındaki sert zemin alanları ve yeşil alanlarının kent içi akarsulara entegre edilebildiği yeni projelerin üretilmesi için kentsel planlama ve tasarım kriterleri oluşturulması amaçlanmıştır. Kent içinde kalan doğal ve yapay kentsel akışların bütünü için “su yolları” tabirinin kullanımı tercih edilmiştir.

Kent içi su yolları havzaları ile planlanırken; hidroloji, hidromorfoloji ve ekolojilerinin iyileştirilmesi, rekreasyonel olarak kullanılması ve kentliye sosyolojik getirisi olan projelerin geliştirilmesi amacıyla oluşturulmuş kriterlerin referans alınması hedeflenmektedir.

1.3. Tezin Önemi

Peyzaj değişikliklerinin planlanmasında hem halkın tercihleri (talep) hem de ekolojik yönler dikkate alınır, sonuçların halkın kabulü ve sürekli desteğiyle karşılanması daha olası olacaktır (Décamps, 2001). Su yolları kıyısı manzaraları, çalışmayı garanti eden çok çeşitli birçok farklı nitelik sunmaktadır. Planlama ve tasarım amaçları için, bir kentsel su yolu ve kıyı alanının, kent vatandaşlarının rekreasyon faaliyetlerini nasıl etkilediğini ve daha spesifik olarak, hizmetlerinin bir kentte hangi mesafelere ulaştığını ve hissedildiğini araştırmak önem arz etmektedir. Rekreasyonel peyzaj hizmetlerine nehir kenarı alanı odaklı önem verilmesi ve nehir ile ilgili açık alan planlamasının başlatılması ve ilkelerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

İnsan faaliyeti, dünyanın her yerindeki nehirleri ve akarsuları derinden etkilemiştir, öyle ki, herhangi bir şekilde değiştirilmemiş herhangi bir akarsu bulmak artık son derece zor ve muhtemelen böyle bir nehir bulmak neredeyse imkânsızdır (Hynes, 1970).

Kentsel akarsu ve nehirlerin rehabilite edilerek planlanması, kentsel su sistemi, sürdürülebilirlik ve kentsel planlamada akarsuların tekrar kente entegre edilerek kamusal açık alanlar oluşturulması, yeşil ve mavi koridorların meydana gelmesi, akarsuların kentleri bölen değil birleştiren düğüm noktalarına dönüşmesi ve kentlinin rekreasyonel, nefes alma, gezinti ihtiyaçları için kullandığı mekanlara dönüştürülmesi bakımından önemlidir.

Kentsel akarsular ve çevreleri hem doğal hem de inşa edilmiş alanlardır. İnovatif (değer katan değişim ve yenilik) planlama ile doğal süreç mimari planlama süreci sürdürülebilir şekilde koordine edilirse kentsel akarsuların planlanması medeniyetlerin temsil edildiği noktalar haline dönüştürülebilir.

Sanayileşme ile kentsel nüfusun 2030 yılında %70 oranını bulacağı düşünüldüğünde kentlerde yaşayanlar ile kentlerdeki doğal kaynakların negatif etkileşimlerini ortadan kaldırmak için kentsel su yolları üzerindeki baskıyı minimum seviyeye indirerek akarsuları kent halkının doğaya açılan pencereleri olarak rekreasyonel amaçlı merkezler şeklinde işlev gören kamusal açık alanlara dönüştürülmesi yaşanabilir kentlerin meydana gelmesi bakımından önemlidir.

1.4 Varsayımlar/Hipotezler.

Kentsel akarsular medeniyetlerin beşiği olan kentlerin kurulacağı alanların belirlenmesinde önemli rol almışlar, aynı zamanda sel ve taşkınlar gibi doğal afetler ile şehirlerin medeniyetlerin yok olması ve yer değiştirmesinde ana sebebi olmuştur. Sanayi devrimi ile kentsel alanlar ve kırsal alanlarda yaşayan nüfus oranları hızlı bir şekilde yer değiştirmiştir. Kentlerin kurulduğu alanlar sabit olduğundan yoğun göç dalgası ile mekân ihtiyaçlarının karşılanması sırasında mevcut kullanım alanlarının fonksiyonları değiştirilmiştir. Kentsel alanlarda rezerv alanlar, yeşil alanlar, kamusal alanlar ve kentin kuruluş noktalarını belirleyen akarsu güzergahları ve koridorları yerleşim, ticaret, altyapı, ulaşım alanlarına dönüştürülmüştür. Kentsel akarsular çevrelerinden koparılarak düz kanalların içine hapsedilmiş ve kentlerin nirengi noktaları kaybolmuş, kentsel bellekten silinmiştir.

Tez aşağıdaki varsayım ve hipotezlere dayanmaktadır.

- Kent içi su yollarının kente tekrar entegre edilebilmesi için, referans alınabilecek kentsel planlama ve tasarım kriterleri oluşturarak, kentsel akarsulara verilen zararlar en aza indirileceği, kenti bölen durumdaki akarsuların düğüm noktalarına dönüştüğü hidrolojik, ekolojik ve rekreasyonel alanlar olarak hizmet eden kentsel açık kamusal alanlar elde edileceği varsayılmaktadır.
- Kent içi su yolları ve havzaları için oluşturulacak tasarım kriterlerinin uygulanması sonucu kentlerde boşalan akiferlerin dolacağı, dönemsel aktif olan su akışının tüm mevsimlerde devam edebildiği, yağış suyu kayıplarının en aza indirildiği sürdürülebilir, ekolojik, yaşanabilir kentler oluşacağı varsayılmaktadır.
- Belirlenen tasarım kriterleri tüm su yollarına uygulanabilir nitelikte olacaktır.

1.5. Tezin Yöntemi

Tez çalışmasında nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Literatür Taraması, rnek Analizi ve Sınıflandırma Yöntemleri kullanılmıştır.

Tez yedi bölümden oluşmaktadır. 2. Bölümde su yollarının tarihsel süreci ile bu konu ile ilgili yasa ve yönetmelikler araştırılmıştır. 3. Bölüm olarak su yollarının ışlah sürecinin başlama sebepleri ve ilk ışlah yöntemleri örnekler ile incelenmiş ve ışlah yöntemlerinin zm bulamadığı problemler tespit edilmiştir. 4. Bölümde su yolları ışlahında yeni zm arayışları araştırılmış, bu arayışlar doğrultusunda 5. Bölümde son dönem su yolları ışlah örnekleri incelenmiş ve uygulanan yeni zmler hidrolojik, ekolojik, kentsel planlama, rekreasyonel başlıklar altında toplanmıştır. 6. Bölümde, 5. Bölümde belirlenen tasarım zmleri İstanbul Ayamama Deresi üzerinde sınınmış ve kentsel planlama ve rekreasyonel tasarım kriterler, modeli oluşturulmuştur. 7. Bölümde elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirilmiştir (şekil 1.1) (Tablo1.1).



Şekil 1.1: Tez araştırma tasarımı şekli

Tablo 1.1: Tezin yapım ve yöntem tablosu

ARAŞTIRMA TASARIMI	VERİ TOPLAMA			VERİLERİN ANALİZ EDİLMESİ	SONUÇLAR	ÇIKARILAN SONUÇ DEĞERLENDİRMELER
	LİTERATÜR TARAMA	TEZ KONUSU HAKKINDA YAYINLANMIŞ KİTAP DERGİ TEZ MAKALE DERGİ GAZETE WEP SİTELERİ	AYAMAMA DERESİ HAKKINDA VERİLERİN TOPLANMASI	LİTERATÜR ARAŞTIRMASI SONUCU TOPLANAN BİLGİ BELGE VE VERİLERİN ANALİZ EDİLMESİ	VERİLERİN ANALİZ EDİLEREK AYAMAMA DERESİ ÜZERİNDE SINANMASI SONRASI KENTSEL PLANLAMA VE TASARIM KRİTERLERİNİN OLUŞTURULMASI	
	YURT İÇİ YURT DIŞI SU YOLLARI GELENEKSEL İSLAH ÖRNEKLERİ	AYAMAMA DERESİ KAĞITHANE DERESİ KURBAĞALI DERE ALİBEYKÖY DERESİ YANGHPU NEHRİ LİESING NEHRİ AKERSELVA NEHRİ DYLE NEHRİ	AYAMAMA DERESİNDE UYGULANAN GELENEKSEL İSLAH YÖNTEMİNİN ARAŞTIRMASI	GELENEKSEL YÖNTEMLER İLE YAPILAN SU YOLLARI İSLAHLARININ PROBLEMLERİNİN ANALİZ EDİLMESİ		
	SU YOLLARI İSLAHINDA YENİ ÇÖZÜM ARAYIŞLARI	SU YOLLARI İSLAHINDA YENİ ÇÖZÜM ARAYIŞLARI İLE İLGİLİ KAYNAKLARIN İNCELENMESİ	AYAMA DERESİ İSLAHI İLE İLGİLİ YENİ ÇÖZÜM ARAYIŞLARI	SU YOLLARI İSLAHLARINDA YENİ ÇÖZÜM ARAYIŞLARININ ANALİZ EDİLMESİ		
	YURT İÇİ YURT DIŞI SU YOLLARI SON DÖNEM İSLAH ÖRNEKLERİ	PORSUK ÇAYI ALB NEHRİ AHNE NEHRİ KALLANG NEHRİ LEUTSCHENBACH NEHRİ NECKAR NEHRİ SEILLE PARE DE LA SCILLE NEHRİ WIESA NEHRİ SOESTBACH NEHRİ AİRE NEHRİ ELSTERAND PLEIBE DEĞİRMENDERE BESOS NEHRİ MANZARANES NEHRİ CHEONGGYECHEON NEHRİ BİRS NEHRİ		SON DÖNEM YAPILAN SU YOLLARI İSLAH ÖRNEKLERİNİN ANALİZ EDİLMESİ		
	RESMİ VE SIVİL TOPLUM KURULUŞLARI İLE GÖRÜŞMELER	İSTANBUL SU VE KANALİZASYON İDARESİ MADRID BELEDİYESİ GENEL SEKRETERİ	AYAMAMA DERESİ İLE İLGİLİ YAPILAN GÖRÜŞMELER	RESMİ KURUM VE SIVİL TOPLUM KURULUŞLARI İLE YAPILAN GÖRÜŞMELERİN ANALİZ EDİLMESİ		

1.6. Literatür Taraması

İlk dönemlerden itibaren yerleşim alanlarının kurulması, gelişmesi ya da yok olması ile ilişkisi olan su yollarının ilk dönemleri, sanayileşme öncesi, sonrası değişimleri ve son dönemde iyileştirme restorasyonları hakkında, (yayın, dergi, kitap, gazete, tez çalışmaları vb.) önemli kaynaklar taranmıştır. Yapılan literatür taramasında kent içi su

yollarında değişim ve geri döndürülemez bozulmaların eşik noktası, sanayileşme ile kırsal ve kentsel nüfus hareketliliğinin dönüm noktası olduğu görülmüştür. Sanayileşme sonrası sanayi alanlarının kent içlerinden kent eteklerine ya da planlı sanayi alanlarına taşınmasından sonra su yolları ve çevrelerindeki deformasyon ortaya çıkmıştır.

Literatür taraması sırasında su yolları hakkında ekolojik restorasyon ve iyileştirilmelerine yönelik çok çalışmanın yapıldığı ancak kent yerleşimlerinden geçen su yollarının kente tekrar entegre edilebildiği hidrolojik ve ekolojik projelerin üzerine rekreasyonel faaliyetlerin planlandığı kentsel kamusal açık alanlara dönüştürülmesine yönelik fazla kaynak bulunmadığı tespit edilmiştir.

Ekolojik restorasyon ile ilgili yayınlara örnek olarak, Society for Ecological Restoration, Restoring Neighborhood Streams Society for Ecological Restoration Planning, Design, and Construction, Ekolojik özelliklerini kaybetmiş nehirlerin kaybolan hidroloji, flora ve faunalarının geri kazandırılması açısından inceleyen bir çalışmadır. (Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices, http://www.usda.gov/stream_restoration), Akarsu Koridoru Restorasyonu konusunda ilkeler, süreçler ve uygulamaları içeren ekolojik çözümlere dayalı bir yayındır. “A Handbook for Stream Enhancement & Stewardship, The Izaak Walton League of America”, kitabı, mevcut havza koşullarında akarsuları sağlıklı ve dengeli bir duruma geri döndürme konusunda yardımcı olmaktadır. Ekolojik iyileştirmeye odaklanmıştır. Akarsuların yapısal ve yapısal olmayan çalışmalar ile iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Yapısal teknikler, dere yatağını sertleştirmek için kaya gibi malzemelerin eklenmesini kapsamaktadır. Yapısal olmayan tasarımlar, mevcut arazi kullanımının etkilerini en aza indirmek konusuna odaklanmıştır.

Ekolojik ve hidrolojik iyileştirme çalışmalarına bir katman daha ekleyerek rekreasyonel çözümlerin sunulduğu kentsel açık yeşil alan çalışmasına en iyi örnek çalışmalardan biri olarak; River. Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers, (Martin Prominski, Antje Stokman, Susanne Zeller, Daniel Stimberg, Hinnerk Voermanek, Katarina Bajc, 2017) yayını örnek gösterilebilir. Kitapta son dönem örneklerinden 58 su yolu uygulama projesi yer almaktadır. Kitap 3 bölümden oluşmaktadır. 1. Bölüm kentsel nehir alanlarının yüksek kaliteli tasarımının esaslarının ve nehirleri, görünümelerini ve dönüşümlerini şekillendiren çeşitli süreç tipolojilerinin temel tanımlarını içermektedir. 2. Bölümde tasarım

stratejilerine göre gruplandırmalar yer almaktadır. 3. Bölümde tasarım stratejilerine göre gruplandırılmış nehir örnekleri ayrı ayrı incelenmiştir.

Endüstriyel kıyı alanlarının dönüştürülmesi hakkında doktora tez çalışması olan “Design Research On The Regeneration Of The Urban Industrial Waterfront To A Livable One, A D. Arch. 2018” isimli çalışmada, nehir kenarlarında gelişmiş sanayi alanlarının yer değişikliğinden dolayı terkedilen alanların değerlendirilmesi konusunu içermektedir. Çalışma endüstriyel mirasın korunması, nehir kenarında yaşam ve ekolojinin geri getirilmesi ve kente entegrasyonunu içermektedir. Başka bir doktora tezi de “Understanding Recreational Services of Urban Riverfront Space for Planning Purposes, The Case of Tianjin, China, Kun Zhang, 2014” isimli çalışmadır. Tezin konusu yaşanabilir bir kente katkıda bulunmak amacıyla kentsel nehir ve kıyıların değerlendirilmesidir.

Avrupa, Asya ve ABD kaynaklı ilk su yolları ıslahları ve son dönem ıslah çalışmaları hakkında yayınlanmış makale ve kitaplar taranmıştır.

Literatür tarama çalışmalarında kent içi su yollarının yeniden planlama aşamasında referans alınacak tasarım kriterlerini toplu bir şekilde içeren herhangi bir çalışma tespit edilmemiştir. Bu tez çalışması ile kent içi su yollarının havzaları ile yeniden planlamasında rehber olarak kullanılacak kriterlere ulaşılması hedeflenmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

SU YOLLARININ TARİHSEL SÜRECİ, FONKSİYONLARI, YASA VE YÖNETMELİKLER

Su yolları tarihsel süreçte sanayileşme öncesi ve sonrasında farklı kullanılmıştır. Sanayileşme öncesi içmesuyu, tarım ve ulaşım ağırlıklı kullanılmasına rağmen, sanayileşme sonrasında evsel, tarımsal ve ulaşım için kullanıma ek olarak sanayi üretim hammaddelerinin ve elde edilen ürünler nakledilmiştir. Su yolları ve havzalarının korunmasına yönelik ulusal ve uluslar arası düzeyde birçok çalışma yapılmıştır. Dünya iklim krizi ile su kıtlığına doğru gittiğinden su yolları ile ilgili yasa ve yönetmelikler önem arz etmektedir. Bu bölümde su yollarının tarihte kullanım biçimleri ile yasa ve yönetmelikler açıklanmıştır.

2.1. Su Yollarının Tarihsel Süreci

İnsanoğlu hayatını sürdürebilmek için hep suya rahatlıkla ulaşabileceği yerleri tercih etmek zorunda kalmıştır. Suyun olduğu bölgeler topoğrafik olarak da şehirlerin rahat gelişimine izin veren yerlerdir. Fakat su hareketli olduğundan bazen kurulmuş yerleşim alanlarının hatta medeniyetlerin yok olmasına sebep olmuştur. Şehirler kurulurken su yollarının etkilerinden korunmak amacıyla setler inşa edilmiştir. Evlerin, iş yerlerinin, tarlaların korunması için su yollarının güzergahları değiştirilmiştir (Grimm ve diğerleri, 2008).

Su yolları, akarsular nakliye, ticaret, eğlence amaçlı tarihin ilk dönemlerinden bu yana kullanılmıştır ve gelişerek kullanılmaya devam etmektedir. Yerleşik hayata geçişte de su yollarının rolü büyük olmuştur. Çünkü tarımsal faaliyetlerin merkezinde de su olmuştur. Sanayi devriminde su yolları kullanılmış ve bu aşamada büyük zarar görmüşlerdir. Şehirlerin can alıcı noktaları, görsel kimlikleri, doğal süreçte inşa edilmiş alanlar arasında dengeleyici olma görevinden görülmemesi gereken mekanlar konumuna düşmüşlerdir. Hatta birçok şehirde tamamen kapalı menfez ya da betonarme yapıların içine alınarak kentsel hafızadan silinmişlerdir (Maçiukénaité ve Povilaitiené, 2013,).

Su yolları yerleşik hayatı kolaylaştırırken bazen sınırlamalar da getirmiştir. Ekonomik hayatı canlandırdığı gibi bazen yoksulluk sebebi de olmuştur. Sel afetleri de su yolları

çevresinde daha etkili olduğundan can ve mal kayıplarını da beraberinde getirmiştir (Rybka ve Mazur, 2018).

Akarsular kaynakları, hidromorfolojileri, akış hızları, yatak şekilleri, havzaları birbirinden çok farklıdır. Su içi ve çevresinde yetişen bitki ve hayvan toplulukları da çok çeşitlidir. Akarsular bütün bu özellikleri ile en çok da kendi ve çevrelerinin topoğrafyalarından kentin bazen gelişmesinde itici güç bazen de frenleyici özellikte olmuştur (Önen, 2007).

Kent içi su yollarının şekli genellikle kentin fiziki yapısını silüetini ortaya çıkarmaktadır. Hatta kentte yaşayanların sosyo kültürel yapılarını da şekillendirmektedir. Su yolu çevresinin rekreasyonel kullanım özelliğini de menderesli ya da lineer planda olması değiştirmektedir (Cakaric, 2010).

Kentler su yollarının yoğun olduğu bölgelerde ortaya çıkmıştır. Tarih boyunca akarsular ve kolları olan dereler, insanlar için bir çekim merkezi olmuşlardır. Tarihte su yolları farklı kentleri birbirine bağlayan yol görevi görmüştür. Suyun kent kimliğini öne çıkardığı kentler arasında Amsterdam, Londra, Paris, Venedik, New York, Prag ve Tokyo en çarpıcı örneklerden bir kısmıdır (Hattapoğlu, 2004). Bu kentlerde ticaret ön planda olmuş, varlıklarını su sayesinde sürdürebilmişlerdir. Su kenarlarında, yerleşim alanlarında, mimari yapısının oluşmasında su önemli bir faktör olmuştur. Hatta peyzaj düzenleme sanatına da yön vermiştir. İnsanlar; nehirler, denizler, ırmaklar, su yolları ve dereler yani akan suyun çevrelerinde bir arada toplu yaşayabilmişlerdir. (Oktay ve diğerleri, 2015).

İnsanlar için fiziksel, kültürel ve psikolojik açıdan su her zaman doğal çekim alanı içinde olmuş, bu da aynı zamanda hidrofili (suyu seven, suya arkadaş) ilkesinin temelini oluşturmuştur. İnsanoğlu yaşam için ihtiyaçlarını karşılamamanın yanı sıra hem fiziksel hem de kültürel açıdan suyu görme, suya yaklaşma, su ve doğadaki her şeyle yan yana yaşama iç güdüsüne sahiptir (Xianbin, 2016).

Yaşayan kentlerin olabilmesi için doğal ve yapay alanların dengede tutulması gereklidir. Yapay alanların artıp doğal alanların azalması kent kimliğini zayıflatmaktadır. Kentlerde su yollarının varlığı mavi ve yeşil koridorlar olduğundan kentlinin yaşam kalitesi için de özellikle su yollarının korunması gereklidir (Aydemir, Durmaz, 2024). Su yollarının kullanım şekli ilk dönemlere göre değişmiş olmakla

birlikte önemini hiç yitirmemiştir. Sel afetlerinin etkisini su yolları azaltmaktadır. Kentsel alanlarda yüzeysel suları çok hızlı deşarj edebilmektedir. Aynı zamanda yeraltı sularına erişim noktalarıdır (Hattapoğlu, 2004).

Akarsuyu olmayan şehirler eksik şehirlerdir. Şehirleşme süreçleri yarım kalmıştır. Şehirlerin şehir olabilmesi için her zaman bir nehre ihtiyacı vardır. Su yolları kent dokusunda önemli izler oluşturmuş, çevresinde kültürel olarak zengin bir geçmişe ve tarihe tanıklık etmiştir. Nehirler şehir planlarını sağlamlaştıran temel unsurlar olmuşlardır. Bazen şehrin gelişmesinde engel gibi duran nehir, doğru kullanıldığı takdirde kentlinin ihtiyaçlarına göre şekillenen kentsel kompozisyonun da bir unsurudur. Antik Rönesans mimari incelemesinde nehirler, şehirlerin gelişmesine izin veren, doğanın temel unsuru olarak görülmüştür (Rybka, Mazur, 2018).

Şehirlerden geçen nehirler kaldırıldığında şehirlerin kimliklerinin nasıl etkileneceği konusunda bir çalışma Pononya'nın başkenti Varşova şehrinden geçen Vistula nehri için yapılmıştır. Vistula nehrini deneyimlemeden yapılan şehir turu düzenlenmiş ancak, Varşova halkı tarafından kabul görmemiştir. Nehir ile ulaşım güzergahının daha uzun ve zahmetli olmasına rağmen şehir kimliği için Vistula nehrinin çok önemli bir unsur olduğu anlaşılmıştır. Kent kompozisyonunda nehrin önemli bir parça olduğu ortaya çıkmıştır.

İçme suyu temiz su havzalarından sağlanmaya başlandığında ve buhar makinesinin icadından sonra su yolları balıkların ve diğer su hayvanlarının azaldığı açık lağımlara dönüşmüştür. Demiryollarının yapılması ile balıklar da ithal edilebildiğinden nehirlerdeki balıkların da çok önemi kalmamıştır. Mesela Tuna nehri kanalize edilmiş ulaşımındaki rolünü korumuştur. Tuna'ya bağlanan yan kolların ekonomik önemi kalmamıştır. Bu kollar atıksu ve atıksu alıcıları olarak rollerini korumuş ve yer altı kanalizasyon sistemine entegre olmuşlardır. 19. Yüzyılın sonlarında su yolları üzeri inşai olarak kapatılmış, sularına artık yalnızca lağım suyu akıtmak için ihtiyaç duyulur hale gelmiştir (Winiwarter ve diğerleri, 2016).

2.1.1. Su Yollarının Sanayileşme Öncesi Durumu

Sanayileşme öncesi nehirler kentsel iç mekanlar için güzel bir zemin oluşturmuştur. Şehrin planlamasında belirleyici rol üstlenmişlerdir. Şehir sakinlerinin toplanıp iletişime geçtikleri mekanlar olarak işlev görmüştür. Nehir kenarları balık tutma,

çamaşır yıkama, plaj, sanatçıların tablolarına ilham veren kamusal açık alanlar olarak hizmet etmiştir.

Sanayileşme öncesi tarım arazisi kazanmak için ormanların yok edilmesi ile kapsamlı arazi kullanım değişiklikleri nehirlerdeki değişim süreci ile ilişkilendirilebilir. Nehirler tarım, balıkçılık, drenaj, su değirmenleri ve ulaşım için kullanılmıştır (Downs ve Gregory, 2004). Sanayi öncesi zamanlarda nehirler, şehri arz ve talep bölgelerine bağlayan başlıca kentsel ulaşım yolları olarak hizmet etmekteydi (Winiwarter ve diğerleri 2016).

Ilıman bölgelerde taşkın yatağı boyunca tortu yükü taşkın suyunu dağıtan, orta çağa hatta daha öncesine tarihlenebilecek sığ kanallardan oluşan bir ağ ile sel veya su çayırıları inşa edilmiştir (Brown, 1997).

Bu dönem ayrıca genellikle endüstriyel çağla ilişkilendirilen teknolojilerin başlangıcına da tanık olmuştur. 1400 yılında Bertola tarafından Adda Nehri (İtalya) için bir kanalizasyon planı tasarlanmış, 1561'de sonsuz zincir teknolojisi kullanılarak tarama (kazıma) geliştirilmiş ve 41 m yüksekliğinde bir duvar barajı 1594 yılında İspanya'da Alicante'de inşa edilmiştir.

Polonya'nın merkezindeki şehirler, sakinleri sele karşı korumak için çoğunlukla büyük nehirlerden güvenli bir mesafede inşa edilmiştir. Sandomierz, Płock ve Varşova dahil olmak üzere birçok Polonya şehrinin bir özelliği, bir set üzerine inşa edilmiş olmalarıdır. Sel ve taşkınlar ile meydana gelebilecek zararların önüne geçilmiştir (Rybka, Mazur, 2018).

Bruksel şehrindeki Senne nehri yalnızca fiziksel özellikleri nedeniyle değil, aynı zamanda erken ve yoğun insan dönüşümü nedeniyle de farklı bir tarihe sahip olmuştur. Kıvrımlı, kısmen dolambaçlı küçük bir ova nehri olarak, ortaçağ kasabasının dokusuna kolaylıkla entegre edilebilme özelliğine sahip olmuştur. 1550 ve 1561 yılları arasında Brüksel ile Rupel ve Scheldt nehirleri arasında gezilebilir Canal de Willebroek inşa edilmiştir. Senne'nin deşarjının bir kısmı, nehrin hidromorfolojisini önemli ölçüde etkileyen kanalın başına yönlendirilmiştir.

Sanayi öncesi dönemde örneğin Münih şehrinde Isar nehri önce küçük yan kolları ve sayısız yapay kanallar, şehrin gelişiminde birçok ihtiyacını karşılamıştır. Viyana, Lyon ve Brüksel şehrinde de nehirler aynı şekilde hizmet etmişlerdir. Münih Isar nehrinin bir kıyısına inşa edilmiştir. On üçüncü ve onsekizinci yüzyıllar arasında

karmaşık yapay kanallar ağı kazılarak oluşturulmuştur. Isar nehri ve yapay kolları çeşitli ürünlerin nakliyesi ve öğütülmesine hizmet etmiştir. Farklı zanaatlara proses suyu sağlamış, bahçıvanlar kullanmış, çamaşır yıkama yapılmış, sur duvarlarının etrafındaki hendekleri sağlamışlardır. Atık ve atıksuların alıcısı konumunda kullanılmıştır. Isar nehrinin dinamiği ve eğimi yüksektir. Isar düzensiz akışı, kütük sürüşü ve rafting dışında kullanılamaz olduğundan diğer işler için yapay kanallar kullanılmıştır.

2.1.2. Su Yollarının Sanayileşme Sonrası Durumu

On sekizinci yüzyılın sonunda sanayi devrimiyle birlikte ABD ve Avrupa'da su değirmenleri makineleri çalıştırmak için kullanılmıştır (Downs ve Gregory, 2004). Birçok endüstriyel tesis su gücü için ve ayrıca yıkama ve ağartma gibi diğer ihtiyaçlar için nehir suyuna ihtiyaç duyduklarından nehirlerin bitişiğine yerleştirilmişlerdir. Demiryolu taşımacılığında önce kömür ve diğer endüstriyel malzemelerin taşınması için kanal ağlarının inşası başlamıştır. Örneğin, 1825'te Erie Kanalı, Hudson ve Mohawk Nehirleri'ni kullanarak, Newyork Eyaleti'nin Atlantik kıyısından Erie Gölü'ne malların taşınmasını mümkün kılmıştır. Nehirlerin tekstil ve metal (demir) işleme ve imalatındaki faydalara ek olarak, hidroelektrik üretiminin yeniliği de vardır. 1882'ye gelindiğinde, Londra ve New York'ta ilk ticari termal üretim istasyonları inşa edilmiş ve bu tür istasyonlar, soğutma taleplerini karşılamak için genellikle nehir suyundan faydalanmışlardır. 1867'de Swilling Jack şirketi Swilling hendeği adı verilen ilk kanalı inşa etmiş, bu kanal daha sonra Arizona'da Salt River Valley Kanalı olmuş ve Salt River Projesi ile sulamanın temelleri atılmıştır. İlk aşamada 1900'e kadar, barajların inşası da dahil olmak üzere planlanmadan teşvik edilmiştir. Örneğin, Perth'in doğu banliyölerindeki Meckering Weir, 1890'larda, batıya doğru akan bir nehri doğuya yönlendirerek Batı Avustralya'nın kuru iç kesimlerdeki altın tarlası kasabalarına su temini için depo olarak inşa edilmiştir (Downs ve Gregory, 2004). Sanayi devriminin bir sonucu, teknolojinin su tedarik sistemlerinin kurulması için kullanılabilir hale gelmesidir ve bunlar nehir suyunu tutma ve doğrudan çıkarma yoluyla çeşitli şekiller içerir.

Şekil 2.1'de 1944 yılında Orta Mississippi Nehri'nin su taşıma yatağı ve taşkın alanı görüldüğü şekilde geniş bir alana yayılmış durumdadır. 1973 yılında aynı kesit alanında değişim gösterilmektedir. Su taşıma yatağı kaya set ile güçlendirilmiş aynı zamanda su akış kotu yükseltilerek taşkın alanı su taşıma kanalının içine alınmıştır.

Nehir ile taşkın alanı birbirinden koparılmış ve taşkın alanının fonksiyonu değiştirilmiştir (Brown, 1997).

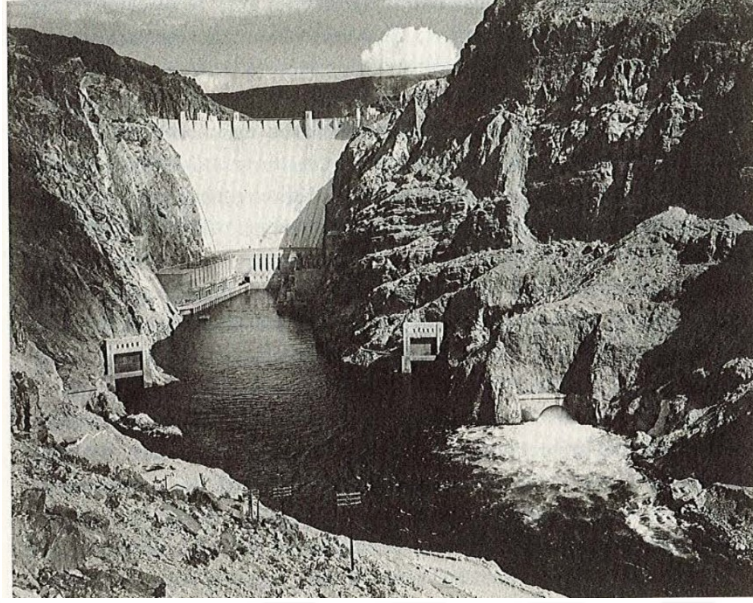


Şekil 2.1: Orta Mississippi taşkın yatağı 1844 ve 1973'e ait bir kesit

Kaynak: Brown, 1997

19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın ilk yarısındaki, yeni teknolojik gelişmelerle, nehirlerin hidromorfolojik yapılarının değiştirilmesinde kullanılarak su taşıma yatakları düzleştirilmiş ve yüksek setler içine alınmıştır. (Leopold, 1977).

Kentsel alanların artan sel baskınları, daha etkili sel savunması gerektirmiştir. Bentler veya setler en eski koruma biçimlerinden biridir, Nil ve Huang He gibi nehirler çok geniştir ve Mississippi ve Missouri nehirlerinin alt kısımları endüstriyel gelişmeye izin vermek için taşkın kontrol sistemlerinde kilit bileşenler haline gelmiştir (Downs ve Gregory, 2004). Artan taşkın tehlikesi nedeniyle taşkın kontrol önlemleri daha da gerekli hale geldiğinden, yapılması gereken seçim, büyük barajlar ve küçük barajlar arasında olmuştur. Bazı bölgelerde tek bir taşkın kontrol barajı kullanırken, diğerlerinde birçok nehir yatağı boyunca küçük barajlar kullanılmıştır. Hidrolik ilkelerin geliştirilmesi ve nehirlere uygulanmasıyla baraj inşaatı dönemi bu aşamada başlamıştır (Downs ve Gregory, 2004). Baraj inşaatının genel etkisi 1900 yılına kadar nispeten hafif olsa da, inşaat teknolojisindeki gelişmeler büyük barajların inşasını mümkün kılmış ve en meşhuru 1935'te ABD'de Colorado Nehri üzerindeki Hoover barajının tamamlanmasıyla sonuçlanmıştır. 1945'e kadar baraj inşaatları hızlanmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Hoover barajı 1941

Kaynak: Arrigo, 2014

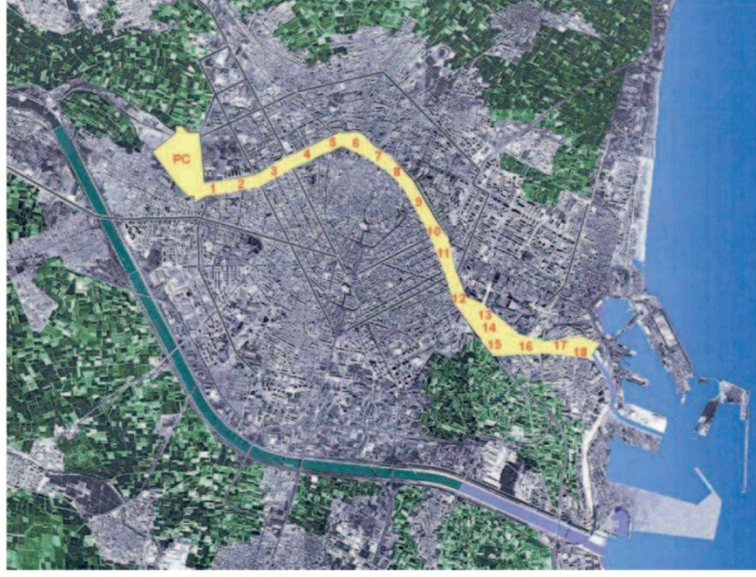
İnşaat tekniklerinin gelişmesi ile, daha büyük ölçekli barajların çok az artan maliyetle birden fazla fayda sağlayacak şekilde tasarlanabileceği anlaşılmıştır. 1933 yılında ABD’de kurulmuş bir devlet kurumu olan Tennessee Valley Authority (TVA)’nin hedefi sel baskınlarını kontrol altına almak, ulaşımı geliştirmek, çiftçilerin yaşam standartlarını iyileştirmek ve nehir boyunca elektrik enerjisi üretmektir. Bu şekilde Tennessee nehri ve kolları, dünyadaki en kontrollü nehir sistemlerinden birine dönüşmüştür. Barajlarda hidroelektrik enerji üretim tesislerinin geliştirilmesiyle yönetilen projeler paketi, Tennessee Nehri’nde seyir iyileştirmeleri ve taşkın kontrolleri, toprak erozyonu kontrolü, ağaçlandırma, tarımsal arazi kullanımının iyileştirilmesi ve havzada artan çeşitlendirilmiş endüstriyel gelişmelerin hepsini içerir (Downs ve Gregory, 2004).

Yirminci yüzyılın ikinci yarısına gelindiğinde, bir üst seviyeye erişilmiştir. Taşkın kontrol projeleri daha kapsamlı hale gelmiş ve yerel çevre koşullarıyla daha pragmatik bir şekilde ilişkilendirilmiştir. İkinci Dünya Savaşı sırasında Avrupa’da kendi kendine yeterlilik ihtiyacının yol açtığı tarımsal yoğunlaşma, çok sayıda nehir koridorunun doğal bitki örtüsünden temizlenmesiyle ve tarım arazisi oluşturulmasıyla neticelenmiştir. Sanayi dönemi bu gelişmelere eşdeğer olarak kanalizasyon miktarında artış ile karşılık vermiştir (Downs ve Gregory, 2004).

Baraj inşası hızla artmaya devam etmiş 1960'ta on yıllık periyotta inşa edilen en fazla baraj sayısına ulaşılmıştır. Dünya çapında ABD baraj inşaatı birinci sırada yer almıştır. ABD ve Kanada'da tatlı su akışının %11'i insan kullanımları için çekilerek Mississippi, St Lawrence, Columbia, Nelson ve Colorado havzaları, nehir sistemlerinin düzenlenmesi nedeniyle büyük ölçüde parçalanmış olarak tanımlanmaktadır. 1900'de dünya çapında 15 m'den yüksek baraj sayısı 427, 1950'de 5268, 1986'da 39000'e yükselmiştir (Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu) (ICOLD). Dünyada düzenlenmemiş nehir sayısı çok azdır. 1980'lerin sonunda baraj inşaatları devri sona ermiştir (Downs ve Gregory, 2004).

Bu aşama, aynı zamanda, arazi ve su yönetiminin birleşik bir yönetim altında bir araya gelmesi yaklaşımını içeren entegre nehir havzası yönetiminin daha da geliştirilmesine tanık olmuştur (White, 1957). Örneğin, İngiltere'de, su kaynaklarına yönelik artan talep, yerleştirilmiş yaklaşımların başarılı olma olasılığını giderek düşürürken, aynı zamanda, büyüyen ölçüm istasyonları ağı, geniş alanlarda su kaynakları dağıtım sistemlerini planlamak için hidrolojik veriler sağlamaktaydı. 1963 tarihli Su Kaynakları Yasasını takiben, 29 bölgesel Nehir İdaresi, nehir kirliliğini azaltmak için 'kabul edilebilir minimum akışları' şart koşmuş ve su kaynakları için bir Ulusal Plan oluşturarak su çıkarma ruhsatı vermekle görevlendirilmiştir. (Downs ve Gregory, 2004).

Bir nehrin su akışını değiştirmek mühendislikte yeni bir olgu değildir. Su yollarının akışının değiştirilmesine örnek olarak İspanya'nın 3. büyük şehri Valensiya'daki Turia nehri verilebilir. Nehrin rotası 1957'de meydana gelen bir selden sonra projelendirilerek şehrin dışına alınmıştır. Turia nehrinin yatağı yıllarca boş kalmıştır (Şekil 2.3). Boş kalan nehir yatağının ulaşım yolu olarak kullanılması planlanmıştır. Eski su yolu park olarak planlanmış, şehrin merkezinde 450 hektar rekreasyon alanı kazanılmıştır. Ancak günümüzde Turia nehri için yapılanlar tekrar süzgeçten geçirilmekte nehrin rotasının değiştirilmesinden ziyade doğal yatağında iyileştirme çözümleri üzerinde durulmaktadır.



Şekil 2.3: Valencia Şehir dışına alınan Turia Nehrinin görünümü

Kaynak: Galan, 2011

Örnek olarak 1960'lı yıllarda Polonya'nın Poznan şehrinde gerçekleştirilmiştir. Warta'nın nehir yatağının genişliği 53 ila 61 m'ye ulaşırken, taşkın yatağının genişliği 119 ila 209 m'ye ulaşıyor. Poznań'daki Warta Vadisi'nin en yoğun kullanılan bölümü burasıdır. Polonya'nın orta çağ tarihinin önemli miras alanları olan şehir merkezine ve Katedral Adası'na yakın konumdadır. Taşkın yatağı kum, çakıl ve kısmen agrega çamurundan oluşur. Jeomorfolojisi büyük ölçüde dönüşüme uğramıştır. Warta Vadisi'nin yamaçlarının profili çıkarılmış, taşkın yatağı ise orijinal durumuna göre birkaç metre yükseltilmiştir. Nehir yatağı düzeltilmiş ve nehir kıyıları beton levhalarla kaplanmıştır. Son nehir düzenleme çalışmaları 1969-73 yılları arasında yapılmıştır. O dönemde nehir yatağındaki boşluklar doldurulmuş, ağaç ve çalıkların çoğu kesilerek nehir yatağına doğru eşit bir eğime sahip düz bir alan oluşturulmuştur. Şu anda bu alan, yoğun yapılaşmış bir şehir merkezinin ortasında geniş bir açık alan olarak nitelendirilebilir. Taşkın yatağının uzaktan görülen manzarası monotondur ve sadece çim alan olarak algılanmaktadır (Stepniewska ve Sobczak, 2017).

1892 yılında ABD'de gerçekleşen öncü bir girişimle, Chicago Nehri'nin akışı tersine çevrilerek Michigan Gölü'ne akan atıkların göle karışması önlenmiştir. Bu girişim, dönemin Chicago şehri'nin artan nüfusu ve endüstriyel atıklarının Michigan Gölü'nü kirletmesiyle başlayan bir çevre sorununun çözümü için yapılmıştır. Chicago Nehri, Illinois Nehri'ne bağlıdır ve Illinois Nehri de Mississippi Nehri'ne bağlanır. Bu nedenle, Chicago Nehri'nin tersine çevrilmesi, nehrin Illinois Nehri'ne doğru akışını

sağlamak için yapılmıştır. Bu çalışmalar için, Chicago Sanayi Kanalı inşa edilmiş ve nehrin akışı bu kanal üzerinden tersine çevrilerek, atıkların Michigan Gölü'ne karışması önlenmiştir (Cain, 1974).

Kentsel su yollarında sanayileşme sonrasında oluşan sorunların çözüm yöntemleri olarak nehir mühendisliği yöntemleri kullanılmış, taşkın koruma setlerinin inşaatı ile kentlilere temiz su sağlama, kanalizasyon ağlarının yapım süreci ve hijyen konusunun çözülmesi sağlanmıştır.

Su ağlarının kullanımı üzerindeki en önemli etkilerden biri demiryollarının gelişmesiydi. Demiryolları, endüstriyel devrim sırasında önemli bir taşımacılık aracı haline gelmiş ve su ağlarının yanı sıra karayolları ile birlikte, ürünlerin taşınma şekli ve hızını değiştirmiştir. Demiryolları, su yollarında taşımacılığı azaltarak, özellikle ticari taşımacılık için bir alternatif sağlamıştır. Bu nedenle, demiryollarının gelişmesi, su ağları üzerinde taşımacılık faaliyetlerinin azalmasına ve su ağlarının kullanımının değişmesine neden olmuştur.

Birkaç tarihçi, hidrolik enerji kullanımı, erken modern ekonomik büyüme, sanayileşme veya yüksek modernizm arasında yakın bağlantılar kurmuştur. Gandy (2006), kentsel su temini ve deşarjının kültürel yönlerine ve on dokuzuncu yüzyılın hijyen söylemine işaret ederek, sağlık ve hijyen açısından suyun önemine vurgu yapmaktadır. Gandy, bu çalışmasında, suyun kullanımı ve yönetiminin sadece teknik ve ekonomik bir mesele olmadığını, aynı zamanda kültürel ve sosyal bir mesele olduğunu vurgulamaktadır (Winiwarter ve diğerleri, 2016).

Amerika Birleşik Devletleri için Merrimack Nehri boyunca sanayileşme, kırsalın kentsel alana dönüştürülmesi anlamına gelmiştir. Modernleşme ve genel olarak Sanayi Devrimi, mevcut (alt-) yapılara geniş kapsamlı bir müdahale anlamına gelmekteydi; bu müdahalenin, özellikle şehirler ve nehirler arasındaki ilişki açısından sonuçları olmuştur. İnsan ihtiyaçları nehirleri ve nehir havzalarını şekillendirerek küresel su döngüsünün ciddi bir şekilde değişmesine yol açmıştır.

Avrupa şehirlerindeki diğer nehirler gibi, Brüksel'deki Senne Nehri de 19. yüzyılın ikinci yarısında (1866-1871) gömülmüş ve örtülmüştür (Şekil 2.4). Nehir pislik ve çöp ile dolu olduğundan sağlıksızlık ve tehlike ile ilişkilendirilerek üzeri örtülmüştür. Birçok şehirde kanalizasyona dönüştürülen nehirler gömülerek çözüm sağlanmıştır.

Londra'daki Fleet River, Paris'teki Bièvre, Moskova'daki Neglinnaya veya Brüksel'deki Senne bunlardan birkaçıdır (Deligne, 2016).



Şekil 2.4: Brüksel Senne Nehrinin Gömülmesi 1866

Kaynak: Brüksel Şehir Arşivi



Şekil 2.5: Brüksel bulvarları, 19. yüzyıl sonu

Kaynak: Brüksel Şehir arşivi

Senne nehri 1871'de 4 yıllık önemli çalışmalardan sonra, şehir merkezinde görünmez hale getirilip yerine bir bulvar tasarlanmıştır (Şekil 2.5). 19. yüzyılın sonlarında Brüksel, yeni statüsünün görünür işaretlerini inşa etmede çok hızlı davranmıştır. Kamusal alanlar dönüştürülmüş ve merkezi kamu kurumlarında veya merkezi ekonomik işletmelerde çalışan ve büyüyen ulusal seçkinleri barındıracak yeni semtler planlanmıştır. Bu bağlamda, Senne'nin gömülmesi, 19. yüzyılda Brüksel'in imajının

daha geniş bir şekilde yeniden yapılandırılmasının bir parçası olarak görünmektedir (Deligne, 2016).

Senne nehri küçük ve dar olduğu için şehrin tarihinde önemli bir rol oynamamıştır. 11. – 12. yüzyıldan itibaren birçok amaç için kullanılmıştır: değirmenler, endüstriyel faaliyetler, atık suların bertarafı. Her Avrupa sanayi öncesi kentinde olduğu gibi, nehrin geniş bir kullanım ve işlevi olmuştur (Guillerme 1983; Deligne 2003).

19. yüzyılın ilk yarısında Brüksel'in su manzarası dönüşüme uğramıştır (Deligne 2012). İnsanların ve su yollarının gerekli birlikteliğini doğuran bazı faaliyetler ortadan kalkmıştır. Fransız Devrimi bağlamında dini kurumların baskı altına alınması ve okyanus balıklarının taşınmasını kolaylaştıran gelişmiş ulaşım yöntemleri, balık çiftliklerinin ve Brüksel bölgesindeki onları barındıran yüzlerce göletin hızla sona ermesi anlamına gelmiştir. Aynı zamanda, artan endüstriyel faaliyet, nehirlere daha fazla miktarda organik maddenin (kirlilik) boşaltılmasına katkıda bulunmuştur. Sanayi atıkları Orta Çağ'dan beri su yollarına boşaltılmaktaydı. Bu durum sanayileşme ile artarak devam etmiştir.

19. yüzyılın ortalarından itibaren, nehrin tasvirlerinde Senne'nin kötü ve tehlikeli yönleri öne çıkmıştır. Senne nehri lağım çukuru, çöplük, pis lağım sözcükleri ile anlatılmıştır. Ölümcül salgın hastalıkların ve daha spesifik olarak kolera (1832, 1849, 1853-1855) gibi salgınlar için insanlar nehri suçlamışlardır. Avrupa'da 1870'lere kadar yaygın olan hastalıkların topraktan çıkan kötü hava ile su, yıldız, rüzgarların ve mevsimlerin etkisiyle oluştuğuna inanmıştır. (miasma teorisine) göre (Thorsheim 2006), kir birikimi, durgun su ve genel sağlıksız koşullar (nüfus yoğunluğu, ışık ve hava yokluğu) kentin merkez ilçelerindeki yüksek ölüm oranlarının ana nedenleri olarak kabul edilmiştir.

1. Hipokrat (M.Ö. 460 - 377), hastalıkların topraktan çıkan kötü hava ile su, yıldız, rüzgarların ve mevsimlerin etkisiyle oluştuğuna inanmıştır. Bu öğretiyeye "miasma teorisi" denilmiş ve 1859 yılında Fransız Kimyager Louis Pasteur miasma teorisini çürütmek için yola çıkana kadar kendi etki alanında kabul görmüştür (Yıldırım, Binark, 2020).

Bu bölgelerde küçük fabrikalar, endüstriyel faaliyetler, sağlıksız barınma koşulları ve yoksulluk yoğunlaşmıştır (Ducpéiaux, 1844). Atıkların doğrudan nehre boşaltılması sorunu, aşamalı olarak ele alınması gereken önemli bir sorun olarak ortaya çıkmıştır.

1848 yılında Brüksel şehrinin ilk kanalizasyon boruları deşarjın Senne nehrine boşaltacak şekilde döşenmiştir. Senne nehrine atılan endüstriyel atıklara ek olarak kanalizasyon atıkları eklenmiştir.

1880 yılında Brüksel'de atıksuların arıtımı ile ilgili bir komite kurulmuştur. Komitenin vardığı kararlardan biri de hiçbir yasanın kanalizasyonun nehre verilmesine karşı olmadığı kararına vardığıdır. Ayrıca komite, "doğadaki su yollarının rollerinden birinin, çürüyen tüm maddeleri uzağa çekerek tam olarak bankalarını sterilize etmek olduğunu" ileri sürmüştür. Başka bir deyişle, kentsel atıkların tahliyesi nehirlerin ana niteliği olarak sunulmuştur.

2.1.3. Su Yollarının Güncel Durumu

Sanayi sonrası dönemde şehirlerin nehirlerle açılma eğilimi, nehrin bir şehir içinde nasıl çalışması gerektiği sorusu ile disiplinler arası bir konu haline geldiği anlaşılmaktadır.

Valensiya'daki Turia nehrinin rotasını değiştirmek, nehrin kentsel kompozisyonun bir unsuru olarak ilginç bir örneğidir. Kullanıcılarının ihtiyaçlarına uyacak şekilde veya geçmişte eski tahkimatlar veya kapalı trafik yolları değiştirildiği gibi görsel (estetik) değer için dönüştürülebilir bir sistemdir. Turia nehrinin eski akışı, şehrin ana bileşimsel eksenini oluşturuyordu. Eski su yolunun park alanı olarak kullanılması, şehrin merkezinde çok sayıda rekreasyon alanı kazanması anlamına gelmektedir.

Varşova'dan geçen Vistula nehrinin sanayi sonrası durumunda anayol ile nehre ulaşım kesilmiştir. Şehrin ortasından yapılan bir tünel ve nehrin iki yakasını bağlayan köprüünün yapılması ile şehir sakinlerinin nehre ulaşımı sağlanmıştır. Tünelin hayata geçirilmesi tartışmalı olmuştur ancak nehre erişim sağlanmıştır. Vistula nehrinin batı yakasını geliştirmek için yarışmalar düzenlenmiş, nehir kıyısına insanların gelmesi sağlanmıştır. Nehir kenarına sonunda birçok yatırım yapılmıştır. Varşova'nın kültürel hayatı nehir kenarına taşınabilmiştir. Nehir ve çevresi ile uyum sağlayacak bulvar çalışmaları da tamamlanarak kentsel ölçekte çözümler sunulmuştur. Nehrin batı yakasında yapılan çalışmalar ile eş zamanlı doğu yakası da temizlenmiş, ormanlık

kısmı yollar açılmış ve böylece kent sakinleri nehrin doğu yakasına da gitmeye başlamışlardır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Varşova şehri Vistula Nehri çevre düzenlemesi

Kaynak: Buckley, 2017



Şekil 2.7: Varşova'daki Port Czerniakowski'de bir yüzen ev

Kaynak: Rybka ve Mazur, 2018

Su yollarının günümüzde farklı bir kullanımı olarak, Amsterdam, Hamburg ve Kopenhag'da yüzen evlerden oluşan işleyen konut kompleksleri, bunun karada geleneksel yerleşime bir alternatif olabileceğini göstermektedir. Uygun büyüklükteki nehirler de yaşam alanı olarak işlev görebilmektedir.

Polonya'da da yüzen evler daha küçük ölçekte gerçekleştirilmektedir, ancak birçok şehirde büyük su yüzeyi bu tür projelerin sayısının artabileceği göstermektedir. İlk yüzen ev 2013 yılında Wrocław'da inşa edilmiştir (Şekil 2.7).

Son yirmi yılda yeşil ve mavi şehir altyapısının bir parçası olarak nehir koridorlarının önemi artmıştır. Akarsular boyunca uzanan alanlar çok işlevli olarak kullanılmaktadır. Taşkın alanları da rekreasyon alanı işlevi görebilmektedir. Örnek olarak Barselona Besos nehri taşkın alanı çim alan tesis edilerek rekreasyon alanı olarak kullanılmaktadır. Singapur'da Kallang nehri taşkın alanı da rekreasyon alanı olarak planlanmıştır.

Su yolları tarihsel süreçte fonksiyon ve görünüm olarak geriye dönülemez değişikliklere uğramıştır. Günümüzde su yolları tekrar kurulmalarına sebep olan kentlere geri kazandırılması, entegre edilmesi, kentsel açık mekanlar olarak düzenlenmeleri ile hidrolojik ve ekolojik olarak da iyileştirme çabaları devam etmektedir.

2.2. Su Yollarının Fonksiyonları

Modern mimari akımın öncülerinden biri olan Le Corbusier, nehrin işlevsel önemini özellikle vurgulamıştır. Ona göre nehir, sıvı demiryolu gibi bir altyapı nesnesidir (Rekevičius 2010) (Mačiukėnaitė, Povilaitienė, 2013).

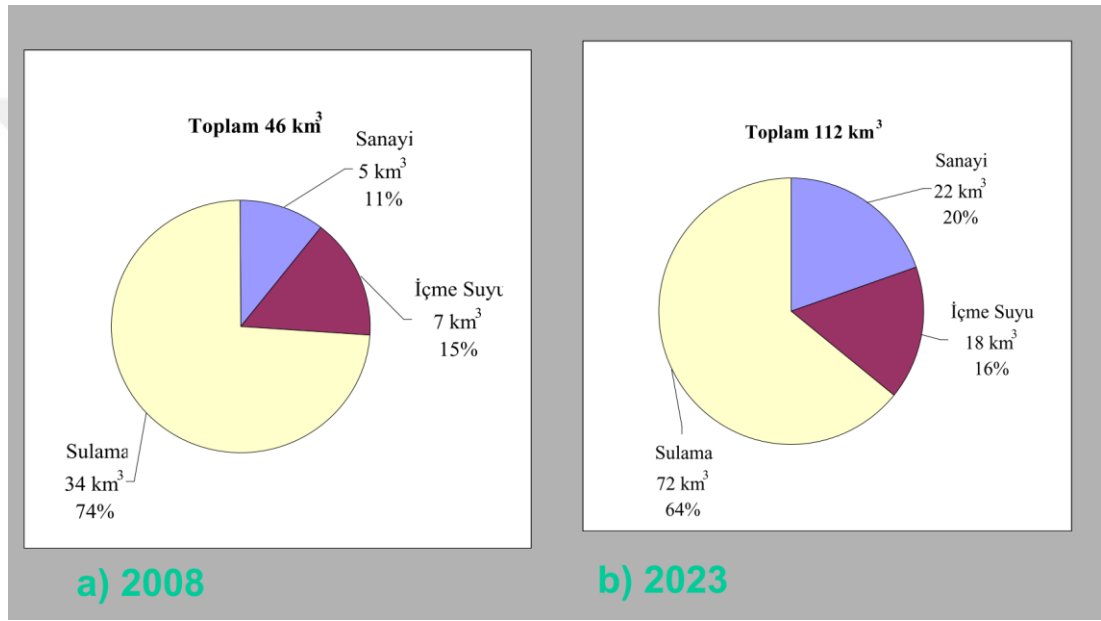
Akarsular, şehirlerin kentsel yapısında belirli ve ikame edilemez bir role sahiptir. Nehirler şehirlerin simgeleridir. Bu özellik diğer fonksiyonların önüne geçmektedir.

Şehirler ve medeniyetler su yollarının yakın çevresinde oluşmuş ve başlıca fonksiyonları aşağıda sıralanmıştır.

- Ulaşım, nakliyede kullanılmış ve kullanılmaktadırlar.
- İçme ve kullanma suyu kaynaklarıdır.
- Şehirlerin hava koridoru olarak görev yaparlar.
- Şehirlerin yeşil koridorlarını oluştururlar.
- Yağışlardan toplanan yüzeysel suların deşarj noktalarıdır.
- Tarım arazilerinin sulanması için kullanılmış ve kullanılmaktadırlar.
- Tarihsel süreçte su değirmeni olarak kullanılmışlardır.
- Rekreasyon alanı olarak hizmet vermektedirler.
- Sanayi tesislerinde su ihtiyacını karşılamışlardır.

- Karayolu ve demiryolu ulaşımında referans noktaları konumundadırlar.
- Enerji üretimi için kullanılmaktadır.
- Şehirlerin kimlikleri görevini üstlenmişlerdir.
- Şehrin manzarasında omurga görevindedirler.

Ülkemizde suyun kullanım alanlarına göre 2008 ve 2023 verileri (Şekil 2.8)'de verilmektedir. 2008 yılında toplam kullanılan su miktarı 46 m³ iken 2023 yılında 112 m³ olmuştur. Tarımsal amaçlı su kullanım oranı %10 azalırken sanayide kullanım %9 artmıştır.



Şekil 2.8: Türkiye'de bölümlere göre su kullanımı a)2008 yılı b)2023 yılı verileri

Kaynak: Çakmak, Ankara Üniversitesi Ders Notları

2.2.1.Su Yollarının İçme Suyu Olarak Kullanımı

Nehirlerin içme suyu kaynağı olarak kullanımı, tarihin çok eski çağlarına kadar uzanır. Antik Mısır, Yunanistan ve Roma gibi uygarlıkların nehir sularını içme suyu kaynağı olarak kullandığı bilinmektedir.

Eski uygarlıklar su ihtiyaçlarını rahat karşılayabilmek için nehir ve akarsu güzergahları ile bağlantılı yaşamışlardır. İçme ve kullanma suyunu akarsulardan yerleşim yerlerine taşımak için su kemerleri inşa edilmiş en eski su kemeri Yunanlılar tarafından geliştirilmiştir.

İnsanlar akarsu ve nehir suyunu içmesuyu olarak kullanırken içme güvenliği ve kalitesi olarak hep endişe duymuşlardır. Avrupa'yı yasa boğan bulaşıcı hastalıklar su

kaynaklarının kirli olmasından kaynaklanmıştır. 19. yüzyılın son çeyreğinde İstanbul'un su ihtiyacının karşılanması için Kağıthane deresinden su alınmış fakat derenin suları yüzey sularının toplanmasından oluştuğu ve yeterince temiz olmadığından vazgeçilerek Bahçeköy'den su temin edilmeye başlanmıştır.

1900'lü yılların başından itibaren içme ve kullanma sularının daha güvenli hale getirilmesi için arıtma yöntemleri geliştirilmiştir. Filtrasyon, sedimantasyon ve dezenfeksiyon tekniklerinin icadıyla akarsu ve nehir suları, bakteri, virüs ve diğer kirleticilerden arındırılmıştır.

Günümüzde birçok şehir, nehirlerden içme suyu sağlamaktadır. Bu nehir suları, modern su arıtma tesisleri tarafından temizlenerek içme suyu kalitesine uygun hale getirilmektedir. Bu tesisler, özellikle kirletici maddeler, bakteriler ve virüsler gibi zararlı maddelerin sudan uzaklaştırılması için tasarlanmıştır. İstanbul'un önemli barajları Büyükçekmece, Terkos, Ömerli, Pabuçdere, Kazandere ve diğerleri barajlara mansaplı derelerden gelen sular ile beslenmektedir.

Akarsular, yüzey sularına sürekli temiz su akışı sağlayarak ve yer altı akiferlerinin yeniden doldurulmasına yardımcı olarak içme suyumuzun kalitesi ve tedarikinde kritik bir rol oynamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri kıtasında 357.000 mil (571.200 km) uzunluğundaki akarsu, halka açık içme suyu sistemlerine su sağlamaktadır. Bu toplamın yüzde 58'i (331.296 km) kaynak sularından oluşur. Yaklaşık 117 milyon insan (toplam ABD nüfusunun üçte birinden fazlası) içme suyunun bir kısmını veya tamamını, kısmen bu akarsulara dayanan kamu içme suyu sistemlerinden almaktadır ("U.S. Environmental Protection Agency", 2013).

2.2.2. Su Yollarının Tarımsal Kullanımı

Nehirler, sıcak iklime sahip bölgelerde iki tarafındaki düz verimli topraklara doğal olarak yönelen ilk tarım topluluklarının zamanından beri önemli olmuştur (Downs ve Gregory, 2004). Bazı antropologlar ve tarihçiler, sulamanın gelişimini, "medeniyet" olarak adlandırmışlardır. Tarımda sulamaya dair en eski arkeolojik kanıt, MÖ 6000'e, Orta Doğu'nun Ürdün Vadisi'ne dayanmaktadır. Sulamanın Mısır'da da aynı zamanlarda uygulandığına yaygın olarak inanılmaktadır ve sulamanın en eski resimli tasviri MÖ 3100 civarında Mısır'dadır. Kurak bölgelerde artan taleplerle, öncelikle nehir akışlarını kontrol etme ve yönlendirme ihtiyacı doğmuştur. Hanedan 1'in kurucusu olan Kral Menes'in MÖ 3100'de Nil'i Memphis yakınlarında bir yerde nehrin

taşmasını önlemek ve şehri korumak için baraj yaptığına inanılmaktadır. Sonraki bin yıllarda sulama, Pers, Orta Doğu ve Akdeniz boyunca batıya doğru yayılmıştır. Aynı dönemlerde sulama teknolojisi Asya kıtasında Hindistan, Pakistan, Çin ve diğer yerlerde az çok bağımsız bir şekilde ortaya çıkmıştır.

İnkalar, Mayalar ve Aztekler sulamadan yaygın bir şekilde yararlanmışlardır. Sulama teknolojisi güneybatı ABD'ye kadar kuzeye göç etmiştir. Arizona'nın merkezinde yaklaşık 700 mil (1.126,5408 km) uzunluğunda sulama kanalları inşa edilmiştir (Sojka ve diğerleri, 2002).

Bazı antik sulama planları, jeolojik, toprak ve iklim koşullarının elverişli olduğu ve o zamanki bilinen yönetim ilkelerinin hakim koşullar için yeterli olduğu yerlerde günümüze kadar gelmiştir. Ancak bazı antik planlar başarısız olmuştur. Mezopotamya Vadisi, Suriye, Mısır ve Orta Doğu'daki diğer bölgelerde, tuz yönetimi ve drenaj ilkelerinin yeterince anlaşılmadığı ve bunun sonucunda arazinin kalıcı olarak bozulmasına neden olan birçok durum olmuştur. Antik baraj ve rezervuarların siltlenmesi, (ince materyaller ile dolması) sonunda arazinin verimliliğini azaltan ve rezervuarların yeterli su temini sağlama kapasitesini yok eden yetersiz toprak koruma önlemlerinin bir kanıtıdır. Şili çölleri gibi jeolojik olarak dengesiz bölgelerde sulama kanallarının aşınması ve depremlerden sonra sulama kanallarının felaketle sonuçlanması, antik mühendislerin su kaynaklarını koruma konusundaki en iyi çabalarını çoğu zaman boşa çıkarmıştır (Sojka ve diğerleri, 2002).

Tarım için sulama, örneğin Kuzey Amerika ve Kuzey Afrika'da uzun süredir uygulanmış ve taşkın tarımı yaygın olarak kullanılmıştır (Downs ve Gregory, 2004).

İngiltere'de olduğu gibi nispeten nemli, ova drenaj havzalarında tarım arazilerini genişletmek için uygulanan drenaj planları, Roma döneminde başlamış, ancak on yedinci yüzyılda Hollandalıların öncü çalışmalarından sonra büyük ölçüde hızlanmıştır ve özellikle İngilizlerin bataklık alanlarında etkili olmuştur (Darby, 1983).

Nehir kullanımının her aşaması, hidrolik uygarlıklar zamanında büyük ölçekli su kullanımı olan özel bir gereklilik ile ilişkilidir. Bununla birlikte, Roma İmparatorluğu'nun sona ermesinin ardından (MS beşinci yüzyılda), hakim zorunluluğun çok yerel ve küçük ölçekli nehir kullanımı olduğu 1000 yıllık bir dönem vardır.

II. Dünya Savaşı'nın ardından, dünya çapındaki sulama gelişimi hızlı genişleme dönemine girmiştir. Birinci ve ikinci dünya savaşlarının teşvik ettiği teknolojideki ilerlemeler, tarım dahil olmak üzere yaşamın tüm yollarına uygulanmıştır. Suyu pompalamak ve basınçlandırmak için elektrik, buhar ve içten yanmalı güç kaynakları mevcut hale geldiğinden suyun dağıtım noktası çok genişlemiştir (Sojka ve diğerleri, 2002).

ABD, Sovyetler Birliği, Avustralya ve Afrika'da 1930'larda, 40'larda ve 50'lerde büyük barajların inşaatı desteklenmiştir. Dünya çapında toplam sulanan alan 1950'de yaklaşık 94 milyon hektardan 1970'te 198 milyon hektar, 1990'da yaklaşık 220 milyon hektar, 1996'da 263 milyon hektara çıkmıştır (Sojka ve diğerleri, 2002).

Dünyanın nehirlerinden, göllerinden ve akiferlerinden çekilen suyun yaklaşık %70'i gıda ve lif üretimi için kullanılmaktadır (Khedun ve diğerleri, 2014).

Sulamanın tarihi insanlık tarihi ile birlikte başlamıştır. Medeniyetlerin kuruluşundan önce bile ilkel sulama teknikleri ile sulama yapılmıştır. İnsanoğlu yerleşik hayata geçip tarım ile uğraşmaya başladığından bu yana su kaynaklarını en çok tarımda kullanmıştır. Sulama ile tarımda üretim artmış, kuraklık problem olmaktan çıkmış, doğal yağışlar ile yetişmeyen tarımsal ürünler sulama destekli yetiştirilebilmiştir.

2.2.3. Su Yollarının Ulaşımında Kullanımı

Su yolları geçmişten bu yana ulaşım için kullanılmış ve kullanılmaktadır. 2000 yıl önce Romalılar Londra Thames nehrinin ulaşım için kullanılabileceğini keşfetmişlerdir. Nehirlerin denizcilik için kullanılması, Po Nehri için MS 1177'ye ve Ren için MS 1255'e kadar uzanan anlaşmalara yansımıştır (Downs ve Gregory, 2004). Nehirlerde sığlaşma ve siltasyon sorunu ulaşım için sorun teşkil etmiş, örneğin İngiltere'de Severn Nehri'nin bazı bölümleri kanalizasyon görevlileri tarafından temizlenmiştir (Brown, 1997).

On dokuzuncu yüzyıl, iç su yollarında devrim oluşturan iki önemli gelişmeyi buharlı gemiler ve kanalları beraberinde getirmiştir. Buharlı gemilerin kullanımına kadar rüzgar gücü kullanılmaktaydı ve rüzgar sadece aşağı doğru hareket ettiği için, buhar gücünün eklenmesi verimliliği arttırmış ve seyahat süresini azaltmıştır. Kanal Çağı (başlangıcı New York'taki Erie Kanalı ile işaretlenmiştir) yalnızca yaklaşık 25 yıl sürmüş olsa da, günümüzdeki iç su yolu sisteminin bir parçası olarak hala kullanılan

6400 km' den (4000 mil) fazla kanal yapılmıştır. 1830'larda demiryollarının kullanılmaya başlamasıyla su yolları ulaşımda ikinci plana düşmüştür.

Nehirlerde küçük teknelerin ulaşımda kullanımı daha yaygındır. Büyük tekneler için büyük nehir kanalları gerekli olduğundan kullanımları daha sınırlıdır. Nehirler ormanlık alanlarda kerestelerin taşınması için de kullanılmışlardır. Su yollarının düzleştirilmelerinin en önemli sebeplerinden biri de ulaşım ve taşıma için kullanılmaları olmuştur.

Günümüzde su yolları ulaşım ticaret, seyahat ve rekreasyonel olarak üç farklı şekilde hizmet etmektedir. Ticari ulaşım ve nakliye amaçlı Avrupa ülkelerinde su yolları daha çok kullanılmaktadır. Ayrıca nehirleri birbirine bağlayan yapay kanallar da açılarak ülke içine sanayi malzemelerinin nakli daha kolay olmuştur.

2.2.4. Su Yollarının Sanayide Kullanımı

Su yolları çevresi ulaşım için ideal noktalar olduğundan, sanayide kullanılan suyun temini, sanayi atığının bertaraf edilmesi, sanayi için malzemelerin gelişi ve gidişi aynı zamanda nehir kenarlarının kentlerde rezerv alanlar olarak boş olduğundan sanayi üretim alanları su yolu çevrelerine kurulmuştur.

Su yollarına en büyük zarar sanayi alanlarının kurulması ile verilmiştir. Sanayileşme ile beraber nüfus artmış, altyapı tesisleri kurulmuş ulaşım için yollar inşa edilmiş su yolları kentte sadece atıkların taşındığı kanalizasyon güzergahı görevi görmüşlerdir.

Sanayi alanları 20. Yüzyılın son çeyreğinde kentlerden kent eteklerine, çeperlerine taşınmıştır. Su yolları ve çevreleri kamusal alan planlaması için tekrar gündemde yerini almıştır.

Sanayi devriminin bir sonucu, teknolojinin su temini sistemlerinin kurulması için kullanılabilir hale gelmesi ve bunların nehir suyunu çeşitli şekillerde tutma ve doğrudan çıkarma yoluyla içermesi olmuştur.

2.2.5. Su Yollarının Son Dönem Kullanımı

Su yolları sanayileşme ile geri döndürülemez deformasyona uğramıştır. Baraj yapım aşamasının mirası, nehirlerin fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerinin radikal bir şekilde değişmesi olmuştur. Su yollarının su seviyeleri azalmış, su yolları bloke olmuş, akışlar azalmış, suların sıcaklıkları değişmiş, akışların zamanlaması değişmiştir.

Ülkemizde de yerleşim alanlarından geçen su yolları üzerinde çeşitli amaçlar için barajlar yapılmıştır. Bu yapılar su yollarının hidrolojik ve ekolojik dengesini bozmuştur.

İstanbul'da yer alan su yolları, su kaynakları azaldığı ya da yok olduğu için yağış suları ile oluşan yüzeysel suların deşarj edildiği açık kanallara dönüşmüştür. Bazı derelerin kenarlarında bulunan boş alanlarda izinsiz tarım faaliyetleri devam etmektedir.

Su yolları kentleşme ve sanayileşme ile ağır hasar almışlardır. Maddi ve manevi hasarı büyük olan sel ve taşkın olaylarının sayısı artmıştır. Son dönem su yollarının sanayide kullanılan alanları boşaltılmış, atıksu deşarjları arıtma tesislerine gönderilmektedir. Sel olaylarının sayısı ve yıkıcılığının önüne geçilmesi için boşaltılabilen taşkın alanları asli vazifesine iade edilmekte ancak boşaltılamayan taşkın alanlarında su yolu yatakları taşkın alanı olarak oluşturulmaktadır.

Kentlerin varoluş sebepleri olan su yolları günümüzde fonksiyonsuz kalmıştır. İçinden geçtikleri şehirlerde beton setlerin arasında izole edilmişlerdir. Menfezler, yollar ve köprüler ile bölünmüşlerdir. Su kaynaklarını kaybetmişlerdir. Düzleştirildikleri için menderes özellikleri yok olmuş, taşkın yataklarını kaybetmişlerdir. Su yolları havzaları da kentleştiği için doğallığını kaybetmiştir.

2.3. Su Yolları İle İlgili Yasa, Yönetmelik, Sözleşme ve Yönergeler

Su yolları ile ilgili yasa, yönetmelik, sözleşme ve yönergeler, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini sağlamak ve su kaynaklarının kullanımını düzenlemek amacıyla var olan hukuki düzenlemelerdir. Bu düzenlemeler, su kaynaklarının korunmasını, su kirliliğinin önlenmesini, su kaynaklarının doğru kullanımını, su kaynaklarının sürdürülebilirliğini ve su kaynaklarına erişim hakkının korunmasını amaçlamaktadır.

Ayrıca, su kaynaklarının kullanımı, farklı sektörler ve bireyler arasında çelişkili hale gelebilirdi. Örneğin, bir endüstriyel tesis, bir sulama projesi veya bir şehir suyu ihtiyacı, su kaynaklarını kullanmak için birbiriyle rekabet edebilirdi. Su yollarına ilişkin ilgili yasa, yönetmelikler ile oluşan ve oluşabilecek problemler bertaraf edilmektedir.

2.3.1. Su Yollarının Hukuki Sürecinin Tarihsel Gelişimi

Dünyada su hukuk gelişimi incelendiğinde su insan hayatında önemini hiç yitirmediği için su ve su kaynaklarının korunmasına yönelik çalışmalar ve düzenlemeler yapılması için su kenarlarında oluşmuş medeniyetler birleşmişlerdir. Su havzalarının korunmasına yönelik çalışmaların esin kaynağı Roma Hukuku olmuştur. Tarih birçok su savaşına tanık olmuştur. Gelecekte de su savaşlarının artacağı düşünülmektedir. İklimsel değişimler su kıtlığına doğru gitmektedir.

Nehir havza kavramı; “sınır aşan suların” “kullanımının ilkesel yaklaşımları ortaçağ Roma Hukukuna dayanmaktadır. Nehirlerde nehir havzalarının gerek su hareketinin gerekse kirlenmeye karşı gözetimde tutulması ve birlik yönetiminin getirilmesi de ortaçağ dönemlerine uzanmaktadır”. Antik çağlardan beri kavramsal eksiklikleri olsa da nehir havzası tanımı yapılmış; sudaki modern gelişmelerin ana hattı oluşturulmuştur (Teclaff, 1996). Ortaçağ dönemi Avrupa’da, “akan suya en az müdahale edilmelidir.” yaklaşımı hakim olmuş ve nehir yönetimi ihtiyacı doğmuştur.

2.3.2. Su Yolları İle İlgili Uluslararası Yasa, Yönetmelik, Sözleşme ve Yönergeler

19. yüzyılda kentleşme ve sanayileşme ile suyun korunması için mücadelede koruma büroları kurulmuş ve karar olarak, sanayileşmenin beraberinde susuzluğu getireceği savunulmuştur. Almanya Ruhr Bölgesinde endüstriyel kirlilik kriz boyutlarına ulaşmış; su kaynaklarının yönetimi için alt havza üzerinde(dere ve alt kollarında) yönetim komisyonları oluşturulmuştur (Dumont vd., 1998; Gordon, 1966).

“19.yy (1825 civarı) nehir ve kollarını etkileyen alanlar ile nehirlerin korunması gerektiği anlaşılmıştır. Suların kaynağı olan su havzalarının önemli olduğu ve su yönetiminin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Taşkın kontrolü, ağaçlandırma ve marjinal arazilerin doğru kullanılması; tarımsal ve endüstriyel gelişmeleri takip etmişlerdir.

Suyun yönetimi ve su kullanımı; çok amaçlı projeler 1960’lı yıllara dayanmakta, dere havzası, bir toplayıcıya akan birbirine bağlı sistem olarak tanımlanmaktadır (Teclaff, 1994, 1996; Mitchell, 2005; Mitchell ve Gardner, 1983).

- 1950-1960 yılları arasında, uluslararası hukuk sisteminde kıyıdaş devletlerde nehirlerin kullanımı suçul ekosistemler ve önemi; drenaj birliğinden bahsedilmektedir (Teclaff, 1996).

- 1963'de Bern Sözleşmesi ve Uluslararası Koruma Komisyonunun kurulması ile Ren'e karşı kirlilikte ilk işbirliği yapılmıştır.
- 1964 yılında su politikalarını koordine etmek üzere nehir havzası komisyonu kurulmuştur.
- 1965 de Fransa'da Su Kaynakları Planlaması Kanunu kabul edilmiştir.
- 1965 de Su yönetimi nehir havza yönetimi ile birleştirilmiştir (Mitchell, 2005; Mitchell ve Gardner, 1983; Teclaff, 1996; Teclaff, 1994).

“Kapsamlı nehir havzası planlaması ve yönetimini gündeme getiren yaklaşımlarda; ekosistemlerin; en geniş şekilde tanımlanması gerektiği vurgulanmaktadır”. (Mitchell, 2005; Mitchell ve Gardner, 1983).

1987 BM Su konferansı gibi uluslararası çalışmalar şekil almıştır. 1 Temmuz 1987 yılında yürürlüğe giren Avrupa Tek Senedi AB iç piyasalarını tam olarak kurma ve güçlendirmeyi amaçlayan bir antlaşmadır (Single European Act). Avrupa topluluğunun çevre politikalarında; ortak politika üretmesi gereken bir alan olduğunu gündeme getirmiştir. Çevresel endişeler artmış su yolları çevrelerinde bulunan habitatların korunması ve devamlılığının sağlanmasının gerekliliği gündem olmuştur. Sanayileşme ile meydana gelen kirlenmenin ve ekosistemlerin korunmasının önemi günden güne azalan doğal kaynakların adil yönetilmesi gündeme taşınmıştır.

1990'lı yıllarda; suların farklı amaçlar için kullanılmasından dolayı azaldığı ve su ekosisteminin korunması gerektiği, çünkü tatlı su kalitesinin bozulduğu ve tükendiği gündem olmuştur.

Uluslararası Hukuk Derneği, yeraltı sularının da “Helsinki'deki gibi havza kavramı içerisine alınarak; Su ve Sürdürülebilir Kalkınma için, 1992 Dublin” Bildiri'ni yayınlamıştır. Bildirgede “su kaynaklarının etkin” yönetiminin, “Bütüncül bir yaklaşım gerektirdiğine değinilmiştir” (Teclaff, 1996; Mitchell, 2005).

Gündem 21, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nın (Rio Konferansı) sonuç belgesidir. 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen konferansta kabul edilmiştir ve sürdürülebilir kalkınma konusunda küresel bir çerçeve oluşturmayı amaçlamaktadır.

“1990'lı yılların ikinci yarısından itibaren çalışmalara başlanan 2000/60 sayılı Su Çerçeve Direktifi 23 Ekim 2000 tarihinde, Avrupa Parlamentosu ve AB Konseyi tarafından 2000/60/EC Sayılı Direktif ile kabul edilmiştir”.

2.3.3. Su Yolları İle İlgili Ulusal Düzeyde Yasa Ve Yönetmelikler

● “Su kaynaklarının korunması ve denetimi, Türkiye Cumhuriyeti Anayasa’nın 56. Maddesi: A bendi’ne göre “herkes sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir” ifadesi ile sağlık ve çevrenin korunması gereği anayasa hükmüne bağlanmıştır”.

● 645/2011 sayılı Orman ve Su İşleri Teşkilat Kanunu, b) ve c) bentlerinde ilgili açıklamalar yer almıştır.

Madde 1-b) “Tabiatın korunmasına yönelik politikalar geliştirmek, korunan alanların tespiti, milli parklar, tabiat parkları, tabiat anıtları, tabiatı koruma alanları, sulak alanlar ve biyolojik çeşitlilik ile av ve yaban hayatının korunması, yönetimi, geliştirilmesi, işletilmesi ve işlettilmesini sağlamak”.

Madde 1-c) “Su kaynaklarının korunmasına ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına dair politikalar oluşturmak, ulusal su yönetimini koordine etmek”.

● “167/1960 sayılı Yer Altı Suları Koruma Kanunu”,

● 2872/1983 “Sayılı Çevre Kanunu: Madde 1, Bu Kanunun amacı, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır”.

● 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu,

● 28483/2012-Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği,

● 28444/2012; “Su havzalarının korunması ve yönetim planlarının hazırlanması hakkında yönetmelik”,

● 28910/2014 Yüzeysel sular ve yeraltı sularının izlenmesine dair yönetmelik,

● “27051/2008 sayılı Çevre Düzeni Planlarına dair yönetmelik”,

● “2560 sayılı İSKİ İçme Suyu Havza Yönetmeliği: Yönetmeliğin ilk çıkış tarihi 20.11.1981 yılından (2023) tarihine kadar araştırıldığı; dereleri koruyan ve yapılanmayı sınırlayan planlama koşulları, derelerin her iki tarafı için yapı yaklaşma mesafesi tanımlanır. Yapı yaklaşma mesafesi (koruma bandı); 1984 yılında derenin her iki tarafında 100 metredir. 02.01.2013 tarihli karar ile 10 metreye daraltılmıştır. Yetkili olduğu İstanbul’da Boğaziçi’ne dökülen derelerdir. Uygulamada İSKİ’nin İstanbul Büyükşehir Belediyesinin (İBB) alt birimi olması, Büyükşehir Belediyesi’nin derelerle ilgili görev ve sorumluluklarıyla birleşince İstanbul genelinde İSKİ yönetmeliği uygulama görmektedir”.

- 6200 “Sayılı Devlet Sular İdaresi(DSİ) yönetmeliği: Dere koruma bandı, derenin her 2 tarafında 35 metredir. DSİ’nin yetkin olduğu alanlardaki derelerde geçerlidir. Bu dereler Karadeniz, Marmara, Haliç ve Göllere dökülen derelerdir”.
- Ulusal Havza Yönetim Stratejisi, (2014-2023) Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ulusal Havza Yönetim stratejisinde: sürdürülebilirliğin sağlanması, korunması, havza halkının bilinçlendirilmesi, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı azaltacak imkanlar oluşturulması, havzayı etkileyen bütün etkilerle mücadele edilmesi vb. (Hopur, 2017).

2.3.4. Su Yolları İle İlgili Türkiyenin İmzaladığı Uluslararası Sözleşmeler

- 3958 Kanun ile 28.12.1993 Ramsar Sözleşmesi; Özellikle su kuşları yaşama ortamı olarak uluslararası öneme sahip sulak alanlar hakkında sözleşme, “Ramsar Sözleşmesi’nin amacı, ekolojik olarak sulak alanlara bağımlı olan kuşları korumak olsa da aynı zamanda derelerin tespitinin yapılmasını, listelenmesini ve korunmasını sağlamaktır”. “Doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun ve akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu denizlerin gel-git hareketlerinin çekilme devresinde 6 metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan bütün sular, bataklık, sazlık ve türü yerler sulak alanlardır.” şeklinde tanımlanarak, 6 m’ye kadar akar ve kuru dere yataklarının da tespit edilerek listelenmesini ve korunmasını şart koşturmuştur.
- “23.11.2002 tarihli Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi, 27 Temmuz 2003 tarih ve 25181 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan 4881 sayılı kanun”; Tüm su kaynaklarını kapsar, kaynakların iyileştirilmesi, sürdürülebilir olması, “Sınır aşan sular konusunda bazı düzenlemeler getirmesi, nehir havzası” planını tanımlar.

Su Çerçeve Direktifi suyun korunması ve savunulması gereken bir kamu değeri olarak görür. SÇD’nin başlıca hedefleri,

- *Sucul ekosistemler ve bunlara bağlı diğer ekosistemlerin daha fazla tahribatını önlemek,*
- *Sucul çevrenin iyileştirilmesi,*
- *Varolan su kaynaklarının uzun vadeli korunması temel alınarak sürdürülebilir kullanımı teşvik etmek,*
- *Yeraltı suyu kirliliğini azaltmak,*
- *Nehir havzası bazında yönetim kavramının yaygınlaştırılması, SÇD’nin ana hedefidir. Nehir havza planları ve önlemlerinin nehir havzası ölçeğinde*

kurulması için uygulanması gereken yaklaşım adım adım tanımlanmıştır.
(Abay, 2008).

● 27 Temmuz 2003 tarih ve 25181 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan 4881 sayılı kanun Avrupa Peyzaj Sözleşmesi; Avrupa Peyzaj Sözleşmesi, Avrupa’daki tüm peyzajların envanterinin çıkarılması, korunması, yönetim ve planlanmasına yeni bir düzenleme getirmektedir.

● *Gündem 21; 1992 yılında Rio de Janeiro’da gerçekleştirilen BM Dünya Çevre ve Kalkınma Konferansında sürdürülebilir kalkınma programlarının hazırlanarak kentlerde uygulanmasını sağlamak amacı ile Gündem 21 Eylem Planı hazırlanmıştır. Ülkemizde 1997 tarihinde uygulamaya giren bu plan, yerel uygulamaları için, Yerel Gündem 21 eylem planları ve kent konseyleri oluşturulmuştur.*

Gündem 21 Eylem Planı ile de “Biyolojik Çeşitlilik” ve “İklim Değişikliği”, ekosistemin korunması ve geliştirilmesinde, su kaynaklarının yönetimi, çölleşme ile mücadele, doğal kaynakların yönetimi, kırsal alanların sürdürülebilirliği, insan yerleşimlerinin sürdürülebilirliği ve güçlendirilmesi, ekonomik kalkınmanın sürdürülebilirliği ve diğer konular gibi birçok konuda öneriler sunulmuştur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SU YOLLARINDA GELENEKSEL ISLAH SÜRECİ VE UYGULAMALARI

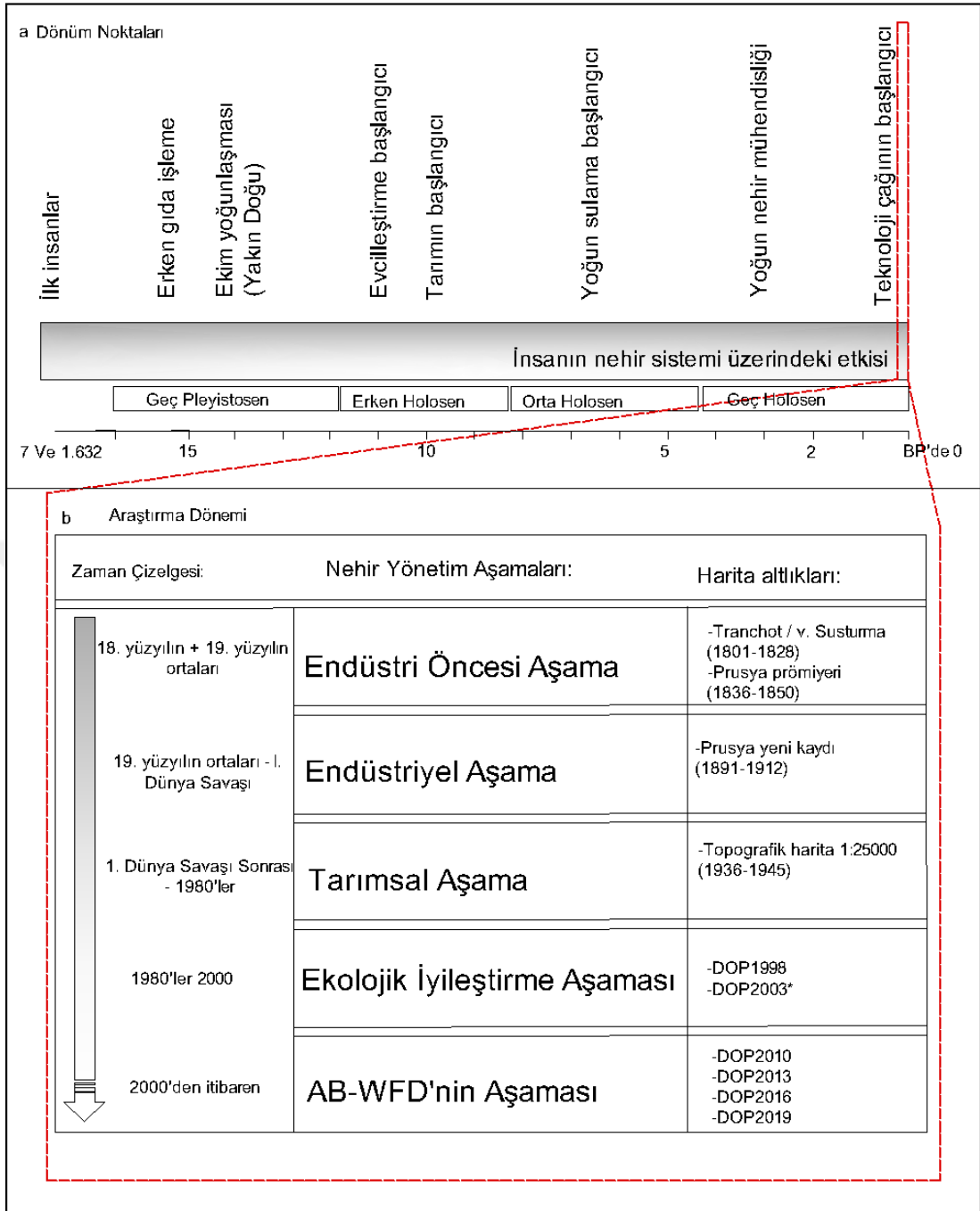
Dünya Bankası'nın yaptığı bir araştırmaya göre dünyanın en büyük şehirlerinin yaklaşık %60'ı su yolları çevresinde inşa edilmiştir. Zamanla ortadan kaybolan ya da büyüme açısından durağan kalan su yollarının etrafına inşa edilen şehirler olmuştur. Ancak su yollarında kurulan şehirler genellikle alan ve nüfus olarak sürekli bir büyüme eğiliminde olmuştur.

Yerleşim alanlarında bulunan su yolları sürdürülebilirliğini devam ettiremediği noktadan itibaren sel felaketleri, bulaşıcı hastalıklar ve buna bağlı ölümler artmış, su yolu yatakları kötü koku ve görüntü kaynağına dönüşmüş, şehrin istenmeyen mekanları olmuştur.

Son iki yüzyılda arazi kullanımı, endüstri, gıda koruması, içme suyu temini ve hidroelektrik enerji önlemlerinin yanı sıra nakliyedeki değişiklikler de akarsu sistemleri üzerinde daha fazla morfolojik etkiye neden olmuştur. Özellikle otomatik üretimin ve çelik endüstrisinin gelişmesi, hidroelektrik enerjiye, proses suyuna ve su yollarının sağladığı ulaşım yollarına olan talebin artmasına neden olmuştur. On dokuzuncu yüzyılın sonlarında Sanayi Devrimi, Avrupa çapında nehir morfolojisinde değişikliklere yol açmıştır (Wolf ve diğerleri, 2021).

Şehirlerde yaşanan sel felaketlerinin önüne geçilmesi için su yollarının yatakları derinleştirilmiş ve genişletilmiş, bankaları beton setler ile yükseltilmiştir. Bulaşıcı hastalıkların önlenmesi amacıyla su yolları menfezler ile yer altına alınmıştır. İlk hidrolik mühendisliği önlemleri olarak su yolları düzleştirilmiş, baraj ve savaklar inşa edilmiş, değirmen kanalları yapılmış göletler inşa edilmiştir (Kaiser ve diğerleri, 2018) (Droste, 2003) (Wolf ve diğerleri 2021).

Gibling, nehirler ve su yolları ile ilgili değişikliklerin önemli kısmının Sanayi Devrimi ve yirminci yüzyıldaki teknolojik ilerlemelerle bağlantılı olduğunu ve bunların Teknolojik Çağ'a (MS 1800'den sonra) dahil olduğunu vurgulamaktadır (Gibling, 2018) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Gibling'e göre nehirlerin değişim aşamaları

Kaynak: Wolf ve diğerleri, 2021

Gibling'in nehirlerdeki değişim sınıflaması aşağıdaki gibidir:

- Sanayi Öncesi Aşama (on sekizinci yüzyılın ortalarından on dokuzuncu yüzyılın ortalarına kadar)
- Endüstriyel Aşama (on dokuzuncu yüzyılın ortalarından Birinci Dünya Savaşına kadar)

- Tarımsal Aşama (Birinci Dünya Savaşı'ndan 1980'lere kadar)
- Ekolojik İyileştirme Aşaması (1980'lerden 2000'e)
- Avrupa Birliği-Su Çerçeve Direktifi (AB-WFD) Aşaması (2000'den günümüze).

Dünya çapında nehirlerdeki morfolojik değişikliklerin yaygın antropojenik etkenleri arazi örtüsü ve arazi kullanımındaki değişiklikler, baraj inşaatı, bankaların korunması ve nehir içi madenciliktir (Downs ve Piégay, 2019). Endüstriyel Aşamanın ilk günlerinde küçük ölçekli su değirmenleri önemli bir enerji kaynağıydı. Sanayi Aşamasının en yoğun olduğu dönemde nehirler ulaşımda birincil rol oynamış ve bu da çeşitli kanalların inşasına yol açmıştır. Geçtiğimiz 150 yıl boyunca Amerika'da Mississippi Nehri çoğunlukla ulaşım için düzleştirilmiştir. Aynı zamanda Fransa'da ulaşım elverişli kanallar da genişletilmiştir. On dokuzuncu yüzyılın başlarında İngiltere'de kanallar genişleyerek kömürün taşınması için ucuz bir yol sağlamıştır. İsviçre, Avusturya, Lihtenştayn, Almanya, Fransa, Hollanda ülkelerinden geçen The Rhine, İsviçre, Fransa'dan geçen Rhône ve Almanya, Avusturya, Slovakya, Macaristan, Hırvatistan, Yugoslavya, Bulgaristan, Romanya, Moldova ve Ukrayna ülkelerinden geçen Tuna Nehirleri de on dokuzuncu yüzyılda kanalize edilmiştir. İsveç hidroelektrik enerjisi, Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra endüstriyel amaçlar için geliştirilmiş ve bu da nehir düzenlemesine yol açmıştır (Wolf ve diğerleri, 2021).

3.1. Su Yollarında Geleneksel Islah Süreci

Kentleşme, küresel çevrenin en önemli antropojenik değişikliklerinden biridir. Şehirler, hidrolojik döngüyü birkaç şekilde etkiler. Yüzey ve yer altı su kaynaklarından önemli miktarda su çekerek; geçirimsiz yüzeylerin artması ile, böylece yer altı sularının tekrar dolmasının önlenmesi ve sel risklerinin artması ve artırılmamış atık suların deşarjı yoluyla su kütlelerini kirleterek etkiler. Şehirler tarafından tüketilen suyun büyük bir kısmı genellikle şehir sınırları dışından geldiğinden ve ürettikleri kirlilik de aşağı doğru akma eğiliminde olduğundan; şehirlerin su kaynakları üzerindeki etkisi sınırlarının ötesine geçer (Hoekstra ve Van den Bergh 2006).

Kent içi akarsu ve su yolları çok önemli olmalarına rağmen, insanlık tarihinin büyük bir bölümünde kentsel akarsuların sağlığına çok önem verilmemiştir. Kentsel nehir yönetimine yönelik geleneksel Avrupa yaklaşımı; onları gömmek, kanallara dönüştürmek, içlerini betonla kaplamak ve (günümüzde korunan) taşkın yataklarının

üzerine inşa etmektir (Eden ve Tunstall, 2006). Gerçekten de çoğu kentsel gelişme, tarihsel olarak nehirleri kanallara veya kanalizasyona dönüştürmeyi içermiştir. 20. yüzyıl boyunca kentsel nehir yönetimi, insanları sel ve hastalıklardan korumayı içerecek şekilde genişlemiştir. Kent havzalarından gelen yağış suları su yollarına doğrudan bağlanmıştır (Walsh ve diğerleri, 2005).

Kanal tasarımının temelini oluşturan hidrolik ilkeler, on dokuzuncu yüzyılın sonlarından itibaren nehir kanallarının hidrolik mühendisliğinin gelişimini mümkün kılmıştır. Bu tür bir mekansal genişleme, daha fazla tarım arazisi ihtiyacına, sivrisinek habitatını ortadan kaldırarak sıtmayla mücadele ihtiyacına ve ormansızlaşma ve arazi drenajı nedeniyle artan sel sorunlarına yanıt olarak on dokuzuncu yüzyıl Avrupa'sında zaten başlamıştır. On dokuzuncu yüzyılın en büyük mühendislik çalışması, güney ve batı Karpatlar'daki Tisza'nın düzenlenmesi olmuştur. 1845'ten başlayarak, 12.5 x 106 hektarlık taşkın yatağı bataklığı kurutulmuş ve nehir yatağı 340 km kısaltılmıştır. Ondokuzuncu yüzyılın sonunda, İngiltere'deki birçok küçük nehir düzleştirilirken veya evcilleştirilirken, çoğu büyük nehir bir dereceye kadar kanalize edilmiştir (Downs ve Gregory, 2004).

Kentlerin büyümesi yağış sırasında yüzeysel akış miktarını etkilemiş ve oluşan sel felaketlerinin sayısı ve şiddeti artmıştır. Seller ile oluşan taşkınların kontrolü için yapılanların arasında, nehir kanallarının değiştirilmesi, kanalın genişletilmesi, taranması (derinleştirilmesi) ve düzleştirilmesi, küçük derelerin yerinin değiştirilmesi, bitki örtüsünün kaldırılması, bentlerin veya taşkın bentlerinin inşası yoluyla yatakların değiştirilmesi yer almaktadır.

Nehirler ile ilgili yaygın hata nehirlerin ıslahında “aşırı mühendislik” yöntemlerinin kullanılmasıdır. Bu şekilde hidrolik hedeflere ulaşılmış ancak taşkın miktarlarının daha da artmasına sebep olmuştur. Mühendislik yöntemler ile nehirlerin ıslahı ekolojik, görsel ve rekreasyonel hedeflerin bertaraf edilmesine sebep olmuştur. Su yollarının hidrolik iletiminin iyileştirme arayışı büyük bir bakım yükümlülüğü doğurmuştur. Bunun nedeni, bir nehrin kendi haline bırakıldığında, ortalama yıllık selin önemli ölçüde üzerindeki akışların baskın kanal tarafından sınırlanmadığı ‘rejim’ durumuna geri dönmeye çalışmasıdır (Annual Report, 2003).

Geçmişte hidrolik kapasitelerinin iyileştirilmesi için beton ile kaplanan akarsular, düzenli bir şekilde muhafaza edilememişlerdir. Beton yataklarda biriken tortuların üzerinde yeşil örtü şeklinde yabancı bitki örtüsü meydana gelerek akışa engel oluşturacak şekilde hareket etmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Beton kanal içine alınan su yolunun üzerinde oluşan yeşil doku

Kaynak: Knoll ve diğerleri, 2017

On sekizinci yüzyılın sonlarından itibaren sanayileşme ve kentleşme hızlanırken, nehirler yeni gelişime yer açmak için kapsamlı değişikliklere maruz kalmış; düzleştirilmiş, kısaltılmış, setlerle çevrelenmiş ve dar kanallara bağlanmıştır (Knoll ve diğerleri 2017).

Kentlerdeki nüfus artışı, sanayileşme ile birlikte kentlerin can damarı su yolları en çok zarar görmüş, sel felaketlerinin önüne geçilmesi, salgın hastalıklar ile mücadele edilmesi, suyun sanitasyonunun sağlanması, atıksu ve kanalizasyonun toplanması için su yollarının geleneksel ıslah sürecini başlatmıştır.

3.1.1. Taşkın Alanlarının Yapısal Kullanıma Açılması

Taşkın ovaları, 'ilişkili oldukları nehir veya göllerden gelen yanal taşkın su nedeniyle su altında kalan alçakta bulunan arazi alanları' olarak tanımlanmaktadır. Taşkın yatağının su altında kalmasına katkıda bulunan dört su kaynağı kabul edilmektedir: yanal taşma, yeraltı suyu, yüksek arazi kaynakları ve doğrudan yağış. Bir taşkın ovasının alanı hidrolojik (100 yıllık bir taşkın nedeniyle sular altında kalan alan), jeomorfik (son zamanlarda alüvyon birikintileri tarafından kaplanan alan) veya

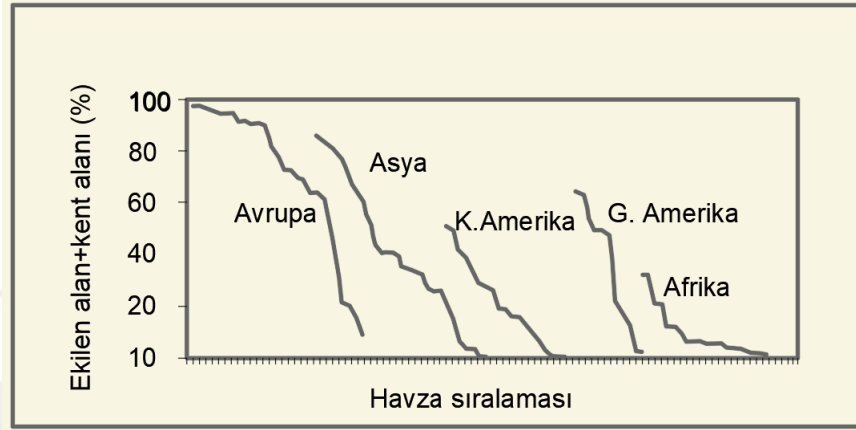
ekolojik kriterler (sele adapte olmuş organizmaların kolonileştiği alan) ile belirlenebilir (Tockner ve Stanford, 2002).

Günümüzde taşkın yatağı alanları en büyük kentsel yerleşimlerden bazılarında ev sahipliği yapmaktadır (Mcgranahan ve diğerleri, 2007). Dünyadaki en büyük on kentsel yerleşimden dokuzu (Birleşmiş Milletler, 2012) çoğu gelişmekte olan ülkeler olmak üzere deltalarda veya taşkın yatağı alanlarında bulunmaktadır. İnsan yerleşimleri ve bunu takip eden üretim ve arazi kullanımı yöntemleri zaman içinde bileşim ve biçim açısından değişirken, kuşkusuz boyutları ve ekolojik etkileri bakımından da büyümüşlerdir. Sonuç olarak, günümüzde sel, yılda 100 milyondan fazla insanı etkilemektedir ve hava ile ilgili afetlerden kaynaklanan ölümlerin yaklaşık yarısına neden olduğundan en fazla zarar veren doğal afettir (Ohl, Tapsell, 2000). Taşkın yataklarında artan nüfus artışı nedeniyle, arazi kullanımında ve/veya iklim değişikliğinin etkisinde önemli değişikliklere yol açan sel riski dünyanın birçok yerinde çarpıcı biçimde artmaktadır (Milly ve diğerleri, 2002; Di Baldassarre ve diğerleri, 2010).

Taşkın yatağı bölümleri, Nil Nehri'nde (Sudan) olduğu gibi 90.000 km² kadar büyük olabilmekte, ancak küçük ve orta büyüklükteki nehirlerde çoğunlukla onlarca ve yüzlerce hektar arasında değişmektedir (Stanford, Ward, 1993). Amazon, Orinoco veya Magdalena gibi büyük tropik nehirler boyunca ortalama taşkın yatağı genişlikleri sırasıyla 32 km, 9 km ve 35 km'dir (Hamilton & Lewis 1990). Doğal taşkın ovalarının kaplayabileceği uçsuz bucaksız alan, Avustralya'daki en büyük bozulmamış taşkın yatağı nehirlerinden biri olan Fly Nehri (Papua Yeni Gine) tarafından kanıtlanmıştır; 76.500 km²'lik su toplama alanının %60'ı mevsimsel olarak su altında kalmaktadır ve 800 km'nin altındaki ortalama taşkın yatağı genişliği 40 km'den fazladır (Tockner ve diğerleri, 2008).

Dünya çapındaki 145 büyük nehir koridorundan elde edilen verilere dayanarak, nehir kıyısı bölgeleri üzerindeki insan etkisinin boyutu açıkça görülmektedir (Şekil 3.3). Örneğin, Afrika nehirlerinin nehir kıyısı alanının %11'i (ortalama nüfus yoğunluğu 24 kişi km²) yoğun biçimde tarıma tabi tutulurken, Kuzey Amerika nehirleri için bu oran %46 (kuzey Kanada ve Alaska hariç ortalama nüfus yoğunluğu, 24 kişi km²) ve %79'dur. Avrupa nehirleri için (ortalama nüfus yoğunluğu 75 kişi km²). Arazi kullanımı açısından en çok etkilenen nehir kıyısı koridorları Avrupa'da ve Asya'nın yoğun nüfuslu bölgelerinde bulunmaktadır (nüfus yoğunluğu >200 kişi km² olan havzalar)

(Şekil 3.3). Asya'nın yoğun nüfuslu bölgelerinde, tüm nehir kıyısı koridorunun %60-99'u tarım arazisine dönüştürülmüş ve/veya kentleşmiştir; ikincisi özellikle Seine Nehri'nin (Fransa) incelenen tüm nehirler arasında en yüksek etkiyi gösterdiği Avrupa'da aynı şekilde %60-99'u tarım arazisine dönüştürülmüş ve/veya kentleştirilmiştir.



Şekil 3.3: Kıtalara göre taşkın alanlarının kullanımı

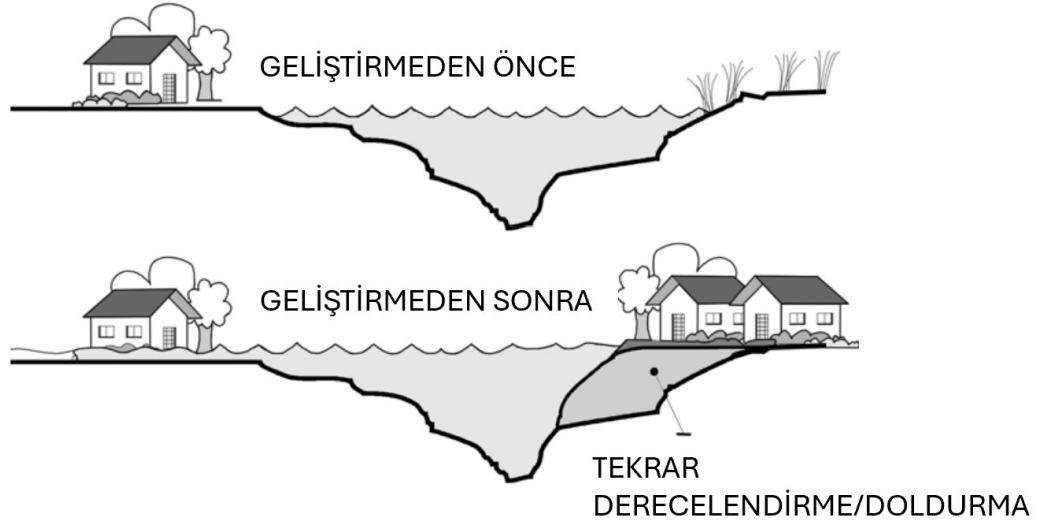
Kaynak: Tockner ve diğerleri, 2008

Şekil 3.3'te kentsel veya tarımsal alanlara dönüştürülen tüm büyük nehir koridorları boyunca nehir kıyısı bölgelerinin (nehirin her iki yakası boyunca 2 km) nispi oranları yüzdelik halinde (toplam 145 nehir koridoru) gösterilmiştir. Nehir koridorları her kıta için en yüksek dönüşüm oranından en düşük dönüşüm oranına doğru sıralanmıştır (Revenga ve diğerleri 1998; Tockner ve Stanford 2002).

ABD'de taşkın ovaları başlangıçta tüm arazinin %7'sini veya yaklaşık 700.000 km²'sini kapsamaktaydı (Kusler ve Larson 1993), ancak günümüzde değiştirilmemiş taşkın ovalarının yaklaşık %50'si Alaska'da bulunmaktadır. Mississippi boyunca, taşkın ovasının %90'ı (eski alan 123.000 km²: Sparks ve diğerleri 1998) setlerle kaplanmıştır ve bu nedenle 'işlevsel olarak' yok olmuştur; bu, düzenli su baskını veya taşkın yatağı gibi taşkın ovasını ayakta tutan temel niteliklerin ortadan kalktığı anlamına gelmektedir. Morfolojik dinamikler ortadan kalkmıştır (Tockner ve diğerleri, 2008).

Taşkın ovaları dünya çapında en çok değişen manzaralar arasındadır ve taşkın yatağı 'ıslahı' (yani yok etme) diğer peyzaj türlerinin çoğundan çok daha yüksek olduğundan endişe verici bir hızla yok olmaya devam etmektedir (Vitousek ve diğerleri 1997; Olson & Dinerstein 1998; Ravenga ve diğerleri, 1998).

Kent içi su yollarının tarihsel süreçte kent ölçeğinde kapladıkları alanlar sürekli küçülerek 20. Yüzyılda sadece kanallar şeklinde ya da tamamen menfezlenerek görünmez olmuşlardır. Su yollarının taşkın alanları yapısal, yol ve altyapı alanı olarak kullanım değiştirmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Taşkın alanlarının kullanım değiştirmesi

Kaynak: Floods And Floodplain Management, tarih yok

Taşkın ovaları doğal hallerinde yüksek biyolojik çeşitlilik ve üretkenlik ile bunlara karşılık gelen rekreasyonel ve estetik değerler ile karakterize edilirler. Taşkın ovaları büyük kültürel ve ekonomik öneme sahiptirler. İlk uygarlıklar verimli taşkın ovalarında ortaya çıkmış ve tarih boyunca insanlar zengin kaynakları yetiştirmeyi ve kullanmayı öğrenmişlerdir. Nehir taşkın ovaları aynı zamanda kentsel gelişim ve doğal işlevlerinden yararlanma için odak noktaları olarak hizmet etmiştir (Tockner ve Stanford, 2002).

Akarsu kanalları boyunca ve havzalar içindeki insan yapımı değişiklikler dünya çapında akarsu jeomorfik süreçlerini etkilemiştir. Tipik olarak bu değişiklikler, işleyen taşkın yataklarının sağladığı ekosistem hizmetlerini azaltmıştır.

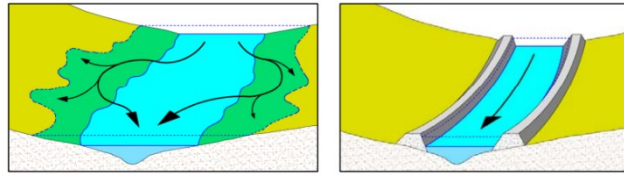
18. yüzyılda, taşkın ovalarının miktarı yaklaşık 2.5 milyon km² civarındaydı. Ancak, günümüzde taşkın ovalarının miktarı yaklaşık 800 bin km² civarındadır (Dünya Kıyı Örgütü). Taşkın ovaları en çok tehdit altında olan ekosistemlerdir.

Frekans (belirli bir olayın belirli bir zaman diliminde meydana gelme sıklığını ölçen kavram) çalışmaları, farklı fizyografik ve iklimsel bölgelerde akan, farklı

büyükteki birçok derenin, taşkın ovalarının yılda yaklaşık bir kez taşkınlara maruz kaldığını göstermektedir (Wolman ve diğerleri, 1957).

İkinci Dünya Savaşı'ndan 1980'lerin başlarına kadar, taşkın yataklarının tarım için ıslah edilmesi ve yerleşim yerlerinin genişletilmesi nehir yönetiminin ana hedeflerinden olmuştur. Nehirler ulaşım rotası olarak hizmet verdiğinde boyuna bağlantı hayati önemli olduğundan taşkın alanlarının şekli ve miktarı değişmiştir. Nehirler taşkınlar için kanal görevi üstlenmiştir.

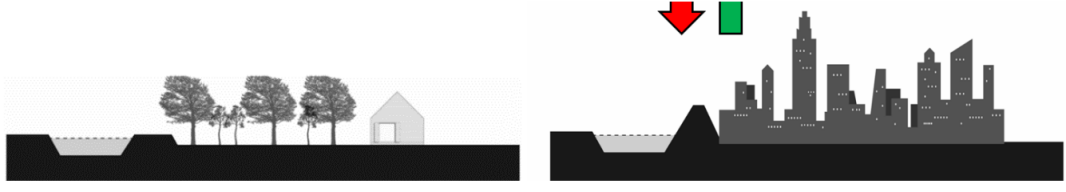
Taşkın alanlarında binaların yapılması, su tutma kapasitesini azaltmış, taşkın akışının hidrolik koşullarını değiştirmiştir. Su yolu yatağı taşkın alanı görevini de üstlenmiştir. Su yolu yatak kesitinin kapasitesi sınırlı olduğu bölgelerde sel olaylarının sayısı şiddeti artmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Taşkın alanının su yolu yatağından koparılması

Kaynak: Di Baldassarre ve diğerleri 2013

Dünya çapında nehir taşkın ovaları 2.106 km²'lik bir alanı kaplamaktadır, ancak bunlar en çok tehdit altındaki ekosistemler arasındadır. Taşkın yatağının bozulması, tatlı su biyolojik çeşitliliğindeki hızlı düşüşle yakından bağlantılıdır. İkincisinin ana nedenleri habitat değişikliği, akış ve taşkın kontrolü, tür istilası ve kirliliktir. Avrupa ve Kuzey Amerika'da taşkın ovalarının %90'a kadarı halihazırda 'ekili' durumdadır ve dolayısıyla işlevsel olarak yok olmuştur. Gelişmekte olan dünyada, geri kalan doğal taşkın ovaları, öncelikle değişen hidrolojinin bir sonucu olarak, artan bir hızla yok olmaktadır. İnsan nüfusunun gelecekte artması, nehir kıyısındaki alanların daha da bozulmasına, hidrolojik döngünün yoğunlaşmasına, kirleticilerin boşaltımında artışa ve tür istilalarının daha da çoğalmasına yol açacaktır. Yakın gelecekte en çok tehdit altındaki taşkın ovaları Güneydoğu Asya, Sahel Afrikası ve Kuzey Amerika'dakiler olacaktır (Tockner, 2002).



Şekil 3.6: Taşkın alanının yok edilmesi

Kaynak: Di Baldassarre ve diğerleri 2013

Kent içi su yollarının önemli bir parçası olan taşkın alanları nüfus artışı, kentlerin büyümesi ve sanayileşme ile su yollarının bir ögesi olmaktan çıkarılmıştır. Taşkın alanlarının görevini su yolu yatakları üstlenmiştir. Su yolları ile taşkın alanlarının bağlantısı kalmamıştır (Şekil 3.6).

3.1.2. Atıksu Arıtma Tesislerinin Yapım Sürecinin Başlaması

İnsanlar küçük topluluklar halinde hayatlarını sürdürdükleri dönemde içme ve evsel ihtiyaçları için su tedariki ve atıksularını toplama, arıtma gibi problemler yaşamıyorlardı. Çünkü zaten su kaynaklarına yakın yerleşilmiş, sıvı ve katı atıklar doğal ortamlara bırakılarak doğanın özümleme gücü altında bertaraf edilmiştir.

Kentler çevresel sorunlar ile paralel büyümüştür. Kentlere gelen madde artışı ile kent alanlarından çıkması gereken atık oranı da artmıştır. Kentlerde planlı büyüme yoksa çevre sorunlarını çözmek daha da zorlaşmıştır. Temizsu temini için yapılan hatlar gibi atıksu kanalları için de hatlar yapılmıştır (Yıldız ve diğerleri, 2013).

Kentlerde kanalizasyon yapımının başlaması yüzyıllar almıştır. 1530'lu yıllarda Avrupa ülkelerinde atık sular tarım alanlarına boşaltılmıştır. Ancak bilinçsiz ve zorunlu olarak yapılan bu uygulama çok yerinde olmuştur. Bu sayede topraktaki mikroorganizmalar toprağın havalanmasını, atıksuyun organik maddelerinin parçalanmasını sağlamıştır. Fakat tarlalara verilen atıksu miktarı arttıkça toprakta ayrıştırma işlemleri olmamış, kötü kokular çevreyi sarmıştır.

“1700'lü yıllarda Amerika'da genellikle kanalizasyon suları bir bahçe, cadde, ya da kanalizasyon hizmeti için açılan açık kanallara deşarj edilmekteydi. Nüfus yoğunlukları düşük olduğundan kanalizasyon sularının bu yolla bertarafı sağlık problemlerine neden olmamıştır. Nüfusun artmasıyla sağlık problemleri ve rahatsızlıklar görülmeye başlanmıştır” (Burian ve diğerleri, 2000).

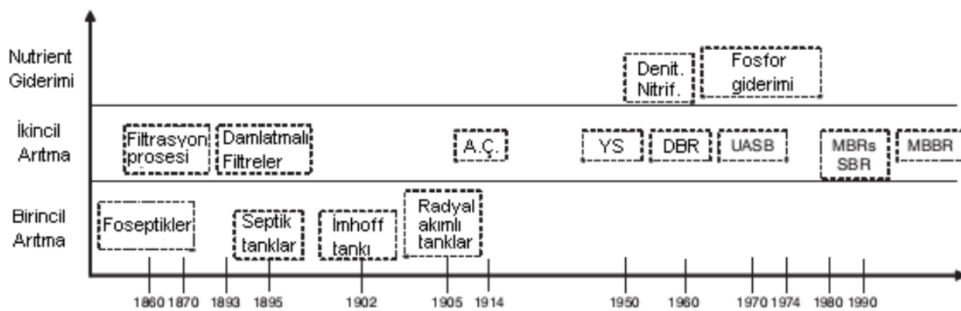
İngiltere’de 1847 yılında kurulan “Nehir Kirlilik Komisyonu”na 1848 yılında giren Sir Edward Frankland ise atıksu arıtılmasını ilk bilimsel olarak ele alan kişi” olmuştur.

Kentlerde nüfus artışıyla ilk uygulanan arıtma işlemi arazide arıtma denilebilir. Bu sistemde kanalizasyon suları tarım arazilerine taşınmaktaydı. O dönemlerde kanalizasyon sularının tarım arazileri üzerindeki kullanımının gübre değeri taşıdığı görüşü hakim olmuştur. Daha sonra bu sistem kademeli olarak bırakılmıştır. Çünkü atık suların arıtıldığı arazilerde hijyen standartları düşmektedir (Yıldız ve diğerleri, 2013).

Dünya da modern anlamda ilk atık su tesisi, 1842 yılında Hamburg’da inşa edilmiştir. 20. yüzyılın ortalarına doğru eğilimler yeni düzenleme ve devlet teşvikleri yönündedir. 1948 yılında Amerika’da Federal Su Kirliliği ve Kontrol Yasası çıkarılmıştır.

1887 yılında ise organik madde ve azotun canlı mikroorganizmalar tarafından okside edildiği görülmüştür. 1887 yılında Medford, Mass’da kurulan ve işletilen bu kesikli kum filtresi ilk biyolojik arıtma prosesi olarak bilinir (Yıldız ve diğerleri, 2013).

“19. yüzyılın ortalarında yerel su kaynaklarının kontamine olması, salgınların oluşması, su ihtiyaçlarındaki artışla birlikte içilebilir su kaynakları borularla taşınmaya başlanmıştır. 19. Yüzyılın ortalarında ve 1860 yıllarında su temini sistemleri sık olarak Amerika’daki büyük şehirlerde inşa edilmiştir” (Yıldız ve diğerleri, 2013). Su temini sistemlerinin artması beraberinde kanalizasyon sularını da arttırmıştır (Burian ve diğerleri, 2000). Atıksuların arıtılmasının tarihten günümüze geçirdiği evreler (Şekil 3.7)’de özetlenmiştir.



A.Ç. : Aktif çamur; YS: Yapay sulak alanlar; DBR: Döner biyolojik reaktörler (yada döner biyodiskler); UASB: Yukarı akışlı çamur yataklı anaerobik reaktörler; MBRs: Membran biyoreaktörler; MBBR: Hareketli yataklı biyofilm reaktörler, SBR: Seri bağlı kesikli reaktörler

Şekil 3.7: Atıksu arıtımının tarihsel gelişimi

Kaynak: Yıldız ve diğerleri, 2013

Doğal Arıtma Yöntemleri:

Geleneksel arıtma yöntemlerinin kırsal yerleşim birimlerinde uygulanmasında çok çeşitli problemlerle karşılaşmıştır. Yatırım maliyetinin yüksek oluşu, köylüler tarafından karşılanamayacak kadar çok elektrik enerjisine ihtiyaç duyması, birtakım ekipmanların yurt dışından ithal edilmesi, bakım-onarımın pahalı oluşu ve işletme için kalifiye elemana ihtiyaç duyulması problemlerden bazılarıdır. Doğal arıtma yöntemleri ve yapay sulak alan teknolojisi dünyanın birçok yerinde bu tip problemlere çözüm getirmek için geleneksel arıtma yöntemlerine alternatif olarak geliştirilen ekoteknolojiler arasında yer almaktadır. Bu yöntem ilk defa 1960 yılında Almanya'da Dr. K. Seidel tarafından geliştirilmiştir (Kılıç ve Kestioglu, 2008).

“1980 yılında, atık su “arıtımında iki önemli uzman olan George Tchobanoglous ve Gordon Culp, atık su arıtımında yapay sulak alanların kullanımı konusunda derinlemesine yapılan ilk mühendislik çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir” (Yıldız ve diğerleri, 2013). “80’li yılların sonlarında Hammer (1989), küçük kasabalarda atık suların arıtımı için bir dizi gerçek boyutlarda ve küçük çaplı model yapay sulak alan projeleri yapmıştır” (Demirörs, 2006).

Geleneksel arıtma sistemlerinin yanında doğal arıtma sistemleri de kullanılmaya başlamıştır. Yatırım ve işletme giderleri de oldukça azdır. Bugünkü şekliyle doğal arıtma sistemlerinde başarısız denemelere rağmen ABD Dakota’da, 1918 yılında gerçekleştirilmiştir. Bugüne kadar ABD’de şehir atık sularının arıtılmasında kullanılan arıtma sisteminin sayısı 7000’den fazladır (Yıldız ve diğerleri, 2013).

Geleneksel Arıtma Yöntemleri:

- **Septik Tank:** Septik Tankları, kanalizasyon sistemi bulunmayan ve inşası mümkün olmayan yerlerde atık su bertarafı için kullanılan yapılardır. Septik Tank, birincil arıtma için siyah ve gri suyun aktığı, beton, fiberglas, PVC veya plastikten yapılmış su geçirmez bir odadır. Sıvı ve katı atıklar ayrıştırılır. Dikkat edilmesi gereken husus su yolları yataklarından daha derinde inşa edilmesi gerekmesidir (www.epa.gov/septic).
- **İmhoff Tankı:** Kompakt yapıda olduğu ve mekanik donanım gerektirmediği için küçük arıtma tesislerinde kullanılan, içinde hem çökeltme hem de anaerobik çamur karıştırma işleminin gerçekleştiği, iki aşamalı lağım suyu arıtma tankı.

- **Radyal Akımlı Tank:** Su giriş ve çıkışı dairesel olan tanklardır. Radyal akışlı tanklar, çamur tahliyesi için eğimli veya koni biçimli tabanlara sahip büyük dairesel tanklardır. Büyük tanklar, suyun hızını yavaşlatmak ve böylece parçacıkların çökebilmesi için tutma süresi sağlamaktadır. Bu tanklar, çamuru sıkıştırmak ve boşaltma için tankın merkezine doğru hareket ettirmek için büyük döner tırmıklar kullanır. Askıdaki katılar süspansiyondan düştükçe, temiz su yükselir ve çevresel barajlardan taşar (“Clearwater Industries”, Tarih yok).
- **Ön Arıtma:** Birincil arıtma, daha ağır katıların yerçekimi çökeltmesi yoluyla uzaklaştırılması olarak tanımlanır (Lofrano ve Brown, 2010).
- **Aktif Çamur Prosesi:** “Aktif çamur, organik ve inorganik maddeler içeren atık su ile hem canlı hem de ölü mikroorganizmaların karışımıdır. Aktif çamur süreci, mikroorganizmaların organik maddeyi oksijen kullanarak ayrıştırmaları esasından yararlanılarak geliştirilen bir aerobik biyolojik arıtma sistemidir” (Lofrano ve Brown, 2010).
- **Damlatmalı Filtreler:** Bu sistemde damlatmalı filtreler, içerisinde mikroorganizmaların tutunduğu geçirimsiz dolgu malzemesi bulunan biyolojik tasfiye sistemleridir (Eroğlu, 2015).
- **Döner Biyolojik Diskler:** “Biyodiskler, yatay bir mil üzerine birbirine çok yakın aralıklarla dizilmiş dairesel polystren veya PVC levhalarla (diskler) teşkil edilen modüllerden oluşurlar. Diskler kısmen suya dalmış vaziyette olup, yavaş yavaş döndürülür” (Eroğlu, 2015).
- **Anaerobik Prosesler:** Anaerobik arıtma organik atıkların oksijensiz ortamda biyolojik proseslerle parçalanarak, CH₄, CO₂, NH₃ ve H₂S gibi son ürünlere dönüştürülmesi olarak tanımlanır.
- **Membran Teknolojileri:** “Membran biyoreaktör sistemleri (MBR), evsel ve sanayi atıksularının arıtımında yaygın olarak kullanılan, aktif çamur sistemi ile biyolojik parçalanmanın, membran filtrasyonu ile katı-sıvı ayırımının gerçekleştirildiği kombine bir arıtma sistemidir”.
- **İleri Oksidasyon Prosesleri:**

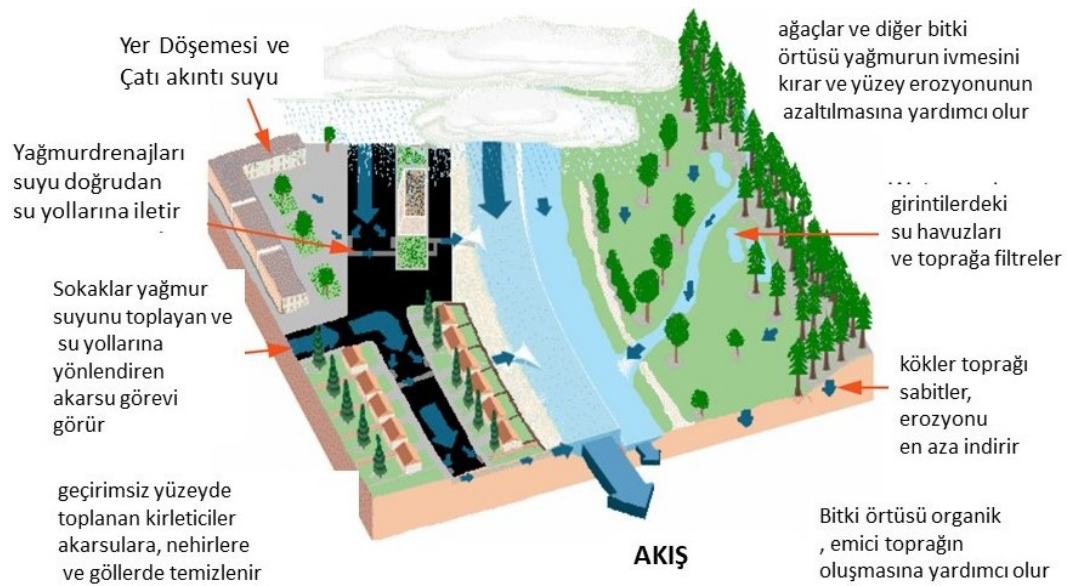
“Atık suların arıtımında kullanılan fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma yöntemlerinden daha yüksek arıtma verimlerini sağlayan ileri arıtma yöntemlerinin endüstriyel atık suların arıtımında çok sıklıkla kullanıldığı

yapılan çalışmalarda görülmektedir. İleri arıtma yöntemleri arasında ise ileri oksidasyon prosesleri, su ve atık su arıtımında normal ortam koşullarında (sıcaklık ve basınç) bu proseslerin reaksiyonlarını tam mineralizasyonla tamamlamalarından dolayı önemli bir kullanım alanına sahiptirler” (Yıldız ve diğerleri, 2013).

Endüstriyel, evsel olmak üzere atıksular ayrı kanalizasyon hatları ile atıksu arıtma tesislerinde arıtılarak nehirlere ya da denize deşarj edilmektedir. Su yolları atıksu arıtma tesislerinin yapımından önce atıksuların direk deşarjından dolayı görsel kaliteleri bozulmuş ve kötü koku yaydıklarından dolayı menfezlenerek yer altına alınmışlardır. Yer altına alınan su yolları günyüzüne çıkartılmaya başlanmıştır.

3.1.3. Kent İçi Geçirimsiz Yüzeylerin Artması

Geçirimsiz yüzeyler, yağmur suyunun toprak tarafından emilmesini sınırlayan doğal veya antropojenik arazi kullanımı bileşenleridir (Sohn ve diğerleri, 2020). Geçirimsiz örtü kentsel drenaj sistemlerinin derelere ve nehirlere doğru akışını arttırmaktadır. Geçirimsiz yüzey akışın daha büyük hacmi, hızı ve süresi, akarsu kıyılarında zımpara kağıdı gibi davranarak erozyonu ve araziden ve akarsu kıyılarından tortu taşınmasını yoğunlaştırmaktadır. Bu durum genellikle kanal erozyonuna, tıkalı dere kanallarına ve habitat hasarına neden olmaktadır. Kanalize nehirler ve akarsular, büyük pik akış hacimlerini barındırdıkları ve su ekosistemlerini desteklemedikleri için benzer sorunlar sergilemektedirler (Şekil 3.8).

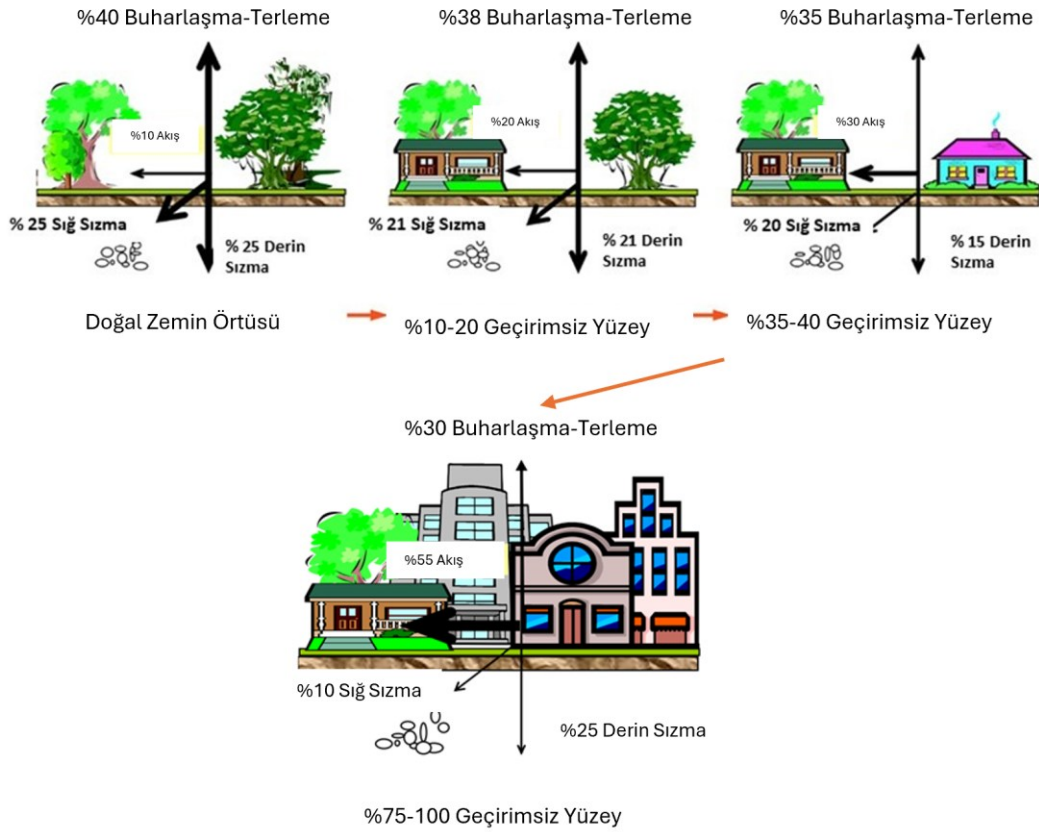


Şekil 3.8: Geçirimsiz yüzeylerin yüzeysel akışa etkileri

Kaynak: Ruby, tarih yok

Yağmur, yüksek düzeyde geçirimsiz örtüye sahip şehir ve banliyö bölgelerinde daha hızlı yağmaktadır. Çünkü yağmurun hızını kesip yavaşlatacak herhangi bir engel yoktur. Yağmurun hızını etkileyen ağaçlar, çalılar ve toprak, gelişmemiş araziler, yağmurun emilmesine ve akışın yavaşlamasına yardımcı olmaktadır.

Doğal yer örtüsü ile yağmurun %25'i akifere sızıp yalnızca %10'u yüzeysel akışa dönüşmektedir. Geçirimsizlik arttıkça daha az su sızmakta ve daha fazlası akıp gitmektedir. Oldukça kentleşmiş bölgelerde, tüm yağmurun yarısından fazlası yüzeysel akışa dönüşür ve derin sızma, doğal alanlarda olan sızmanın yalnızca küçük bir kısmı şeklinde kalmaktadır. Artan yüzey akışı, taşkınları en aza indirmek için daha fazla altyapı gerektirmektedir. Doğal su yolları sonunda drenaj kanalları olarak kullanılmakta ve suyu daha hızlı hareket ettirmek ve erozyonu önlemek için sıklıkla kaya veya betonla kaplanmaktadır. Buna ek olarak, derin sızma azaldıkça su tablası (Toprak veya kayaların kalıcı olarak suya doymun olduğu yeraltı yüzeyinin üst seviyesi) düşmekte ve sulak alanlar, kıyı bitki örtüsü, kuyular ve diğer kullanımlar için yeraltı suyu azalmaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Geçirimli yüzey oranına göre su döngüsü

Kaynak: Salgueiro, 2024

Sağlıklı akarsular, geçirimsiz örtü (IC) bir havzanın %10'undan az olduğunda sağlanır. Geçirimsiz örtü %10'un üzerine çıktığında bozulmalar aşağıdaki şekildedir;

- Aşırı akarsu kanalı erozyonu (yatak ve kıyı)
- Daha az yeraltı suyu beslemesi
- 1-2 yıllık taşkınların boyutu ve sıklığında artış
- Yeraltı suyunun yüzey suyuna hareketinin azalması
- Dere yatağındaki ağaç örtüsünün kaybı
- Sudaki kirletici maddelerin artması
- Dere yatağında ince çökelti artışı
- Su habitatının genel olarak bozulması

Kaliforniya'daki kentsel akarsular üzerine yapılan araştırmalarda, San Diego, Los Penasquitos Deresi'nde, havza gelişimi 1966-2000 yılları arasında kentleşmenin %9'undan %37'sine çıkmıştır. 1973-2000 yılları arasında, üst havzadaki toplam yıllık kentsel akış yılda %4 oranında artmış ve bu da ölçülen zaman dilimi için akışta %100'ün üzerinde bir artışa yol açmıştır. 1-2 yıllık yağışın sel büyüklüğü de 1965-2007 yılları arasında 5 kattan fazla artmıştır. Yüzeysel akış oranının iki katına çıkması, su kaynakları üzerinde ve ayrıca sel riski üzerinde önemli etkileri vardır.

Kentleşmeyle bağlantılı olarak artan geçirimsiz örtü, suyun doğal döngüsünü değiştirmektedir. Kentsel akarsuların şekil ve boyutlarındaki değişiklikler ve ardından su kalitesinin düşmesi, artan geçirimsizliğin en gözle görülür etkileridir.

Dünyadaki kentsel alanların birçoğu önemli arazi örtü değişikliği yaşamıştır. Tarımın dışında, arazinin konut ve ilgili amaçlarla kullanılması, başından beri insan uygarlığının doğal ekosistemlere tecavüzünün bir parçası olmuştur. Ancak yerleşimlerin kapladığı alan miktarı, sanayileşmenin ortaya çıkışına ve bunun beraberinde getirdiği kitlesel kentleşme süreçlerine kadar büyük ölçüde ihmal edilebilir düzeydeydi. Kentleşme, kırsal nüfusla karşılaştırıldığında nüfusta ve işgücünde artış olarak anlaşılır. Tarımsal işgücüyle karşılaştırıldığında imalat neredeyse her zaman arazi kullanımının kentsel olmayan kullanımlardan kentsel kullanıma dönüştürülmesini içermiştir. Çünkü bu, (mevcut) yerleşim alanlarında artan bir alan ihtiyacı gerektirir. Kentleşmenin ardından arazi kullanımı değişikliğinin gözle görülür sonucu, kentsel mekansal yapı ve kentsel formdaki değişikliklerle birlikte yerleşim alanlarının mekansal genişlemesidir (Nuissl ve Siedentop, tarih yok).

1990'dan 2000'e kadar olan dönem için (Angel ve diğerleri, 2005), gelişmekte olan ülkelerdeki yerleşim alanlarındaki yıllık artışın %3,6 civarında olduğunu, sanayileşmiş ülkelerde ise bu oranın ortalama %2,9 olduğunu tahmin etmektedir. Dünya bölgeleri arasında, Pasifik de dahil olmak üzere Doğu Asya ve Güneydoğu Asya, sırasıyla %7,2 ve %6,4 büyüme oranlarıyla en yoğun arazi tüketimine sahne olmuştur. Avrupa'da kentsel arazilerdeki yıllık büyümenin, hızla büyüyen alanlarda maksimum %2 arasında değişmesi ve uzak kırsal bölgelerde neredeyse sıfır olması beklenmektedir (EEA 2006).

Kentsel arazilerin önceki ve sonraki kullanımları aşağıdaki gibidir:

- Önceki arazi kullanımı ve arazi örtüsü (tarım, orman ve doğal).
- Yeni kentsel kullanımın baskın amacı (konut, ticari, endüstriyel, rekreasyonel veya diğer) ve buna karşılık gelen arazi örtüsü özellikleri (yüzeylerin geçirimsizliği ve kirletici emisyonları gibi).

Kentsel arazi kullanımı değişikliği, çatılar, yollar, otoparklar, kaldırımlar vb. gibi yapılaşmış araziler de dahil olmak üzere yapay, geçirimsiz yüzeylerin payının artmasına yol açmaktadır (Arnold ve Gibbons 1996; Haase ve Nuissl 2007). Geçirimsizlik, yağışın zemine sızmasını fiziksel olarak sınırlamaktadır. İçeri sızamayan yağış ve kar erimesi yüzey akışına dönüşmektedir (Weith ve diğerleri, 2021). Bu nedenle, yüksek oranda kentleşmiş bölgelerdeki toprağın sızdırmaz hale gelmesi, yaygın olarak sel risklerinin önemli bir nedensel faktörü haline gelmektedir (Frenkel 2004). Kentsel akış suyunun kimyasal kirleticileri (örneğin otomobil trafiğinden veya endüstriyel arazi kullanımlarından) beraberinde taşınması nedeniyle geçirimsizlik aynı zamanda su kaynaklarının biyokimyasal bozulmasına da katkıda bulunmaktadır. Moglen ve Kim (2007), birçok ampirik çalışmaya dayanarak, asfaltlanmış yüzeylerin oranı %10-15'lik bir eşiği aştığında, biyolojik akarsu kalitesine ilişkin çeşitli göstergelerin belirgin şekilde azalmaya başladığını tahmin etmektedir.

Kent içindeki geçirimsiz alanların oranlarına göre:

“Değerlendirilmesinde Anonymous (2004)’a göre kullanılan uluslararası kriterler dikkate alınmıştır (Doygun ve Kısakürek, 2013). Bu kriterlere göre; sert zeminle kaplı alanların bütün içerisindeki oranı %20’den büyük ise, bu mekanın geçirgenlik düzeyinin ekolojik bakımdan ‘uygun olmadığı’ şeklinde değerlendirilmiştir. %10-20 arasındaki sert zemin oranı ise yoğun olarak

kullanılan yeşil alanlar için ekolojik bakımdan 'kabul edilebilir' iken, %5-10 arasındaki sert zemin oranı yeşil alanların geneli için 'iyi', %5'ten küçük sert zemin oranı ise 'ideal' kabul edilmektedir”.

Antropojenik faaliyetlerden dolayı genellikle orta ve alçak bölgelerde akış artmaktadır (Shrestha, 2019). Öte yandan, havzalarda alan kullanımı uygulamasındaki gelişmelerin artması kentsel taşkınları artırabilecektir. Paul ve Kundpura (2021), alan kullanımı değişiminin yüzey akışını yağıştan daha fazla etkilediğini bulmuştur. Ayrıca alan kullanımı değişiklikleri yağış ile yüzey akışı arasındaki süreyi azaltacaktır (Alshammari ve diğerleri, 2023).

Havzaların toprak, arazi kullanımı ve bitki örtüsü gibi özelliklerinin nehirlere ve akarsulara boşaltılan su miktarını etkilediği yaygın bir bilgidir (Al-Rawas ve diğerleri, 2015). Kentlerin büyümesi ile geçirimsiz yüzeylerin artması ve akarsulara boşaltılan su miktarı doğru orantılı olduğu için meydana gelen sellerin sayısı ve şiddeti de paralel olarak artmaktadır.

Bitki örtüsünün kentsel yerleşimle değiştirilmesinin ardından bir dizi iklim parametresi de değişmektedir (Cui ve Shi, 2012; Kometa ve Akoh 2012; Voogt ve Oke, 2003; Patra ve diğerleri, 2018)

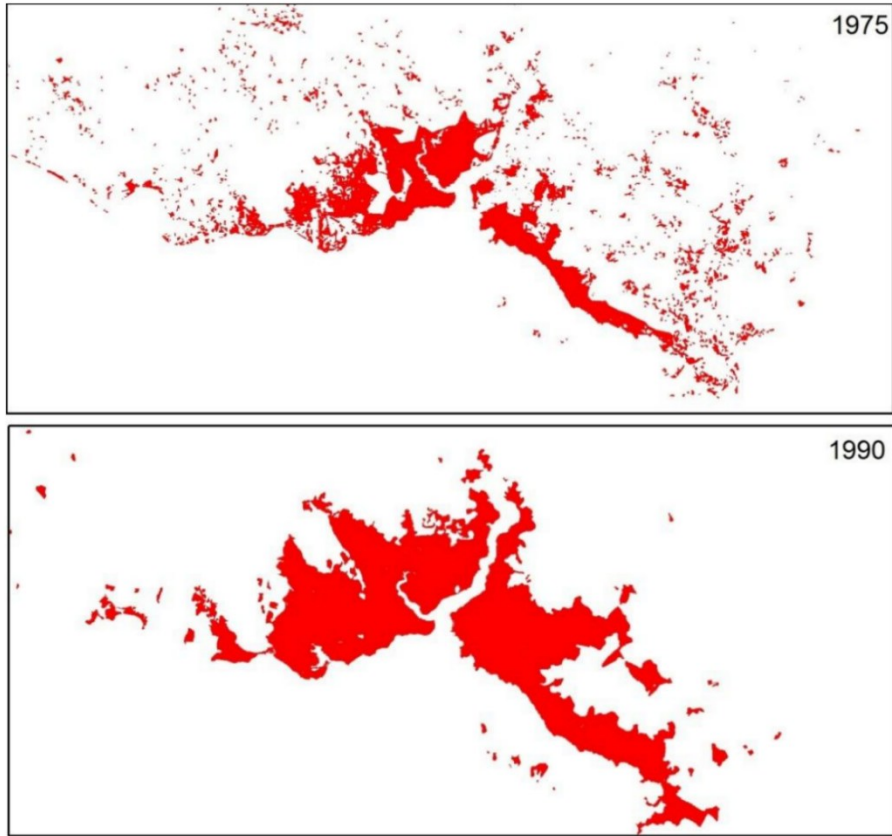
Kentleşme, nehirlerin hidrolojik veya akış rejimini değiştiren ve dolayısıyla kentsel metabolik sistemi etkileyen geçirimsiz yüzey örtüsünde bir artışa neden olmaktadır (Liu ve diğerleri, 2013). Geçirimsiz yüzey alanının artması, zemine sızan su hacminin azalmasına, bunun sonucunda da yüzey suyunun hacminin artmasına ve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır (Wu ve diğerleri, 2017).

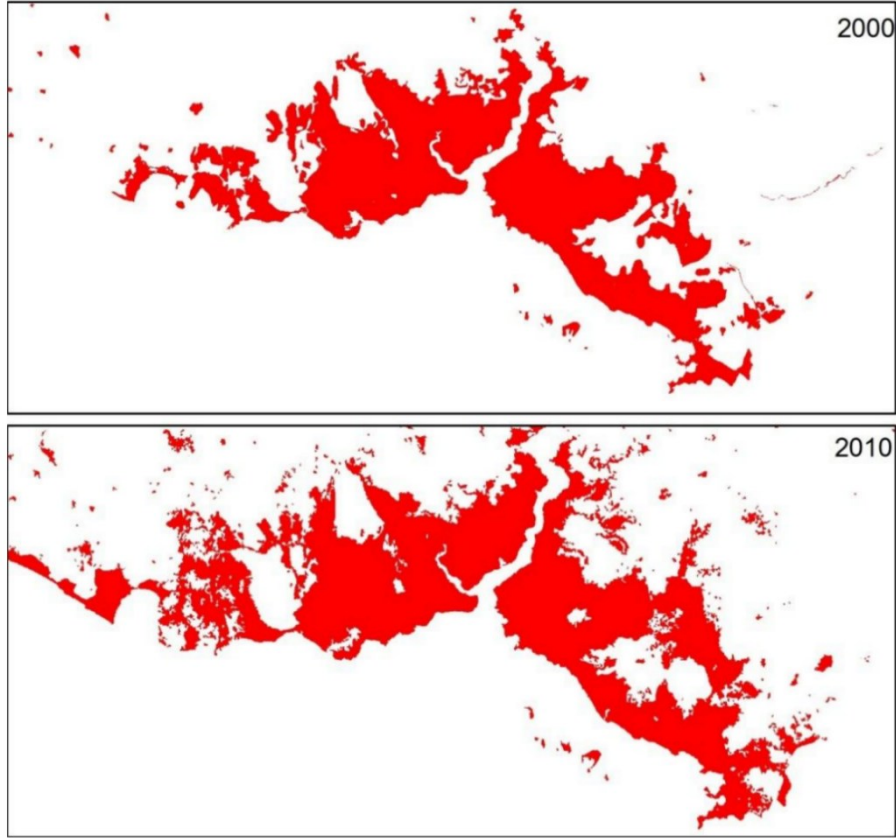
Kaur ve diğerleri (2019), kentsel geçirimsiz yüzeylerin artırılmasının yeraltı akiferlerinin doğal beslenmesinin azalmasına yol açtığına ve bunun da su yolu seviyesindeki akış hızının azalması nedeniyle ekolojik zararlara yol açtığına inanmaktadır.

Noorazuan ve diğerleri (2001), tarafından Malezya'daki Langat Nehri havzasında yürütülen bir çalışma, değişen arazi kullanımları, bitki örtüsü ve bunların hidrolojik rejim üzerindeki etkileri arasındaki ilişkileri değerlendirirken kentleşme arttıkça yüzeysel akış seviyesinin arttığını göstermiştir. Bu durum şehirlerle ilgili arazi kullanımlarının geçirimsiz yüzeylerinin yadsınamaz şekilde artması ve bunun da hidrograf (Hidrograf, akışı taşıyan bir nehir, kanal veya kanaldaki belirli bir noktadan

geçen zamana karşı akış hızı (deşarj) gösteren bir grafikdir). düzeyinde bazı değişikliklere yol açmasından kaynaklanmaktadır (Parsasyrat ve Jamali, 2014).

İstanbul ili kapladığı 5.461 km² 'lik yüzölçümü ile Türkiye gerçek yüzölçümünün %0,67'lik bir kısmını kaplamaktadır. Tuik 2023 verilerine göre, İstanbul'un nüfusu, 15 milyon 655 bin 924 kişi olmuştur. Türkiye nüfusunun %18,34'i İstanbul'da ikamet etmektedir. Yerleşim alanları İstanbul ilinin %20'lik bir bölümünde toplanmıştır. İstanbul'da kentleşme 1950 sonrasında başlamış Boğaza yapılan köprüler ile önüne geçilememiştir (Döker, 2012). Kentin geçirimsiz yüzey alan artışı kentin yıllara göre büyüme süreci haritalarında da görülmektedir (Şekil 3.10).





Şekil 3.10: İstanbul'un 1975-2010 tarihleri arasında büyüme süreçlerini gösterir planlar

Kaynak: Döker, 2012

Kentler su yollarının havzaları olduğundan kentin içinde yapılan bütün değişiklikler su yollarını etkilemiştir. Kentler kurulduğundan bu yana büyüme yönünde devam etmiş ancak kent alanlarında geçirimsiz yüzeyler %60-70 üzerini aşmış, su yollarında da geri döndürülemez tahribatlar oluşmuştur. Su yolları yatakları, kaybolan taşkın alanları, havzalarındaki geçirimsiz yüzeylerin negatif yıkıcı etkilerini bertaraf etmek için ıslah edilmiştir.

3.1.4. Su Yollarının Beton Kanal ve Menfeze Alınması

Su yolu yapıları, birbirini takip eden bölümlerde özetle aşağıdakileri içerir:

- köprüler ve menfezler,
- geçitler,
- ızgaralar ve moloz tuzakları,
- bent kapakları ve kapaklı vanalar,

- pompa istasyonları,
- stop bankları, (sel önleme yapıları)
- su yolu yapısal kaplamaları,
- su yolu çitleri.

Bazı durumlarda su yollarının yerleri kalıcı ya da geçici olacak şekilde kısmen ya da tamamen değiştirilmiştir. Su yolunun yerinin değiştirilmesi, bir nehrin uzunluğunun bir kısmı boyunca tamamen yeni bir kanala yönlendirilmesidir. Yer değiştirmeler tarih boyunca yaygın olmuştur ve çok çeşitli amaçlarla gerçekleştirilmiştir, ancak en yaygın olarak altyapı inşası ve madencilik amacıyla yapılmıştır. Ancak bunlar antropojenik kanal değişiminin spesifik bir kategorisi olarak değerlendirilmemiştir. Eski nehir yer değiştirme kanalları, maliyeti en aza indirmek ve büyük selleri taşımak için düz ve trapez şeklinde inşa edilmiştir (Flatley ve diğerleri, 2018).

Su yollarının yer ve yönünün değiştirilme sebepleri aşağıda sıralanmıştır:

1. Nehir kanalının geçici olarak yönünün değiştirilmesi. Birçok sebepten geçici su yolu kanalının yönü değiştirilebilir.
2. Altyapıya yer açmak için su yolu kanalı kalıcı olarak yeri değiştirilebilir.
3. Altyapının yeniden konumlandırılması, maden rezervlerine kolay erişim sağlamak, bitişik altyapıya yönelik taşkın riskini en aza indirmek.
4. Nehirlerin yerleri, zanaatkar madencilik uygulamaları (küçük ölçekli açık ocak madenciliği) ile birlikte, ya nehir yatağı içindeki değerli yataklara erişim sağlamak ya da su temini sağlamak için yeniden konumlandırılabilir.
5. Taşkın kontrolü için nehrin yeri değiştirilir.
6. Nehirlerin yerleri, bataklık ve sulak alan restorasyonu gibi arazi ıslahı için, bozulmuş habitatlara dikey yığılmayı artırmak amacıyla tatlı su ve çökeltilerin yeniden verilmesi yoluyla yeniden konumlandırılabilir.

Tarihi nehir yer değiştirme kanalları, doğal kanalın jeomorfik özelliklerinden yoksundur; tamamen yapaydırlar ve büyük su baskınları sırasında arızalanmaya eğilimlidirler (Flatley ve diğerleri, 2018).

Akarsu kanalizasyonu (nehir erişim alanının düzleştirilmesi ve kısaltılması), 20. yüzyılda yerel bir taşkın kontrol önlemi ve nehir kenarındaki sulak alanların tarım için kurutulması için bir araç olarak yaygın bir şekilde uygulanmıştır. Bilimsel araştırma ve deneyim çoğu durumda kanalizasyona karşı güçlü bir kanıt ortaya koymuştur.

Kanalizasyon yerel olarak taşkınları azaltabilse de, kanalize edilmiş rotaya ulaşan taşkın akışları daha hızlı bir şekilde mansap yönünde taşkınları arttırmaktadır. Kanalizasyon, aynı yükseklikteki düşüşte erişimi kısaltarak yerel kanal eğimini artırır. Bu yerel dikleşme çoğunlukla, kısmen kanalize edilmiş akarsuların gözlemlerinden geliştirilen kanal evrim modelini takip eden kanal kesigi ve genişlemesiyle sonuçlanır (Schmutz ve Sendzimir, 2018).

Özellikle sanayileşme döneminin kentsel nehir ve akarsular üzerinde çok etkisi olmuştur. Şehirler genişledikçe verimli ulaşım, taşkın kontrolü ve arazi geliştirmeye ihtiyaç duyulmuştur. Hızlı kentleşme ve endüstriyel büyüme, su yollarının yönetiminde çeşitli zorluklara yol açmıştır. Nehirleri ve akarsuları düzleştirmek, su akışını kontrol edip hızlandırmanın taşkınları azaltmak, endüstriyel ve konut amaçlı alan kazanmak için bir çözüm yolu olarak görülmüştür. Su yollarının yönetimi için düzleştirilmeleri ve betonlanmaları çözüm olarak uygulanmıştır. Sonuç olarak su yolu yatakları yeniden şekillendirilmiş, derinleştirilmiş, kıvrımlar kaldırılmış, beton ve taş ile kaplanmıştır. Su yollarındaki akış optimize edilerek, hızlı bir şekilde tahliye edilmiş olacaktır.

Su yolları ayrıca alan kazanımı, atıksuyun taşınması ve nehir suyunun kullanılması için menfeze alınarak yeraltına gömülmüşlerdir (Wantzen ve diğerleri, 2022). Gömülü akarsuların çoğu, özellikle memba akıntıları olmak üzere sayıları önemli olmasına karşın haritalardan kaybolmuştur. Moselle Nehri'nin (Fransa) memba bölgesinde, toplam akarsu uzunluğunun %41'i kanalize olmuştur. Kuzey Amerika'da benzer gelişmeler meydana gelmiştir, Baltimore şehrinde (ABD), tüm akarsuların %66'sı gömülmüştür. Gelişmekte olan ülkelerde dere gömülmesi gelişmiş ülkelere benzer etmenlere tabidir, ancak son on yıllardaki muazzam kentleşme hızı, kentsel hidrosistemler üzerinde farklı etkilerin üst üste binmesine neden olmuştur ve bu da bunların daha da karmaşık hale gelmesine neden olmuştur (Wantzen ve diğerleri, 2022).

Şehir planlamacılarının kent içi akarsuları kanalize etmeleri ve gömmelerinin sebepleri:

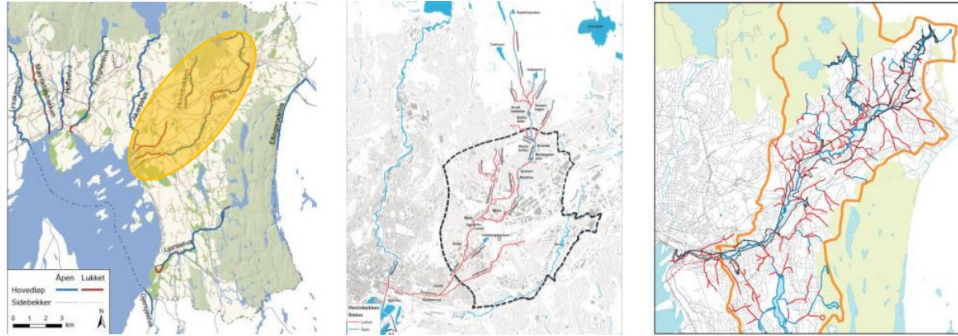
- Akarsuların kirlenerek bulanık kötü kokulu hale gelmeleri,
- Akarsuların kent sakinlerinin sağlığını tehdit etmesi,
- Kıvrımlı akarsuların gayrimenkul değerini negatif etkilemesi,

- Akarsu alanlarının kentsel proje alanlarına dahil edilebilmeleri,

Akarsular kanalizasyon edilip yolların altındaki kanalizasyon sistemiyle birleştirildiğinde, kirli su rahatsızlığının yan etkileri kaybolmuştur. Akarsu yatağı ve taşkın alanları kentsel alan sağlamıştır (Broadhead ve diğerleri, 2013; Wantzen ve diğerleri, 2019).

Çoğu şehirde, akarsu gömme (menfez açma) genellikle taşkın risk yönetimi ile ilişkilendirilir, ancak değişen iklim koşullarında, sınırlı drenaj kapasitesine sahip yer altı menfezlerinin artan aşırı yağış olaylarıyla başa çıkamadığı kanıtlanmıştır (Wild ve diğerleri 2019). Ek olarak, menfezli akarsular ve kaynaklar genellikle birleşik kanalizasyonlarda akarak temiz taban akışını artırır, ancak kanalizasyon kapasitesini düşürür ve atık su arıtma maliyetlerini artırmaktadır (Broadhead ve diğerleri, 2013; Chou, 2013). Ayrıca tortu ve moloz ekleyebilmekte (Wild ve diğerleri, 2011) veya kanalizasyon kimyasını değiştirebilmektedirler (Broadhead ve diğerleri, 2013).

Oslo Şehri'nin kentsel alanda çok sayıda kolu bulunan on ana su yolu vardır (Şekil 3.11). Nehir ve akarsuların toplam uzunluğu 354 km'dir. 1879'da nehirlerin "büyük kapanması" sırasında Oslo bölgesindeki pek çok su yolu yeraltına yönlendirilmiştir. 1990'ların sonlarına kadar büyük ölçüde menfez ve borularda kalmıştır (Branković ve Marković, 2021).



Şekil 3.11: Oslo bölgesi nehirlerinin menfezlenmesi

Kaynak: Branković ve Marković, 2021

Sanayi dönem başlayıp nüfus kentlere kaydıgı zaman kentleşme ile gelen problemlerin bertaraf edilmesinde su yolları kullanılmıştır. Hidrolojik mühendisliğin gelişmesi ile su yolları beton menfez ve kanallara alınarak çözüm sağlanacağı görüşü hakim olmuştur.

3.2. Su Yollarında Geleneksel Islah Uygulamaları

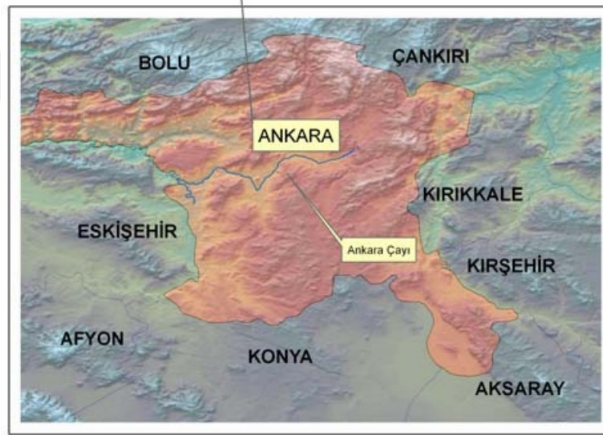
Türkiye’de ve Dünya’daki geleneksel ıslah yöntemi kullanılarak ıslah edilen su yolu örnekleri incelenerek geleneksel ıslah yöntemlerinin yetersiz ve problemlili yönleri vurgulanmıştır.

3.2.1. Türkiye’de Geleneksel Islah Uygulamaları

Ülkemizden geleneksel ıslah yöntemleri kullanılarak ıslah edilen bir tanesi Ankara, dört tanesi İstanbul şehrinde olmak üzere toplam beş su yolu örneği incelenmiştir.

3.2.1.1. Ankara Çayı

Ankara Çayı, kentin batısında yer almaktadır. Birçok dere ve yan kollara sahiptir. (Şekil 3.12) (Pekin, 2007). “Ankara Kenti’nin maruz kaldığı taşkınlar, istatistiki olarak 1945 yılından itibaren tutulmuştur. Buna göre; 1946 ile 1992 yılı arasında kentte meydana gelen taşkınlara bağlı olarak yaklaşık 180 kişi hayatını kaybetmiştir” (Pekin, 2007).



Şekil 3.12: 1924 Ankara Çayı il içindeki konumu

Kaynak: Pekin, 2007

“Ankara Çayı; Çubuk, Hatip Çayı ve İncesu Deresi’ni aldıktan sonra, sırasıyla Dikmen ve Balgat derelerini de alarak, Etimesgut ilçesinin batısında, kuzey güney yönünde akan Macun Deresi’ni, Sincan ilçesinin batısında Ova Çayı’nı alıp, Temelli ilçesinden geçerek Polatlı ilçesini geçtikten sonra, Dümrek Köyü yakınlarında Sakarya Nehri’ne karışır” (Pekin, 2007).

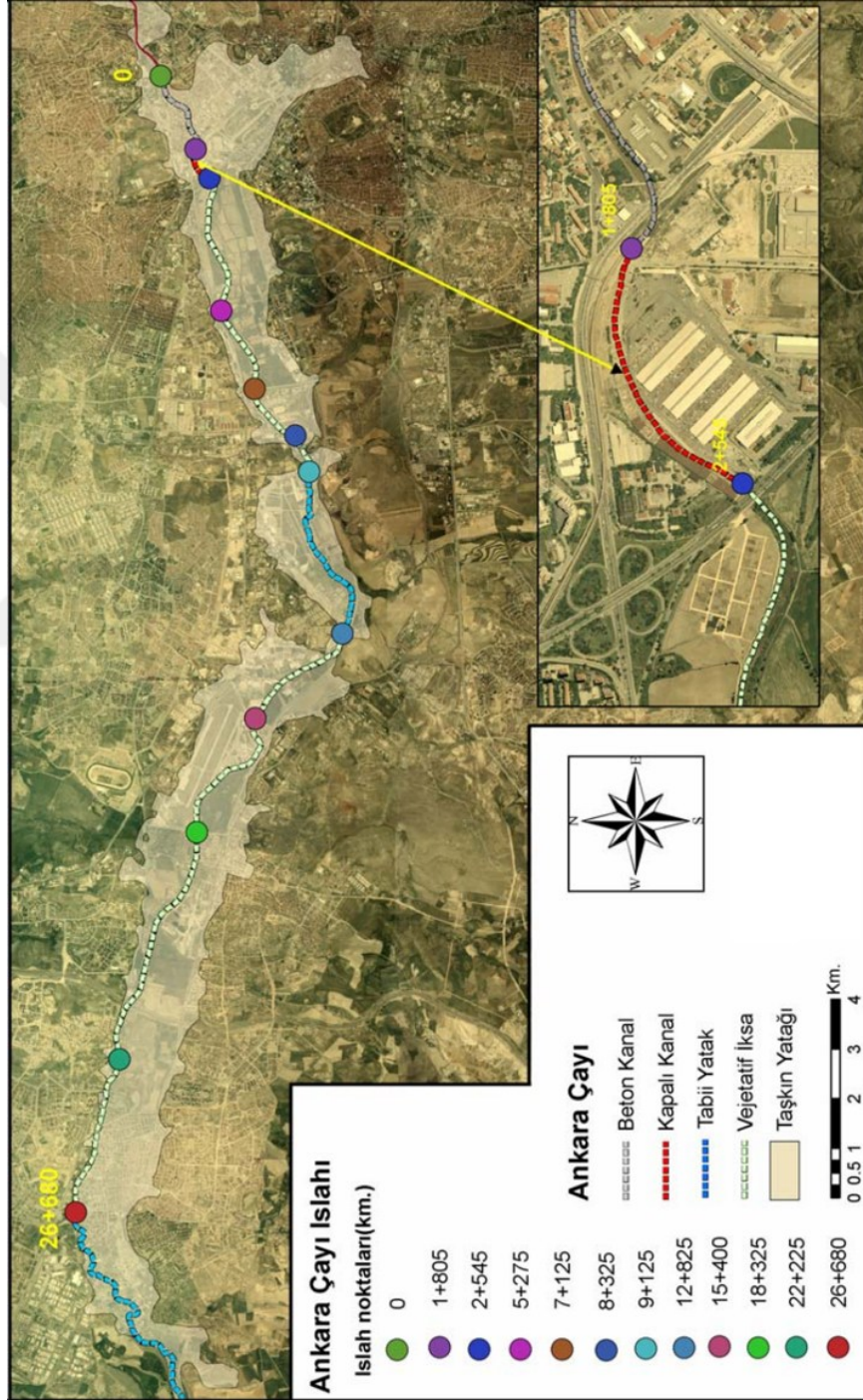
Ankara Çayı ıslahı (Şekil 3.13), ilgili kuruluşlar tarafından DSİ Etlik Tesisleri-Sincan Köprüsü arasında yapılmıştır.

Toplam proje uzunluğu: 26.680 m.

Kapalı kesit: 740 m.

Açık kesit (ıslah edilmiş): 22.240 m.

„Açık kesit (ıslah edilmemiş): 3700 m.



Şekil 3.13: Ankara Çayı taşkın alanı ve ıslah noktaları

Kaynak: Pekin, 2007



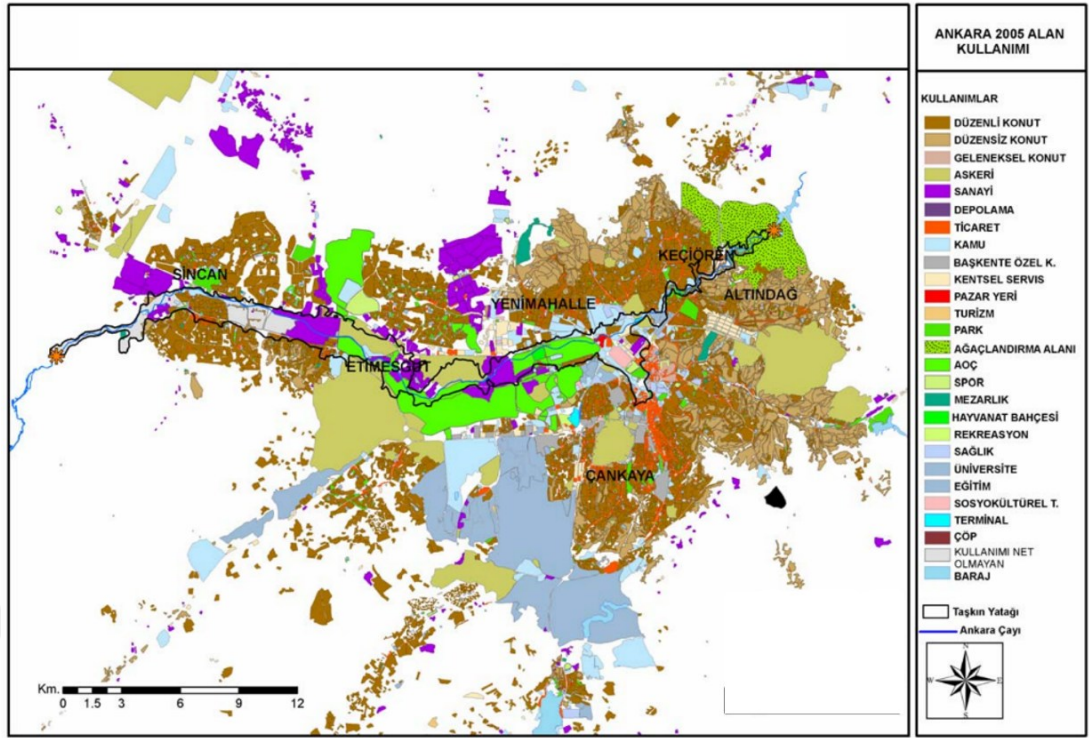
Şekil 3.14: Ankara Çayı a) üzeri kapalı bölüme giriş, b) üzeri açık bölüme çıkış
Kaynak: Pekin, 2007

Ankara Çayı açık ve kapalı kesit olarak ıslah edilmiştir. Çaya evsel, kanalizasyon, inşaat atıkları ve endüstriyel atıklar atılmaktadır (Çetiner, 2019) (Şekil 3.14).

“Ankara Kenti 2005 yılına ait alan kullanım haritasına (Şekil 3.15) göre, araştırma alanının kuzeyinde konut alanları ağırlıklı olmakla birlikte, güneyinde kent merkezi ve büyük alan kullanımlarını içeren karma bir kentsel kullanım çeşitliliği olduğu görülmektedir” (Pekin, 2007).

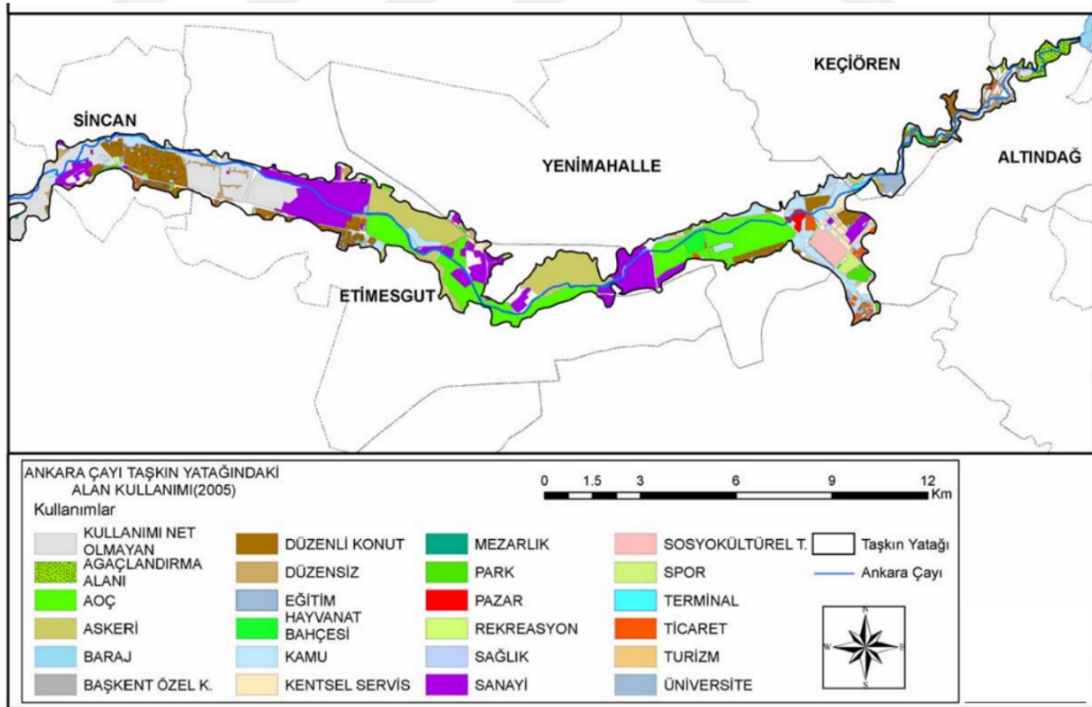
Atatürk Botanik Bahçesi ve 75. yıl koşu ve yürüyüş yolu, Ankara Çayı taşkın alanının üzerinde yer almaktadır. Cumhuriyet döneminin simgelerinden biri olan Gençlik Parkı, 25 ha.’lık bir alan ile taşkın alanının üzerindedir. Atatürk Orman Çiftliğinin bir kısmı da taşkın yatağının içindedir (Pekin, 2007). Ankara Çayı taşkın alanının kullanımını Şekil 3.16’de görülmektedir. Ankara Çayının 3 farklı noktasında ıslah şekilleri görülmektedir (Şekil 3.17), (Şekil 3.18), (Şekil 3.19).

Ankara Çayı’nda geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan ıslah ile taşkın alanlarının farklı amaçlar ile kullanılmasından dolayı beton ve taş tahkimat ile yapılan kanalın taşkın alanı olarak da kullanıldığı görülmektedir.



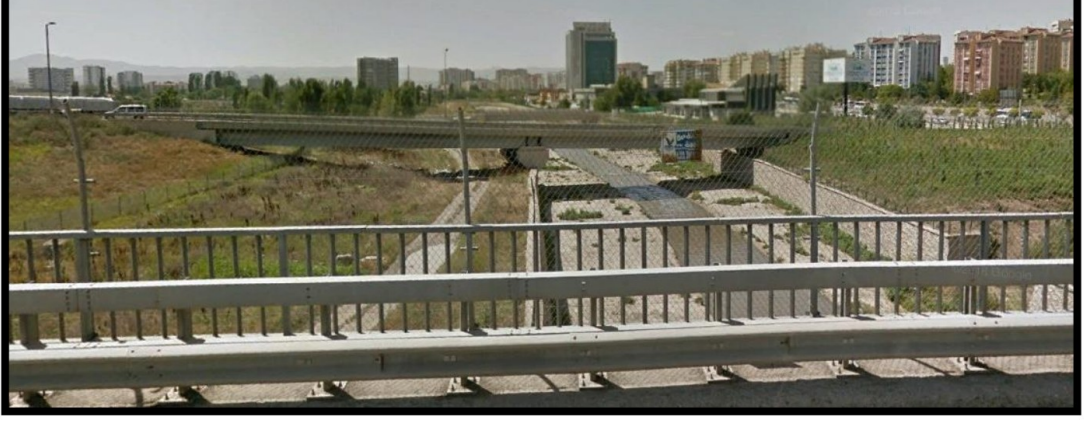
Şekil 3.15: Ankara Çayı 2005 mevcut alan kullanımı

Kaynak: Pekin, 2007



Şekil 3.16: Ankara Çayı taşkın yatağı alan kullanımı

Kaynak: Pekin, 2007



Şekil 3.17: Ankara Çayından görünüş

Kaynak: Çetiner, 2019



Şekil 3.18: Ankara Çayından görünüş

Kaynak: Çetiner, 2019



Şekil 3.19: Ankara Çayından görünüş

Kaynak: Çetiner, 2019

3.2.1.2. Kağıthane Deresi

Terkos Gölü'nün doğusunda bir kaynaktan doğar. Eyüp, Şişli ilçelerinden geçerek Kâğıthane'de Haliç'e dökülür. Bizans döneminde Barbisos adıyla bilinen derenin, Osmanlı döneminde çevresinde bulunan kâğıt fabrikası nedeniyle Kâğıthane Deresi olarak anılmaya başlanmıştır. Derenin ana yatağı 42.5 km'dir. Derenin yan kollarının uzunluğu 218 km'dir (Irmak, 2011), (Şekil 3.20).

Kağıthane Deresi Bizans döneminden bu yana insanlar ve kent için önemli bir doğal kaynak alanı olmuştur.



Şekil 3.20: Kağıthane Deresi konumu

Kaynak: Irmak, 2011

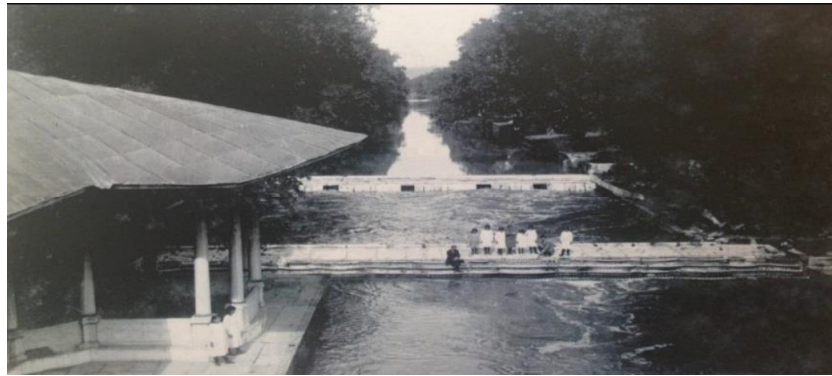
Bizans kaynakları, bölgenin aynı zamanda şehir halkının mesire, eğlence ve plaj yeri olduğunu belirtmektedir. Bizans'ın kâğıt ihtiyacını karşılayan, dere kıyısına kurulu olan kâğıt imalathaneleri/değirmenlerinin varlığı ve üretiminin sürmesi nedeniyle vadi, köy ile dereye 'Kağıthane' denmeye başlanmıştır. "Şehre bu kadar yakın ve ortasından temiz, tatlı bir suyun aktığı, etrafı geniş çayırliklarla bezeli bu yerin doğal mesire ve eğlence yeri olma özelliği devam etmiştir" (Irmak, 2011) (Şekil 3.21).



Şekil 3.21: Münih Fehim Özarman Tablosunda Kağıthane Eğlencesi

Kaynak: Irmak, 2011

Cumhuriyet dönemi ve sonrasında Kağıthane'nin çehresi askeri amaçlı kullanımlar yönünde değişmiştir. Eski saray ve kasırların yıkımlara uğraması, sağlam olanlarını ise işlevlerinin değişmesi ile mesire yeri kimliğinden askeri bölge kimliğine geçiş olmuştur. Şekil 3.22 ve Şekil 3.23'de Çağlayan Sarayı'nın olduğu noktadan 1890 ve 2001 yılı görüntüleridir (Irmak, 2007). İmrâhor kasrı yıkılarak aynı bölgeye 1952 yılında İstihkam Okulu yapılmış bugün Kağıthane Belediye binası olarak kullanılmaktadır (Irmak, 2007). Yeni yapı ile Kağıthane deresi yeşil alanlarının bir bölümünü daha kaybetmiştir.



Şekil 3.22:1890'ların başı Çağlayan Sarayı Cedvel-i Sim

Kaynak: Irmak,2014

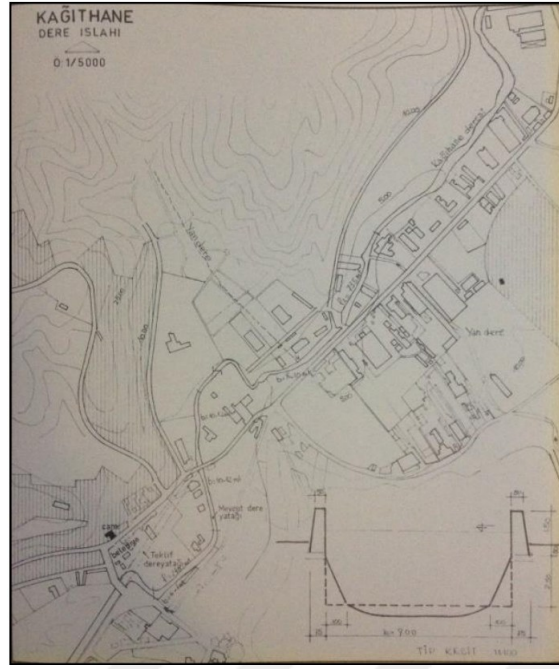


Şekil 3.23: (Şekil 3.22) ile aynı noktadan 2001 görünümü

Kaynak: Irmak, 2011

Sadabat'taki yeşil doku 20. Yüzyılın ilk yarısında bakımsızlıktan, ikinci yarısında ise sanayinin buraya kaydırılmasından dolayı büyük oranda tahrip olmuştur (Şekil 3.24). 1937 Prost Planı ve 1950 Sanayi Planı ile sanayiye açılan Kağıthane Vadisi ağırlıklı 1955 ile başlayan bir fabrikalaşma yaşar. Fabrikalaşma ile Kağıthane deresi doğallığını kaybeder. Dere vadisinde dolgular yapılması bu dönemdedir. Haliç'e dökülen Kağıthane Deresi Haliç'in de bozulmasına sebep olmuştur (Irmak, 2011). "1992 tarihli belediye kayıtlarına göre Kağıthane deresi kıyısında 250'ye yakın fabrika ve küçük imalat yerleri kurulmuştur. Bu imalathane ve fabrikaların pek çoğunun atık suları arıtma tesisleri olmaksızın" doğrudan dereye akıtılmıştır. Deneysel çalışmaların sonucu olarak Haliç'in kirlenmesinin ana kaynağı olarak Kağıthane deresi gösterilmiştir (Tarcan Bütün, 2018).

Kağıthane Deresi gerek sanayi tesislerinin gerekse sel rusubatinin (sel ile taşınan odunsu malzeme) yatağı doldurması ile çevreye zarar verecek duruma gelmesiyle 1969 yılında DSİ derenin mansap kesimi için bir proje hazırlanmıştır. Bu proje için öncelikli kararlar mevcut duvarların yükseltilmesi ve dere boyunca kurt kapanı yapılarak dereyi emniyete almak şeklinde olmuştur. Şekil 3.25 'de görüldüğü gibi dere için günü kurtarmak adına derenin yatağının değiştirilmesi bir ıslah yöntemi olarak belirlenmiştir (Tarcan Bütün, 2018).



Şekil 3.24: 1969 DSİ'nin ıslah planı

Kaynak: Tarcan Bütün, 2018

1955 yılında ilk olarak Şark Mensucat Fabrikasının kurulması ile Kağıthane'de sanayi gelişmesi başlamış ve bu yılda yapılan nüfus sayımında nüfus 3084 iken, 1960 yılında yapılan nüfus sayımında nüfus 22.818'e yükselmiştir. 1960'tan sonra sanayi tesislerinin gelişmesi ile dere yatağı tamamen kirlenerek eski özelliğini tamamen kaybetmiştir. Derenin olduğu bölge 1954'te Beyoğlu'ndan ayrılıp ilçe olmuş Şişli'nin merkez bucağına bağlanmıştır. Köy olma durumunu uzun süre korumuştur. 1950'li yıllarda İstanbul kent içinde sürdürülen imar çalışmaları sırasında evleri, arsaları istimlak edilenlerden bir bölümüne köye ait arazilerden verilmiştir. Bu uygulamadan sonra dere vadisinin iki tarafı gecekondular ile dolmuştur (Tarcan Bütün, 2018).

1966 sanayi planı, Sanayi tesislerinin Kağıthane bölgesinde yerleşmesine neden olmuştur. Kurulan sanayi tesisleri bölgede nüfus artışı ve gecekondulaşmayı beraberinde getirmiştir. Sanayi planı kararları çerçevesinde Alibeyköy ve Kağıthane'de İstanbul'un en geniş gecekondular alanları oluşmuştur.

Şekil 3.25'te İSKİ tarafından ıslah edilen Kağıthane deresi görülmektedir. (Dere yatağı genişliği 30 metre, yüksekliği 2.72 metredir ("Kağıthane Deresi ıslah ediliyor", 2014).



Şekil 3.25: Kağıthane Deresi betonarme kanal ile ıslah edilmesi. (15.11.2023)

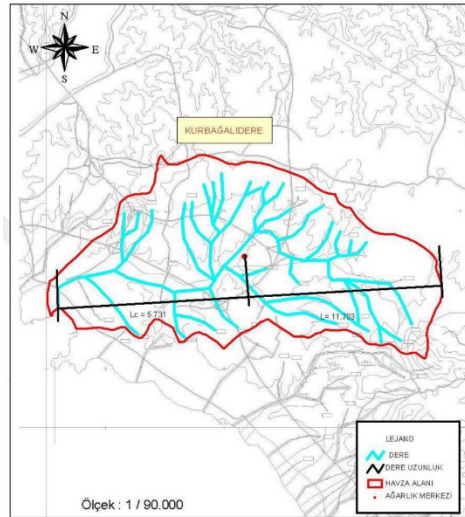
Kaynak: “Kağıthane Deresi ıslah ediliyor”, 2014

3.2.1.3. Kurbağalı Dere

Kurbağalıdere, Kadıköy ilçesinin batısında olup Fikirtepe, Kızıltoprak, Feneryolu ve Bahariye mahallelerinin arasında konumlanmış, 67,5 kilometrelik uzunluğu ile Kadıköy ilçesi ve çevresinin en uzun deresi olarak adlandırılmaktadır (Tarcan Bütün, 2018) (Şekil 3.26).

Dere yukarı taraflardan getirdiği malzemeler ile taşma alanı oluşturmuştur. Uzun yıllar buraları çayır ve bataklık olarak kalmıştır. Kurbağalıderenin taşma alanından günümüze boş olarak sadece Kuşdili Çayırı kalmıştır. Özellikle denizden Hasanpaşa'ya kadar olan taşma alanının bataklık olan doğal yapısı yeşillik ve ağaçlık olarak gelişmiştir. Bugün ise özellikle kentleşme etkisi ile tüm bu alanlar ve nitelikleri olumsuz yönde değişime uğramıştır (Tarcan Bütün, 2018).

18. yüzyıl başlarında Lale Devri'nde Kurbağalıdere çevresi, yani Haydarpaşa, Yoğurtçu, Moda, Kuşdili ve Uzunçayır mesire alanları olarak önem kazanmıştır (Kütükçü, 2014). 1786 yıllarında Kurbağalı dere çevresi bataklık, sazlık ve çayırlar şeklindedir. Bölge yıllar içinde en radikal değişikliklere 19. yüzyıl ortalarında uğramıştır (Mazbaşı, 2012).



Şekil 3.26: Kurbağalı Dere, Kolları ve Havzası
Kaynak: Tarcan Bütün, 2018



Şekil 3.27: Kurbağalı Derenin 1930'lardaki durumu
Kaynak: Pervititch Haritası

Kontrolsüz büyüme ile Kurbağalıdere diğer dereler gibi kanalizasyon işlevi de görmüştür. Olumsuz etki ilk 1924 yılında tespit edilmiş kanalizasyon döşenerek, dereye atıksu etkisi bertaraf edilmiştir. Ancak 1950'li yıllardan sonra artış hızı iyice

tırmanan yapılaşma derenin atık sular ile birleşmesi anlamına gelmiştir (Tarcan-Bütün, 2018).

1900'lerin başından itibaren yerleşime açılan Hasanpaşa 1970'den sonra dokusunun önemli bir kısmını yitirmiştir (Berktaş, 2012). İstanbul'da kentleşme sürekli devam ettiği için 1970'lerde bölgedeki sosyal yaşam sona ermiştir (Tarcan-Bütün, 2018).

Kurbağalıdere ıslah çalışmaları sırasında derenin doğal kıvrımlılığına müdahaleler yapılarak düzleştirilmiştir. Doğaya ve sürdürülebilirliğe aykırı olarak yapılan ıslah çalışmaları ile dere doğal özelliklerini kaybetmiştir. Dere kenarına yapılan yapılardan kaynaklı derenin bir bölümünün üzeri kapatılmıştır.

İSKİ Kurbağalıdere'de taşkın koruma yapılarını ve dere yapı yaklaşma ve koruma sınırlarını, dere yatağı orta aksından 10'ar metre mesafede düzenlemiştir. Bu dar kesitte 10 m dere yapı yaklaşma sınırı ile dere arasında kalan alan Şekil 3.28'te görüldüğü gibi beton bir satıh olmuştur.



Şekil 3.28: Fahrettin Kerim Gökay Caddesi ile İETT Garajı Arası

Kaynak: Tarcan Bütün, 2018

Dere yatağının genişletilmesi ve derinleştirilmesine rağmen halen taşkınlar yaşanmaktadır (Şekil 3.29). Bu taşkın sırasında dereyi kesen köprülerin yüksekliklerinde de sıkıntılar olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3.29: Temmuz 2017 sel felaketi

Kaynak: Tarcan-Bütün, 2018

2016 yılında Kurbağalıdere’de kirliliği önlemek ve atık suları bertaraf etmek amaçlı kollektörler için tüneller inşa edilmiş ve dereye saatte 1200 metreküp deniz suyu pompalanmıştır (Tarcan Bütün, 2018).

Kurbağalıdere’de yapılan ıslah çalışmalarının amacı taşkın mücadelesi ve derenin kirlilikten kurtarılmasıdır (Tarcan Bütün, 2018). Şekil 3.30 ve Şekil 3.31’de dere üzerine inşa edilmiş köprüler görülmektedir. Geleneksel yöntemler ile yapılan ıslahlar ile sel felaketlerinin önüne geçilemeyeceği görülmüştür.



Şekil 3.30: Kurbağalı Dere Üzerindeki Köprüler

Kaynak: Önen, 2006



Şekil 3.31: Kurbağalı Dere Üzerindeki Köprüler

Kaynak: Önen 2006

3.2.1.4. Göksu Deresi

Evliya Çelebi Göksu Deresi'ni, Alemdağları'ndan kıyıya kadar akan ve hayat suyuna benzeyen bir nehir olduğunu vurgular. Mesireyi ise, iki tarafı uzun ağaçlarla süslenmiş bağlardan oluşan, Halıcızade Bahçeleri ve un değirmenleriyle bütünleştirir. (Arın, 2018). Evliya Çelebi 17. Yüzyılı anlatırken Göksu Deresinde un değirmenlerinin bulunduğunu, çömlek ustalarının kırmızı topraktan çanak, çömlek ve testiler yaptığını, nehrin üzerinde bir köprü olduğunu, nehirde kayık ile gezintiler yapıldığını ve bu bölgenin mesire alanı olarak kullanıldığını yazmıştır.

Göksu deresi mesire alanı 18. ve 19. Yüzyıllarda da gezi ve eğlence alanı olarak kullanılmaya devam etmiş, 20. Yüzyılda bu özelliğini kaybetmiştir. Göksu, 1909 yılındaki şiddetli yağmurla meydana selden sonra ihmale uğramıştır (Arın, 2018).

1920-1958 yılları arasında Göksu deresinin olduğu bölgede yeni yerleşimler oluşmaya başlamıştır. Bu kentsel gelişmede, bölgede kurulan sanayi tesislerinin etkisi olmuştur. Bu tesislerden biri Anadoluhisarı Mezarlığı ile Göksu Deresi arasına 1933 yılında kurulan Halat-İp Fabrikasıdır. 1940 yılında Göksu Deresi karşı kıyısında "Kaplama Fabrikası" kurulmuştur (Baraz, 2009).

1928 yılında İstanbul Belediyesi tarafından Üsküdar Beykoz yolu genişletilip açılırken Göksu Deresi üzerindeki ahşap köprü yerine betonarme bir köprü inşa edilmiştir (Göncüoğlu, 2016).

20. yüzyılın başlarına kadar Göksu ovası tarım alanı olarak kullanılmıştır. 1975 yılında Anadolu Hisarı Spor Akademisi kurulması ile Göksu ovası tarım alanının bir bölümünü kaybetmiştir. 1982 yılında spor akademisi Marmara Üniversitesi'ne bağlanmış ve üniversite yerleşkesi haline gelmiştir. 1960-1995 yılları arasında Göksu Deresi çevresinde yerleşimler artmıştır (Şekil 3.32).

İstanbul Boğaziçi Alanı, Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu'nun 14 Aralık 1974 tarihli ve 8172 sayılı kararı ile Doğal Sit Alanı ilan edilmiştir. 2690 sayılı Boğaziçi Yasası 22.11.1893 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Boğaziçi Kanunu'na tabi Boğaziçi alanı, 22.07.1983 tarihli 1/5000 ölçekli nazım imar planında sınırları gösterilen öngörünüm, etkilenme ve geri görünüm bölgelerinden oluşmaktadır.



Şekil 3.32: Göksu Deresi çevresi

Kaynak: İsmailoğlu, 2019

Günümüzde Göksu Deresi, tekne ve kayıkların sığınak alanıdır. Dere ile direk erişim sağlanan bir yaya aksı bulunmamaktadır. Dere kenarının büyük bir kısmı tellerle çevrilerek dışarıdan erişime kapatılmıştır. Özel mülkiyette yapılardan dolayı da kamusal kullanıma kapalıdır. Göksu Deresi üzerinden 3 ayrı yol güzergahı geçmekte ve 3 adet köprü bulunmaktadır. Göksu çayırının olduğu bölgede rekreasyon alanı olarak Baruthane Parkı yapılmıştır (Şekil 3.33).



Şekil 3.33: Göksu Deresi Baruthane Parkı ve dere güzergahı

Kaynak: Ermeydan, 2023

3.4.1.5. Alibeyköy Deresi

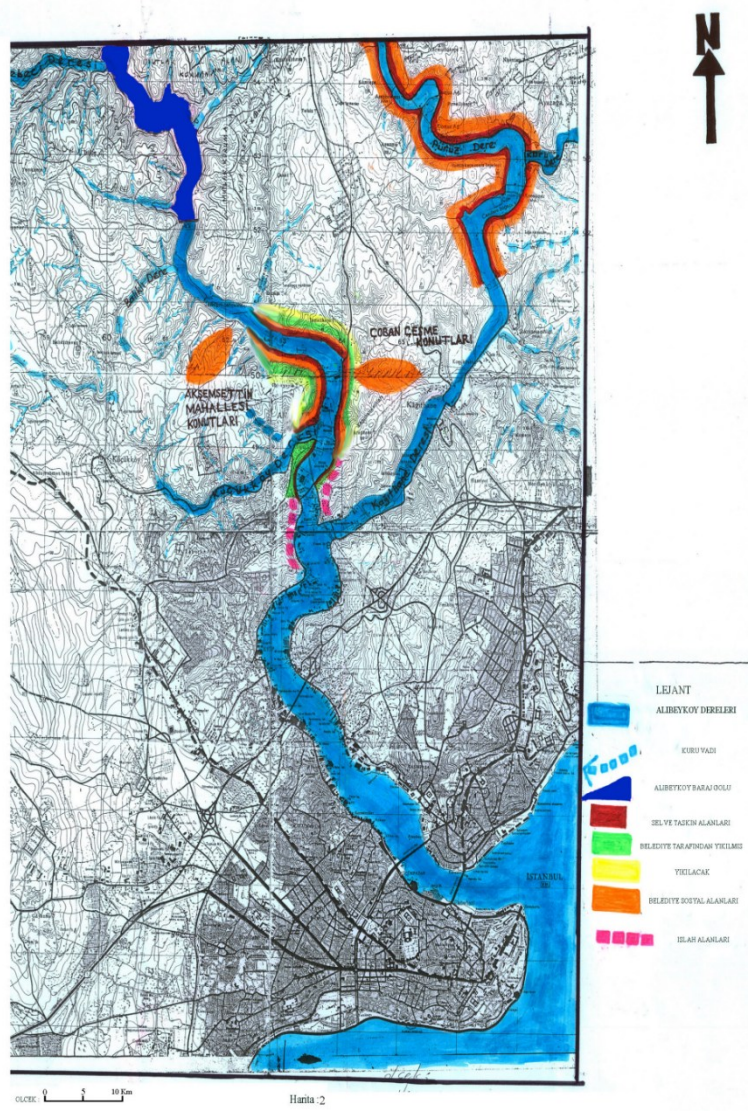
Alibey Deresi havzası Eyüp ilçesinde olup yağış rejimi olarak daha çok yağmur suyundan beslenmektedir. Havza alanı içerisinde aşırı yapılaşma bulunduğundan bölgenin sızma kapasitesi düşüktür (Öztürk, 2006). Şekil 3.34’te Alibeyköy Deresi güzergahı ve taşkın alanları görülmektedir.

Alibeyköy Deresi Osmanlı döneminden itibaren sel baskınları görmüştür. 1563 yılı 20 Eylül’de yağın yağışlar neticesinde Eyüp tamamen sular altında kalmıştır.

Cumhuriyet dönemi İstanbul’a yapılan göçler neticesinde Alibeyköy Deresi çevresinde de çarpık yerleşimler oluşmuştur. Nüfus oranının artışına paralel olarak sellerin verdiği hasarlar da doğru orantılı artmıştır. 11 Ağustos 1997 tarihinde sağanak yağışlarla Alibeyköy Deresi taşmış ve 150 civarında ev sular altında kalmıştır. Dere çevresi sanayi kuruluşlarında çalışan işçiler mahsur kalmıştır.

21 Ağustos 2001 tarihinde Alibeyköy Deresi yağın şiddetli yağmur neticesinde taşmış çevresinde bulunan birçok işyeri ve konutlar sular altında kalmıştır. Yollarda meydana gelen çökmeler neticesinde trafik kazaları olmuştur.

18 Ağustos 2002 tarihinde Alibeyköy Deresi’nin taşması neticesinde dere kenarındaki evlerin birinci katlarına kadar yükselen yağmur suları nedeniyle vatandaşlar mahsur kalmış ve itfaiyenin yardımlarıyla kurtarılmışlardır.



Şekil 3.34: Alibeyköy Deresi Taşkın Alanları

Kaynak: Özdemir, 2007

10 Ağustos 2004 tarihinde Alibeyköy Deresi'nde meydana gelen sel ile, yol ve binaların bodrum ve zemin katlara çamur dolmuş bölgede, itfaiye ekipleri suları tahliye etmeye çalışmışlar ve bölgede büyük çapta maddi hasar meydana gelmiştir. Alibeyköy Deresi'nde görülen sel baskınlarının en şiddetlisi 17-18 Ağustos 2004 tarihlerinde olmuştur (Şekil 3.35).

Arnavutköy ve İmrahor yörelerinin sularını alan Alibeyköy Deresi önce doğuya, sonra da güneye Haliç'e yönelmektedir. Alibeyköy Deresi'nin uzunluğu 41,5 km'dir. 1975-1983 yılları arasında içme, kullanma ve sanayi suyu temini amacıyla inşa edilmiş Alibey Barajı vardır.



Şekil 3.35: 17 Ağustos 2004 tarihli fotoğraf

Kaynak: Özdemir, 2007

Alibeyköy'de özellikle dere yatağında yoğunlaşan işletmeler çeşitli atıklarını Alibeyköy Deresi yatağına bırakarak derenin tıkanma sürecine olumsuz olarak katkıda bulunmuşlardır. Bunun sonucu olarak da hem çevresel kirliliğe yol açarken özellikle son zamanlarda görülen sel baskınlarına dolaylıda olsa neden olmuşlardır.

Alibeyköy Deresinde meydana gelen sel felaketlerinin önüne geçilmesi için geleneksel uygulama olan 8,50 m genişliğinde, 3,50 m yüksekliğinde dikdörtgen kesitli proje ve maksimum 20'm'lik kamulaştırma bandı ile ıslah çalışması yapılmıştır. Şiddetli yağmurlarda sokaklarda oluşan sular yağmur sistemi ile toplanarak alçak kotlardaki yapıların su baskınları ile karşı karşıya kalma riski ortadan kaldırılmıştır (Özdemir, 2007).

Alibeyköy Deresinde yapılan geleneksel ıslah yöntemi ile seller ile meydana gelen tahribatlar ortadan kaldırılmıştır, ancak taşkın alanları ve yakın çevre yeşil alanları da içine alan yeni bir planlama ve uygulama yapılması hidrolojik çözümün yanında ekolojik ve rekreasyonel çözümler de sunmuş olacaktır.

3.2.2. Dünya’da Geleneksel Islah Uygulamaları

Uluslararası ölçekte geleneksel yöntemler ile ıslah edilmiş ABD’den iki örnek, Çin’den ve Fransa’dan birer örnek olmak üzere toplam dört adet su yolu uygulaması incelenerek sorgulanmıştır.

3.2.2.1. Los Angeles Nehri Los Angeles, Amerika



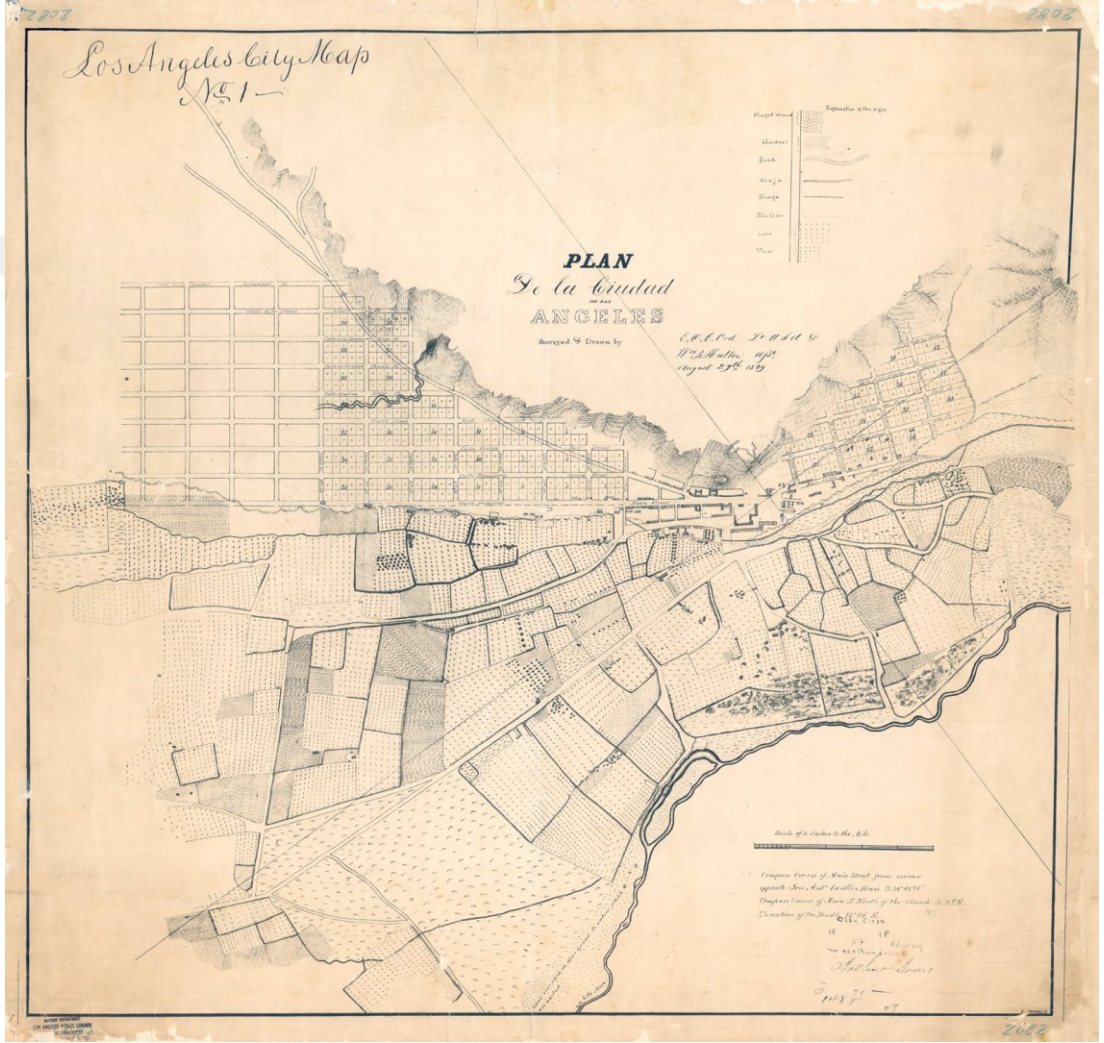
Şekil 3.36: Los Angeles Nehri Betonarme Kanal (11.10.2023)

Kaynak: [Los Angeles River in Places Journal](#), 2018

Los Angeles Nehri, San Fernando Vadisi boyunca güneydoğuya, Long Beach'teki ağzından Los Angeles Şehir Merkezine kadar 51 mil (82 km) uzanmaktadır. Nehrin ana kaynak suları San Gabriel Dağları'ndan akmaktadır. Nehir Los Angeles şehrinin içinde 32 mil (51,5 km) uzunluğunda yer almaktadır.

Los Angeles nehrine tarihsel olarak bakıldığı zaman kıvrımlı bir nehir olduğunu anlamak zordur ancak aynı zamanda şehrin kendisinin de kökenidir ve geniş bir kum yatağından akan dere olarak tanımlanmıştır. Tarihte nehrin havzası pınarlar, bataklıklar ve sığ göletler ile kaplıdır. Dağlardan gelen döküntüler yüzyıllar boyunca birikerek alüvyol silt tabakası oluşturmuş bazı alanlarda kalınlık 6 metreye kadar çıkmıştır (Di Palma ve Robinson, 2018) (Kim, 2017).

Şekil 3.37’de, haritada gösterildiği gibi şehir bahçelerinde kilometrelerce uzunlukta sulama kanalları inşa edilmiştir. Boyutları farklılık göstermekle birlikte saatte 8 km hız ile akan 90 cm genişliğinde, 30,48 cm derinlikte su kütlesi şeklindedir. Su nehirden kanallar ile meyve bahçelerine taşınmıştır. Kanallardan akan su sesi de şehre ayrı bir değer katmıştır. Los Angeles nehrinin izlenebilmesi, deneyimlenmesi sağlanmıştır (Şekil 3.38) (Di Palma ve Robinson, 2018) (Kim, 2017).



Şekil 3.37: Los Angeles Nehri Sulama Kanalları (1849)

Kaynak: Los Angeles Kütüphanesi



Şekil 3.38: Sulama kanalları ile oluşturulan bahçelerden görünüş (1892)

Kaynak: Los Angeles Kütüphanesi

Nehirde yapılan değişiklikler daha büyük kontrol müdahalelerini de beraberinde getirmiştir. Los Angeles nehri sele eğilimli bir nehir olduğu için birçok müdahale ile ehlileştirilmiştir.



Şekil 3.39: Los Angeles Nehri ve Dördüncü Cadde Köprüsü, (1931)

Kaynak: Los Angeles Kütüphanesi

Los Angeles havzası güneye eğimli olup taşan sular vadinin güney tarafından geçen Los Angeles Nehri'ni besler. Nehir kanalı geniştir ve yüksek tortu yükünden dolayı sıklıkla yer değiştirmiştir. Nehrin memba kısmı Long Beach ile Ballona Deresi arasında yer değiştirmektedir. Nehir 1815 ve 1825 yılları arasında tekrar yön değiştirerek Ballona Deresi'ne katılmıştır (Hydrology Manual LACDPW, 2006). 1825 yılında felaket ile sonuçlanan sel sırasında günümüzdeki rotasına yakın bir yer olan Los Angeles şehir merkezinin güney doğusundan akarak San Pedro Körfezi'ne boşalmıştır.

Los Angeles Nehri, kontrolsüz, kıvrımlı bir nehirden büyük bir sel kontrol su yoluna doğru ilerlemiştir (Watershed Wonders, tarih yok). 1914 yılında sel felaketi yaşanmış, 1915'te Los Angeles Sel Kontrol Bölgesi kurulmuş, 1920 ile 1931 yılları arasında birçok baraj inşa edilmiştir. 1940 ile 1954 yılları arasında üç büyük baraj daha inşa edilmiştir.

1930'ların sonları ile 1950'li yıllar arasında beton bölümler yamuk veya dikdörtgen bir konfigürasyonda inşa edilmiştir. Toprak erozyonunu önlemek için su yatağının büyük bir kısmı beton ile kaplanmıştır. Su yolu beton kanal içine alınarak sel sularının kıyı ovasında düşük maliyetli taşınması planlanmıştır. Los Angeles Nehri Şekil 3.36'da görüldüğü gibi betonarme su yolu yatağına alınmış ve yatak bankalarının üst kenarları metal çit içine alınmıştır. Nehir ile kentlinin bağlantısı koparılmıştır. Şekil 3.40'ta nehrin şehir merkezindeki konumu yer almaktadır.



Şekil 3.40: Los Angeles Nehrinin şehir merkezinden geçtiği bölüm

Kaynak: Development Pressure: 1997–1999, Tarih yok

Oldukça kentleşmiş orta ve aşağı havzalarda yaklaşık 4,5 milyon insan yaşamaktadır. Yılın kurak zamanlarında, nehrin kollardaki akışlara çöp, insan ve hayvan atıkları, otomobil sıvıları, endüstriyel kirleticiler, gübreler ve böcek ilaçları gibi kirleticileri içerebilen kentsel akış hakimdir (Los Angeles River State Of The Watershed Report, 2012).

Los Angeles Nehri, beton ile kaplı drenaj kanallarına indirgenmiş, nehir kenarlarındaki bitki örtüsünden arındırılmış, demiryolu hatları ile sınırlanmış, endüstriyel tesislerin arkasına gizlemiş ve otoyolların altında kaybolmuş durumdadır.

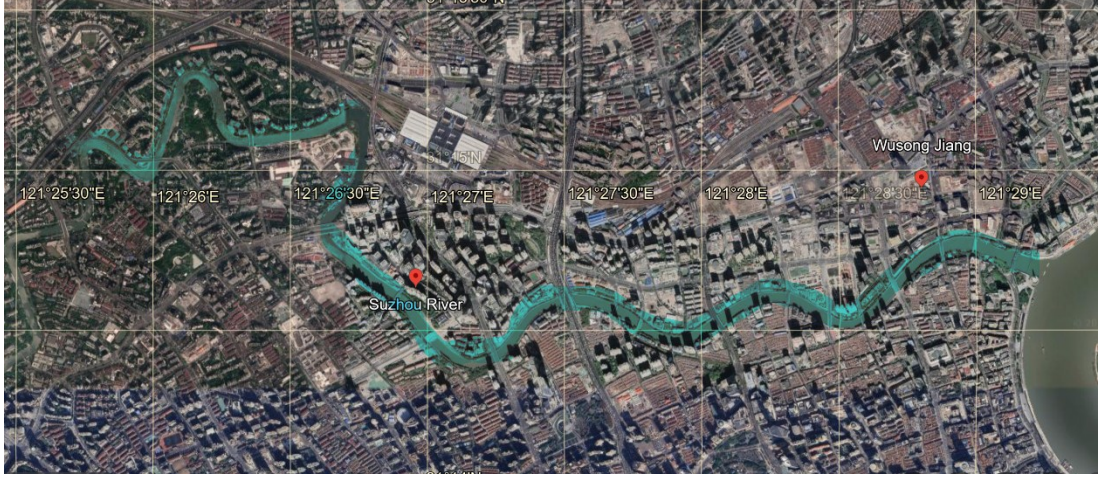
Los Angeles Nehri kurak mevsimde çok az su taşımakta ancak kış yağmurları sırasında sık sık sular altında kalmaktaydı. 1930'larda yaşanan iki büyük sel 50'den fazla kişinin ölümüne ve önemli miktarda mülkün zarar görmesine neden olmuştur. 1950'li ve 1960'lı yıllarda federal hükümet nehri düzleştirmiş, derinleştirmiş ve betonla güçlendirmiştir. Yapılan beton kanal sayısız hayat kurtarmış ve maliyetli maddi hasarları önlemiştir; ancak bu nehir artık insanlara çekici gelmemektedir. Ordu Mühendisler Birliği, taşkın kontrolü amacıyla betonla kaplı nehir yatağını ve kıyılarını oluşturmuştur, ancak kanal, kış yağmurları dışında yılın büyük bölümünde kuru kalmaktadır. İstanbul'daki derelerde olduğu gibi yağış sularının drene edilmesi dışında soğuk, işlevsiz, mekân olarak tanımsız gri beton zemin hüviyetinde kalmaktadır.

Los Angeles Nehri, banklarında söğüt ağaçları bulunan, berrak küçük bir dere iken 80 yılda bütün özelliğini kaybederek, balçık tabakasıyla kaplı çorak araziye dönüşmüştür (Kim, 2017).

3.2.2.2. Suzhou Deresi

Huangpu Nehri'nin dar bir kolu olan Suzhou Deresi, şehir merkezi boyunca doğudan batıya doğru akmaktadır (Şekil 3.41). Paris'in Seine Nehri'ne veya Londra'nın Thames Nehri'ne benzeyen bu iki nehir, şehre güzel nehir manzaraları katmaktadır. Kıyı sanayi bölgelerindeki kültürel sanat bölgelerinin de büyümesini teşvik etmişlerdir (Nanxi, 2008). Şekil 3.42'de Huangpu Nehri ve Suzhou Deresi Şanghay Kentsel Planlama Sergi Merkezinden çekilmiş fotoğrafıdır.

20. yüzyılın ortalarından itibaren Şangay Çin'in en büyük sanayi şehri haline gelmiştir. Su yolu taşımacılığında dolayı üretim tesisleri nehir kenarlarında oluşturulmuştur. Özellikle Suzhou Deresinin kuzeyi ile Huangpu Nehrinin batısında yoğun sanayi tesisleri kurulmuştur (Nanxi, 2008).



Şekil 3.41: Suzhou Deresi

Kaynak: Google Earth görüntüsü (16,11,2023)

Suzhou Deresinin diğer adı Wusong Nehridir. Memba kısmı Tai Gölü olup Suzhou şehrine doğru akmaktadır. Ortalama 50 metre genişliğinde ve 125 kilometre uzunluğunda olup Şangay şehir merkezinde 13 kilometrelik kısmı bulunmaktadır. 20. yüzyılın ortalarında büyük tarihi değerlere ve geleneksel tarzlara sahip bir şekilde inşa edilmiştir. Çoğunlukla depolar, tek sanayi binaları, pamuk fabrikaları, un fabrikaları ve tekstil fabrikaları bulunmaktadır (Nanxı, 2008).



Şekil 3.42: Huangpu Nehri ve Suzhou Deresi Şanghay Kentsel Planlama Sergi Merkezi,

Kaynak: Nanxı, 2008

Suzhou Deresi atık su ve fabrikalardan gelen çöpler nedeniyle yoğun şekilde kirlenmiştir. Dere kenarında oluşan gecekondular şehir merkezini de olumsuz etkilemiştir. Taşkınların önlenmesi için nehir kıyısına duvarlar yapılmış ve nehir ile çevre birbirinden koparılmıştır. Nehrin kirliliğinin ortaya çıkmaması için nehir kenarındaki eski sanayi binalarının yıkılmasından kaçınılmıştır (Nanxi, 2008). Şekil 3.43'te Suzhou Deresi'nin geçirdiği değişimler görülmektedir.



Şekil 3.43: Suzhou Deresinin geçirdiği aşamalar (11.12.2023)

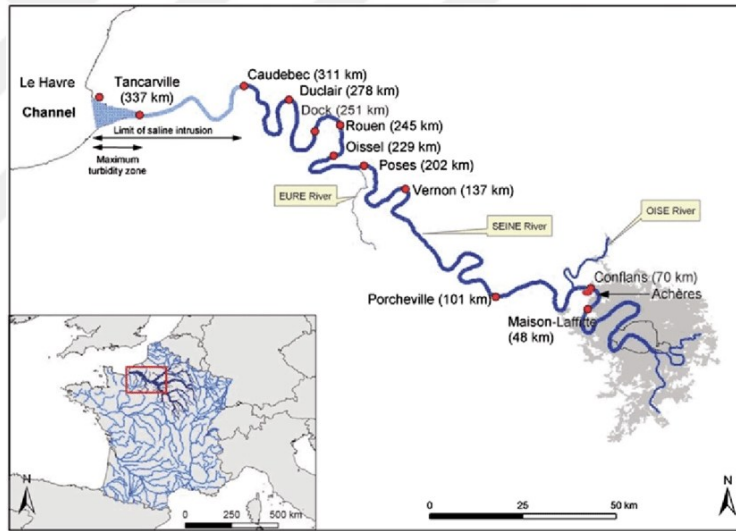
Kaynak: “Suzhou Creek: Reclaiming Shanghai’s Industrial Waterway”, Tarih yok

3.2.2.3. Seine Nehri, Paris Fransa

Dünyanın büyük şehirlerinden biri olan Paris, Seine havzasının merkezinde yer almaktadır. Fransa'da Seine Nehri yaklaşık 6000 yıl önceden beri su yolu olarak kullanılmaktadır. Şehrin, yani Lutetia'nın Mürted Julian'ın hükümdarlığı döneminde (4. yüzyıl) genişlediği Galya-Roma döneminden bu yana, Paris'in nüfusu ve kentsel alanı üç kat artarak bugün nüfusu yedi milyona ulaşmıştır. Seine Havzasında yaşayan insan sayısı 18 milyondur. Orta Çağ'da ahşap salların ve yiyecek malzemelerinin nehir üzerinde taşınması, nehir değirmenleri ve su kaynaklarının doğrudan kullanılması başkentin büyümesini desteklemiştir.

Seine nehrinde meydana gelen değişiklikler

- Taşkın yataklarındaki arazi kullanımları değiştirilmiştir.
- Nehir yatağı kanalizel edilmiştir.
- Nehrin enine bağlantılarında kayıplar yaşanmıştır.
- Nehir deşarjı, su seviyesi ve su derinliği değiştirilmiştir.
- Balık gçleri engellenmiştir.
- Yerli olmayan balık türleri gelmiştir.
- Hipoksiye neden olan organik kirlilik ve trotfikasyon, suda yaşayan biyolojik çeşitliliği etkilemiştir.
- Biyojeokimyasal döngülerde değişiklikler meydana gelmiştir.
- Toksik maddelerden kaynaklanan kirlenme ve ortaya çıkan diğer su kalitesi sorunları oluşmuştur (Flipo ve diğerleri, 2021).



şekil 3.44: Seine Nehri Haritası, Josette A. Garnier

Kaynak: Sebilo ve diğerleri, 2006

şekil 3.44'te sen nehri haritası görülmektedir. Bugün, değiştirilmiş nehir yatağı, geriye kalan birkaç ada dışında, 19. yüzyıla göre daha dar ve derindir. Bir zamanlar tüm alüvyon ve nehir ağzı düzlüklerini kaplayan orijinal nehir kıyısındaki sulak alanlar önemli ölçüde azalmış ve yerini sıklıkla yeni yapay su kütelleri, kum havuzları almıştır. Atık su arıtma tesislerinin inşa edilmesine karşın Seine bir miktar kirli olmaya devam etmektedir ve Paris'in mansabındaki bazı su kalitesi göstergelerinde önemli bir düşüş vardır (Lestel ve diğerleri, 2023). Seine, Marne ve Oise nehirlerinden elde edilen

su halen 5,5 milyon metropol sakinine dağıtılan evsel içme suyu üretiminde kullanılmaktadır. Ancak Rouen bölgesinde (Paris'in 240 km aşağısında), Seine Nehri'nin çok bozulmuş kalitesi nedeniyle su temini yeraltı suyundan sağlanmaktadır. İnsanların Seine Nehri ile olan ilişkisinin bir diğer özelliği de nehrin kontrol derecesidir. Değişiklikleri 13. yüzyılda genellikle birinci dereceden akarsuların her kilometresinde bulunan değirmenlerin, saptırmaların ve eşiklerin kurulmasıyla başlamıştır. Paris'in nehir yatağındaki iddiası, 19. yüzyılda ulaşım öncelik verilmesiyle yaygınlaşmış ve bugün Seine, Fransa'nın en yüksek ulaşım faaliyetine sahip nehri olmuştur. Gemi ulaşımına elverişli Seine Nehri artık setlerle sınırlandırılmış bir dizi alçak eğimli nehir erişiminden oluşmaktadır. Paris'teki nehir kıyıları 19. yüzyılda inşa edilen yüksek ve alçak rıhtımlarla sabitlenmiştir. Sonuç olarak, 1930 ile 1990 yılları arasında Paris'in 250 ila 300 km yukarısında, Yonne, Cure, Aube, Yukarı Seine ve Marne nehirleri üzerinde bulunan bir dizi rezervuar inşa edilmiştir. Bugün bu rezervuarlar yüksek suları kısmen alçaltmıştır. Buna karşın, Seine Nehri sınırındaki şehirlerin maruz kaldığı en büyük doğal risk su baskını olmaya devam etmektedir.

Seine nehrinin Parisliler tarafından algılanışı önemli ölçüde gelişmiştir. Örneğin, 19. yüzyılın ikinci yarısında Seine nehri manzarası (küçük köyleri, nehir kıyılarındaki rekreasyon alanları ve nehir banyolarıyla), manzara resmini başlatan Empresyonistler tarafından tercih edilmiştir. Buna karşılık, 1950'den 1990'a kadar nehir ile Parisliler arasında bağlantı eksikliği vardır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, Seine Nehri kıyıları büyük ölçüde akarsu liman tesisleri ve kentsel otoyollar tarafından işgal edilmiş ve nehir, nehir trafiğine ve atık su deşarjına bırakılmıştır. Bu arada ciddi biçimde bozulan nehir kalitesi yalnızca birkaç dayanıklı balık türünün varlığını sürdürmesine izin vermiştir.

Seine nehri üzerinde yapılan fiziksel değişiklikler geri döndürülemez şekildedir. Seine nehri kanalize edilirken (1850-1950) nehirdeki birçok ada kademeli olarak yok olmuştur (Lestel ve diğerleri, 2023). Nehrin ikincil kolları doldurulmuştur. Akıştaki jeomorfolojik örgü indeksi düşürüldüğünden balıkların yumurtlama alanları yok olmuştur.

Nehirdeki balık toplulukları 13. Yüzyıldan itibaren kurulan nehir değirmenlerinden ve 17-19. Yüzyıllarda balıkların yaşam alanlarını değiştiren kereste taşımacılığın ve yapılan yapay göletlerin kaynak suları ısıtmasından etkilenmiştir.

Kum madenciliği çalışmalarında taşkın yatağındaki sulak habitatlar değişime uğramıştır. Başlangıçta bu alanlar terk edilmiş kollar ve diğer sığ su kütleleri olup orta ve büyük taşkınlar sırasında etkinleştirilmiş ve birbirine bağlanmıştır. Paris'in hızlı bir şekilde geliştiği dönemde otoyollar, demiryolları ve Bassée taşkın yatağındaki Nogent-sur-Seine nükleer enerji santrali için kum çıkarma, 1950'den sonra dramatik bir şekilde artmıştır (Lestel ve diğerleri, 2023). Seine taşkın yatağında birikmiş malzemeler yeterli ve ucuz bir çözüm şekli olmuş nakliye işlemleri de nehir su yolu ile kolayca taşınabilmiştir. Kum çıkarma işlemleri ile Seine yatağı çevresinde yüzlerce kum çukurları oluşturulmuştur.

1910 yılında Paris'te sel meydana gelmiş, Paris'e ve banliyölere zarar vermiş, şehrin işleyişine iki ay boyunca engel olmuştur. Yaşanan sel olayından sonra taşkın depolama rezervuarlarının yapımı gündeme gelmiştir. Paris'te nehir seviyesi 1940'lara kadar düzenlenememiş, yaz aylarında aşırı düşük akışlar gözlenmiş, mansap kısmının su kalitesi kötüleşmiştir. Paris şehrinin içinde belirli bir nehir seviyesi kontrolü $\pm 0,35$ m olarak belirlenmiş ve böylece nehir deşarjındaki değişiklikler en aza indirilmiştir (Barles ve Guillerme 2014). Bu, 1966 ile 1990 yılları arasında Paris'in yaklaşık 250 km yukarısındaki Champagne platosunda, yönlendirilen ve pompalanan nehir sularıyla beslenen büyük depolama ve taşkın kontrol rezervuarlarının inşa edilmesiyle başarılmıştır.

Seine nehri günümüzde de ulaşım öncelik veren Seine havzasındaki yönetim politikası göz önüne alındığında, mevcut dönüşümlerin çoğu (kanalizasyon, kıyı yapaylaştırması, taşkın yatağında kum madenciliği ve baraj kurma) kalıcı olarak değerlendirilebilir.

3.2.2.4. Allegheny, Monongahela ve Ohia Nehirleri, Pittsburg, Amerika

Pittsburg şehrinin nüfusu 300,431'dir (2021). Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusunda yer almaktadır. Şehirde 300'ü aşkın çelik üretimi ve ticareti ile yakından ilgili işletme bulunduğu için "Çelik Şehri" takma adıyla bilinmektedir. Şehir merkezi üç büyük nehrin kavşak noktası ve bir yarımada üzerinde kurulmuştur. Nehirler Allegheny, Monongahela ve Ohia'dır. Üç nehir, diğer akarsular, karayolları ve

demiryolları üzerinde olmak üzere şehirde 446 adet köprü olduğundan aynı zamanda köprüler şehri olarak da isimlendirilmektedir (Wikipedia) (Şekil 3.45).



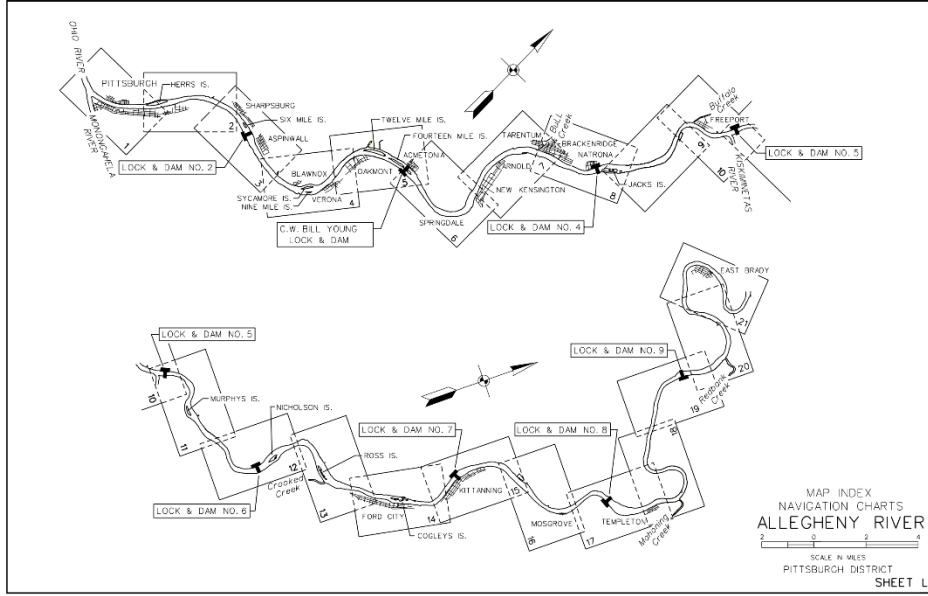
Şekil 3.45: Pittsburg Şehri görünüş (15.12.2023)

Kaynak: “Pittsburgh”, Tarih yok

İki yüzyıldan fazla bir süre boyunca şehir, nehirleriyle, ekonomik yaşamın üç farklı dönemine karşılık gelen çok farklı ilişkiler geliştirmiştir. Pittsburgh, ilk 100 yılı boyunca can damarı olan ticareti taşımak için nehirlere bağımlı olmuş; yine de onları fiziksel olarak yönetmeye çalışmıştır. Kentin on dokuzuncu yüzyılın ortalarında başlayan sanayileşmeyi ani bir şekilde benimsemesi, nehirlerin hidrolojisini ve ekolojisini kökten değiştirmiştir. Pittsburgh yönetimi, hızlı endüstriyel ve kentsel büyümenin ihtiyaçlarını karşılamak için nehirlerin akışını düzenlemeye, kıyılarını şekillendirmeye ve düz taşkın yatağı arazilerini genişletmeye çalışmıştır. Ayrıca nehirlerin suyunu hem evsel hem de endüstriyel tüketim ve atık bertarafı için kullanmışlardır. Bunu yaparken, bu ikinci dönemdeki nehirleri şehrin altyapısının ayrılmaz bir parçası olarak tasarlamışlardır. Böylece nehirler, şehrin ve endüstriyel makinenin sorunsuz işleyişi için kontrol altına alınmış, yönetilmiş ve rasyonelleştirilmiştir.

Allegheny Nehri, kuzey orta Pensilvanya'nın dağlarında başlayarak Pittsburgh bölgesinde Monongahela ile buluşmaktadır. İki nehrin birleşmesi ile 3. Nehir olan Ohia nehri meydana gelmektedir.

Nehirler seyahat etmek için ideal yüzeyler olmalarına rağmen, akıştaki dalgalanmalar, tehlikeli engel ve kayalar değişen kum setlerinden dolayı ticari kullanımları sınırlı olmuştur. Ticari faaliyetler için nehirleri uygun hale getirme çalışmaları yapılmıştır. Yapay su kanalları da oluşturulmuştur.



Şekil 3.46: Allegheny nehri yol haritası,

Kaynak: (Allegheny River Navigation Charts Allegheny River Navigation Charts, 2004).

Nehirler ayrıca ev ve sanayiye su sağlamak, kanalizasyon olarak kullanılmak, yağmur sularını toplamak amacıyla da kullanılmıştır. Sanayi atıkları da nehirlerle bağlanmıştır. Pittsburgh sakinleri nehir ve kenarlarını rekreasyon için kullanmışlar, her yıl ilkbahar ve sonbaharda oluşan sellerinin oluşturduğu zararları da bertaraf etmişlerdir. Şehir geliştikçe köprü yapımları hız kazanmış, doğal ormanlık olan nehir kıyıları rıhtım ve ticari kullanım ve altyapılarına çevrilmiştir.

Pensilvanya Demiryolu ile 1852'de Pittsburgh'a ilk demiryolu hizmeti girmiş ve nehirlerin rolü değişmiştir. Demiryolları ile şehirde ticaretin yerini sanayileşme almıştır. Nehirler endüstriyel üretim ve kentsel gelişim için altyapı olarak kullanılmaya başlamıştır (Şekil 3.46).

Sanayileşmede en yoğun gelişme demir-çelik ile bölgesel kömür ve kok endüstrilerinde yaşanmıştır. 1875'ten sonra seri üretim çelik endüstrisinin büyümesi şehrin endüstriyel dönüşümünü tanımlamıştır. Sanayiciler büyük değirmenlerini, değirmenin kara tarafı boyunca uzanan demiryolu rayları ile geniş nehir menderesleri içinde yer alan geniş nehir taşkın yataklarına yerleşmişlerdir. Cam, demiryolu ekipmanı, alüminyum, gıda işleme ve elektrikli ekipman endüstrilerindeki diğer sermaye yoğun, seri üretim tesisleri, en önemlilerini belirtmek gerekirse, üç nehrin taşkın yatağı boyunca Pittsburgh Point'ten 30 (48km) ila 40 (64 km) mil kadar uzanan

alanlara yayılmıştır. Nehirler, bölgedeki kömür yataklarından sağlanan yakıtın yanı sıra kereste ve petrol gibi diğer doğal kaynakların ucuz ulaşımını sağlayarak bölgenin sanayileşmesinde kritik bir rol oynamıştır Şekil 3.47 şehrin 1785 ve 1925 yılı yapılaşma durumunu göstermektedir.

Ticari nehir trafiğiyle uğraşan insan ve gemilerin toplam sayısı istikrarlı bir şekilde azalmasına karşın, nehirler boyunca taşınan malların gerçek tonajı artmıştır. Petrol, kum, çakıl ve özellikle kömür gibi dökme malların yanı sıra bazı işlenmiş demir ve çelik ürünleri bu trafiğe hâkim olmuştur. İç Savaşın sona ermesiyle birlikte, ABD Ordusu Mühendisler Birliği nehirleri devralmıştır. Nehirleri istikrarlı, yönetilebilir altyapı sistemleri halinde yeniden şekillendirerek, ticari trafik açısından önemli ekonomik getiriler sağlanmıştır. Kanal derinlikleri artırılarak taşınan ağırlıkların miktarı da artmıştır. Tamamen mühendislikle tasarlanmış nehirler, derinlikleri altı (1,8 m) ila dokuz (2.7m) fit arasında tutulan ulaşım kanallarına sahip bir dizi havuzdan oluşmuştur.



Şekil 3.47: 1758 ve 1925 görüntüleri

Kaynak: Craig ve diğerleri, 2001

Kontrollü nehir akışı ve buna eşlik eden nehir kıyıları boyunca sanayinin büyümesi, nehir kenarlarını neredeyse nehirlerin kendisi kadar dramatik bir şekilde değiştirmiştir. Yeni "havuzlar" su seviyelerini kalıcı olarak yükseltmiş, önceki çamur düzlüklerini yok etmiş ve yeni nehir kıyıları oluşturmuştur. Endüstriler nehir terminalleri ve taşkın kontrolü için ahşap ve çimentodan perdeler inşa etmişlerdir. Büyük yuvarlak demirleme hücreleri inşa etmişler, kıyıları vinçlerle, taşıma bantlarıyla ve yükleme oluklarıyla donatmışlar ve su alma ve atık boşaltma boruları eklemişlerdir. Bazı şirketler, çoğu demir ve çelik fabrikalarından gelen cüruftan oluşan yoğun dolgularla kıyıları genişletip yükseltmiştir ve hatta yakındaki adalara giden arka kanalları bile kapatmışlardır. Tekne inşa eden firmalar suya indirme tesisleri kurmuşlar ve kıyı boyunca birçok yerde onarım tersaneleri genişletmişlerdir. Gecekondu tekneleri, batık

deniz taşıtları ve terk edilmiş mavnalar nehir kenarlarına ve kıyılarına saçılmıştır. Nehir kenarlarına da demiryolları sıralanmış ve pek çok yerde dik yamaçlar taşkın yataklarını daraltarak ve buraları yalnızca demiryolları işgal etmiştir (Muller ve diğerleri, 1996).

On dokuzuncu yüzyılın büyük bölümünde Pittsburgh'lular evsel atıklarını ve atık sularını kanalizasyona değil, fosseptiklere ve özel kasalara yerleştirmişlerdir. 1889 ile 1912 yılları arasında 642 kilometreden fazla birleşik kanalizasyon inşa edilmiştir. Tasarım kararının, gelecekteki nehir suyu kalitesi üzerinde büyük etkileri olmuştur.

Diğer şehirler gibi Pittsburgh'da akan suyun kendi kendini arıttığı ve atıkları seyreltip uzaklaştırdığı teorisine dayanarak, arıtılmamış kanalizasyonunu kamu kanalizasyon çıkışlarından (145 tanesi) doğrudan komşu su yollarına boşaltıyorlardı. Eş zamanlı olarak yukarı havzadaki topluluklar da kanalizasyon inşa ediyor ve atıklarını aynı nehirle boşaltıyorlardı. 1900 yılına gelindiğinde, nehrin yukarısındaki 75 belediyede 350.000'den fazla sakin, arıtılmamış kanalizasyonlarını Pittsburgh Şehri nüfusunun çoğuna içme suyu sağlayan Allegheny Nehri'ne boşaltmıştır. Hatta Pittsburgh'un kendi kanalizasyonlarının bir kısmı bile su temini pompalama istasyonlarının üzerindeki yerlerde nehre boşaltılıyordu. Ortaya çıkan kirlilik, Pittsburgh'a ülkenin büyük şehirleri arasında tifodan kaynaklanan en yüksek ölüm oranları oluşmuştur. Tifodan dolayı meydana gelen ölümlerden sonra içme suyu sağlayan su kaynaklarının filtrelenmesi gündeme gelmiştir. 1907 yılında ilk filtrelenmiş su şehir halkına verilmiştir. 1912'den itibaren su kaynakları klorlanmaya başlanmış ve tifodan kaynaklı ölüm oranları normal seviyeye inmiştir.

Nehirlerde seyreltme yoluyla bertaraf yönteminin, özellikle düşük akış hacminin olduğu dönemlerde akışı artırmak için Pittsburgh'un yukarısında depolama rezervuarları inşa edilmesi durumunda rahatsızlıkları önlemek için yeterli olduğu ileri sürülmüştür. Bu şekilde nehirler kentsel atıklar için deşarj görevi görmeye devam edeceklerdir.

1934'te Pennsylvania su yollarının yüzde 85'i ham kanalizasyon ve endüstriyel atıklardan çeşitli derecelerde bozulmaya maruz kalmıştır. Pittsburgh Şehri'nin su ihtiyacının çoğunu karşıladığı Allegheny Nehri havzasında 920.000 kişilik bir nüfusun kanalizasyonunun yalnızca yüzde 18'i arıtılmıştır. Pittsburgh ve diğer topluluklardan gelen kanalizasyon, akarsuların oksidasyon kapasitesini aşarak nehirlerde rahatsız

edici görüntü ve kokulara neden olmuştur. Akarsulardaki büyük kirlilik seviyeleri halk sağlığını etkilemiştir. Ayrıca maden asidi drenajı Pittsburgh sakinleri için su filtreleme maliyetlerini artırmıştır. Ancak 1945 yılında arıtılmamış suların nehirlere boşaltılması durdurulabilmiştir.

3.3. Bölüm Sonucu

Kentlerin kurulmasında mihenk taşı olan su yolları, kentlerin alan, nüfus ve üretim çeşit ve şekillerinin değişmesi ile paralel bir iyileşme göstermemişlerdir. Şehrin büyümesi ile ters orantılı olarak şehirlerin kuruluşu ile ilk dönemlerindeki görüntü ve fonksiyonlarına geri döndürülemez şekilde bozulmuşlardır.

Kentlerde su yollarının bozulmaları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

- Su yolu havzaları kullanımı değişmiştir.
- Havza alanlarından yağmur suları toprak altına geçemediği için su yolları kaynakları azalmıştır. Birçok su yolu kentte kuru yol ağı görüntüsünü almıştır.
- Taşkın alanları kaybolmuştur.
- Su yolu atıksu ve kanalizasyon taşıma kanalına dönüşmüştür.
- Ulaşım-taşıma amacıyla derinleştirilip düzleştirilmişlerdir.
- Su yolu kenarları yeşil doku tamamen yada büyük kısmı kaybolmuştur. İstilacı bitki türleri su yolları kenarlarına yerleşmiştir.
- Su yollarında yaşatan fauna kaybolmuş birkaç istilacı balık türleri gelmiştir.
- Su yolları üzerine değirmenler yapılmıştır.
- Su yolları üzerine baraj inşaatları yapılmıştır.

Kent alanlarında işlevini, kaybeden su yollarının ıslahı için yapılan çalışmalar aşağıda sıralanmıştır:

- Su yolu havzasında geçirimsiz yüzeylerden kaynaklı yüzeysel sular için taşıma ağı oluşturularak su yoluna deşarj edilmiştir.
- Taşkın alanları yok olduğundan su yolu kenarları betonarme duvarlar ile yükseltilerek su yolu yatakları taşkın yatağı görevi üstlenmiştir.
- Atıksu ve kanalizasyonun su yollarına verilmesi bulaşıcı hastalıkları arttırdığı için su yolları tamamen ya da kısmen kapatılmıştır.

- Bulaşıcı hastalıklar devam ettiği için atıksu ve kanalizasyonun önce atıksu arıtma tesislerinde arıtılarak su yollarına ve denizlere deşarj edilmesi başlamıştır.
- Su yolları kesitleri taşkın dönemleri yeterli olmadığından dolayı genişletilmiş ve derinleştirilmiştir. Su yolları temizsu kaynakları ile beslenemediği için şehrin içinde gri beton yol ağı görüntüsü almıştır.
- Su yollarında yapılan ıslah çalışmaları ile kentlinin su yoluna erişimi koparılmıştır.
- Su yolları kenarları topoğrafik olarak ulaşımaya uygun olduğundan otoyol ağlarının içinde kalmıştır.
- Yüzeysel suların ön arıtmasının yapıldığı sulak alanların yok olması ile su yollarında irili ufaklı partiküller birikmesinden dolayı bakım ve işletme zorlukları oluşmuştur.

Bu sorunlar sınıflandırılarak, sınıflandırılan başlıklar altında yeni çözüm arayışları araştırılmıştır.

Su yolları kenarlarında kurulan kentlerde sanayileşme ve nüfus artışı ile yerleşim alanları yetersiz kalmış, su yollarının yatakları ve taşkın alanlarının fonksiyonları değiştirilmiştir. Su yollarının havzaları yani yerleşim alanlarında yapılaşmalar artmış, doğal alanlar azalmıştır. Su yolları sürdürülebilirliğini kaybetmiş sel olaylarının sayısı ve zararı artmıştır. Sel olaylarının önüne geçilebilmesi amacıyla su yollarının yatakları genişletilmiş, derinleştirilmiş ve kenarlarına yükseltilmiş beton duvarlar örülmüştür. Ancak yapılan hidrolojik mühendislik yöntemler ile sel olayları sona ermemiştir.

Kentlerde su yolları kentsel hafızadan kaybolmuş, su yolları sadece yağışlar ile oluşan yüzeysel suların deşarj noktalarına dönüşmüştür. Su yolları ve çevrelerinin kentlinin kamusal alanlarına dönüştürülmesi için yeni çözüm arayışları başlamıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SU YOLLARININ ISLAHINDA YENİ ÇÖZÜM ARAYIŞLARI

Son dönemde su yollarını iyileştirmek için yenilikçi ve sürdürülebilir çözümlere olan ilgi artmıştır. Çünkü kentler yaşanabilir özelliklerini kaybetmek üzeredir. Global iklim değişikliği de hızlı çözüm bulunması konusunda zorunluluk getirmiştir. Uzun süre kuraklık döneminin ardından metrekareye düşen yağış 70 kg'ı geçebilmektedir. Kuraklık ve şiddetli yağışın kentlerde yönetilebilmesi için yeşil altyapı planlaması çok önemli hale gelmiştir.

Kentsel alanlardaki nehirler ve toplum için daha doğal bir çözüm elde etmenin alternatiflerinden biri, çok işlevli peyzajlarda yeşil ve mavi altyapının (GBI-YMA) kullanılmasıdır. Bu nedenle gri, yeşil ve mavi altyapı kavramlarını dikkate almak önemlidir. Kentsel taşkınlar gibi kentleşmenin getirdiği çarpıklıklar, gri altyapı olarak da bilinen altyapı çalışmalarının benimsenmesinden etkilenmektedir (Niezgoda ve Johnson, 2005). Bu yapılar şehre yeni işlevler sağlayabilir (Everard ve Moggridge, 2012), ancak genel olarak daha uyarlanabilir ve esnek olan yeşil altyapıların aksine katı ve uyarlanabilir olmayan süreçleri içermektedir (Voskamp ve Van de Ven, 2015). Yeşil altyapı terimi, doğal sistemlerin altyapı bileşenleri olarak dahil edilmesinin önemli olduğu düşüncesiyle 1994 yılında yaygınlaşmaya başlamıştır (Rouse ve Bunster, 2013). Bu doğal yapılar geniş çapta test edilmiş ve geleneksel girişimlere kıyasla daha fazla kentsel sürdürülebilirlik sağlamada başarılı oldukları kanıtlanmıştır (Benedict ve McMahon, 2012). Yeşil altyapı yinelenen bir terim olmasına karşın Perini ve Sabbion (2017), yeşil ve mavi altyapı (GBI-YMA) tanımının, kentsel dirençliliği oluşturmak için olası tüm stratejileri kapsayacak şekilde giderek daha fazla kullanıldığını ve su kütleleri durumunda, yeşil altyapının (GBI-YMA) giderek daha fazla kullanıldığını vurgulamıştır. Yeşil mavi kentsel altyapı tekniklerinin uygulamaları önem kazanmıştır (Guimaraes ve diğerleri, 2021).

Yeşil Altyapı tesis etme yöntemleri:

- Yeşil alanlar oluşturarak,
- Sulak alanlar tesis ederek,
- Yağmur bahçeleri tesis ederek,
- Çatı bahçeleri tesis ederek,
- Su rezerv alanları tesis ederek,

- Yağış sularını geçici depolayabilen alanlar tesis ederek,
- Betonarme su yollarını tabii haline döndürerek,
- Düzleştirilen su yollarının menderesli hallerine çevirerek,
- Su yollarında yok olan taşkın alanlarını geri kazandırarak,
- Su yolları kenarlarındaki kaybolan tampon alanları tekrar oluşturarak,
- Yeraltına gömülen su yollarının tekrar günyüzüne çıkartarak,
- Su yollarına atıksu girişlerinin önüne geçilerek,
- Su yolları ile havzasındaki yeşil alanları birbirine bağlayarak,
- Su yollarından kaybolan flora ve faunanın geri gelmesi için elverişli ortam oluşturarak,
- Su yolu havzalarındaki geçirimsiz yüzeyleri %20 nin altına getirerek,
- Kentlerde boşalan akiferlerin temiz sular ile tekrar doldurulmasını sağlayarak gerçekleşir.

Toplum katılımı: Toplum katılımının önemini bilincinde olarak, birçok girişim yerel sakinleri ve kuruluşları su yollarının iyileştirilmesine dahil etmektedir. Bu, gönüllü temizlik çalışmalarını, eğitim programlarını ve sürdürülebilir uygulamaların savunulmasını içerebilir.

Teknolojik ilerlemeler: Su yollarının iyileştirilmesine yönelik yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Su yollarının sürecinin daha iyi anlaşılması için izlenebilir, sensör ağları kurulabilir, su yolu davranışları kayıt altına alınabilir. Su yollarının sürdürülebilirliğini kaybettiği noktaya geri döndürebilecek ekosistem işlevlerinin sağlanması için iyileştirme veya restorasyonlar gerçekleştirilmelidir.

Kentsel su yolları ile ilgili problemlerin çözümü için su taşıma yataklarının kapasitesinin artırılarak yüzeysel akışın kentsel ortamdan hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasını amaçlayarak yapılan uygulamalar ile çözüm sağlanamamıştır. Çünkü sellerin sıklığı, şiddeti ve yıkıcılığı daha da artarak devam etmiştir. Kentsel akışlardaki problemlerin çözümünün onların ilk hallerine yaklaştırılmakla mümkün olacağı anlaşılmıştır. Bunlar su yollarının planlanabilmesinin 1. aşaması su yoluna ait, su yolunu besleyen havzasında gerekli çözüm planlamalarının yapılmasıdır. 2. Aşama hidrolojik çözümlerin üretilmesidir. 3. aşama ekolojik çözümlerin sağlanmasıdır. 4.

Aşama rekreasyonel ölçekte çözüm arayışıdır. 5. Aşama kentsel ölçekte çözümlerin bulunmasıdır.

4.1.Havzalar Ve Su Yolu Yatakları İçin Çözüm Arayışı

Su yollarına su kaynağı sağlayan ve yağışlar ile oluşan yüzeysel suların aynı su yolunda toplanan yüzey alanı havzayı oluşturmaktadır. Su yollarında meydana gelen bozulmaların büyük bir kısmı havza alanlarının yanlış kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Şu anda dünya nüfusunun neredeyse %20'si doğrudan sellere maruz kalmaktadır (Sadofl ve diğerleri, 2015). Ülkemizde sel ya da taşkınlar, depremden sonra en büyük ekonomik kayıplara yol açan afetlerdir (Korkanç, 2005).

Başlangıçta yüksek hacimli yağmur suyu akışı, daha fazla miktarda kirlenici madde taşıyabilir; bu süreç genellikle 'ilk yıkama' olgusu olarak tanımlanmaktadır. Genellikle yağmur suyunun ilk yarım inçlik (1.27cm) kısmı en yüksek kirlilik yükünü taşımaktadır, bu nedenle yakalanması ve yönetimi su kalitesinin korunması için bir öncelik haline gelmektedir ("Sustainable Stormwater Management", Tarih yok).

Kentsel drenajla mücadeleye yönelik geleneksel zorlu mühendislik çözümlerinin eksiklikleri konusunda giderek artan bir küresel fikir birliği vardır. Geleneksel hidrolik mühendisliği (gri altyapıdan itibaren) tarihsel olarak çabalarını, yağmur suyunun şehirden mümkün olduğu kadar hızlı ve uzağa taşımak amacıyla, yeri değiştirilecek yağmur suyunun hacmi üzerinde yoğunlaşmış, ancak yağmur suyunun kalitesi konusunda ihmalkar davranmıştır. Gri altyapı teknolojileri sadece menfezli su yollarındaki kirliliği arttırmakla kalmamış, akiferlerin yenilenmesini azaltmış, nehirlerin ve akarsuların konfor ve çevre hizmetleri sağlama konusundaki doğal potansiyelini göz ardı etmiş, aynı zamanda mansaptaki taşkınları da şiddetlendirmiştir. Menfezlerdeki tıkanıklıklar drenaj süresini hızlandırmakta ve sıklıkla bu olay üst havzalarda meydana gelmektedir. Ayrıca, yağmur suyunun durdurulması, buharlaşması, tutulması ve sızması gibi doğal hidrolojik fonksiyonların azalması, yağmur suyunun hacminin artmasına neden olmuş ve bu da 'selin zirvesini, akış hızını ve sıklığını artırmıştır' (Kozak ve diğerleri, 2020).

Sellerin artması, kentsel drenajın tasarımı ve yönetiminde bir paradigma değişikliğine işaret etmektedir. Köken bölgesine daha yakın olan yağmurlu drenajı çözmek amacıyla doğal emilim ve tutma mekanizmalarının oluşması gereklidir. Bunlar

genellikle ‘açığa çıkartma’ veya ‘günüşiği aydınlatma’ ve su yollarının farklı derecelerde yeniden doğallaştırılması projelerini içermektedir. Temel olarak, kentsel taşkın riskini yorumlamak için Kaynak Yolu Alıcı modelinin terminolojisini benimseyen, çağdaş yaklaşımların odak noktası, iletim sisteminin iletim kapasitesini artırmaya yönelik geleneksel yaklaşımdan ziyade akışın kaynaktan yönetilmesidir (Kozak ve diğerleri, 2020).

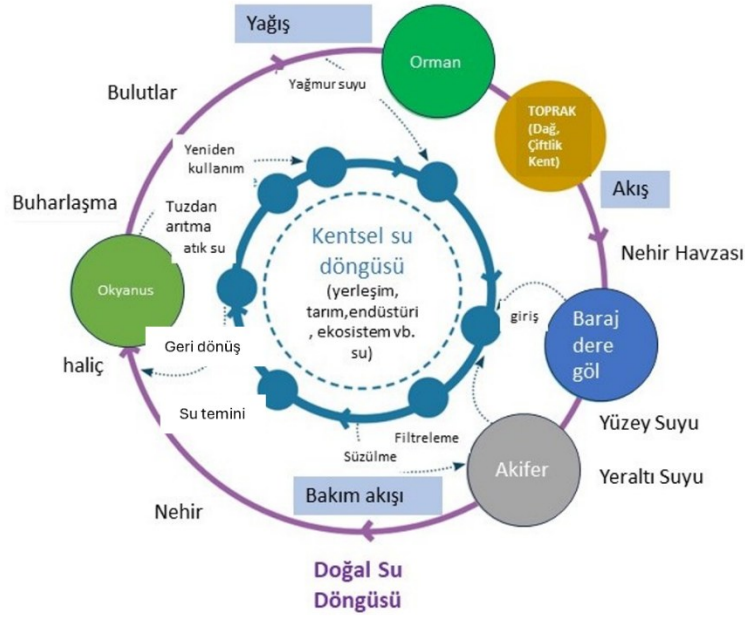
Devasa drenaj yapıları inşa etmek yerine, yağmur suyunu havza içinde, akış kaynağına daha yakın bir yerde yakalamayı, tutmayı ve yeniden kullanmayı amaçlayan yenilikçi teknikler arayışı hakim olmaya başlamıştır (Kozak ve diğerleri, 2020).

Şehirler su döngüsünü o kadar değiştirmiştir ki, uzmanlar ‘kentsel su döngüsü’ terimini doğal su döngüsünün dışında ve farklı bir kavram olarak kullanmayı önermektedir. Kentsel ortamlarda su döngüsünün temel yapısı aynı kalır, ancak kentleşme, sanayileşme ve nüfus artışı gibi olgular nedeniyle bazı önemli hususlar değişmiştir. Su kaynaklarını arıtmak ve bunları insanlar tarafından kabul edilebilir standartlara getirmek için yapılan insan faaliyetleri, suyun havzalardan rezervuarlara ve arıtmaya, evsel musluklara ve evlerden doğaya olan yolculuğunu değiştirmiştir (Şekil 4.1). Şehirlerde bulunan beton ve kaldırımlar su sızmasını sınırlar ve akıntılar oluşturur; bu da yağmur suyu sistemlerine kirlilik ve atık getirmesinin yanı sıra yeraltı suyu akiferlerinin yenilenmesini de sınırlamaktadır. Kısacası, insan müdahalesi şehir düzeyinde su dolaşımını değiştirerek su kaynaklarının kalitesini ve kullanılabilirliğini değiştirmiştir (Şekil 4.2) (Marsalek ve diğerleri, 2008).



Şekil 4.1: Kentlerde su dolaşımı

Kaynak: Marsalek ve diğerleri, 2008



Şekil 4.2: Doğal ve Kentsel Su Döngüsü

Kaynak: Marsalek ve diğerleri, 2008

Su yollarının doğal yapıları ilk olarak geleneksel mühendislik uygulamaları ile değiştirilmiştir. Su yolu yataklarına, setler, taşkın duvarları, beton veya gabyon istinat duvarları, riprap, kaya, palplanş, moloz, savak ve derece kontrol yapıları yapılarak dayanıklı kanallar elde edilmeye çalışılmıştır. Bu yöntem ile doğal kuvvetlerin ve akarsuların davranışı üzerinde etkili olan değişkenlerin etkisinden kaçınmak için kanallar hareketsiz konuma getirilmiştir. Mühendislik uygulamaları sonucu yapılan beton ve diğer malzemelerden üretilmiş sabit setler ve sınırlayıcıların belirli bir süre sonra altlarının oyulduğu, çatladığı, dağıldığı gözlemlenmiştir. Erozyonlar artmış derelerin kıyı korumalarının etrafı aşınmıştır (Riley, 2003).

Kabul edilebilir bir eşik su yolu elde etmek için çeşitli teknikler vardır. Bunlar;

- Kanal şeklinin değiştirilmesi,
- Boyut ve eğimin düzenlenmesi,
- Erozyon direncinin artırılmasına yönelik yatak ve banka malzemeleri seçilmesi,
- Durgunluk gibi özellikler oluşturmak için akış hidroliğinin manipüle edilmesi,

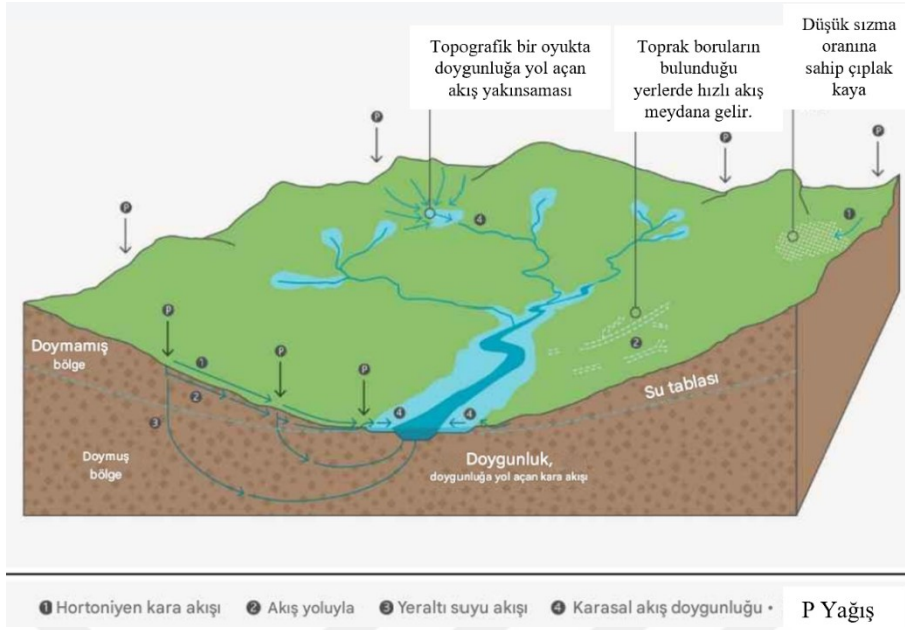
Bir su yolunun boyutu ve şekli onun fiziksel formu olarak tanımlanmaktadır. Tasarımcı, kendi sahasında inşa edilen su yolunun vizyonunu ve tasarım hedeflerini karşılamak için fiziksel formu, bitki örtüsünü ve hidroliği ayarlayabilmektedir.

Fiziksel form, tasarımcının sahip olduğu birincil kontroldür, çünkü bitki örtüsü tasarımı ve sosyal altyapı için şablon sağlamaktadır. Fiziksel form büyük ölçüde taşkın etkilerini ve su yolunun drenaj verimliliğini de kontrol etmektedir.

Sürekli olarak akan su yollarındaki akış; topluca su yolunun akış rejimi olarak tanımlanan sürekli bir dizi normal veya temel akış, daha büyük akışlar ve akışın durması yoluyla dalgalanmaktadır. Bir su yolundaki su akışı, kanalı şekillendirmek için gereken enerjiyi sağladığından ve su yolunun ekolojisini güçlü bir şekilde etkilediğinden, bu akışın özellikleri, uygun bir kanal formunun tasarlanmasında çok önemlidir.

Akış rejimi, su yolundaki çeşitli akışlar boyunca akışın büyüklüğünü, sıklığını, süresini, zamanlamasını ve değişim hızını tanımlamaktadır. Bu akışlar, kentleşmiş havza üzerindeki yağışın akışa dönüştürülmesi ve daha sonra çeşitli akış yolları yoluyla alıcı su yoluna doğru yol almasıyla üretilmektedir. Ağırıklı olarak kentsel bir havzayı boşaltan bir su yolunun akış rejimi, ormanlık veya tarımsal bir havzayı boşaltan bir su yolundan önemli ölçüde farklıdır.

Yağış ve yüzey akışı arasındaki ilişki, yağış olayının kendisinden (yani yağışın yoğunluğu, sıklığı ve süresi) ve fiziksel havzadan (havza büyüklüğü, topografya, altta yatan jeoloji ve arazi kullanımı) etkilenir. Su yolları bir havzanın toplam alanının yalnızca çok küçük bir kısmını kaplar, bu nedenle yağışın büyük bir kısmı bir dizi yoldan su yoluna ulaşmak zorundadır. Doğal koşullar altında bu yollar çeşitli yüzey ve yeraltı hidrolojik yolları içerir (Şekil 4.3).

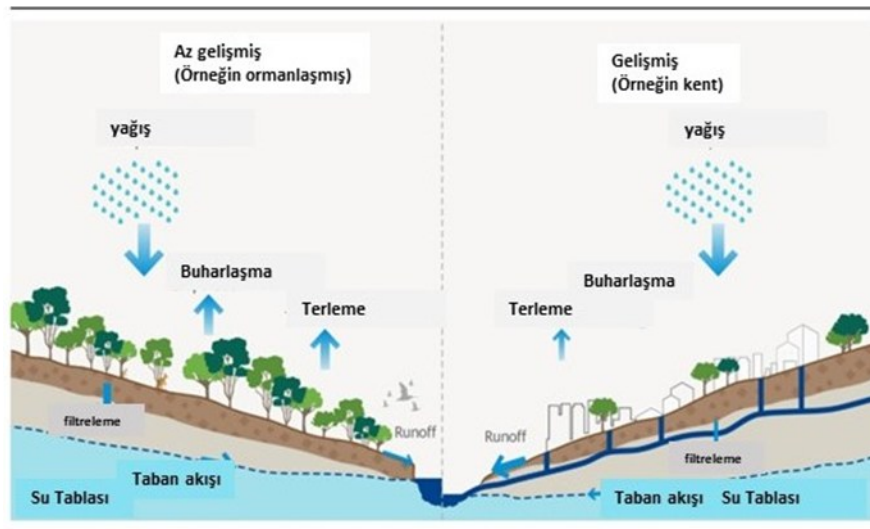


Şekil 4.3: Gelişmemiş bir havzada akış oluşturan hidrolojik yollar

Kaynak: Melbourne Water, 2019

Ek olarak, akış rejiminin diğer unsurları (akış bileşenleri olarak adlandırılır), su yolundaki fiziksel ve ekolojik süreçler üzerinde etkileri olabilecek büyüklük, sıklık ve süre açısından tanımlanabilir.

Gelişmiş bir havzada, düşük ila orta düzeydeki akışlar, genellikle inşa edilmiş sulak alanlar gibi yağmur suyu arıtma sistemleri yoluyla su yoluna taşınacak şekilde büyük ölçüde değiştirilir. Yüksek akışlar, bazı durumlarda yol olabilecek taşkın yolları aracılığıyla projeden su yoluna aktarılmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Gelişmiş ve gelişmemiş havza karşılaştırması

Kaynak: Melbourne Water, 2019

Su yolu aşağı yönde akarken, yan su yollarından ve ek yağmur suyu boru bağlantılarından ek akışlar alır. Bu katkılar, bu konumlardaki akış hacmine önemli ölçüde katkıda bulunabilir; bu da doğal bir su yolunda, daha büyük akışlara uyum sağlamak için kanal kapasitesinin (erozyon yoluyla) artmasına neden olur. Kentsel alanlarda, yerel hidrolik bozulma ve erozyonun dikkate alınması ve tasarlanması önemlidir. Bu özellikle su yoluna giden boru çıkışlarının/bağlantılarının yakınında önemlidir.

Akış hacimleri yukarı akıştan aşağı akışa doğru artar ve su yolunun gerekli hidrolik kapasitesi de artar.

İnşa edilen su yolları çeşitli havza boyutlarında ve topoğrafyada drenaj sağlar. Çoğu, kurak dönemlerde önemli miktarda yüzey akışı oluşturmaz. Bu su yolları geçici olarak bilinir, bu da önemli sürelerde sıfır oldukları veya akmalarının durduğu anlamına gelir.

Açık su yollarında akışın iki temel ilkesi vardır: akış sürekliliği (içeri girenin dışarı çıkması gerekir) ve akışa karşı hidrolik direnç. En basit ifadeyle su yokuş aşağı akar. Akan su enerjiye sahiptir ve su yolu boyunca akarken su sütünü ile kil, kum, kaya, gabion veya bitki örtüsü gibi sınır malzemesi arasında bir etkileşim vardır. Yani su sınırdan geçerken enerji harcanır.

Su, farklı tür ve şekillerdeki su yollarından geçerken ve aynı su yolunun farklı bölümlerinden geçerken çok farklı davranışlar sergileyebilir. Örneğin hafif eğimli kesimlerde ve havuzlarda akış yavaş, derin ve sakin olabilir. Tersine, dar daralmalarda ve dik kesimlerde su hızlı akabilir, dalgalı ve şiddetli olabilir. Açık su yollarındaki akış üç genel duruma göre sınıflandırılabilir:

- Düzgün veya düzgün olmayan akış. Düzgün akışta derinlik ve debi su yolu boyunca sabittir
- Kararlı veya kararsız akış. Sürekli akışta zamanla deşarjda bir değişiklik olmaz
- Kritik altı veya kritik üstü akış. Kritik altı akış yavaş ve sakin, süperkritik akış ise hızlı ve türbülanslıdır.

Fiziksel süreç: Bir su yolunda akış ve kanal sınır malzemesi arasındaki etkileşim, genel olarak erozyon (taşınma dahil) veya sedimantasyon olarak sınıflandırılabilir fiziksel süreçler oluşturur. Bu süreçler, su yolunun sınır malzemesi üzerindeki akıştan gelen enerjiyi harcama şeklinden kaynaklanır.

• Erozyon. Malzemenin dünya yüzeyinden aşınarak uzaklaştığı bir grup doğal süreçtir. (Thomas, 2016). İnşa edilmiş su yollarında erozyonun temel nedeni, kanal sınır malzemesinin akışlar tarafından aşındırılması ve daha sonra bu akışlar tarafından aşağı yönde taşınmasıdır.

• Sedimentasyon. Su yolundan aşındırılan veya su yoluna su havzasından giren herhangi bir tortu, kaynağın mansap yönündeki su yolu içinde birikme potansiyeline sahiptir. Sedimentasyon hacmine ve türüne bağlı olarak su yolu üzerinde olumlu veya olumsuz etkileri olabilmektedir.

Su yollarında erozyon ve çökelmenin meydana gelmesi beklenir ve bu durum, akışın uyguladığı hidrolik kuvvet (kayma gerilimi) dengesine ve kanal sınırının sınır malzemelerinden kaynaklanan direncine (kayma direnci) bağlı olacaktır.

Bununla birlikte, kanal ayarlaması için mevcut alanın evler, köprüler, yollar, menfezler gibi altyapılar ve kanalizasyon gibi hizmetler tarafından kısıtlandığı kentsel su yollarında, genellikle erozyon ve birikme hızının ve büyüklüğünün sınırlandırılması gerekir.

Düz bir su yolu nadiren doğal olarak oluşur ve yapay olarak düzleştirilen kanallar, kanal yatağının bazı bölümlerinin aşınması ve diğerlerinin birikmesi yoluyla zamanla kıvrımlılık geliştirme eğiliminde olacaktır. Su yollarındaki bir dizi kıvrıma kıvrımlı denir.

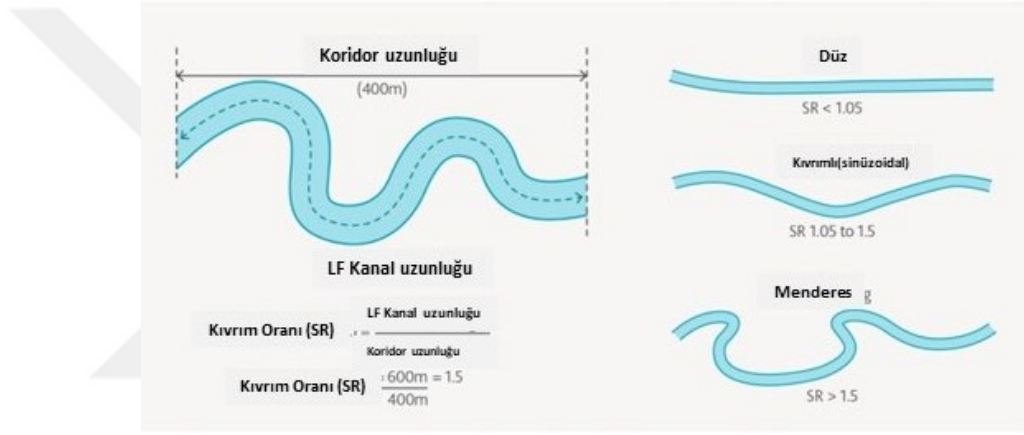
İnşa edilmiş su yollarının çok düşük kıvrımlılıkla tasarlanması mümkün olmasına rağmen, tasarıma bir miktar kıvrımlılığın dahil edilmesinin faydalı olmasının birkaç nedeni vardır:

1. Kanal kararlılığı: Düz kanallar doğası gereği kararsızdır ve genellikle daha kararlı bir forma ulaşmak için ayarlanır. Temel tasarım ilkelerinden biri su yolunun tüm tasarım akışları için stabil olması gerektiğidir. Uygun bir kıvrımlılık derecesiyle inşa edilen bir su yolunun büyük kanal düzenlemelerine uğrama olasılığı daha düşüktür ve sonuç olarak uzun vadede daha az bakım gerektirir.

2. Akış içi ekoloji: Kıvrımlı su yolları daha geniş akış koşullarına sahiptir (örneğin, kıvrımların dışında daha hızlı, iç kısmında daha yavaş akış). Akış koşullarının çeşitliliği, hedef hayvan ve bitki türlerini desteklemek için ihtiyaç duyulan habitat aralığına katkıda bulunur.

3. Konfor: İnsanlar, tasarlanmış yapay bir görünümünden ziyade 'doğal' bir görsel görünüme sahip su yollarına oldukça değer vermektedir. Konfor değeri, iyi tasarlanmış bir su yolunun merkezi bir bileşenidir, dolayısıyla kıvrımlılık entegre edilmelidir. Kıvrımlılık ayrıca erişimi kolaylaştıran öğelerin daha kolay dahil edilmesini de sağlayacaktır; seyir terasları ve oturma alanları gibi.

Kıvrımlılık oranı, bir su yolunun ne kadar kıvrımlı olduğunun bir göstergesidir ve su yolu erişim uzunluğunun ölçülmesi ve bunun vadi boyunca düz çizgi mesafesine bölünmesiyle hesaplanabilir (Şekil 4.5). Kıvrımlılık oranı 1,05'ten küçük olan su yolları düz, 1,05 ile 1,5 arasında olanlar kıvrımlı, çok kıvrımlı su yolları ise 1,5'ten büyük olan su yolları olarak tanımlanmaktadır.

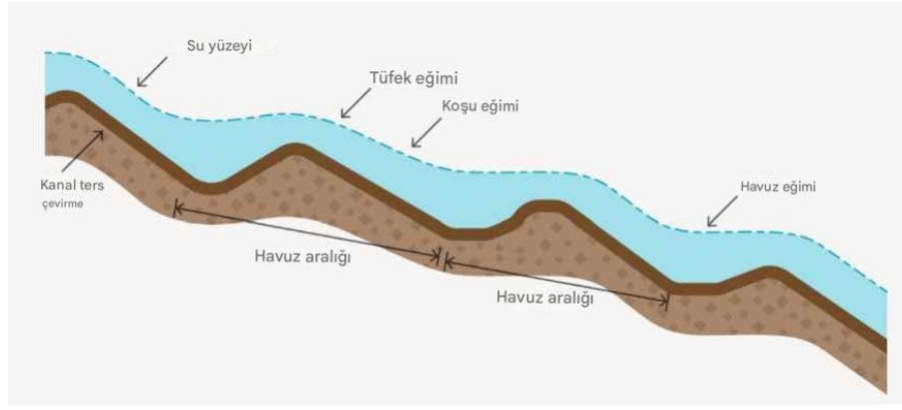


Şekil 4.5: Su yolları kıvrımlarına göre gruplandırılması

Kaynak: Melbourne Water, 2019

Kıvrımlı su yollarının geometrik özelliklerini ölçmek için çeşitli yöntemler kullanılır. Bu ölçümler doğal nehirleri tanımlamak için kullanılır ve inşa edilmiş su yolları için önemli tasarım parametreleridir. Su yolu tasarımcısının bu ölçümlere aşina olması önemlidir.

Fiziksel form ile ekoloji arasındaki önemli bir bağlantı, kurak dönemlerde faunanın yaşayabileceği sığınak ve akış derinliğindeki değişkenliğin sağlanmasıdır. İnşa edilmiş su yollarında derinlikteki değişkenlik, havuzların inşası ve daha sığ nehir veya akıntı bölgelerinin birbirine bağlanmasıyla sağlanır. Şekil 4.6'da uzun kesit aracılığıyla derinlik değişkenleri görülmektedir.



Şekil 4.6: Örnek su yolu uzun kesiti (boyuna profil)

Kaynak: Melbourne Water, 2019

Birçok doğal ve inşa edilmiş su yolunda, tanımlanmış bir düşük akışlı kanal, düşük akışlı kanalın kapasitesini aşmadan ve taşkın yatağı veya nehir kıyısındaki bitişik alanları sular altında bırakmadan önce taban akışını ve küçük akış olaylarını iletir. Düşük akışlı kanalın amacı;

- Havuz gibi özelliklerdeki yaşam alanını en üst düzeye çıkarmak için düşük akışları nispeten dar, tanımlanmış bir kanalda iletilmelidir.
- Su yolunun rahatlığında önemli bir faktör olan mühendislik görünümünden ziyade 'doğal' bir görünüm oluşturan fiziksel çeşitliliği sağlamaktadır.
- Nispeten dar düşük akış kanalında durgunluğu önlemek için yeterli akış hızı sağlamaktadır.
- Su yolu koridorunun genişliği boyunca hidrolojik çeşitlilik oluşturur. Düşük akışlı kanal, kendisine bitişik alanlara göre önemli ölçüde daha ıslak olacak ve dolayısıyla farklı bir flora ve fauna yelpazesini destekleyecektir..
- Yağmursuyu borularının su yoluna serbestçe akması için yeterli derinlik sağlayacaktır.

Akarsu kanallarının aşırı erozyonunun diğer en yaygın nedeni, akarsu kıyılarını erozyondan “kurtarmak” için beton, istinat duvarı, gabyon, kaya, metal levha vb. gibi sert yapı ve malzemelerin yerleştirilmesidir. Bu iyi niyetli “çözümler” aslında verimsizdir, çünkü kıyıların sertleştirilmesi ve düzleştirilmesi yapıların yukarı ve aşağı uçlarında erozyona neden olan girdaplar oluşturur ve çoğu zaman aşındırıcı akışları karşı kıyıya saptırır. Sıklıkla bu yapılar aktif kanalı daraltır ve kanalı daha derin

ve/veya daha geniş aşındırarak kayıp kesit alanını telafi etmeye zorlar. Kanal tipik olarak bu sertleşmeye, akışı stabilize etmesi amaçlanan yapıların altını keserek tepki verir. Kırsal ve kentsel nehir kanalları arasında ayırım yapmadan, nehrin sabit genişlikleri, derinlikleri ve eğimleriyle çelişen nehir yatakları boyunca dağılmış riprap kalıntılarını, beton istinat duvarlarını ve gabyon parçaları görülebilmektedir.

Aşırı akarsu kanalı erozyonunun diğer en yaygın nedeni ise mendereslerin kaldırılarak kanalların düzleştirilmesidir. Kanalların bu şekilde kısaltılması, kanalların daha kısa bir mesafede mansap yüksekliğine doğru hareket etmesi ve daha dik bir kanal oluşturması anlamına gelmektedir. Bu dikleştirilmiş kanal daha fazla aşındırıcı güce sahiptir ve bu gücü eğimini telafi etmek ve yeniden düzleştirmek için kullanır. Bu süreç, kanalın tabanını aşındırdığı kanal içi kafa kesimlerinin gelişimini gerektirebilir ve bu kanal alçaltmaya veya yarık, akış kanalının yukarısına doğru ilerler. Kanal, kıvrımlarını yeniden oluşturmak amacıyla bankalarına da saldırabilmektedir.

Akarsularda kesi işlemi meydana gelebilmekte yılda birkaç metre kanalı aşağı indirebilmektedir. Bunun sonucu da kanal bankaları da çökmekte aynı zamanda taşkın alanları üst kotlarda kalmaktadır.

Su yolunda tortunun yakalanması ve akarsu tabanının yüksekliğini kontrol etmek için yapılan derece kontrol yapıları (savaklar, barajlar, oluklar vb. gibi) yeterli bilgi ve öngörü ile tasarlanmadıkları takdirde bu yapıların etrafını kesen, genellikle süreçteki yapılara zarar veren beklenmedik kanal kıvrımlarını teşvik edebilmektedir.

Çıplak nehir kıyıları, nehir kenarındaki arazi kullanımlarıyla çatışmalar oluşturarak aşınma ve genişleme eğiliminde olacaktır. Eğer akarsu kıyıları dikilirse, akarsuyun derinleşerek boyutunda ilave ayarlamalar yapma eğilimi daha büyük olacaktır. Katı istinat duvarları, kayalar veya gabyonlardan farklı olarak bitkiler, koruyucu yapısal bileşenlerini, yani kökleri, dere yatağında ve profilde daha derin seviyelere kadar genişletme yeteneğine sahiptir. Riprap ve beton, dengesiz, ayarlı dere kanalları tarafından kolayca alttan kesilir, ancak bir derenin köklerin altından kesilmesi çok daha zordur çünkü kökler yeni yerlere genişler ve toprak kaybının neden olduğu boşlukları doldurmak için kendilerini dikey ve yatay yönlerde yeniden üretirler. Ne yazık ki, yapısal duvarlar bu genişleme ve esneklik özelliğine sahip değildir. Tepe yamaçlarının, derelerin ve diğer zorlu ortamların bitkisel materyallerle stabilizasyonu ile ilgilenen, gelişen "toprak biyomühendisliği" alanındaki literatür,

bitki köklerinin gerilme mukavemetinin betonunkini aşabileceği sonucuna varmak için ölçülebilir ölçümler kullanır (Riley, 2003).

Bir akarsu kanalının aşırı genişletilmesi, akışları dağıtarak tortu taşımak için daha az enerjiye sahip olmalarına neden olabilir. Bu kanallar çökelti tuzakları haline gelme eğilimindedir ve dolduklarından dolayı, deşarjları karşılamak için daha geniş bir “patlama” yapabilirler.

Arazide daha kullanışlı bir alan oluşturmak için kıvrımlı bir yol açmak geri tepebilir çünkü dere diğer bölümlerde daha fazla kıvrımlı olmaya başlayacak ve/veya çok dengesiz, dik bir taban geliştirecektir.

Havzaların tepelerindeki daha küçük memba su kanallarının doldurulması, yağış akıntısını daha az ama daha büyük kanallardan oluşan menfezlere yoğunlaştırır. Bu, yağış deşarjlarını daha bulanık, aşındırıcı akışlara yoğunlaştırabilir ve aşağı yöndeki maddi hasarlar öngörülebilmektedir.

Tipik olarak çok düşük kıvrımlara sahip olan daha dik, kaynak suyu akıntılarında, akıntının enerjisi, kaya basamakları ve havuzlar olarak adlandırılan bir dizi damlada harcanır. Bu dik yokuşlarda kanal eğimlerinin daha stabil bir duruma getirilmesi gerekiyorsa, inişlerin veya basamakların çok yüksek olmaması ve/veya birbirinden çok uzak olmaması gerekir.

Kanal kıvrımlı kuşağı, aktif bir kanalın peyzajda sabit bir plan formu için ihtiyaç duyduğu genişlik ve uzunluğu kıvrımlı yapmak için kullandığı alan olarak tanımlanmaktadır. Bir menderes genliği, derenin fiziksel stabilite için ihtiyaç duyduğu minimum taşkın yatağı alanını tanımlar. Bu alan olmadan dere genellikle ya kafa kesme oluşturarak tepki verir veya da dere kendi kıyılarına saldırarak kıvrımlı desenini yeniden oluşturmaya çalışır. Her iki reaksiyon da ciddi erozyona neden olur ve bitişikteki mülke zarar verme olasılığı fazladır.

Beton, kaya, metal levha ve ahşap gibi geçirimsiz istinat duvarları, suya doymuş bir ortamda yapıların arkasında oluşan boşluk basıncı nedeniyle yüksek hasar oranlarına sahip olabilir. Mühendisler bitki köklerinin dere kıyılarını ve teras yamaçlarını tutmak için üstün gerilme mukavemetine sahip olduğunu fark etmişlerdir. Bu rijit yapılar kaldırılırsa, özellikle de stabil kanal şekillerinden ödün veriyorlarsa stabilite artacaktır. Dar proje genişlikleri nedeniyle teras eğimlerinin tehlikeye atıldığı projeler için, en yoğun ve derin bitkili toprağın biyomühendislik ürünü yeniden bitkilendirme

sistemlerinin kullanılması, yamaçların stabilitesini en üst düzeye çıkaracaktır. Dikey duvarlar inşa edilmişse, bunların bakımının ve nihai olarak değiştirilmesinin maliyeti planlamada bir faktör olmalıdır.

Menderes uzunlukları, menderes kuşağı içinde zarar görecektir son fiziksel özellik olmalıdır. Geçiş hakkı seçeneklerinin ciddi şekilde kısıtlanması durumunda, teras tarafı eğimlerinden sonra tehlikeye atılacak bir sonraki bileşen menderes uzunluğu olmalıdır. Menderes uzunluğundaki tavizler, kanal kıvrımlarının dışında sallanmayı ve gelecekteki akıntı tabanı erozyonunun ve planformu dengesizliklerinin kabul edilmesini gerektirir. Kanal uzunluğunun eksikliğini telafi etmek amacıyla kanal eğimi bazen çok küçük damlalara bölünebilir. Kanalın kesilmesi ve uzun vadeli bakım maliyetleri genellikle bu tür tavizlerle ilişkilendirilir.

Bir akarsuyun plan biçimini ve eğimini stabilize etmenin iyi bir yolunun, akarsu topoğrafyası, kıvrımlılık, kanal ve vadi eğimlerinin üç özelliğinin birbiriyle dengede olmasını sağlamaktır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Su yolu eğimi ve havza eğimi orantısı

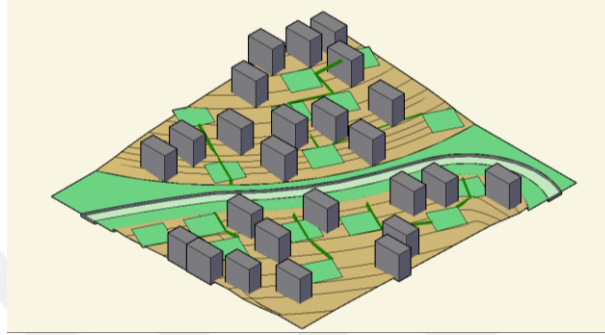
Kaynak: Melbourne Water, 2019

4.1.1. Havzalarda Yüzeysel Akış Planlamasının Yapılması

Su yollarının havzalarında yüzeysel akışın buharlaşabileceği, depolanabileceği, sızabileceği, temizlenebileceği, geçici veya kalıcı olarak depolanabileceği projelerin geliştirilmesi önemlidir.

4.1.1.1.Mevcut ve Oluşturulacak Yeşil Alanların Planlanması

Kent içi su yolları havzalarında mevcut ve planlanacak yeşil alanlar, yağış ve sonrası yüzeysel akışların hızını düşürecek, geçici su tutma alanı görevi üstlenecek, yüzeysel akış ile birlikte taşınan partikülleri arındıracaktır. Havzadaki yeşil alanlar arasında yağış ve yüzeysel suların nakledilip aktarılabildiği yeşil, gri ve mavi alt yapı ağı oluşturulacak şekilde planlama yapılarak sel felaketlerinin önüne geçilebileceği ve yağmur sularının geri kazanılabileceği anlaşılmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Su yolu havzalarında yeşil alanların oluşturulması ve planlanması

Kaynak: Ermeydan, 2023

Örnek olarak Norveç, Oslo şehri Hovinbekken deresi kıyısında, yer olan Bjerkedalen Park, eskiden az sayıda kamusal alana sahip olan yerleşim bölgesinin ortasında yer almaktadır. Yapılan restorasyon projesi ile su kalitesinin iyileştirilmesi, taşkınların önlenmesi ve yeni yeşil alanlar oluşturulması amacıyla önceden menfezli derenin 300 m'lik kısmının yeniden açılması planlanmıştır. Bjerkedalen parkı tasarımında mavi yeşil altyapı tasarım kriterlerinden bir kısmı uygulanmıştır (Şekil 4.9). Parkın yamaçlarında açık çimenlik alanlar oluşturulmuş ve ağaçlar dikilmiştir. Parkta 36.000 m² çayırılık alan vardır. Çok yıllık çiçek tarhları oluşturulmuş, sert zeminlerin yapılmasında geçirgen malzemeler kullanılmıştır (Şekil 4.10). Parkın içinde dere kanal ve gölet gibi tasarımlar geliştirilmiştir. Parkta sulak alanlar oluşturularak flora ve faunanın yaşaması sağlanmıştır. Park alanı su yolu kenarında olduğu için aşırı yağışlarda su tutma alanı olarak da işlevlendirilmiştir (Branković ve Marković, 2021) (Şekil 4.11).



Şekil 4.9: Hovinbekken Deresi kıyısında, yer olan Bjerkedalen Park
Kaynak: “Hovinbekken”, 2013



Şekil 4.10: Bjerkedalen parkının su yolu ile entegre edilmesi
Kaynak: “Bjerkedalen Park and Reopening of the Hovin River”, Tarih yok



Şekil 4.11: Bjerkedalen parkının genel görünüşü

Kaynak: “Bjerkedalen Park and Reopening of the Hovin River”, Tarih yok

Su yolları havzalarında yeşil alanların yeniden planlanması ile sel felaketlerinin önüne geçilebilir ve su yollarının yatakları üzerindeki yük azaltılarak daha sürdürülebilir, doğa ile uyumlu projelerin, ıslah çalışmalarının gerçekleştirilmesini sağlayabilir.

4.1.1.2. Yağmur Bahçelerinin Yapılması

Yağmur Bahçesi, yağmur sularının herhangi bir işleme tabi tutulmadan doğrudan yönlendirildiği ve üzerinde bitkilerin yetiştirilebildiği çok derin olmayan çukur alanlarda oluşturulan bahçelerdir. Yağmur suyunun toplanması ve yeniden kullanıma sunulması ilkesine dayanan yağmur bahçelerine ‘mikro biyolojik tutma alanları (micro-bioretenation)’ da denir (Yağmur Bahçesi Uygulama Klavuzu Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018).

Yağmur bahçesinin tanımı geniştir, ancak literatürde çoğunlukla aşağıdaki şekillerde tanımlanmaktadır.

- Serbest drenajlı toprağı olan sığ bir çöküntüdür.

- Küçük bir alanda yağmur suyu akışını toplamak, depolamak, süzmek ve filtrelemek için tasarlanmış, küçük ölçekli ve kentsel alanlarda, bitkili bir çöküntü olarak tanımlanır.
- Akışın boşaltıldığı, zayıflatıldığı ve depolandığı ve suyun toprağa sızdığı veya bitkiler tarafından alındığı bitki örtüsüyle kaplı bir alandır (Castellar ve diğerleri, 2021; Dickie ve diğerleri, 2011; Graham ve diğerleri, 2012).

Yağmur bahçeleri, sürdürülebilirliği ve estetiği kentsel su yolu planlamasına dahil etmenin etkin bir yoludur. Yağmur suyunu tutarak ve filtreleyerek yağmur suyu akışının yönetilmesine yardımcı olurlar ve geleneksel drenaj sistemleri üzerindeki yükü azaltırlar. Ayrıca, çeşitli bitkilerle estetik bir şekilde tasarlanarak şehir manzaralarına doğa dokunuşu getirebilirler.

Yağmur bahçeleri, yağmur suyu akışını emerek ve akışın toprak ortamından süzülmesine izin vererek mahalle peyzajlarına faydalı olmaktadır. Bu işlem kirleticilerin giderilmesine ve akışın yavaşlatılmasına yardımcı olur. Tek başına akışın yavaşlatılması, yağmur bahçelerinin süreçteki su kalitesini iyileştirmenin yanı sıra sunduğu büyük bir avantajdır. Derelere ve akarsulara giden akışın azalması, sel ve nehir yatağı erozyonu olasılığının azalması anlamına gelmektedir. Yağmur bahçeleri, yağmur suyu akışının tutulması için faydalı bir çözüm olmanın yanı sıra, tek başına çim peyzaj düzenlemesi için de çekici bir alternatiftir ve suyu depolamak, kirleticileri gidermek ve çim alanlara canlılık katmak için çeşitli niteliklere sahip çeşitli bitkilendirmeler sunma fırsatı sunabilmektedir (“Benefits of Rain Gardens”, Tarih yok).

Günümüzde Doğa Temelli Çözümler (NBS-DTÇ), yağmur suyunun korunması, akışın azaltılması ve taşkın koruması, yeraltı suyu kirliliğinin önlenmesi, biyolojik çeşitliliğin artırılması ve mikro iklim kontrolü gibi kentsel ekosistem hizmetlerini en üst düzeye çıkarmak için yenilikçi çok işlevli araçlar olarak geliştirilmektedir. Yağmur suyu drenajı yapılmayan yeni toplu konutlarda (NBS-DTÇ)’ler vardır.

Yağmursuyu bahçeleri entegre yağmur suyu yönetimi, yerel yağmur suyu etkisinin değerlendirilmesi, yeşil altyapı planlaması ve yeşil teknolojilerle desteklenmelidir (Kasprzyk ve diğerleri, 2022).

Yağmursuyu Bahçeleri gibi, Doğa Temelli Çözümlerin (NBS-DTÇ) uygulanması, çatılardan ve geçirimsiz yüzeylerden ve potansiyel olarak yeraltına akan yağmur

suyuna yardımcı olabilir, arıtabilir ve sızabilir (Venvik ve Boogaard, 2020). Yeşil altyapı, özellikle yağmur bahçeleri ve hendekler, kentsel alanlardaki sızma kapasitesini yakalayarak, tutarak ve geliştirerek su dengesini yeniden sağlamak için geçirgen kaldırımlar oluşturur. Dahası, bu tür sistemler yağmur suyu akışını daha iyi arıtabilir, yeraltı suyu seviyelerini eski haline getirebilir, kuraklığın etkilerini hafifletmek için toprak nemini artırabilir ve buharlaşma-terleme yoluyla sıcaklıkları düşürebilir (Atanasova ve diğerleri, 2021; Katsou ve diğerleri, 2020; Oral ve diğerleri, 2020; Veldkamp ve diğerleri, 2021; Venvik ve Boogaard, 2020).

Son yıllarda, yağmur bahçelerinin mavi-yeşil altyapı oluşturmak için bir 'Doğa Temelli Çözüm' olarak kullanılması, ani taşkınların önlenmesi, sızma ve buharlaşma süreçlerinin yoğunlaştırılması yoluyla mevcut kentsel alanların iklim değişikliklerine uyarlanması için yağmur suyu yönetimine yönelik çok işlevli bir çözüm olarak çok daha fazla ilgi görmüş, ısı adası etkisinin azaltılması ve biyolojik çeşitliliğin artırılması konusunda da başarılı bulunmuştur (Atanasova ve diğerleri, 2021; Kissler ve diğerleri, 2020; Pearlmutter ve diğerleri, 2020; Raymond ve diğerleri, 2017; Skar ve diğerleri, 2020).

Yağmursuyu Bahçeleri ile ilgili araştırmasını yürüten Gdańskın yağmur suyu yönetimine yönelik yaklaşımı farklıdır. İlk yağış (30 mm'ye kadar) kentsel yeşillikler tarafından tutulmalıdır. 30 mm'nin üzerindeki yağışlar yağmur suyu toplama depolama tanklarına yönlendirilmelidir. Son aşama yağmur suyu belediye yağmur suyu drenaj sistemine yönlendirilir (Kasprzyk ve diğerleri, 2022).

Kentsel alanlarda yüzeysel akışlar, çatılardan, otoparklardan, aşırı kirli yüzeylere sahip caddelerden toplanmaktadır. Yağmur bahçeleri yapımına yerleşim alanları, şehir merkezindeki ana kavşaklar ve hatta eski şehirler de dahil edilebilir.

Yağmur bahçelerinde etkin bir sızma için toprak katmanlarını ve mikrobiyal aktiviteyi teşvik etmek için malçlama ile birleştirilir. Yerli bitkiler, herhangi bir gübre kullanılmadan yerel iklim, toprak ve nem koşullarıyla olan ilişkilerine göre önerilmektedir (Castellar ve diğerleri, 2021). Özellikle bir yağmur bahçesi, yağış akışını yavaşlatır, süzer ve belirli bir süre depolanır, daha sonra zemin toprağına sızar ve kirliticileri filtreleyerek ve yeraltı suyunu yeniden şarj ederek su kalitesini artırır (Castellar ve diğerleri, 2021; Dickie ve diğerleri, 2012). Ayrıca, kısa süreli su baskınlarını tolere edebilecek türler dikilmelidir (Graham ve diğerleri, 2012).

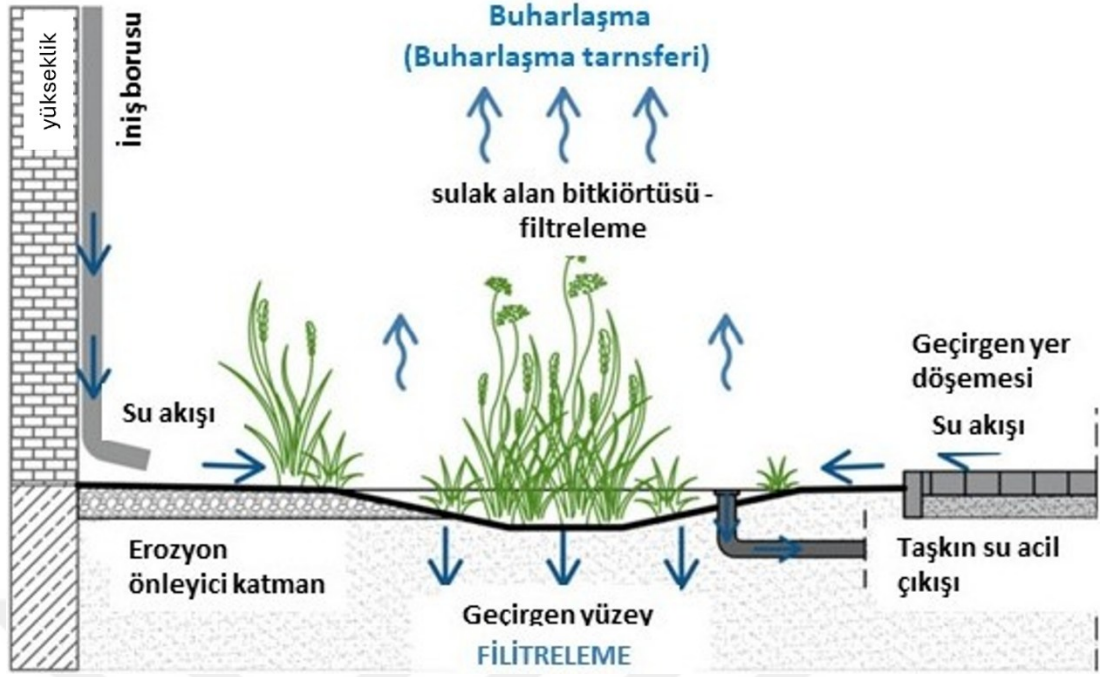
Yağmur bahçeleri bitişiklerinde yer alan sert zeminler ile entegre edilebilmektedir. Yağmur bahçeleri taşma durumunda fazla su mevcut bir gidere ya da başka bir yağmur bahçesine entegre edilebilmektedir.

Yağmur Bahçeleri yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar: Toprağın geçirgen olması gerekir. Geçirgen olmayan topraklar mesela killi topraklar geçirgen malzemeler kullanılarak geçirgenlik ve sızma oranı artırılır. İmkan varsa yağmur bahçelerinin ölçüğü büyük tutulmalıdır. Küçük yağmur bahçelerine göre daha fazla avantaj sağlar (Graham ve diğerleri, 2012).

Yağmur bahçeleri oluşturmanın genel faydaları:

- Akan yağmur suyu miktarının ve dolayısıyla sel riskinin azaltılması,
- Deşarj edilen yağmur suyunun kalitesinin iyileştirilmesi,
- İnsanların yaşam kalitesinin ve sağlığının iyileştirilmesi,
- Biyolojik çeşitliliğin artırılması,
- Su hizmetleri ücretlerinin azaltılması,
- Kent alanlarının estetiğinin iyileştirilmesi,
- Yağmur bahçelerinin ek bir avantajı da bunları genişletilmiş bir sistem halinde birleştirme olanağıdır. ‘Kentsel Küçük Tutma Sistemi’ yağmur suyunun yüzeysel akışının kademeli olarak azaltılmasına ve kalitesinin iyileştirilmesine olanak tanımaktadır (Kasprzyk ve diğerleri, 2022).

Yağmur bahçesi, uygun bitki örtüsü ve filtreleme alt katmanları kullanarak suyu ön arıtabilir ve daha derin toprak katmanlarına erişime izin verebilir (Şekil 4.12). Bu sayede yağmur suyu peyzajda tutulmuş olur. Zemindeki koşullar su sızmasına elverişli değilse (örneğin killi toprak varsa), bir kap içinde veya zeminde kapalı bir versiyonda bir yağmur bahçesi düzenlenebilir. Fazla su, acil bir taşma yoluyla önemli bir gecikmeyle yağmur suyu drenaj sistemine boşaltılabilir (Şekil 4.16). Bu çözüm yağışın olumsuz etkilerini azaltır ve tahliye edilen suyun kalitesini artırır (Okaikue-Woodi ve diğerleri, 2020; Kasprzyk ve diğerleri, 2022).



Şekil 4.12: Yağmur Bahçesi Şeması

Kaynak: Kasprzyk ve diğerleri, 2022

Suyun bitkiler tarafından fizyolojik süreçler yoluyla alınması ve bunun terlemesi (yani suyun toprak üstü bitki kısımlarından buharlaşması) nedeniyle suyun nihai hacmi önemli ölçüde azalır. Ancak fitoremediasyon (bitkilerin kirletici maddeleri uzaklaştırma yeteneği) deşarj edilen suyun kalitesini artırır. Bir yağmur bahçesi hem yağmur suyu için bir sızma çözümü hem de esas olarak tutma işlevini yerine getiren su geçirmez bir çözüm olarak tasarlanabilir. Her iki durumda da toplam dışarı akış, buharlaşma ve terleme yoluyla en aza indirilir (Boano ve diğerleri, 2020; Graham ve diğerleri, 2012; Kasprzyk ve diğerleri, 2022; Walsh ve diğerleri, 2005).

Yağmur bahçelerine yağmur suları, sertleştirilmiş granit parke taşları kullanılarak doğrudan havzalara taşınmakta, yüzeysel su akışı toprağın üst tabakasını bozmamakta ve yer altı kısımlarına zarar vermemektedir.

Yağmur bahçelerine yağmur suyu girişi bordürlerinin döşeme şekli suyun girişine uygun hale getirilerek gerçekleştirilir. En büyük akışın beklendiği durumlarda, en büyük su alma kapasitesine ve verimliliğine sahip bir giriş tarafından gerçekleştirilir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13: Gdańsk'taki yağmur bahçelerinden mevcut giriş örnekleri

Kaynak: Kasprzyk ve diğerleri, 2022

Yağmursuyu girişleri, katı maddeleri yağmur suyu akışından ayırmak için çökeltme tankları (derinlik 25 cm) ile donatılmalıdır. Çünkü katı kirleticiler havuzların tabanının çamurla kaplanması riskine neden olabilir (Şekil 4.14). Yağmur suyunun doğrudan yağmur suyu drenaj sistemine akmasını sağlamak için çökeltme tanklarında acil taşmalar yapılmalıdır.

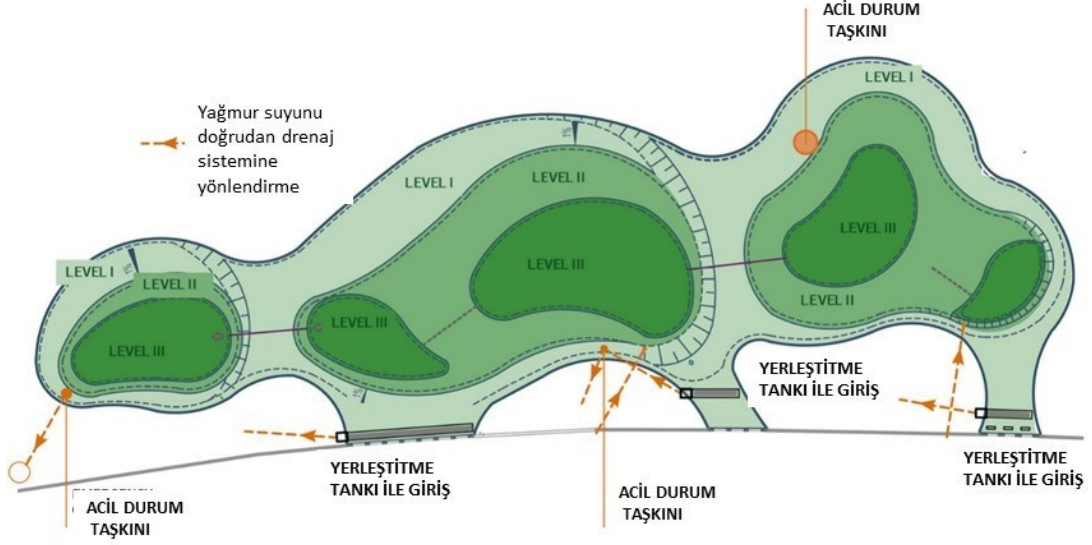


Şekil 4.14: Çökeltme tankı kurulum örnekleri

Kaynak: Kasprzyk ve diğerleri, 2022

Acil taşmalar, kışın yüksek konsantrasyonda klorür içeren suyun yeşilliklere deşarjını sınırlamak için tasarlanmıştır. Yaz aylarında çökeltme havuzlarındaki acil durum taşmaları kapatılmalıdır.

Havzalar, bağımsız olarak yağmur suyuyla beslenen üç havzadan oluşan bir diziyi içerecek şekilde tasarlanmıştır. Her biri yağmur bahçesini mevcut peyzaj alanına bağlayan bir setle ayrılmıştır. Tasarlanan havuzlar üç aşamalı su barajı ve tutma yapısına sahiptir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Üç seviyeli yağmur suyu tutma sisteminin genel konsepti

Kaynak: Kasprzyk ve diğerleri, 2022

- Yağış alacak şekilde tasarlanmış en alçak havzalar ‘SEVİYE III’; tüm havzaların sürekli durgun suyu tolere eden hidrofistik bitkilerle düzenlendiği en nemli alan.
- Aşırı yağış sırasında fazla suyu tutacak şekilde tasarlanmış ‘SEVİYE II’; çoğu zaman bu seviyede nem bulunmaz; bu nedenle rekreasyon amaçlı (erişilebilir yeşillik) çimenlik bir yüzeyle tasarlanmıştır.
- Her havzanın su seviyesini düzenleyen arazinin bir kısmı ‘SEVİYE I’; bu seviyeler, her havzayı bölen setlerle bağlantılıdır ve her havza için bir tane olmak üzere (450 mm'den 600 mm'ye kadar çaplarda) acil durum taşmalarıyla donatılmıştır (Şekil 4.11).

Yağmursuyu bahçeleri için bitki seçiminde, ışığa erişim, sıcaklık, toprak türü ve özellikle de bitkilerin tüm fizyolojik aktivitelerini (besinlerin alımı ve taşınması, gaz değişimi, bitki hücrelerinin yapısı) doğrudan etkileyen suya erişim her zaman dikkate alınmalıdır. Sürdürülebilir drenaj sistemlerinde belirli su koşulları nedeniyle, yer çöküntülerinde tutulan yağmur suyuyla periyodik su baskınlarına dayanabilen ve daha uzun süre yağmursuz döneme dayanabilen sulak alan bitkileri (su seven bitkiler) kullanılmalıdır. Tutma yeşil alanları, aşağıdaki fitokoenozun (habitat) bitki örtüsü karakteristiğine sahip olarak dikilir:

- Phragmitetea sınıfı bitki topluluklarının özelliği olan Sazlıklar, durgun ve akan suların kıyı bölgelerinde meydana gelir. Karakteristik türler arasında *Glyceria maxima* (Tatlı Kamış Otu), *Typha Latifolia* (Büyük Kamış Topuzu), *Acorus calamus* (Tatlı Bayrak), *Butomus umbellatus* (Çiçekli Telaş), *Phragmites australis* (Adi Kamış) bulunur.
- Periyodik taşkınların olduğu nehir vadilerinde doğal olarak oluşan bitki topluluklarının *Salicetea purpureae* sınıfı toplulukları. Bu tür habitatlar akarsuların biriktirdiği çamurlar (çeşitli oranlarda kum, çakıl, toz ve kil parçaları) nedeniyle besin açısından zengindir. *Salicetea purpureae* sınıfına ait bitki türlerinin örnekleri *Alnus glutinosa* (Adi Kızılağaç), *Salix alba* (Beyaz Söğüt), örneğin *Salix aurita* (Kulaklı Söğüt), *Salix cinerea* (Gri Söğüt), çok yıllık bitkiler dahil olmak üzere geniş yapraklı söğüt türlerinin çoğudur *Symphytum officinale* (Karakafes), *Osmunda regalis* (Regal Fern), *Phalaris arundinacea* (Kamış Kanarya Otu) vb. bitkilerdir.
- Nemli veya orta derecede nemli habitatlarda büyüyen *Molinietalia* takımına ait çayırlar ve meralar, bitki topluluklarının *Salicetea purpureae* sınıfının nehir kenarındaki topluluklarının yerini alır. *Molinietalia* takımının karakteristik türleri şunlardır: *Filipendula ulmaria* (Meadowstrife-çayır tatlısı), *Deschampsia cespitosa* (Püsküllü Saç Otu), *Trollius europaeus* (Küre çiçeği), *Lysimachia vulgaris* (Sarı gevşeklik), *Lythrum salicaria* (Mor gevşeklik), *Iris sibirica* (Sibiryalı İris veya Sibiryalı Bayrağı).

Acil durum taşması: Havuzdaki fazla suyun toplanmasına imkan sağlayacak bir yüksekliğe (kota), bitişikteki kaldırım yüzeyinin yaklaşık 15 cm altına yerleştirilir (Şekil 4.11). Biriken fazla yağmur suyu mevcut yağmur suyu drenaj sistemine deşarj edilmektedir.



Şekil 4.16: Acil durum taşması yağmur suyu drenaj sistemine yönlendirilmesi

Kaynak: Kasprzyk ve diğerleri, 2022

Isı adası etkisinin azaltılması için yağmur bahçeleri: Yağmur bahçelerinin sıcaklığı, çevredeki diğer yüzeylerin sıcaklığından belirgin şekilde daha düşüktür. Kaplama tipine bağlı olarak zemin yüzeyindeki sıcaklıklarda belirgin bir değişiklik gözlemlenebilir. Yağmur suyuna doymuş toprak ve özel olarak seçilmiş hidrofit bitki türleri, şehrin merkezinde eşsiz bir serinlik etkisi oluşturur. Yağmur bahçeleri mikro iklimi iyileştirmektedir. Yağmur bahçeleri ile oyun alanları arasındaki fark 3.5°C otoparklarda ise 7 °C'den fazla olmaktadır. Yağmur bahçelerindeki bitkiler de sıcaklığın düşük olmasında etkilidir. Hatta bina duvarları ile yağmur bahçesi arasındaki sıcaklık farkı 20 °C'yi bulabilmektedir (Kasprzyk ve diğerleri, 2022).

Yağmur bahçeleri de dahil olmak üzere şehir parkları, ortam gündüz sıcaklığını ortalama 0,94 °C kadar azaltabilir; gece saatlerinde ortalama 1,15 °C'lik bir azalma söz konusudur (Kasprzyk ve diğerleri, 2022).

Flora biyoçeşitliliğinin artırılması için yağmur bahçeleri: Yağmur bahçelerinin içine periyodik su baskınlarını tolere eden bitkiler (hidrofitik bitkiler) dikilirken yağmur bahçelerinin dış kısımlarına toprak örtüsü ve daha az su gereksinimi olan süs bitkileri dikilmelidir.

Hidrofit bitkileri (yalnızca suda ve çok nemli topraklarda yetişen bitkiler) yağmur suyundan biyojenik maddeler (azot ve fosfor bileşikleri), ağır metaller, yağ türevleri gibi birçok kirleticiyi uzaklaştırmaktadır. Sulak alanlarda, mikroorganizmaların sorumlu olduğu organik maddenin aerobik ve anaerobik ayrışması da dahil olmak üzere, su ekosistemlerinin karakteristiği olan birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreç meydana gelmektedir. Fitoremediasyon (Fitoremediasyon temel olarak çevredeki kirleticilerin konsantrasyonlarını veya toksik etkilerini azaltmak için bitkilerin ve ilgili toprak mikroplarının kullanılmasını ifade eder.) süreci ve daha spesifik olarak fitofiltrasyon (yani kirletici maddelerin yüzey suyundan uzaklaştırılması), bazı bitkilerin zararlı maddeleri absorbe etme ve bunları ayrıştırma yeteneğine dayanmaktadır (Mehmood ve diğerleri, 2021; Obinna ve Ebere, 2019). Bitkiler, kökleri ve rizomları aracılığıyla toprağı gevşetir, biyojen bileşikleri (azot ve fosfor) ve ağır metalleri alır ve kök sisteminde bulunan bakteri ve mantarlar için oksijen dahil olmak üzere zararlı maddelerin ayrışmasını destekleyen gerekli besinleri sağlamaktadır. Sulak alan habitatlarında yetişen bitkilerin karakteristik morfolojik özelliklere sahiptir, yani işlevi bitkinin suda yüzmesini sağlayan büyük miktarda oksijen depolamak olan aerenkimanın (hava kırıntısı) varlığını belirtmekte fayda

vardır. Nitrifikasyonun (oksidasyonun) meydana geldiği kök sistemine taşınmasıyla amonyum iyonları, bitkiler tarafından temel bir yapı elemanı olarak kullanılan nitratlara oksitlenir. Suyu arıtma yeteneğine sahip bitki türlerinin örnekleri arasında *Alnus glutinosa* (Adi Kızılağaç), *Salix cinerea* (Gri Söğüt), *Phalaris arundinacea* (Kamış Kanarya Otu), *Deschampsia caespitose* (Püsküllü Saç Otu) veya *Phragmites australis* (Adi Kamış) ve yağmur bahçelerinde kullanılan diğer birçok damarlı bitki vardır (su ileten damar dokuları geliştiren bitkiler) (Mehmood ve diğerleri, 2021; Sharma ve diğerleri, 2021).

Doğru seçilmiş bitki ve katmanlarla bir yağmur bahçesi, geçirimsiz kaldırımlardan gelen yağmur suyu akışını ön artılabilmektedir (Şekil 4.17). Bu şekilde yağmur suyu, evapotranspirasyon (suyun bitki hücrelerinden buharlaşması ve yer yüzeyinden buharlaşması) ve sızma süreçleri yoluyla peyzajda tutulmuş olmaktadır.



Şekil 4.17: Danimarka Kopenhak kentinde yapılan yağmur bahçesi örneği

Kaynak: Silva, Motiva, 2016

Su yolu havzalarında yağmur bahçelerinin sayısının fazla olması pik deşarjın süresini geciktirmekte, pik debi miktarını düşürmekte ayrıca ilk yağışla oluşan kirli suları hapsederek temizlemektedir. Havzada yağmur bahçeleri birbirine entegre edilebilirse yüzeysel akışların su yollarına ulaşmalarında aşırı dalgalanmalar meydana gelmeyecektir. Mansabı denizler olan su yollarında tatlı su kaybı azalmış ve denizlerin kirlenmemesi sağlanmış olacaktır.

4.1.1.3. Çatı Bahçeleri Yapılması ve Suyun Yeraltı Kaynaklarına Yönlendirilmesi

Yeşil çatılar yağmur suyunu emerek yüzey akışını en az %50 azaltarak, kirli akış suyunu kanalizasyona, nehirlere ve göllere girmeden önce filtrelemektedir. Kirlilik,

bahçedeki bitkiler tarafından havadan emilir, böylece hava kirliliği ve toz azaltılmış olur. Çatı bahçeleri, şehirlerin bozulan kentsel çevreyi iyileştirmek için kullanabileceği en yenilikçi ve uygun maliyetli yollardan biridir (Cotthem, 2005).

Çatı bahçelerinin, beton ve diğer yansıtıcı malzemelerden yansıyan güneş ışığının sonucu olan ve yoğun şehirlerdeki yaz havasını kırsal alanlara göre 10 dereceye kadar daha sıcak hale getirebilen kentsel sıcaklığın etkilerini azalttığı kanıtlanmıştır. Binaları soğutmak için daha fazla enerji kullanımı gerekmekte ve duman şeklinde daha fazla hava kirliliği oluşmaktadır. Çatı bahçeleri binaları yazın serin, kışın ise sıcak tutmaktadır. İklimlendirme maliyetleri azalır ve çatı bahçeleri yaz aylarında tüm şehri birkaç derece serinletebilmektedir (Cotthem, 2005).

Yeşil çatılar çekici ve ekolojik açıdan faydalıdır. Kaplanmamış bir çatıya çeşitli pratik avantajlar sunar:

- Akış suyunun azaltılması (kanalizasyon yoluyla tahliye edilecek yağmur suyunu azaltması),
- Çatı konstrüksiyonunun mekanik ve termik etkilere karşı korunması (güneş ışığının U.V. ışınlarına ve sıcaklık değişimlerine karşı izolasyonu),
- Yazın ısınmaya, kışın ise soğumaya karşı tamponlama,
- Gürültünün emilmesi,
- Birçok türün rüzgâr ve kuşlar tarafından getirilmesi nedeniyle kentte yerel flora ve faunanın yerleşmesi için yeni ekolojik alanların oluşturulmasıdır.

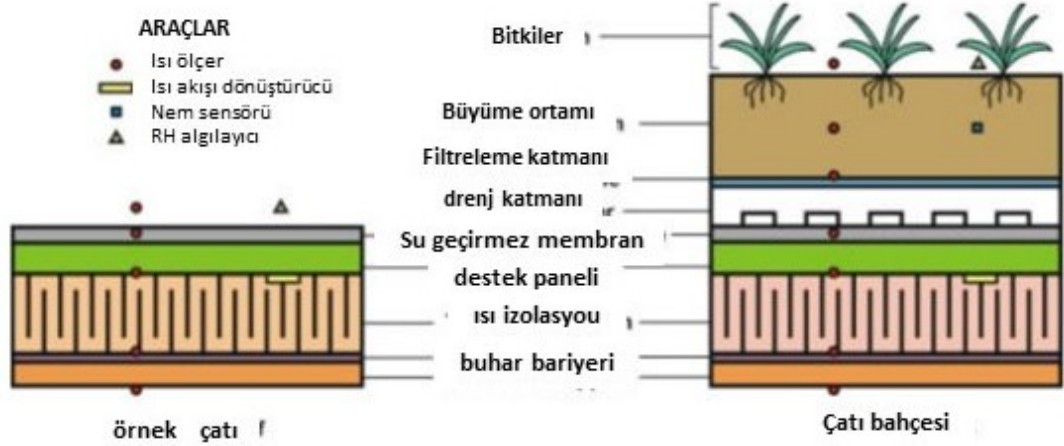
1980'lerden bu yana Avrupa'da çatı bahçeleri çok önemli olmuştur; Almanya, İsviçre, Hollanda ve Belçika'da, insanlar yeşil çatı altyapısının şehirlere sunduğu yaygın faydaların farkına varmış ve bunlardan yararlanmaya başlamışlar, artık Kuzey Amerika ve Kanada'da da yeşil çatı yapılmaya başlanmıştır. Avrupa'da da tüzükler çıkarılmıştır: Hükümetler akıntı sularına vergi koymuş birçok kişi bu vergilerden kaçınmak için çatılarını yeşillendirmiştir.

Sedum çatı bahçelerinde tercih edilmesi gereken en önemli bitkilerden biridir. Çatı bahçeciliği yönetimi çevre dostu, yağmurlu ve rüzgarlı mevsimlerde bile basit ve güvenli bir yöntemdir. Beton ve çatı zeminlerine etkisi yoktur. 1 m²'de 1000 ile 1200 adet bitki vardır. Tüm yıl boyunca yeşil görünümünü korur, çiçek açtığına sarıya döner ve çatının doğrudan ısınmasını ve yabancı ot oluşumunu engeller. Sadece ince

(3 cm) ve hafif kumlu toprağa (25 kg/m²) ihtiyaç duyar. Ekstra sulamaya neredeyse hiç ihtiyaç duyulmadığından oldukça ekonomik bir yöntemdir (Cotthem, 2005).

Yoğun çatı bahçelerinde çok sayıda farklı tür (ağaçlar, çalılar, otlar ve çimler) bulunur. Çeşmeli küçük göletler bile kurulabilir. Drenajın, toprak katmanlarının, bitkilerin ve muhtemelen konteynerlerin ekstra ağırlığından dolayı oldukça güçlü bir çatı yapısına ihtiyaç duyarlar. Normalde bu bahçelerin 20-50 cm'lik bir alt katmana ihtiyacı vardır, bu da metrekare başına minimum 200 - 300 kg'lık bir ağırlık oluşturur. Bununla birlikte, alt tabaka inşaatı için hafif sistemler geliştirilmiştir. TerraCottem (TC): (toprak iyileştirme teknolojisi, tümü bitki büyüme süreçlerine sinerjik bir şekilde yardımcı olan, farklı gruplardan yirmiden fazla bileşenin özel bir karışımından oluşan etkili bir toprak düzenleyici olarak tanımlanır) TC yönteminin uygulanmasının alt tabakanın ağırlığının sınırlandırılmasına önemli ölçüde katkıda bulunduğu anlaşılmaktadır. Aslında, kök bölgesine karıştırılan TC toprak düzenleyici toprağın su tutma kapasitesini önemli ölçüde artırır ve dolayısıyla kök gelişimi için daha az toprağa ihtiyaç duyulur. Daha fazla kök daha iyi bitki büyümesi anlamına da gelir (Cotthem, 2005).

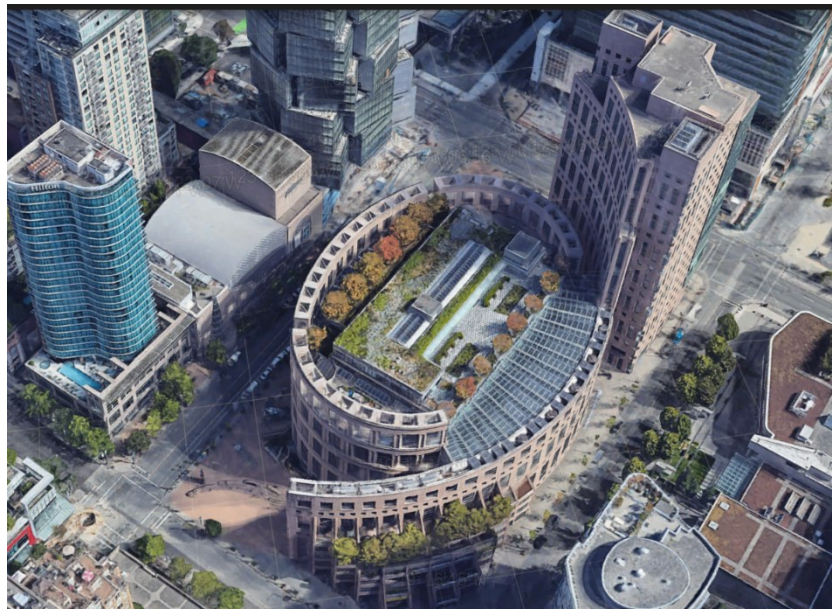
Çatı bahçeleri kent alanlarında yeterince uygulandıkları takdirde, yağmursuyu iyileştirmesine yardımcı olurlar. Yağmursuyunun bir kısmı geçici olarak çatı bahçesinde depolanır ve bitkiler tarafından alınıp buharlaşma yoluyla atmosfere geri gönderilir. Çatı bahçeleri kanalizasyon sistemine akışı geciktirir, özellikle birleşik kanalizasyon taşma olaylarının sıklığının azaltılmasına yardımcı olur. Bitkiler ve yetiştirme ortamı aynı zamanda yağmurla yıkanan havadaki kirleticileri de filtreleyebilir, böylece akışın kalitesini artırabilir. Çatı bahçesi, yüzeysel akışı geciktirir, akış hızı ve hacmini azaltır. Kanada'da yapılan bir çalışmada, 12 saatlik bir sürede yağmur olayları kaydedilmiştir. Kaydedilen veriler ile görülmüştür ki, çatı bahçesi akışı 45 dk geciktirmiş, akış meydana gelmeden önce akışın en az 2 mm'sini (0,1 inçini) emmiştir (Liu, 2002). İlk etkinlik sırasında akış oranını yüzde 75 oranında azaltmış ve nispeten nemli bir yetiştirme ortamıyla yağmurun yüzde 45'ini korumuştur. Bu veriler, çatı bahçesinin normalde geçirimsiz olan çatı yüzeyini geçirgen bir alt tabaka ile değiştirildiğinde, tepe akışını etkili bir şekilde geciktirdiğini, akış hızını ve hacmini azalttığını açıkça göstermiştir (Liu, 2002).(Şekil 4.18.)



Şekil 4.18: Çatı bahçesi kesiti

Kaynak: Liu, 2002

Vancouver'ın büyük bölgesinde yaygın olarak yeşil çatılar kullanılmıştır. Bu çatıların en iyi bilinenlerinden biri, Vancouver Halk Kütüphanesi'nin Merkez Şube binasında kurulmuştur. 2003 ve 2004 yıllarında sekiz aylık bir süre boyunca çatı izlenmiş, geleneksel bir çatıyla karşılaştırıldığında çatıdan gelen yağmur suyu hacminde %48'lik bir azalma olduğunu göstermiştir. Bölgenin yağışlı kış aylarında yağmur suyu akışlarının da %5 ile %30 arasında azaldığı görülmüş. Daha kurak olan yaz aylarında en yüksek akışlar %80'den fazla azalmıştır. Diğer yeşil çatılarda olduğu gibi, en yüksek azalmalar daha küçük, daha az şiddetli yağışlarda en fazla, daha büyük yağmur olaylarında ise en azdır (Kloss ve Calarusse, 2006) (Şekil 4.19).



Şekil 4.19: Vancouver Kütüphanesi Çatı Bahçesi

Kaynak: Google Earth Görüntüsü, (02/12/2023)

Balast (örtülü membran) çatılar veya toprak çatılar gibi bitki örtüsü olmayan çatılar da akışı azaltır (VanWoert ve diğerleri, 2005). Toprak çatılarda yağış hacminin yaklaşık %50'sini yakalayarak, pik akış deşarjını zayıflatır ve pik deşarjı 1.2 saat geciktirmektedir. Kullanım olarak toprak çatılar çok tercih edilmemektedir (Qin, 2020).

Su yolu havzasında bulunan yapıların çatıları yeşil çatılar ile değiştirildikçe su yollarındaki pik deşarj debileri düşecek ve süresi gecikmiş olacak, ayrıca çatı bahçelerinde yağış suları artırılmış olacaktır.

4.1.1.4. Geçirimsiz Zeminlerin Azaltılması ve Geçirimli Zemin Alternatiflerinin Oluşturulması

Kent alanlarında geçirimli yüzeyler azalmış, geçirimsiz yüzeyler ise artmıştır. Geçirimsiz yüzeylerde yağışın tamamı yüzeysel akışa geçerek yağmursuyu toplama boruları ile su yollarına gönderilir. Yüzeysel akışın artması ile yağmursuyu toplama boruları yetersiz kalarak seller meydana gelmektedir. Su yolunda toplanan yağmur suları debiyi arttırarak su yollarında taşmalara sebep olabilmektedir.

Yol kaplamaları şu anda kentsel çevrelerdeki geçirimsiz alanların yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır (Mullaney ve Lucke, 2014). Tipik olarak kentsel havzalardaki potansiyel olarak geçirimsiz yüzeylere düşen yağmurun üçte ikisi kaldırımlara düşmektedir (Ferguson, 2006). Kaldırımlar, genellikle ağır metaller ve hidrokarbonlarla kirlenmiş önemli miktarda akıntı üretmektedir (Fletcher ve diğerleri, 2004; Hatt ve diğerleri, 2009; Mullaney ve Lucke, 2014).

Geçirgen kaplamalar, yağmur suyunun çeşitli kaplama katmanlarında filtrelenerek kaplama ve yapı yoluyla sızmasını teşvik etmektedir. Filtrelenen yağmur suyu daha sonra yeniden kullanılmak üzere toplanır ya da yavaşça alttaki toprağa veya yağmur suyu drenaj sistemine bırakılmaktadır.

İyi çalışır durumdaki geçirgen kaplamalar, 130 mm/saat'ten birkaç 1000 mm/saat'e kadar sızma oranlarına sahiptir (Voldera ve diğerleri, 2009). 100 yılda 1 akış olayını aşan yağış olaylarının akışını yönetebilirler (Voldera ve diğerleri, 2009). Geçirgen kaplamalar kentleşmiş alanlarda sızmanın artmasına ve mevcut yağmur suyu altyapısı üzerindeki baskının azaltılmasına yardımcı olurlar (Mullaney, Lucke, 2014).

Geçirgen kaplama, yağmur suyu akışının kaynağında yönetilmesi için birçok fayda sağlamaktadır (Lucke, Beecham, 2011). Sızma yeteneklerinin eski haline

getirilmesine ve kentsel alanların doğal hidrolojik döngüsünün yeniden sağlanmasına yardımcı olurlar. Bu, akış hacimlerini ve su baskını riskini azaltır. Aksi takdirde yeraltı suyunu ve yağmur suyunu kirletebilecek kirleticileri yakalayıp sızan akışı filtreler ve arıttır (Sansalone, ve diğerleri, 2008). Son zamanlarda, sokak ağaçlarının çevresine döşenen geleneksel asfalt kaplamanın yerini alacak geçirgen kaplama potansiyeli de önerilmiştir. Geçirgen kaplamanın su ve havanın kök bölgesine sızmasına izin verme yeteneği potansiyel olarak sokak ağaçlarının sağlığını artırabilir ve kaplama hasarını en aza indirebilir (Mullaney, Lucke, 2014). Geçirgen kaplamalar killi topraklar üzerinde de kullanılabilirler (Mullaney, Lucke, 2014).

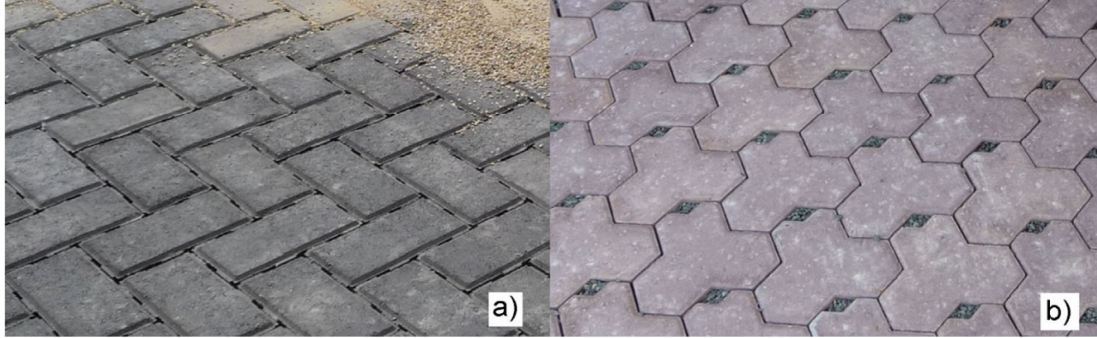
Geçirgen kaplamalar, mevcut araziye etkili bir şekilde kullanmaları, suyun kaplama yüzeyinden aşağıdaki toprak katmanlarına sızmasına izin vermeleri ve hafif araç kullanımı veya yayalar için sert bir yüzey sağlamaları nedeniyle kentsel çevre içinde mantıklı bir yağmur suyu yönetimi çözümüdür (Sansalone, ve diğerleri, 2008). Geçirgen kaplamalar konut, ticari ve endüstriyel alanlarda çok çeşitli uygulamalara uygundur. Yaygın uygulamalar arasında otoparklar, düşük trafik hacimli caddeler, yaya yolları, konutların garaj yolları, alışveriş alanları ve bisiklet yolları yer alır (Scholz ve Grabowiecki, 2007).

Geçirgen kaplamaların farklı tasarım çeşitleri olup, yaygın olarak kullanılan dört tip vardır:

- Geçirgen kilitli beton döşeme taşları,
- Beton ve plastik ızgaralı döşeme taşları,
- Gözenekli asfalt,
- Gözenekli beton.

Geçirgen Kilitli Beton Döşeme Taşları: Kilitli beton döşemeler genel olarak, suyun kaplama yapısına sızmasına izin vermek için kaldırım taşları arasında yeterli açık alan olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu, ya kaplama yüzeyinde küçük açıklıklar içeren özel olarak tasarlanmış kaplama şekilleriyle Şekil 4.20' görüldüğü gibi kaldırım taşlarını ayrı tutmak için kaldırım taşlarının çevresine dökülen yarıklar ya da aralık çıkıntıları ile elde edilir. Kilitli beton döşemeler arasındaki derzler veya boşluklar, geleneksel kaldırım taşlarında olduğu gibi kum veya diğer bağlayıcılarla doldurulmaz. Bunun yerine, kaldırım taşları arasındaki açık alanlar genellikle kaldırım yatak tabakası için

kullanılan aynı 2-5 mm'lik agrega ile doldurulur. Derzlerin yatak agregasıyla doldurulması, döşeme taşları arasında hızlı sızmayı teşvik eder.



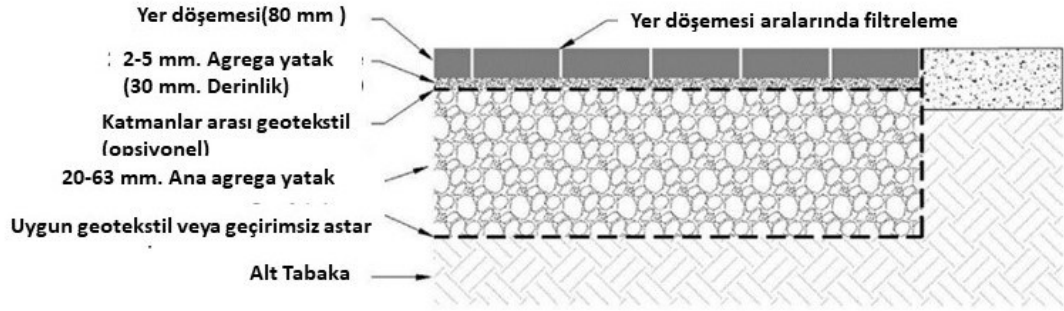
Şekil 4.20: Ek bağlantı noktalı ve kendiliğinden açıklığa sahip kilitli beton parkeler

Kaynak: Mullaney, Lucke, 2014

Geçirgen kilitli beton parkelerin, birbirine kenetlenme ve yapısal güç sağlamak için geometrik şekilleri önemlidir. Dikdörtgen şekilli beton parkeler genellikle kaplama yüzeyinin yapısal bütünlüğünü artıran desenlerle döşenir (örneğin balıksırtı, Şekil 4.20a). Yapısal bütünlüğü arttırmak ve sızmayı teşvik etmek için çeşitli başka döşeme şekilleri de kullanılmıştır (Şekil 4.20b). Sızma için kullanılan derzlerin veya açıklıkların açık alanı tipik olarak kaplama yüzey alanının %8 ila %20'sini oluşturur. Kilitli beton parkeler 25 yılı aşkın bir süredir mevcuttur ve en yaygın kullanılan geçirgen kaplama sistemidir (Lucke, Beecham, 2011).

Şekil 4.21'de suyun kaldırım taşları arasındaki boşluklardan sızmasına izin veren geniş derzlere sahip tipik bir kilitli beton parke yapısını göstermektedir. Kaldırım taşlarının altında, genellikle bir geofabrik üzerine döşenen küçük boyutlu agregadan (tipik olarak çapı 2 ila 5 mm arasında) oluşan bir yatak tabakası bulunur. Geçmişte, farklı büyüklükteki agregaları ayırmak ve daha küçük agregaların aşağıya doğru hareket etmesini önlemek için geofabrikler sıklıkla geçirgen kaplamalara dahil edilmiştir. Ayrıca, özellikle petrolün uzaklaştırılmasında su kalitesinin iyileştirilmesinde de faydalı oldukları düşünülmektedir (Scholz, Grabowiecki, 2007; Puehmeier, Newman, 2008). Geofabrik'in (jeomorfik kumaş) altında (eğer dahil edilmişse), daha büyük agrega boyutlarından (20 ila 63 mm çapında) oluşan bir alt temel agregası bulunur. Bu katmanın derinliği, yapısal ve su depolama gereksinimlerine bağlı olarak tipik olarak 300 ila 500 mm arasındadır. Alt tabandaki daha büyük agrega, yüksek boşluk oranları sağlayarak yağmur suyunun bu alanı

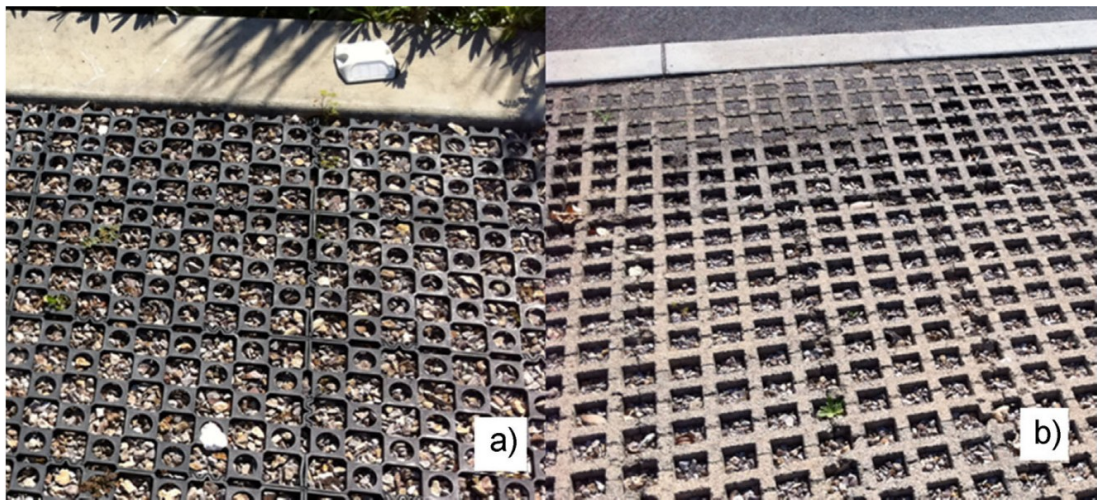
rezervuar olarak kullanmasını ve kirletici bir tuzak görevi görmesini sağlar (Mullaney, Lucke, 2014).



Şekil 4.21: Geçirgen kilitli beton parke taş kesiti

Kaynak: Mullaney, Lucke, 2014

Beton ya da Plastik Geçirgen Kaplamalar: Beton grid kaplamaların ve plastik grid kaplamaların tasarımı kilitli beton parkelere benzer ancak kaplama yüzeyinin geçirimsiz alan oranları farklıdır. Beton grid kaplamalar genellikle kilitli beton parkeler için kullanılan bireysel kaldırım taşlarından çok daha büyüktür ve sızmayı teşvik etmek için daha fazla açık boş alana sahiptirler. Açık boşluk yüzdesi, beton geçirgen malzemeler için %20 ile %50 arasında, plastik geçirgen malzemeler için %90 ile %98 arasında değişirken, geçirgen kilitli beton parkeler için %8 ile %20 arasındadır (Şekil 4.22). Yağmur suyu, genellikle çakılla veya çim ekili üst toprakla dolu olan bu döşemelerdeki büyük boşluklardan sızabilmektedir (Şekil 4.22). Boş alan, doldurma ortamının türüne bağlıdır (Mullaney, Lucke, 2014).



Şekil 4.22: Plastik ve beton grid kaplayıcılar

Kaynak: Mullaney, Lucke, 2014

Geçirgen Asfalt Kaplamalar: Geçirgen asfalt (GA), tipik sıcak karışım asfaltına benzer ancak agreganın ince kısmı atlanır. GA aşınma yüzeyinin kalınlığı, trafik tasarım hacmine bağlı olarak tipik olarak 75 ila 180 mm arasındadır. GA kaplamaları genel olarak Şekil 4.23.'de gösterilene benzer bir yapıya sahiptir ancak kaplamaların yerini bir GA katmanı almıştır. GA ABD'de 1970'lerden bu yana başarıyla kullanılmasına rağmen performans sonuçları tasarım, üretim, inşaat ve bakım açısından farklılık göstermektedir (Roseen ve diğerleri, 2012). Bir GA kaplamasının tasarım ömrü genellikle 15 yıl civarındadır. Ancak bu, bakım programlarına, trafik yüküne ve sürekli olarak hava, su ve oksijene maruz kalmanın etkisine bağlı olabilir; bu da genellikle bitümün çatlamasına neden olabilir. Şekil 4.23, bir yağış olayı sırasında normal asfalt ile GA yüzeyi arasındaki sızma performansındaki farkı göstermektedir (Mullaney, Lucke, 2014).



Şekil 4.23: Normal Asfalt ve Gözenekli Asfalt

Kaynak: Mullaney, Lucke, 2014

Gözenekli Beton Kaplama: Gözenekli beton kaplama portland çimento bağlayıcısı, tek biçimli açık dereceli agrega ve sudan oluşan özel olarak formüle edilmiş bir karışımdan oluşur (Scholz, Grabowiecki, 2006). Geleneksel beton üretiminde yer alan ince agregalar, geçirgen beton üretimi sırasında atılır ve bu da onun sızma kapasitesini artırır (Şekil 4.24). GB'nun en yaygın uygulamalarından biri yol kaplamalarıdır çünkü açık yapının geleneksel betona göre üç belirgin avantajı vardır (Mullaney, Lucke, 2014):

- Yüzey azaltılmış gürültü seviyeleri sağlar,

- Yüzey daha az sprej üretir,
- Yüzey kayma direncini artırır.

Geçirgen kaplamaların, geleneksel kaplamalara kıyasla yağmur suyu akışının hacmini önemli ölçüde azalttığı ve kentsel havzalardan gelen en yüksek akış oranlarını düşürdüğü tespit edilmiştir. Geçirgen kaplama yüzeyleri bir havza içerisinde ve onun mansap yönündeki alıcı suları üzerinde hidrolik etkiyi düşürmektedir (Mullaney, Lucke, 2014).



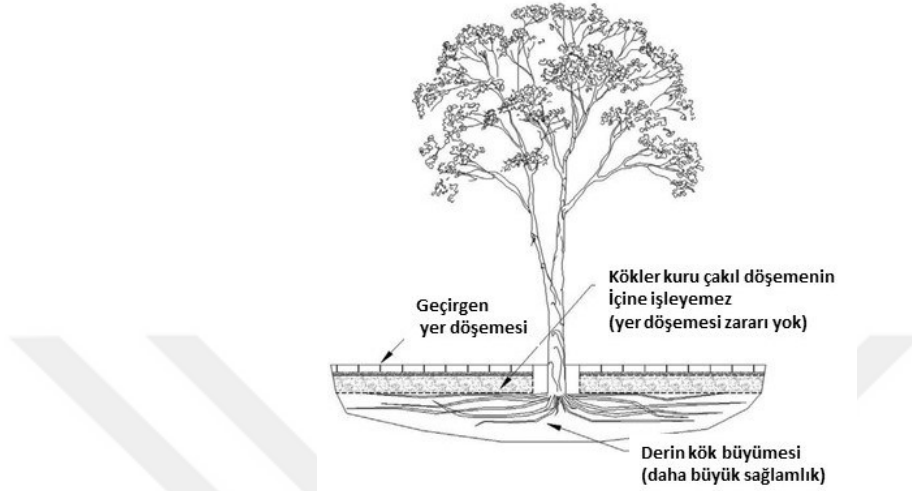
Şekil 4.24: Gözenekli beton kaplama

Kaynak: Tennis, 2004

Çatılardan, kaldırımlardan ve yaya alanlarından gelen kentsel akış tipik olarak ağır metaller, toplam fosfor, toplam nitrojen, yağlar ve diğer hidrokarbonlar dahil olmak üzere çeşitli kirleticileri ve bu geçirimsiz yüzeyler üzerinde biriken tortuları içermektedir (Shaffer ve diğerleri, 2008). Ağır metaller tipik olarak kentsel akışta bulunan ve su ekosistemlerini olumsuz yönde etkileyen bir diğer önemli kirlilik kaynağıdır. Bunlar arasında demir, çinko, kurşun, bakır yer alır ve genellikle nispeten yüksek yoğunluğa sahip olan ve insan, kara ve su yaşamı için toksik olabilen tüm metalleri ifade eder. Ağır metaller 0,1 ila 0,3 mm arasındaki çökelti parçacıklarına bağlanma eğilimindedir. Yağmur suyu, bu kirleticileri, özellikle de daha ince fraksiyonları kolaylıkla taşıyabilir ve bu, su yollarının bulanıklığını artırır (Mullaney, Lucke, 2014).

Sokak ağaçları genellikle kentsel ortamda su kıtlığı ve toprağın sıkışması (kasıtlı veya kasıtsız) dahil olmak üzere çeşitli streslere maruz kalmaktadır. Su eksikliği, ağaç köklerinin yüzeyde veya kaldırım yüzeylerinin altında su aramasına neden olabilmekte ve bu da genellikle kaldırımlar, borular ve binalar gibi altyapıya zarar vermektedir. Geçirgen kaplamalar, kentsel bitki örtüsü için daha iyi büyüme koşulları

sağlarken aynı zamanda kökler ve kaldırımlar arasındaki sorunları potansiyel olarak çözebilmektedirler (Şekil 4.25). Nemin ve oksijenin alt toprağa geçmesine izin vererek kökler için en uygun büyüme koşullarını sağlarlar ve bu da yazın su stresini azaltıp ve ağaç büyümesini artırmaktadır (Mullaney, Lucke, 2014).



Şekil 4.25: Tipik sokak ağacı ve geçirgen kaldırım konfigürasyonu

Kaynak: Mullaney, Lucke, 2014

Geçirgen yüzeylerin kentsel havzalardaki yağmur suyu hacimlerini azaltmada etkili bir önlem olduğu, tipik olarak toplam yağmur suyu akış hacimlerinin %90'ını azalttığı kanıtlanmıştır. Geçirgen kilitli beton parkeler kullanılarak pik yağmur suyu deşarjı %43-55 oranında azaltılabilmektedir.

Yüzeysel akışı kontrol etme tekniklerinden biri de kent içinde asfalt yolların, beton ve doğal taş kaplama alanlarında geçirimli malzemeler kullanarak akışın geciktirilmesi, depolanması ve azaltılmasıdır. Kentleşmiş alanlardaki açık toprak alanlar bile yoğun kullanımdan dolayı geçirimsiz yüzey gibi davranabilmektedir.

Leopold (1968), geçirimsizlik ve drenaj ağı etkileri nedeniyle yağış olayının pik debilerinde 6 kata kadar artış gözlemlemiştir.

Kent içi yerleşim alanlarının asfalt, beton, doğal ya da yapay beton parke taşlar ile döşenmiş ana ve ara yollar, yürüyüş yolları ve otopark alanlarından oluştuğu düşünülürse geçirimsiz malzemelerden geçirimli malzemelere geçmenin önemi ve geliştirilmesi gerektiği anlaşılacaktır.

4.2. Hidrolojik Çözüm Arayışı

Tarihsel olarak nehir kanalı yönetimi faaliyetleri üç şekilde ortaya çıkmıştır. Birincisi, su kaynaklarının işletilmesi ve yönetimine ilişkin bölgesel önceliklere stratejik bir yanıt olmuştur. Geleneksel olarak bu, taşkın kontrolü sağlarken suyu toplamak ve/veya dağıtmak için teknik uzmanlar tarafından önerilen ve tasarlanan büyük ölçüde tek amaçlı inşaat planlarının etkili hidrolik mühendisliğini içermektedir (Downs ve Gregory, 2004).

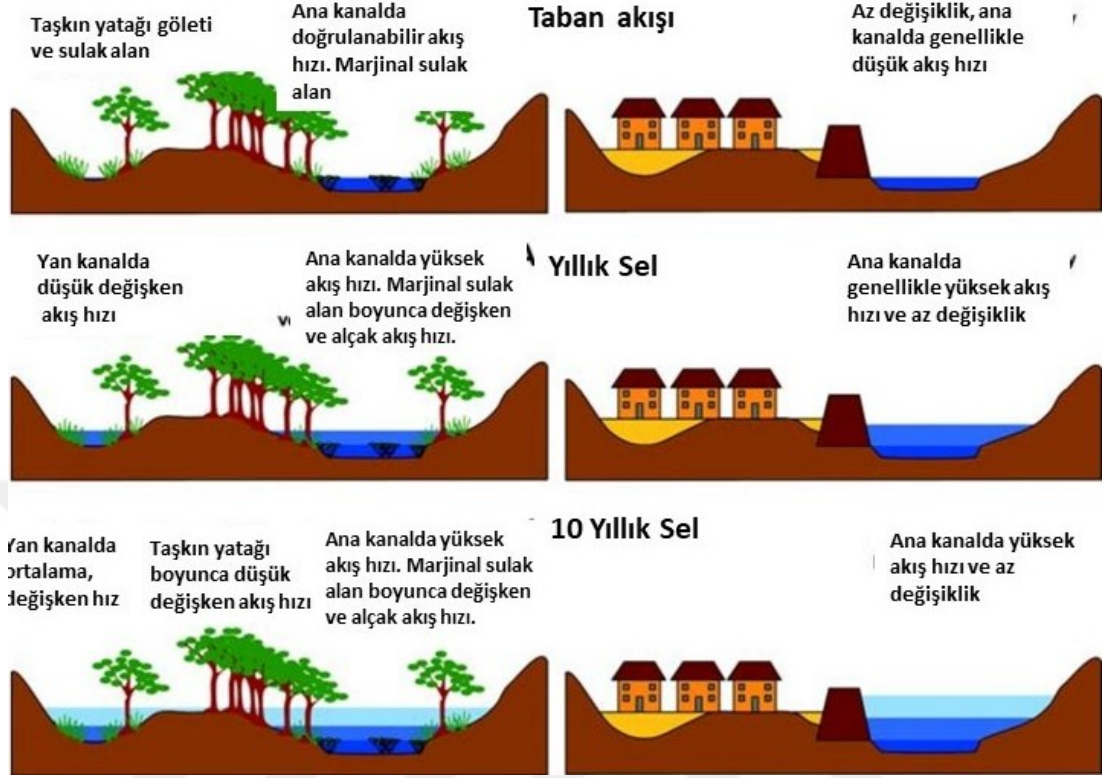
İkincisi, yönetim faaliyeti, önemli bir kanal 'tehlikesi'nin gerçek veya algılanan riski tarafından harekete geçirilmiştir. Bu endişe genellikle tepkisel olmuştur ve büyük oranda sivillerden oluşan daha küçük bir yönetim ekibi tarafından hayata geçirilmiştir. Çözümler genellikle yapısal ve uzun vadeli sürdürülebilirlik konusunda açık bir endişe olmaksızın acil semptomları ele almıştır (Downs ve Gregory, 2004).

Üçüncü beklenti, kanal performansının stabilite veya taşkın kontrolü açısından belirlenen standartları karşılamasını sağlamak için yönetim kurumu tarafından dahili olarak başlatılan ve çözülen bir dizi 'yarı stratejik' düzeltici eylem olan operasyonel bakımı içermektedir. Bakım faaliyetleri hem periyodik olarak hem de rutin denetim sırasında yönetim personeli tarafından gözlemlenen 'sorunlara' yanıt olarak gerçekleştirilir. Su yolunu değiştirilmiş durumunda tutacak ve önceki bir yönetim operasyonuna karşı tehdit oluşturan kanal iyileştirme süreçlerini kısaltacak şekilde tasarlanmıştır. Bakım faaliyetleri genellikle orijinal kanal değişikliklerine yol açan süreçten ayrıdır (Downs ve Gregory, 2004).

Sanayileşme ile özellikle kentlerin işlevi, görüntüsü değişmiş ve kent içindeki su yolları büyük değişikliklere uğramış, sel vakalarının sayısı, şiddeti ve hasar durumu artmıştır. Su yollarında hidrolik çözüm olarak kanal derinliği, genişliği arttırılmış su yolu kenarları da yüksek betonarme istinatlar içine alınmıştır. Ayrıca su yolları ulaşım olarak da kullanıldığından düzleştirilmişlerdir.

Yaygın nehir kanalı mühendisliği, taşkın sularının taşınmasını iyileştirmiş ancak nehir ağının özelliklerinde büyük değişikliklere neden olmuştur (Şekil 4.26). Su yollarının ıslahı için yapılan müdahaleler yağışlar ile oluşan pik debi miktarının daha artmasına sebep olarak sel felaketlerinin yaşanmasına engel olamamıştır. Kentsel alanlardaki taşkın yatakları için gereken alan, havzanın doğal durumuna daha yakın (veya en azından daha az değiştirilmiş) olduğu kırsal alanlara göre çok daha fazladır. Kentsel

kanalların barındırdığı taşkın deşarjın kırsal kanallardan %131 daha yüksek olduğunu tahmin edilmektedir (Gurnell ve diğeri, 2007).



Şekil 4.26: Su yolu hidrojilerinde ki değişiklikler

Kaynak: Gurnell ve diğeri, 2007

Kentleşmenin kendisi tarafından ağırlaştırılan ve kentsel alanlarda açığa çıkan varlık ve malların artmasıyla daha da kötüleşen sel riskini azaltma ihtiyacı, çoğu zaman, kapsamlı kanalizasyon ve kayıplarla birlikte kentsel nehirlerin yapaylaştırılmasına daha da fazla katkıda bulunan çalışmalara yol açmaktadır. (Andik ve Sarang, 2017; Neale ve Moffett, 2016).

Kentsel gelişim nehir sistemlerinin biçimi ve işlevi üzerinde çok büyük değişikliklere yol açmaktadır. Havza hidrojisi, nehir akışı ve çökelti rejimleri, geçirimsiz yüzeylerin ve yağmur suyu drenaj sistemlerinin inşasıyla dönüştürülür (Gurnell ve diğeri, 2007).

Bitkiler ve akan su arasındaki ilişkilere olan ilgi, bitkilerin hem nehir kanallarında hem de taşkın yataklarında akan su üzerindeki etkisine ve akan suyun bitki örtüsü büyümesi üzerindeki etkisine yönelik genişletilmiş bir ilgiyi içerecek şekilde gelişmiştir (Falkenmark, 2003).

Nehir kanalı yönetimi için doğayla birlikte tasarım tipi çözümler, ilk olarak deneyim ve mühendislik muhakemesi kullanılarak 'nehre karşı değil onunla birlikte çalışmak' olarak nitelendirilmiştir (Goggans ve Goggans, 1972). Ancak aynı zamanda nehir kanalı yönetimine yönelik alternatifler için çalışmalar vardır. Tasarımcı, akarsuların açık sistemler olduğunun bilincine varmalı, yakınsak-ıraksak akış süreçlerinin akarsu davranışındaki jeomorfik eşiklerin ve erozyon, çökme ve çökelti konsantrasyon süreçlerinde gizli olan karmaşık ilişkilerin sonuçlarını anlamalıdır (Keller, 1975, 1976; Keller ve Hoffman, 1977; Montgomery, 2003; Gregory ve Chin, 2002). Düzenleme ve kanalizasyon kanalları üzerindeki etkilerin daha iyi anlaşılmasıyla hızlanan, nehirlere duyulan saygıyı merkeze alan bir hareket başlamıştır (Leopold, 1977; Petts, 1979;). Çevreye duyarlı tasarım prosedürlerine yönelik çalışmalar yaygınlaşmıştır (Binder ve diğerleri, 1983). Yeni hidrolojik çözümler, çevresel etkileri dengelemek için tasarlanan hafifletme önlemleriyle başlamış, ardından yerel çevresel iyileştirme için iyileştirme araçlarına geçilmiş ve son olarak nehir restorasyonu, yaklaşımda bir değişiklik oluşturulmuştur. (Hickey-Elliott, 2014) (Soar ve Torne, 2001).

Nehir kanalı yönetimi için doğayla birlikte tasarım çözümlerine ulaşmak için üç şekilde inovasyon gereklidir:

1. Önceki yöntemlerin zararlı etkilerini ortadan kaldıran ve önemli, sürdürülebilir çevresel iyileştirme sağlayan kanal mühendisliğinin 'daha yumuşak' yöntemleridir.
2. 'Sebepler-sonuç' temelli yönetimi desteklemek, yani drenaj havzasındaki insan faaliyetlerinin etkisini dengelemek ve böylece semptomatik çözümlere olan ihtiyacı azaltmak için yapısal olmayan bir yaklaşım olarak çevresel planlamanın daha büyük bir role sahip olması ihtiyacıdır.
3. Yönetim sürecinin kendisinin, yalnızca yönetimin karar alma sürecine daha fazla toplumsal katılımı sağlamak için değil, aynı zamanda yeni çözümlerin uygulanmasını ve etkilerinin anlaşılmasını sağlamak için de revizyona ihtiyacı vardır.

Son dönem hidrolojik çözümler hem insanlığa hem de doğaya fayda sağlayacak şekilde, ekolojik ilkelerle tutarlı, sürdürülebilir peyzaj ve su sistemlerini yönetmek (Mitsch ve Jorgensen, 1989; Barrett, 1999; Bergen ve diğerleri, 2001) ve uygulamalar, bozulan ekosistemlerin restorasyonu ve oluşturulması üzerinde yoğunlaşmıştır.

Su yollarında hidrolojik çözüm uygulamaları için yönetim programlarını deney olarak ele alan yenilikçi bir teknik vardır. Uyarlanabilir yönetim, bir yönetim programının her adımını, sonuçları daha sonra değiştirmek veya değiştirmek için kullanılan bir bilgi toplama uygulaması olarak kullanır. Yönetim programında bir sonraki aşama tasarlanabilir. Uyarlanabilir yönetimde, bilim ve yönetim arasında, politika kararlarının gelişiminin tüm aşamalarında mevcut en iyi bilimsel bilgilerden yararlanabileceği şekilde doğrudan bir geri bildirim vardır (Down ve Gregory, 2004).

Son dönem su yollarında hidrolojik çözüm süreci olarak, sel olaylarının sayısı ve yıkıcı şiddetini azaltacak çözümlerin üzerinde çalışmalar başlamış kente ve kentlinin ihtiyacına cevap verebilecek hidrolojik sistemler geliştirmek için çalışmalar devam etmektedir.

4.3. Ekolojik Çözüm Arayışı

Dünya Su Konseyi, dünyadaki nehirlerin yarısından fazlasının kirli olduğunu ve/veya kuraklık riskiyle karşı karşıya olduğunu tahmin etmektedir (Perini ve Sabbion, 2016).

İdeal koşullarda kentsel nehirler ekolojik koridor görevi görebilir ve birçok türe yaşam alanı sağlayabilmektedir (Vermaat ve diğerleri, 2016). Doğal koşullar altında nehirler ve akarsular daha iyi su kalitesine ve daha fazla biyolojik çeşitliliğe sahiptir ve taşkınlara karşı koruma sağlamaktadır (Bernhardt ve Palmer, 2007). Bu bağlamda, son yıllarda yağmursuyu yönetiminde, su dinamiklerini kontrol etmeyi amaçlayan zorlu mühendislik çözümlerinin hakim olduğu bir yaklaşımdan, ekolojiyi ve ekosistem hizmetlerini iyileştirmeyi amaçlayan çok işlevli önlemler içeren bir yaklaşıma doğru bir paradigma değişikliği yaşanmaktadır. (Junker ve Buchecker, 2007; Roy ve diğerleri, 2008). Ekosistem hizmetleri bağlamında, nehirlerin korunması ve/veya eski haline getirilmesi, artan sel risklerini ele almanın en iyi yolu olarak düşünülebilir (Gomes ve diğerleri, 2016; Guimaraes ve diğerleri, 2021).

Nehir restorasyonunun genel amacı, çevresel özellikleri nehrin mevcut durumuna göre daha iyi olan bir su yolu elde etmektir. Bu, öncelikle mevcut bozulma durumunu ağırlaştırmamak ve ardından bozulmuş koşulları mümkün olduğunca tersine çevirmeye çalışmak anlamına gelmektedir. (Verol' ve diğerleri, 2019; Guimaraes ve diğerleri, 2021).

Kentsel akarsular üzerindeki yaygın insan etkileri, bozulma öncesi koşulların onarılması olasılığını ortadan kaldırmaktadır. Kentlerde ekolojik odaklı restorasyon

kentlilerin kamusal alan beklentileri ile örtüşmemektedir. Bu sebepten dolayı ekolojik odaklı restorasyon kent ortamlarında sınırlı yapılabilmektedir.

Akarsu restorasyon yaklaşımları, ekosistem yapısına odaklanan zorlu mühendislik çözümlerinden, ekosistem yapısını ve işlevini desteklemek için doğal kanal formlarının ve süreçlerinin kullanımına doğru kaymıştır (Niezgoda ve Johnson 2005; Palmer ve Febria 2012,; Naiman 2013; Hale ve diğerleri 2015).

Su yolu koridorları bölge sakinlerine önemli ekosistem hizmetleri sunmaktadır (Macdonald, 2007; Bae, 2011; Everard ve Moggridge, 2012; Vian ve diğerleri, 2021). Su yolu kenarları son çalışmalar daha ekolojik bir bakış açısını benimseyerek kentsel gelişim ile su arasında bir 'arayüz alanı' veya 'geçiş bölgesi' olarak değerlendirmektedir (Brighenti ve Mattiucci, 2012; Samant ve Brears, 2017; Vian ve diğerleri, 2021).

Su yolları koridorları potansiyel olarak zengin nehir ekosistemleri ve bunların konfor değerleri aracılığıyla etkili ekosistem hizmetlerinin sağlanmasında önemli rol oynarlar (Böck ve diğerleri, 2018; Pattacini, 2021).

Şehirlerdeki mevcut açık alanların sınırlı olması nedeniyle, nehir restorasyonunun kapsamının belirlenmesinde (Gomes ve diğerleri, 2012), doğal peyzaj ile yapılı çevre arasında bir denge kurmanın önemli olduğu sonucu çıkarılabilir.

Kentsel bir nehir restorasyonunun uygulanabilir bir sonucunun, doğal olana benzer veya benzemeyen, ancak nehre çevresel değer katan ve aynı zamanda su kirliliğinin azaltılmasına katkıda bulunan, daha kendi kendini idame ettirebilen bir sistemden oluştuğunu söylemek mümkündür. Su yollarında ekolojik restorasyon sel baskınlarına çözüm sunan, yeşil koridorların oluşmasına izin veren, kentlinin peyzaj alanı olarak kullanılmasına imkan sağlayan fonksiyonların kesişim kümesidir (Tanago ve Jalon, 2007).

Taşkın kontrolü, yeraltı suyunun yeniden doldurulması, su kalitesinin iyileştirilmesi ve erozyonun azaltılması gibi sağlıklı ekosistemler tarafından sağlanan iyileştirilmiş hizmetler aracılığıyla nehir restorasyon projelerinin uygulanmasından çok sayıda fayda elde edilebilir (Ahilan ve diğerleri, 2018). (Guimaraes ve diğerleri, 2021).

Kent içi su yollarında ekolojik çözüm arayışları ile kendi kendine sürdürülebilir olan akarsu sistemleri kurulmalıdır.

4.4. Rekreatif Çözüm Arayışı

Yetmişli yıllardan bu yana dünyanın her yerindeki şehirler nehirlerini yeniden keşfetmektedir. Kentsel su yollarının rekreatif kullanımları yaygın hale gelme ve halkın kıyılara erişimi iyileşmektedir. Bu durum, nehir ekosistemi ile etkileşime girmenin farklı yollarıyla, nehir kıyısında çok çeşitli kamusal açık alanların inşasına yol açmıştır. Rekreatif alan olarak taşkın yatağı, yüksek arazi ve yükseltilmiş alanlar kullanılmaktadır (Vian ve diğerleri, 2021) (Şekil 4.27).

Kentsel nehir koridorları, birçok şehirde ana rekreatif alanları sunan (Prominski ve diğerleri, 2012), yeşil altyapının önemli bir parçası olarak işlev görme konusunda büyük bir potansiyele sahiptir (Asakawa ve diğerleri, 2004; Bae, 2011). Nehirler şehir sakinlerini peyzaj yoluyla doğaya bağlar (Bilgili ve Gökyer, 2012; Ahern, 2013), kentsel alan boyunca ticaret yollarına fiziksel bağlayıcı görevi görmektedirler (Keith ve diğerleri, 2018; Vian ve diğerleri, 2021).

Su kütlelerinin çevresine yerleşmiş kentsel alanlarda vatandaşlarla su arasındaki etkileşim ‘su kenarı’ üzerinden gerçekleşmektedir. Moretti (2008)’ye göre su kenarları “su ile doğrudan temas halinde olan bu kısımlar kentsel alan”dır.



Şekil 4.27: Su yolu kenarlarının önceki ve sonraki yorumu

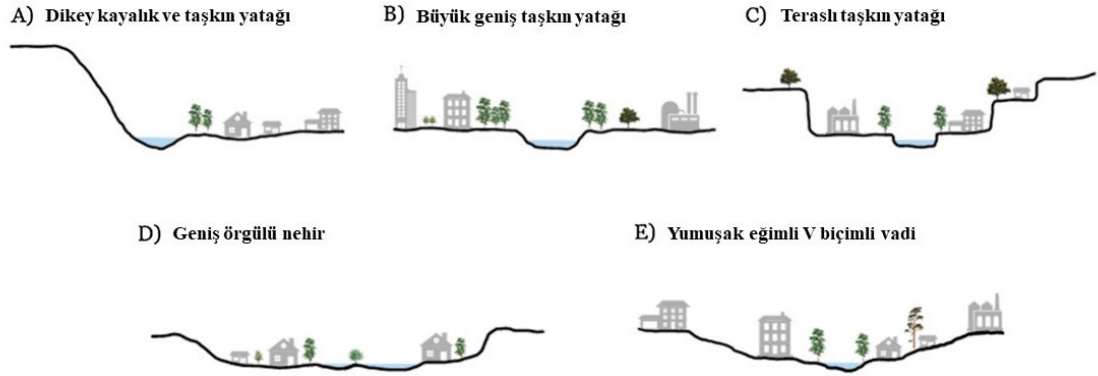
Kaynak: Vian ve diğerleri, 2021

Su yollarına deşarj olan kanalizasyonun bertarafından sonra, nehir kenarı rehabilitasyon projeleri dünya çapında köklü bir trend haline gelmeye başlamıştır (Che ve diğerleri, 2012). Nehirler ve bankalar etrafındaki faaliyetler artmakta ve her geçen gün çeşitlenmektedir (Sairinen ve Kumpulainen, 2006).

Günümüzde halkın su kenarına erişimi, nehir kenarı geliştirmelerinde başarının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Cengiz, 2013; Timur, 2013) ve dünyada kentsel yeşil altyapı projelerinin uygulanması ile, nehirlerin çevresinde, nehirlerin yakınında geniş, çok işlevli açık alanlar bulunabilmektedir. (Zhang, 2002; Vian ve diğerleri, 2021).

Su yolu kenarları genellikle yeşil yol olarak da bilinmektedir çünkü doğrusal bir desen olarak takip etmektedirler (Lindsey ve diğerleri, 2001). Su yolu kenarlarının, mekânsal ve tasarım özellikleri çok çeşitlidir. Tamamen doğal bırakılabileceği gibi rekreasyon alanı olarak projelendirmeler de önem kazanmıştır. Su yolu kenarları su yolu sistemine dahil edilerek ya da ayrı olarak planlama stratejileri geliştirilebilmektedir.

Nehir-şehir temas bölgesinde mevcut olan çok çeşitli kamusal alanlar, su yollarının yakınında yeşil alanlar oluşturma yönündeki mevcut eğilim ve nehir kıyısındaki gelişmelerin iyileştirilmesi ihtiyacı doğmuştur (Şekil 4.28).



Şekil 4.28: Sıklıkla kentleşen vadi şekilleri

Kaynak: Vian ve diğerleri, 2021

Endüstriyel alanların nehir kenarlarını ve şehirleri terk etmesinden sonra, nehir koridorları artık doğayla temas sağlayan bir konfor ve boş zaman etkinlikleri için fırsatlar olarak ortaya çıkmıştır (Pattacini, 2021).

Kentsel su yolları parklar veya diğer yeşil alanlarla ilişkilendirilerek insanlara rekreasyonel ve estetik değer kazandırılabilir, kentsel peyzaj geliştirilebilir ve sakinlerin refahı artırılabilir (Eden ve Tunstall, 2006; Guimaraes ve diğerleri, 2021).

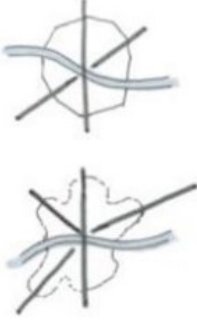
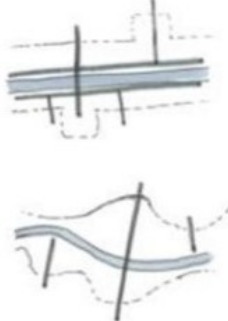
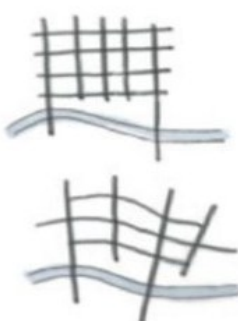
Kent içi su yolu bankaları, taşkın ovaları ve planlarda yeşil alan olarak ayrılmış alanların da rekreasyonel olarak planlanmaları ile kentliler için su ile entegre edilerek, kamusal açık alanlar elde edilmiş aynı zamanda mavi ve yeşil koridorlar meydana gelmiş olacaktır.

4.5. Kentsel/Mekansal Ölçekte Çözüm Arayışı

1900'lerin başlarında Robinson, 'güzellik'i kentsel gelişim için nehirlerin işlevselliğine özgü bir değer olarak görmüş ve nehir kenarı konumlarının çekiciliğini vurgulamıştır (Robinson, 1901). Nehir kenarı konumlarının binalar için daha anıtsal bir ortam sağladığını savunmuş, su kenarı işlevinde manzaranın değerinden bahsetmiştir. Saarinen (1943), çevredeki kentsel çevrenin sudaki yansımalarını vurgulamış, parkları ve binaları sulu aynada yansıtmıştır. Sitte ve Unwin'in savunduğu pitoresk hareket, şehirlerin planlanmasını bir sanat formu olarak görmüş ve 'doğal' ve 'düzensiz' çizgilerin kullanımını teşvik etmiştir. Şehircilik uygulamalarının, uydurma geometrik şekiller dayatmak yerine, ortaçağ kentlerinden ilham alması ve alanın özelliklerine ve kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap vermesi gerektiğine inanmışlardır. Nehir koridorunun, suyun doğrusal akışını takip etmesi ve köprülere dikey erişim ve manzara sağlaması gerektiğini savunmuş, kentsel çevrenin artan gelişiminde bir araç olduğunu düşünmüşlerdir. Sitte, şehirlerdeki suyun yapılı çevrenin monotonluğunu kırmak için temel bir unsur olduğunu öne sürmüştü ve Paris, Budapeşte veya Köln gibi dikkat çekici şehirlerin kendi nehirlerinden ayrılamayacağını savunmuştur. Lanchester, su kenarı manzarasının karakteristik niteliklerini korumanın öneminden bahsetmiştir. Saarinen ise Münih'teki Isar'dan kentsel alanda bağlayıcı bir unsur olarak bahsetmiştir. Cullen'a göre kentsel nehirler benzersiz bir yaşam ortamı oluşturma ortamı olmalıdır (Pattacini, 2021).

Nehirler bir yerin doğal coğrafi kısıtlamalarının bir parçasıdır ve kentsel gelişmeler için birincil altyapıyı oluşturur. Alexander, kentsel alanlardaki doğal su kütlelerine saygılı davranmanın önemini vurgulamış ve suyun hemen yanında her zaman ortak bir arazi kuşağının korunması ihtiyacını savunmuştur. Nehir koridorları tek başına düşünülemez; çevredeki kentsel formlarla yakın bir ilişkiye sahiptirler ve kentsel gelişim modellerini etkilemektedirler. Bunlar, ana ulaşım aksları ve açık alan altyapısı da dahil olmak üzere şehirlerin 'makroformlarının' doğuşu ve evrimi ile ilişkilidir (Şekil 4.29). Nehirler güçlü çizgiler oluşturur ve 'sokak alanları ve geliştirme blokları arasında kamusal alanın dalgalı doğrusal bantları' olarak anılır: iki farklı gelişme

aşaması arasındaki sınırdır. Bunlar aynı zamanda kenar veya 'kentsel boşluk' türü alan olarak da anılır, insanın erişim ve keyif alma hakkını yeniden tesis edebileceği son kalan yollardır (Pattacini, 2021).

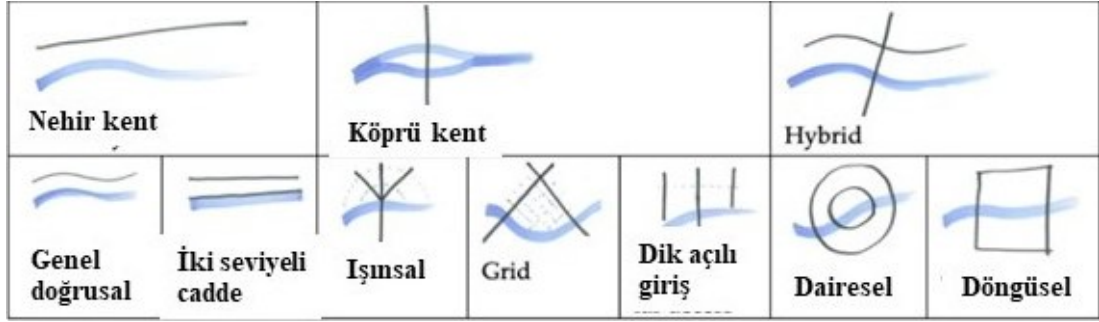
Eşmerkezli	Doğrusal	Grid
		

Şekil 4.29: Şehirlerin makroformlarının nehirler ile bağlantısı

Kaynak: Pattacini, 2021

Kentin geliştiği nehrin konfigürasyonu yerleşimin karakterini etkilemektedir. Örneğin, Poete, kıvrımlı bir yolu 'pasif bir form' ve daha dinamik bir dolaşım modelini teşvik eden daha 'aktif' bir form olan eğrisel nehir yatağının aksine bir varış noktası olarak tanımlar. Lavedan kentsel yerleşim ve nehirler arasında iki tür ilişki önermektedir. Bunlardan ilki, nehir hattını takip eden yerleşim planıyla nehrin kentsel gelişime doğrudan etki ettiği kentsel yerleşimler olan 'nehir şehirleri'dir. İkincisi, kentsel yerleşimin nehre dik bir eksenin hakim olduğu bir sokak dokusuyla önemli bir geçiş noktasına bağlandığı 'köprü şehirler'dir. Nehir şehri, nehir kolayca geçilemeyecek kadar geniş olduğunda arzu edilen kentsel düzendir. Nehrin dar bir noktasının geçişi kolaylaştırdığı durumlarda ise köprü şehri seçilir. Nehir şehri, önemli güzergahlar boyunca doğrusal şehir gelişimiyle benzerlikler taşıdığından doğrusal şehir tipiyle ilişkilendirilebilir. Bir köprü şehrinde, başlangıçtaki köprü, gelecekteki kentsel düzeni ve formları sabitleyen bağlantı noktası haline gelmektedir. Bu model, farklı desenler geliştiren sokak ağıyla en fazla varyasyonu sunmaktadır. Bu, geçiş noktasına yaklaşan yayılan yerleşimlerle ve aynı zamanda ızgara düzenleri olarak da adlandırılan ortogonal ve doğrusal düzenlerle bağlantılıdır. Gelişimin merkezinin yerleşime yaklaşan çoklu güzergahlarla ilişkili olması durumunda hibrit bir tip gelişebilir, kentin yerleşimi eşmerkezli bir örüntüyle gelişir ve buna bir çekirdek etrafında döngüsel gelişme olarak da adlandırılabilir. Şekil 4.30'da, literatürde tanımlanan ve çizimlerde ve modellerde gösterilen şehir formlarının modelleri

aracılığıyla gösterilen, nehir şehirleri ve köprü şehirleriyle ilgili dolaşım deseni ve kentsel yerleşim türlerinin çeşitlerini sunmaya çalışmaktadır (Pattacini, 2021).



Şekil 4.30: Nehirler ile bağlantılı farklı dolaşım şekilleri

Kaynak: Pattacini, 2021

Akarsular genişse doğrusal bir bariyer oluşturur veya her iki kıyı da geliştiğinde kentsel düzende boşluk oluşturur. Yapılı formun konfigürasyonu ne olursa olsun, nehirler kentsel açık alan ağının ayrılmaz bir parçasıdır. Alçak arazilerin ve taşkın yataklarının binalardan ve sert yüzeylerden arındırılması ve açık alanlara ve parklara ayrılması gerektiği konusunda fikir birliği vardır. Nehir kenarına, dolaşım ve boş zaman etkinlikleri için davetkar ve konforlu doğrusal açık alanlar sağlamak üzere su seviyesinde, daha yüksek seviyede veya her ikisinden de erişilebilir olmalıdır. Park sistemi hareketinin öncüsü Olmsted, nehirlerle bitişik arazilerin kamu kurumları tarafından korunması ve yönetilmesi gerektiğini savunmuştur. Kentsel çevrede nehirler boyunca uzanan halka açık bir park sistemi, hava ve güneş ışığı sağlarken aynı zamanda sel riskini de azaltarak sağlık sorunlarına çözüm getirecektir. Parkların nehir koridorları boyunca konumlandırılması aynı zamanda bitişik arazilerin geliştirilmesi için de çekici bir ortam oluşturacaktır. Forestier, Fransız yasal planlama sistemi bağlamında, halka açık parklar oluşturmak için kentsel nehirler boyunca yer alan arazilerin zorunlu olarak satın alınması yoluyla ıslahı savunmaktadır. Nehirler boyunca halkın ücretsiz erişimi ve kullanımı ile kamusallık ve ortak arazi fikri literatürde tekrarlanan bir temadır. Nehir kenarı konumlarındaki mavi ve yeşil altyapı ve park sistemlerinin konfigürasyonunda çok sayıda değişiklik vardır. Bu farklı yaklaşımlar, Lavedan'ın 'nehir kenti' ve 'köprü kenti' kavramlarıyla ilişkilendirilebileceği gibi Lynch ve Alexander tarafından önerilen zıt genel kentsel kıyı desenleriyle de ilişkilendirilebilir (Şekil 4.31) (Pattacini, 2021).



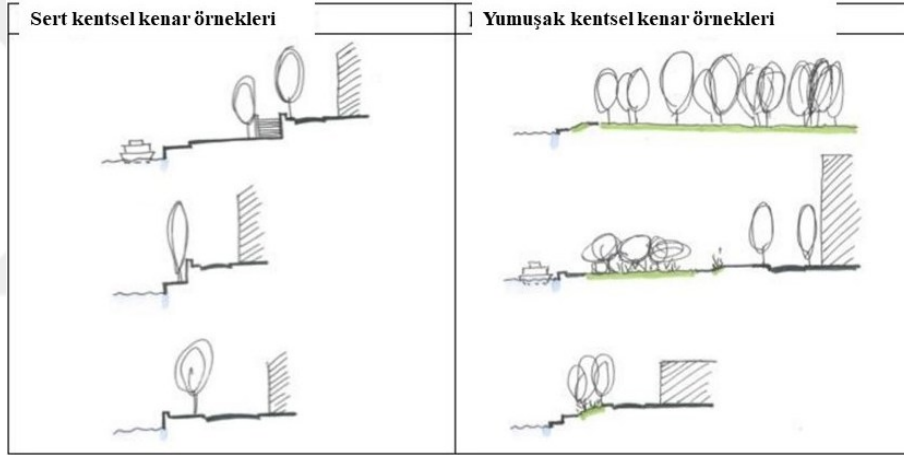
Şekil 4.31: Suya erişim ilkeleri

Kaynak: Pattacini, 2021

Lynch, nehri, su hattını takip eden hareket ve inşa edilmiş formlarla bağlantılı bir kenar olarak görmüştür. Buna karşılık Alexander, yoğun kentsel çevre ile su arasında tampon bölge görevi gören ortak araziyle nehir hattına dik açılarda suya erişimi teşvik etmiştir. Lynch, nehir kenarının birçok kişi tarafından görülmesi gerektiğini öne sürerek suyun olumlu görsel etkisine vurgu yapmış ve bu nedenle kıyı boyunca sürekli bir bina sırası ile su hattını takip eden bir yol önermiştir. Alexander, 'su kenarındaki binaların yalnızca seyrek aralıklarla yapılması gerektiğini' ve yolların sudan en az bir mil uzakta tutulması gerektiğini tavsiye etmiştir. Bu prensip aynı zamanda nehirler boyunca 'şerit' gelişimini yasaklamak için güçlü bir argüman ortaya koyan Cullen tarafından da benimsenmiştir. Le Corbusier ve Bacon da nehir boyunca sürekli olmayan bir gelişme çizgisini desteklemiştir. Nehir hattına dik olarak, suya erişim ve manzarayı mümkün kılan bir dizi kamuya ait bitkilendirilmiş açık alan önermişlerdir. Bunlar köprülerin hizalanmasında açıkça ortaya çıkacaktır. Ancak su baskını risklerine karşı önlem almak için su kenarını takip eden sürekli ortak dinlenme alanlarına duyulan ihtiyacı da ortaya koymaktadır (Pattacini, 2021).

Su baskını riski, nehir kenarı konumlarının tasarım hususlarında kilit öneme sahiptir. Cerda, büyük taşkın olaylarının nehir vadilerindeki yıkıcı etkisine dikkat çekmiştir. Tunnard, taşkın yatakları üzerine inşa etmenin, onları güvenli hale getirmek için büyük yatırımlar gerektiren maliyetli bir hata olduğunu savunmuştur ve McHarg, taşkın yatağı olan ovaların kalkınma değerlendirmelerinin dışında tutulması gerektiğini önermiştir. Bu nedenle kentsel bağlamda nehir kenarının dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir. Nehir kenarlarına yönelik iki zıt yaklaşım 'yumuşak'

veya 'sert'tir. 'Yumuşak kenar' yaklaşımı, su seviyesindeki öngörülemeyen dalgalanmalara uyum sağlamak ve açık hava tesisleri sağlamak için su boyunca bir arazi şeridi ayırmayı tavsiye eden birçok kişi tarafından tercih edilmektedir. Bununla birlikte, eski sanayi şehirlerinde ve taşkınları azaltmak, güç sağlamak ve ulaşımı kolaylaştırmak için nehir akışının kontrol edildiği yoğun şehir merkezi konumlarında, tasarlanmış 'otokratik sulama sistemleri' hakim olmuştur. Nehir daha sonra sert kenarlar arasında kanalize edilmiştir. Bunlar, malların veya yolcuların dolaşımı ve yüklenmesi için rıhtımlardan ve setlerden oluşur ve büyük doğrusal sürekli 'nehir parkları' için yer kalmamış, ancak genellikle üst ve/veya alt seviyelerde bir gezinti yeri sunabilmektedir. Sel savunma duvarları yapay nehir kanalı içinde suyu tutar. Yumuşak ve sert nehir kenarlarına ait kesit örnekleri Şekil 4.32'de gösterilmiştir (Pattacini, 2021).



Şekil 4.32: Nehir kenarlarının yumuşak ve sert kenar olarak çizimi

Kaynak: Pattacini, 2021

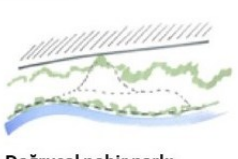

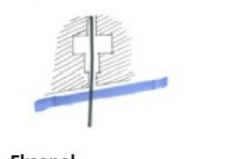
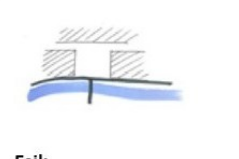
Trancik, nehirler boyunca uzanan doğrusal açık alanların genel özelliklerini özetleyerek nehirler gibi su özellikleri ile ilişkilendirmiştir. Resmi ve resmi olmayan yeşil yollar bölgeleri keserek, sınırlar oluşturur ve yerleri birbirine bağlamaktadır. Doğrusal açık alanlar genellikle kentsel sokakların düzenli ızgarasının aksine sürekli bir yeşillik sunmaktadır. Bu yaklaşım, su hattının kentsel yerleşim planının temel belirleyicisi olduğu 'Nehir şehri' kavramıyla ilişkilendirilebilir. Lynch, 'kenar' kavramını takip ederek, doğrusal açık alanın genişliğine bağlı olarak farklı karakterlere sahip olabilen 'nehir parkları' terimini türetmiştir. Yeterince büyükse, ana bir yolu içerebilir (Rock Creek Park, Washington, DC, ABD) veya darsa, yayalara ayrılmış bir gezinti yolu şeklini alabilir (Paseo del Rio, San Antonio, Teksas, ABD).

Alexander, yolların akarsular boyunca düzenlenmesi gerektiğini, bunun da yalnızca seyrek geçişlerle gelişmelere engel teşkil edebileceğini öne sürmektedir. Doğrusal 'Nehir parkları' konseptine ilişkin ana tasarım ilkesi, harekette ve açık alan ağlarında süreklilik ihtiyacıdır (Pattacini, 2021).

Büyük bir planlama ölçeğinde, Hillberseimer, bir nehir boyunca 'toplanan' şehir kuşağında, 'ana kuşağın yerleşimleri için doğal bir rekreasyon alanı oluşturan' nehir boyunca ormanlık bir alan önermektedir. Şehir ölçeğinde, Richard Neutra, fütüristik 'acele kentinde', yüksek katlı yoğun kentsel formlar önermeden önce, geniş bahçeli evler şeklinde düşük yoğunluklu konut gelişimiyle sınırlanan sel riskini karşılamak için büyük bir doğrusal 'nehir parkı' önermektedir. Mawson, halka açık bahçeler şeklinde daha süslü bir yaklaşımı tercih ederken, Wright'ın Broadacre şehri için önerileri arasında spor sahaları, müzik bahçeleri, parklar ve pazar merkezleri yer almaktadır (Pattacini, 2021).

Kentsel meydanların köprüden varış noktası olarak kullanılması, nehir manzarasının ve güçlü bir dolaşım noktasının optimize edilmesi, çağdaş kentsel tasarım kılavuzlarında iyi bir uygulama olarak sunulmaktadır (Pattacini, 2021).

Nehirler boyunca açık alan ağı için bir başka seçenek de, görsel rahatlık, temiz hava, nehir kenarına düzenli erişim ve çevredeki karma kullanımlı gelişmeler ve yerleşim alanları için rekreasyon fırsatları sunan, su kenarı boyunca küçük parklar için alanları serbest bırakan aralıklı geliştirmelerdir. Nehir kenarındaki konumlardaki çeşitli açık alan türleri Şekil 4.33'de özetlenmiş ve gösterilmiştir (Pattacini, 2021).

PARKLAR		MEYDANLAR	
 Doğrusal nehir parkı	 Cep parkı	 Eksenel	 Eşik

Şekil 4.33: Nehir kenarı açık alan seçenekleri

Kaynak: Pattacini, 2021

Le Corbusier, 'işlevsel bir yerleşim' çiziminde, 'şehir merkezine yakın bir yerde, kışın yüzme ve paten yapma olanakları sunan bir göl oluşturmak için' nehre baraj yapmayı önermiştir (Pattacini, 2021).

Nehirler ve açık alanlar arasındaki bağlantı, taşkın önleme konusunda çok önemlidir ve yüksek kaliteli yeni konut geliştirme ortamlarının oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır (Pattacini, 2021).

Kaliteli kamusal alanlar özellikle disiplinler arası tasarımı ve çoklu amaçların benimsenmesini desteklemektedir. Buna uygun olarak, Birleşik Krallık Tasarım Konseyi'nin önde gelen danışmanları "Mimarlık ve Yapılı Çevre Komisyonu", şehirlerin iklim kaynaklı tehditlere uyum sağlamasının güçlü bir şekilde "iyi tasarlanmış, esnek kamusal alanlara" bağlı olduğunu savunmaktadır (Silva ve Costa, 2016).

'Doğal' hallerinde nehirler ve taşkın yatakları, farklı hidrolojik, jeomorfolojik ve ekolojik özelliklere sahip, karmaşık, sürekli değişen, hiyerarşik parçalardan oluşan bir mozaikten oluşur (Frissell ve diğerleri, 1986). Mozaikteki zaman ve mekandaki değişiklikler, nehir akışı bozuklukları ve boylamsal (yukarı-akıntı), yanal (kanal-taşkın yatağı) ve dikey (yüzey-yeraltı) iklimsel, hidrolojik ve biyojeokimyasal değişimler boyunca etkili olan tortu hareketleri tarafından yönlendirilir (Ward 1997; Ward ve diğerleri 2002).

Nehir-şehir ilişkisinde önemli bir faktör nehrin coğrafi konumudur (Díaz ve Ollero, 2005). Vadinin morfolojisi, nehir alanı genişliği ve kıyıların şekli nehir kenarı gelişimini etkileyen temel unsurlardır. Silva ve diğerleri (2004) ve Díaz ve Ollero (2005), geniş ve düz taşkın yataklarına sahip vadiler genellikle daha gelişmiştir Şekil 4.28'de gömülü ve kapalı vadilerde ise kentsel gelişim daha az görülmektedir (Vian ve diğerleri, 2021).

Tarihi kentsel gelişim nehir kenarındaki birçok mekanın mevcut konfigürasyonunda ve bunların kentle bütünleşmesinde önemli bir rol oynamıştır. Dünya çapında, doğal nehir kenarları dönüştürülmüştür (Allan, 2004), çünkü kentsel planlama bunları yeterince dikkate almada başarısız olmuştur (Timur, 2013; Redzuan ve Latip, 2016; Vian ve diğerleri, 2021).

Su yolları kenarındaki boş eski sanayi bölgeleri genellikle kentsel dönüşüm projelerinin merkezinde yer almaktadır (Marshall, 2001). Su yolları kenarındaki kahverengi alanlar, güçlü kimliklere sahip ve sürdürülebilir yaşam gündemine yanıt veren yeni karma kullanımlı gelişmeler için benzersiz fırsatlar sunmaktadır. Kentsel

su yolları koridorları genellikle onları çevreleyen yapılı formlardan ayrı olarak izole edilmiş olarak kabul edilmektedir (Pattacini, 2021).

Su yollarının planlamasında kentsel ölçekte çözümler üretilmesi ile kentlinin kamusal alan ihtiyaçlarına cevap verilmiş ve su yollarının kaybettikleri değerler geri alınmış olacaktır. İmar planları yapılırken su yolları ile entegre olabilecek şekilde yeşil alanların oluşturulması sürdürülebilir, hidrolojik ve rekreasyonel planlama için önemlidir.

4.7. Bölüm Sonucu

Sanayileşmenin bir sonucu olarak kentsel nüfusun artması ve kentsel alanların sınırlı olmasından dolayı yerleşim noktalarında su yollarının havzaları, taşkın alanları ve akış yatakları değiştirilmiştir. Su yolları havzalarının geçirimli alanlardan geçirimsiz alanlara dönüşümü sonucu sel olayları zararlarının önüne geçmek için yapılan hidrolik mühendislik yöntemleri de sonuç vermemiş, sürdürülebilir yeni çözüm arayışları başlamıştır.

Yağışlar ile oluşan yüzeysel akışın hızlı bir şekilde kentsel alanlardan uzaklaştırılması ile sellerin zararlı etkileri bitmemiş, her geçen gün şiddeti artmıştır. Yağışlar ile yüzeysel akışın tamamının kent içinden uzaklaştırılması yerine bir kısmının buharlaşabileceği, sızabileceği, tutulabileceği çözümlere yönelik çalışmalar başlamıştır.

Su yolları taşkın alanları da tekrar asli görevlerine döndürülmeye başlamıştır. Lineer beton kanallar içinde akışını sürdüren su yolları yataklarında da iyileştirme projelerinin yapılması gerektiği yaşanan tecrübeler ile öğrenilmiştir.

Kent içi su yolları ıslahında yeni çözüm arayışları konusunda uzun süren çalışmalardan sonra su yollarının, etkilediği ve etkilendiği bütün alanlarda iyileştirme uygulamalarının yapılması gerektiği anlaşılmıştır. Su yolları planlamalarında yeni çözüm alternatiflerinin tespit edilmesi amacıyla 5. Bölümde yenilikçi çözümler üreten su yolu örnekleri incelenerek bu bölümdeki alt başlıklar kapsamındaki sınıflandırmaya dayalı analiz edilmiştir.

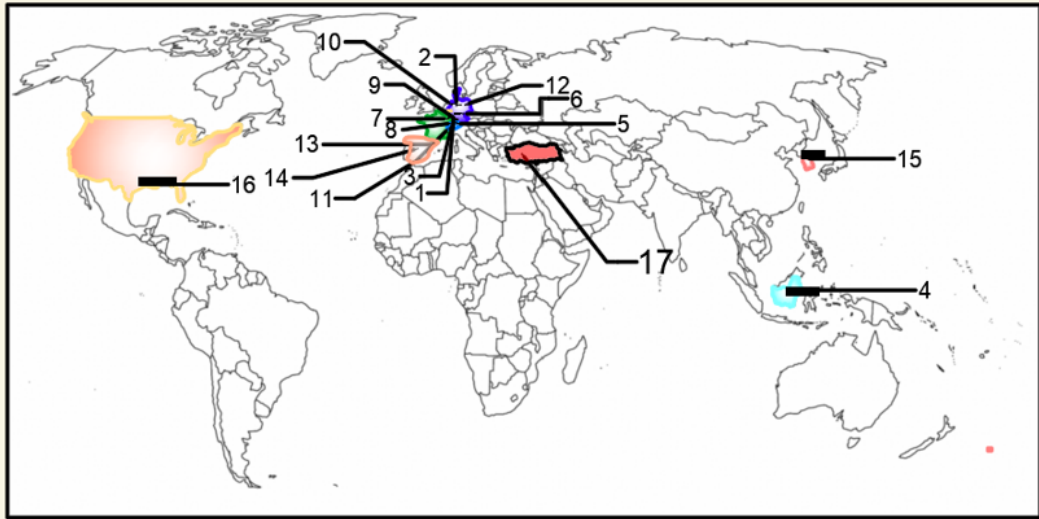
Ayrıca akarsu, nehir ve derelerin su taşıma yatağı kesitleri, plan yapıları ve bankalarının temel özellikleri incelenerek iyileştirme ya da tekrar canlandırma ihtiyacı hissedilen su yollarının plan, kesit, banka ve tampon bölgelerinin tasarım kriterleri oluşturulmasında referans alınmıştır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE VE DÜNYA'DAKİ SON DÖNEM SU YOLLARI ISLAH ÖRNEKLERİ

Araştırma kapsamında ülkemizden ve dünyadan son dönem uygulama örnekleri incelenmiştir. İncelenen örneklerin içinde hidrolojik, ekolojik, rekreasyonel ve kentsel planlama kapsamında çözüm üretilmiş su yolları olmasına dikkat edilmiştir. Tablo 5.1'de örnek alınan nehirler gösterilmektedir.

Tablo 5.1. Nehirlerin dünya haritası üzerindeki konumları

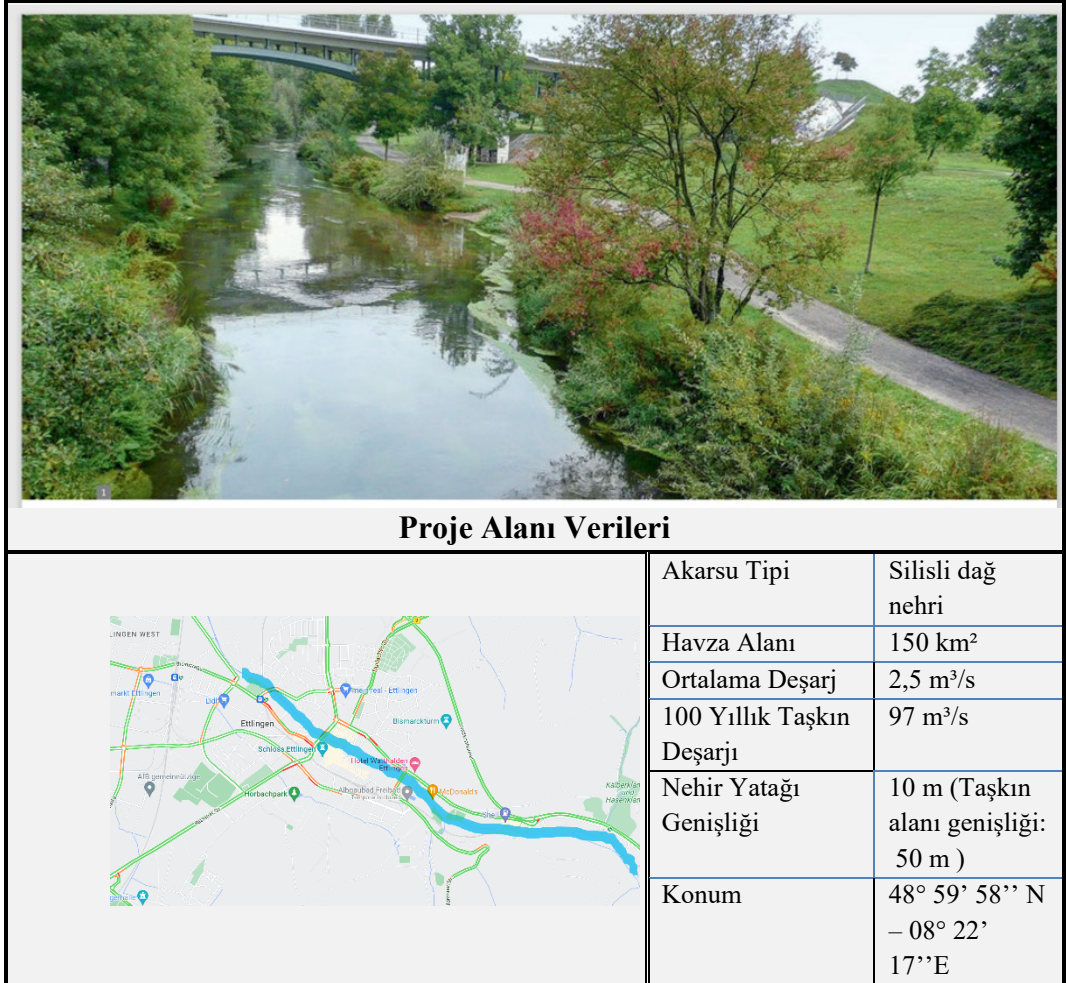


1. Alb Nehri, Karlsruhe, Almanya
2. Ahna Nehri, Kassel, Almanya
3. Birs Nehri, Basel, İsviçre
4. Kallang Nehri, Bishan, Singapur
5. Leutschenbach Nehri, Zürih, İsviçre
6. Neckar Nehri, Ladenburg, Almanya
7. Seille Parc de la Seille Nehri, Metz, Fransa
8. Soestbach Nehri, Soest, Almanya
9. Wiese Nehri, Basel, İsviçre
10. Wiese Nehri, Lörrach, Almanya
11. Aire Nehri, Cenevre, İsviçre
12. Elster and Pleiße Değirmendereleri, Leipzig, Almanya
13. Besòs Nehri, Barcelona, İspanya
14. Manzanares Nehri, Madrid, İspanya
15. Cheonggyecheon Nehri, Seul, Güney Kore
16. Buffalo Bayou Nehri, Houston, Texas, Amerika
17. Porsuk Nehri, Eskişehir Türkiye

Uluslararası ölçekte 6 adet Almanya, 4 adet İsviçre, 2 adet İspanya, 1 adet Singapur, 1 adet Fransa, 1 adet Amerika, 1 adet Güney Kore ve 1 adet de Türkiye olmak üzere toplam 17 adet son dönem tasarım örneği belirlenmiştir. Uygulama örneklerinde tespit edilen hidrolojik, ekolojik, rekreasyonel ve kentsel planlama kapsamındaki çözümler her örneğin sonunda tablolara dökülmüş ve bütün örneklerden elde edilen çözümler de ortak tablolar şeklinde bölüm sonunda verilmiştir. Bu örnekler hidrolojik, ekolojik, kentsel planlama ve rekreasyonel tasarım yaklaşımı bağlamında tam olarak restore edilememiş olsalar da rehabilite işlevini yerine getirebilmiş planlamalardır.

5.1. Alb Nehri, Karlsruhe, Almanya

Alb Nehri 308.436 nüfuslu Karlsruhe şehrinden geçmektedir (Wikipedia Karlsruhe). Alb Nehri önemli bir rekreasyon alanının çekirdeğini oluşturur. Alb Nehri ile ilgili proje alanı verileri Şekil 5.1’de verilmiştir. Doğala yakın restore edildikten sonra, Şekil 5.1’deki görünüşe kavuşmuştur.



Şekil 5.1: Alp Nehri görünüşü, proje verileri

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Nehir restore edilmeden önce son derece özelliiksiz durumdaydı (Şekil 5.2). Güçlendirme yapılan kıyılara neredeyse erişilemez konumdaydı. Su yolu ve taşkın alanı için ayrılmış alan yetersizdi. Alb nehrinin bir kısmına eklenen alçak bentler nehrin akışını yavaşlatmış ve nehir yatağında çamurlu tortu birikmesine sebep olmuştu. Özelliiksiz hale gelen nehrin tekrar canlandırılmasına karar verilmiştir. İlk olarak şehir sınırları içindeki kısımda yapılmış alçak bentler rampalara dönüştürülerek balık merdivenleri oluşturulmuştur (Şekil 5.3). Bu şekilde yapılan yeni uygulama ile kasabanın kenarında bir dizi yeni ekolojik taşkın ovaları elde edilmiştir (Prominski ve diğerleri, 2017).



Şekil 5.2: İyileştirmeden önce Alp Nehrinden görünüş.

Kaynak: Fotoğraf: Volker Hahn (WFD)



Şekil 5.3: Balık merdivenleri

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

2003 ve 2004 yılları arasında, mevcut Günther Klotz Parkı'nın proje alanına bitişik 300 m uzunluğunca daha fazla önlem alınmıştır (Şekil 5.4). Oldukça büyük bir yoldan bir tarafı yemyeşil bir sınırla ayrılan Alb, nehrin diğer tarafındaki eğimli parka açılmaktadır (Şekil 5.5) (Şekil 5.6). Taşkınlar, şehrin yukarısındaki tutma alanları kullanılarak ve onu Karlsruhe'nin dışına yönlendirildiğinden dolayı, restorasyon çalışmasında taşkın kontrolünün dikkate alınmasına gerek kalmamıştır. Alb'i ekolojik ve bir rekreasyon alanı olarak geliştirmek amacıyla, akan suya özgü yeni özellikler oluşturulmuştur. Bu nehirdeki alçak bentlerin kaldırılması ve böylece sürekli bir akış oluşturulmasıyla elde edilen mevcut akımın, doğal tortu transferini yeniden sağlamak, ortalama bir akış kanalı ve sığ su zonları oluşturmak için kullanılması mümkün olmuştur. Yer yer set takviyesi kaldırılmış, düz setler oluşturulmuş ve nehir genişletilmiştir. Parkur ayrıca daraltmalar, çatallanmalar ve kaya perdeleri ile çeşitlendirilmiştir (Şekil 5.7). Alb Nehrinde bentler ve setler kaldırılmış ancak henüz hedef belirlenmemiştir. Su yolu izlenmeye devam edilmektedir. İhtiyaç olan noktalarda nispeten küçük müteakip müdahaleler yapılmaktadır (Prominski ve diğerleri, 2017).



Şekil 5.4: Alb Nehri kenarında Günther-Klotz Park

Kaynak: Google Earth 05.12.2022



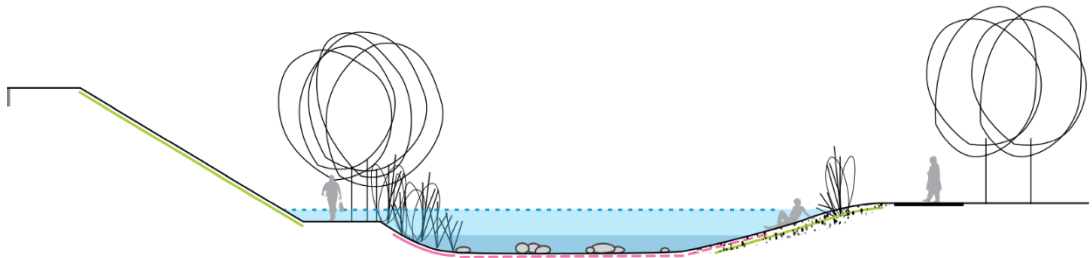
Şekil 5.5: Guenther-Klotz-Parkından görüşler (06.12.2021)

Kaynak: “Günther-Klotz-Anlage”, Tarih yok



Şekil 5.6: Guenther-Klotz-Parkından görüşler (06.12.2021)

Kaynak: (“Günther-Klotz-Anlage”, Tarih yok



Şekil 5.7: Şematik kesit

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Alb Nehrinin tasarımı rekreasyon alanı kapsamında, doğaya yakın yaklaşımla ele alınmıştır. Nehrin bir bölümü davetkar ve erişilebilir bilgi panoları ve oyun ekipmanları eklenerek cazip hale getirilmiştir (Şekil 5.8) (Şekil 5.9). Nehir kenarına gelen ziyaretçiler Alb ve nehir habitatları hakkında eğlenceli bir şekilde bilgi sahibi olabilmekte, farklı araştırmalar yapabilmektedirler. Nehir kenarında doğa parkurunun bulunduğu kayar bir yamaçta plaj oluşturulmuştur (Şekil 5.9). Nehir yatağından alçak bentlerin kaldırılması ile kano rotası tekrar ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.8: Nehir kenarına yerleştirilen bilgi panosu

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017



Şekil 5.9: Nehir kenarı plaj, su ile temas kurma ekipmanları, kent mobilyaları

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Ziyaretçi sirkülasyonu organize edilerek, öncelikle doğal alan olarak geliştirilen alanlardaki yükün hafifletilmesi amaçlanmıştır. Bu restorasyon önlemlerinde amaçlanan hedef, nehrin mümkün olduğu kadar doğal durumuna geri döndürülmesi olmuştur. Doğal gelişme için alanın sınırlı olmasına karşın, farklı genişliklerde hafifçe kıvrımlı bir rota verilmesi hedeflenmiştir. Bu, canlı ve erişilebilir nehri, Günther-Klotz-Park'ı zenginleştiren ayırt edici bir özellik haline getirmiştir.

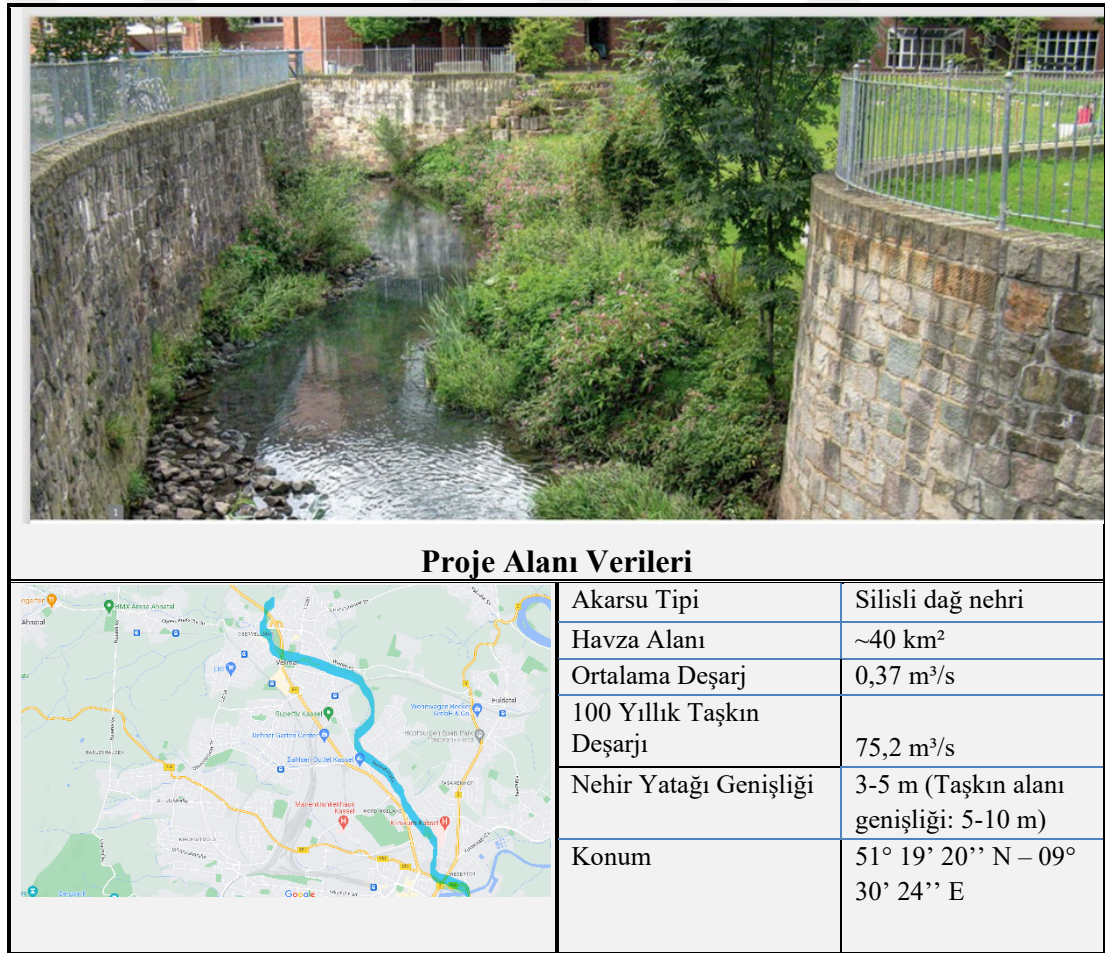
Alb Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2: Alb Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel ve Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu

Alb Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Su tutma alanları yapılması, • Su tutma alanının çevre alanların yağış sularını toplaması, • Fazla suyun yönlendirilmesi, • Taşkın debisinin arttırılması, • Taşkın yüksekliğinin düşürülmesi, • Akarsu yatağının genişletilmesi, • Çamur birikiminin önlenmesi, • Bentlerin kaldırılması, • Setlerin kaldırılması, • Dinamik gelişime izin verilmesi, • Akış devamlılığının sağlanması, • Nehir suyunun berraklaştırılması,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Akış varyansının arttırılması, • Yapay Ekolojik Sistem Oluşturulması. • Balık Merdivenleri Yapılması. • Taşkın ovası genişletilmesi, • Sucul Faunanın Hareketinin Sağlanması. • Flora ve faunaya yaşam alanı oluşturulması, • Dinamik gelişimin sağlanması, • Bitkiler ile yeşil koridor oluşturulması. • Tortu taşınması ve birikmesinin sağlanması, • Menderesli su yolu oluşturulması, • Ekolojik dengenin sağlanması, • Kumsal oluşturulması, • Akışa kavis verilerek ekolojik katkı sağlanması, • Dere yatağı yüksekliğinin eski haline getirilmesi,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Nehir kenarı parklar ile entegre edilmiştir. • Şehrin kamusal odak merkezi olması,
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Rekreasyon alanı oluşturulması, • Oyun ekipmanları yerleştirilmesi, • Bilgi Panoları Yerleştirilmesi, • Doğa parkuru oluşturulması, • Nehir habitatları hakkında bilgi sahibi olacak şekilde planlanması, • Plaj Oluşturulması, • Kano rotasının geri kazanılması, • Meyve bahçeleri kurulması,

5.2. Ahne Nehri, Kassel, Almanya

Ahne Nehri 201.585 nüfuslu Almanya'nın Kassel şehrinde yer almaktadır. (Wikipedia Kassel). Kassel şehrinden geçen Ahne Nehri Fulda nehri ile birleşmesinden önce görünmez durumdaydı. Yatağı ve bankları güçlü bir şekilde takviye edilmiş, akış kotu derinleştirilmiş bir bölümü de yer altına alınmıştı. Kentsel bölgelerin sürdürülebilir kalkınmasına yönelik AB tarafından finanse edilen bir programın (Urban II) parçası olarak, 2003 ve 2004 yıllarında Ahne'nın yeniden doğallaştırılmasına yönelik bir başlangıç yapılmıştır. Bu su yolu içindeki çeşitlilik, aynı zamanda Ahne'yi bölge sakinleri için bir kez daha görünür ve erişilebilir kılmıştır (Prominski ve diğerleri, 2017). Şekil 5.10'da proje verileri, planı ve nehrin erişim noktalarının birinin görünüşü vardır.

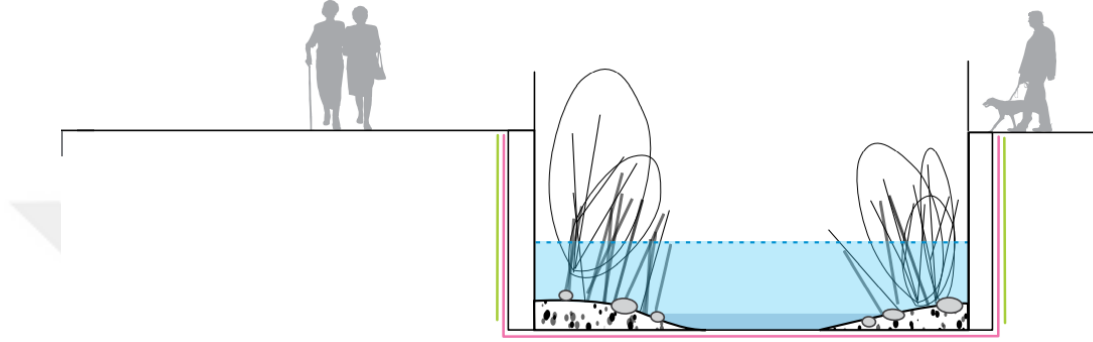


Şekil 5.10: Ahne Nehri görünüşü, proje verileri

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Ahne profilinin derinliği, rotasını geniş bir alan üzerinde değiştirmeye pek imkân vermemiştir. Sadece Hegelsbergstraße civarında düzleştirmek mümkün olmuştur. Bu

nedenle, yeniden şekillendirme önlemlerinde vurgu, mevcut profil içindeki yapısal iyileştirme olmuştur (Şekil 5.11). Ahne, kenarlarında tortuların biriktiği ve bitki örtüsünün kolonize olduğu bir ortalama akış kanalının oluşturulduğu kutu şeklindeki bir profilden geçmektedir. Akışın seyrini uzatmak ve akış çeşitliliğini artırmak için çalışılmıştır. Tüm alçak bentlerin yerini taş eşiklerden yapılmış rampalar olarak balıkların dereden geçmesine imkân sağlanmıştır (Şekil 5.12). Mevcut beton banka (nehirin kenarları) takviyelerinin bir kısmı, doğal taş takviyelerle değiştirilmiştir.



Şekil 5.11: Şematik kesit

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017



Şekil 5.12: Balık geçişleri için rampalar

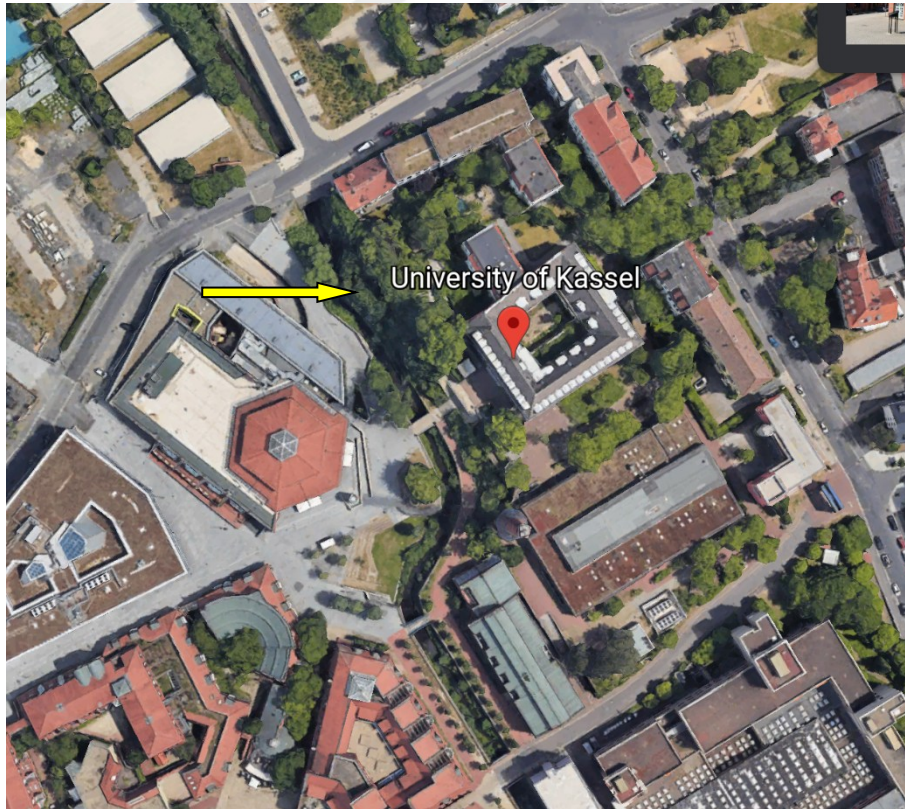
Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Nordstadtpark ve üniversite kampüsü, Ahne boyunca yeni bir park ‘Nordstadtpark’ oluşturmuştur ve nehir ile bu noktalardan bağlantı sağlanması planlanmıştır (Şekil 5.13). Nehir kenarları çok dik olduğu için, ancak sınırlı bir ölçüde gerçekleştirilebilmiştir (Şekil 5.14). Kıyının her iki tarafında basamaklar oluşturulmuştur en alt basamak aynı zamanda bir banka kaplaması görevi görmüş, su yoluna uzun basamak taşları yerleştirilmiş ve bu şekilde nehrin iki tarafı arasında bağlantı kurulmuştur. Basamakların üzerine monte edilen bir elek tırmığı ile ölü odun ve dereden gelen diğer döküntülerden basamak taşları korunmaktadır (Şekil 5.15).



Şekil 5.13: Nordstadtpark'ın Ahne Nehri ile entegre edilmesi

Kaynak: Google Earth 2021



Şekil 5.14: Ahne Nehrine erişim noktalarında bir tanesi

Kaynak: Google Earth 2021



Şekil 5.15: Ahne Nehrinin iki tarafı birbirine bağlayan merdiven ve adım taşları

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Üniversite arazisinde Ahne, profilde kutu şeklindeki derin duvarlı bir kanaldan geçmektedir. Kampüs alanında sadece bir noktada, nehre erişim sağlanabilmiştir (Şekil 5.14). Akarsu yatağına doğal taş yığınlarının, bölmelerin ve rip-rap'ın (erozyonun önlenmesi için yerleştirilen büyük kaya ve taşlar) dahil edilmesi, daha düşük deşarjlarda gözle görülür şekilde geliştirilmiş akış dinamikleri sağlamaktadır. Bu, nehrin hafifçe kıvrımlı seyrindeki suyun akışını ve hareketini açıkça algılanabilir kılar ve küçük ölçekli tortu farklılaşması ve yeniden dağılımı ile küçük bir ölçüde kendi kendine dinamik momentum oluşturabilmektedir. Söğütler ve sulak alan bitkileri ile habitat oluşturulmuştur. Ahne, kentsel çevrede akarken yeşil bir kurdeleye benzemektedir (Prominski ve diğerleri, 2017).

Ahşap tekne şeklindeki bir sanat enstalasyonu, bakanın dikkatini dere yatağına çekmektedir. Genel olarak, önlemler Ahne'nin bölge içindeki yapısal çeşitliliğini ve görünürlüğünü iyileştirmiş, ancak bunun derin bir şekilde girintili kalması gerçeği, daha geniş çevre ile sadece birkaç noktada bağlantıya izin vermiştir. Ancak özellikle üniversitenin yakınında- yeşil Ahne, dik kıyı duvarları ve ağırlıklı olarak taş döşeli ve yapılaşmış çevre ile çekici bir kontrast sağlayarak bölgeyi zenginleştirmiştir (Prominski ve diğerleri, 2017).

Ahne Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.3).

Tablo 5.3: Ahne Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel ve Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu

Ahne Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none">• Ahne Nehrinin gün ışığına kavuşturulması,• Nehir yatağının taşkın yatağı şeklinde çalıştırılması,

	<ul style="list-style-type: none"> • Akış dinamikleri elde edilmesi, (Akarsu yatağına akış yönü ve hızını değiştirecek taş yığınları, bölmeler ve rip rap ilave edilerek) • Akış yönü ve hızının değiştirilmesi,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Alçak bentlerin taş eşikler ile değiştirilerek balık geçişlerinin sağlanması, • Tortu taşınması ve birikmesinin sağlanması, (Nehir yatağında rip rap, taş yığınlar, bölmeler ile suya hafif kıvrımlı ve değişen akış özelliği ile minimal tortu hareketliliği oluşturulmuştur.) • Sulak alanların oluşturulması, (Doğal bitki habitatının gelmesi sağlanmıştır.) • Akışa kavis verilerek ekolojik katkı sağlanması, • Biyolojik yöntemler ile nehir banka stabilizasyonu, • Derenin yer altından çıkarılması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Ahne Nehrinin şehir halkına geri kazandırılması, • Nehrin kenarında Nordstadtpark Park ile nehir entegre edilmesi,
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Nehir setlerinin şehre uygun malzemeler ile kaplanması, • Nehir bankalarının kullanıma açılması,

5.3. Birs Nehri, Basel, İsviçre

Tamamen İsviçre'de bulunan en iyi bilinen kollardan biri, Col de Pierre Pertuis'deki Jura dağlarından Basel ve Birsfelden arasındaki Ren nehrine akan Birs Nehri'dir. Basel şehrinin nüfusu 175.000'dir. Birs, Ren'e girmeden kısa bir süre önce Basel-Stadt ve Basel-Land kantonları arasındaki sınırı oluşturur. 19. yüzyıldan beri, rotasının bu kısmı üzerinden kanalize edilmiş ve tamamen güçlendirilmiş bir yatağın yanı sıra güçlendirilmiş bankalara sahiptir. Nehrin enine kesiti şekil olarak değişmez ve simetriktir, temizlenmiş ön bölge ile basit bir çift yamuk profil oluşturmuştur. Nehrin bu kısmındaki su kalitesi, doğuya bitişik kanalizasyon çalışmalarından etkilenmiştir. Taşkın ovası içinde ve bu bölgeye bitişik yollarda döşenmiş deplase imkânı olmayan ikmal boruları, gelişme potansiyeli açısından büyük bir sorun teşkil etmekteydi (Prominski ve diğerleri, 2017).



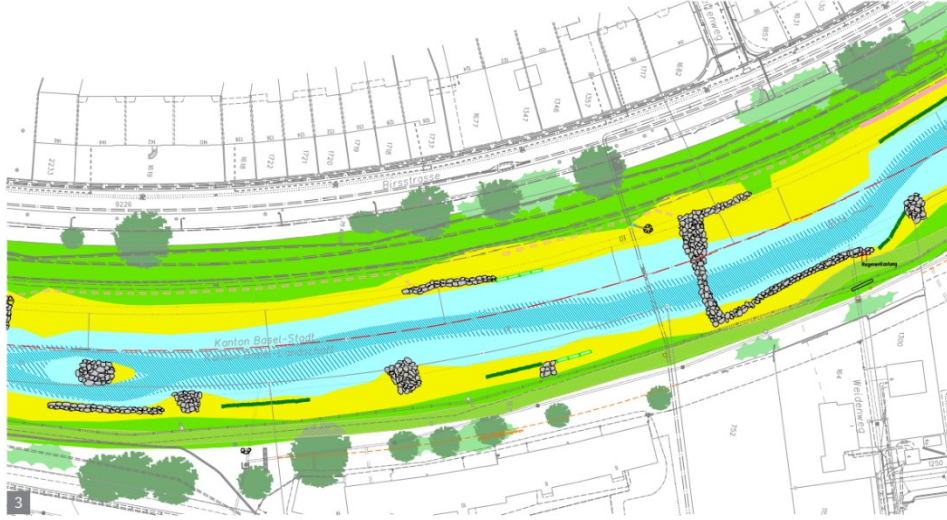
Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	Dağ nehri
	Havza Alanı	911 km ²
	Ortalama Deşarj	15–20 m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	360 m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	20-30 m (Taşkın alanı genişliği: 50-60 m)
	Konum	47° 33' 04'' N – 07° 37' 20'' E

Şekil 5.16: Birs Nehri görünüşü, proje verileri

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Birs Nehrinin Ren Nehrine bağlandığı nokta en çok bozulan bölge olmasından, Birs'in bu bölümünde 2002 ve 2004 yılları arasında yeni proje yapılmış, başlıca amaç nehri canlandırmak olmuştur. Proje alanı verileri Şekil 5.16'da verilmiştir. Bu canlandırmanın kanalizasyon işlerinin taşınmasıyla birleştirilmesi Ren nehrine çıkış projenin başarısında etkili olmuştur. Su kalitesini iyileştirmenin yanı sıra, su yolunu yeniden şekillendirerek daha fazla yapısal çeşitlilik elde edilmiştir. 1,5 km'lik bir uzunluğun üzerinde, önceki beton banket kaplamaları kaldırılmış ve bankalar tesviye edilmiştir (Şekil 5.17). Tüm alçak bentler nehir dibi rampalarına dönüştürülmüş, böylece sadece balıkların engelsiz geçmesi değil, aynı zamanda yatak yükü taşımacılığının nehir içinde yeniden gerçekleşmesi sağlanmıştır (Şekil 5.17). Nehir yatağında, eski alçak bentlerin parçaları bırakılmış ve akışı yönlendirmek için kullanılmıştır (Prominski ve diğerleri, 2017) (Şekil 5.18).



Şekil 5.17: Düşük Akış Kanalı

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

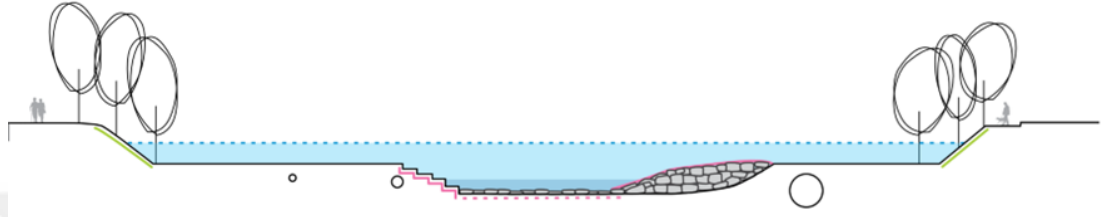


Şekil 5.18: Nehir tabanının rampalara dönüştürülmesi

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Su yolunun kendisi 20 m'den 30 m'ye genişletilmiştir. Bu genişlik, düşük akış ve ortalama akış kanalı oluşturmak için kullanılmıştır (Şekil 5.17). Akış yönlendirme elemanları, kanal içinde yılan gibi bir su akış yolu oluşturur. Akışta meydana gelen değişkenlik, küçük kumsallar şeklinde dalgakıranların arkasında oluşan kümelenme bölgelerine neden olmaktadır. İlk bakışta, Birs neredeyse doğal olarak gelişen bir nehir izlenimi vermektedir. Bununla birlikte, kendi kendine dinamik nehir gelişimi sadece küçük, tersine çevrilebilir bir ölçekte planlanmıştır. Sadece burada birkaç noktada ve kıyılarda nispeten önemsiz erozyon belirtilerine izin verilmiştir. Kümelenme bölgeleri, sel ile yıkanma eğilimindedir, böylece banka orijinal durumuna geri dönebilmektedir. Canlandırma önlemlerinden sonra bile, Birs hala dikkatli bir şekilde devamlı kontrol edilmektedir.

Nehir kıyısı ve yatağında, kaplama ve stabilizasyonda farklı tasarım yaklaşımları kullanılmıştır (Şekil 5.19). Söğüt fasiyesleri (demetleri) veya sabitlenmiş ağaç gövdeleri gibi biyomühendislik kaplamalar, taştan yapılmış oyuklar, kireçtaşı parçalarından yontulmuş nehir kıyısı basamakları kullanılmıştır. Bazen bankalar akışı yönlendirmek için kullanılmış, başka herhangi bir istikrar önlemi yoktur. Akış bankalardan uzağa yönlendirildiğinde bankaların stabilizasyonu için herhangi bir önlem almaya gerek kalmamaktadır (Şekil 5.20).



Şekil 5.19: Sematik kesit banket ve yatak takviyeleri

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017



Şekil 5.20: Söğüt dalları ile yapılan biyomühendislik yöntem ile yönlendirme

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Taşkın ovasında yer alan borular ayrıca 'uyku' (stabilizasyon) takviyeleri ile korunmuştur. Takviye edilmemiş parçalardaki değişiklikleri izlemek için düzenli devriyeler yapılır ve gerektiğinde boruların olduğu güzergâh hattında stabilizasyon önlemleri alınmaktadır.

Bankaların çeşitliliği ve akışın doğası ile ortaya çıkan yatak koşullarındaki çeşitlilik Birs'in çekiciliğini önemli ölçüde arttırmıştır. Bankalara ve su yolunun kendisine birçok noktadan kolayca erişilebilmektedir. Halk, nehir kıyısına inşa edilmiş uzun bir dizi basamaktan veya akışın azaldığı alanlarda sık yerleşim bölgelerinden suya girebilmesi teşvik edilmektedir (Şekil 5.21).



Şekil 5.21: Kabaca yontulmuş taşlardan yapılmış nehir kıyısı basamakları

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Birs'in her iki yanında bulunan ön araziler, önemli bitki örtüsünden arındırılmış ve böylece hem ölçek hem de yapı açısından taşkın kontrolünün gereksinimlerini karşılayan bir deşarj profili oluşturulmuştur. Bu alanlar, pasif yeşil alan gibi, biraz özelliksiz görünseler de yerel rekreasyon için popüler bir konum ve katılım sağlamaktadırlar. Nehrin her iki yanındaki çimenlik araziler, yerleşim alanları arasında yer alırlar, güneşlenmek veya mangal yapmak, egzersiz yapan köpekler ve Birs'te yüzmek için bir üs görevi görürler.

Birs nehrinin kenarında sert bir şekilde tanımlanmış sınırlar görülmemektedir. Net sınırların olmaması dinamikliği sağladığı için ekolojik bir çözüm olmuştur. Aynı zamanda homojen bir görüntü elde edilmiştir. Nehir ve kenarlarından bölge sakinleri azami ölçüde faydalanmaktadır (Prominski ve diğerleri, 2017).

Birs Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.4).

Tablo 5.4: Birs Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel ve Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu

Birs Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Atıksu girişlerinin önlenmesi, (nehrin kenarından kanalizasyonun taşınması), • Alçak bentler rampalara çevrilmesi ile akış kısıtlamasının çözülmesi, • Bentlerin kaldırılması, • Akarsu yatağının genişletilmesi, (Su yolu yatağının 20 m'den 30 m'ye genişletilmesi, düşük akışa aynı yatak içinde Kavisli Bir Şekil verilmesi,) • Kavisli akışın sağlanması, • Taşkın yüksekliğinin düşürülmesi, • Nehir kenarı parklara taşkın ovası işlevi verilmesi,

Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Alçak bentlerin rampalara dönüştürülmesi balık geçişlerinin sağlanması, • Menderesli su yolu oluşturulması, • Tortu taşınması ve birikmesinin sağlanması, (Akışta meydana getirilen değişkenlik) • Ekolojik dengenin sağlanması, • Akış varyansının artırılması, • Akışa kavis verilerek ekolojik katkı sağlanması, • Dinamik gelişimin sağlanması, • Flora ve faunaya yaşam alanı oluşturulması, • Biyolojik yöntemler ile banka stabilizasyonu, (Söğüt fasiyesleri, sabitlenmiş ağaç gövdeleri, taştan oyuklar, kaba kireç taşından basamaklar kullanılmıştır.) • Taşkın alanı bitkilerinin kaldırılması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Nehir ve bankaları kamusal alan olarak kente tekrar kazandırılması, • Taşkın ovasında yer alan borular stabilizasyon takviyeleri ile koruma altına alınması,
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Rekreasyon alanı oluşturulması, • Taşkın alanının rekreasyon alanına dönüştürülmesi, (Nehir kenarındaki bitkilerden temizlenen alanlar, piknik, mangal, güneşlenmek, köpekler içinde kullanılabilen ayrıca yüzme için plaj olarak kullanılabilir.) • Rekreasyon alanının mangal, piknik, köpek gezinti alanına dönüştürülmesi, • Köpek gezi alanlarının yapılması,

5.4. Kallang Nehri, Bishan, Singapur

Kallang Nehri sadece 10 km uzunluğunda olmasına karşın Singapur'un en uzun nehri ve şehre içme suyu sağlayan daha büyük bir sistemin önemli bir parçasıdır. Akiferi (Su taşıyan geçirgen kaya, kaya kırıkları veya pekişmemiş malzemelerden çakıl, kum veya silten oluşan bir yeraltı tabakası) olmayan bu ada şehir devletinin 700 km² yüzölçümü su toplamak ve depolamak için çok kısıtlı bir alandır. Singapur ayrıca, yaklaşık 5 milyon nüfusuyla ülkenin yüzölçümü dikkate alındığında oldukça kalabalıktır.



Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	.....
	Havza Alanı	140 km ²
	Ortalama Deşarj	..... m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	..... m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	3 m (Taşkın alanı genişliği: 100 m)
	Konum	1° 21' 48" N – 103° 50' 38" E

Şekil 5.22: Kallang Nehri proje alanı verileri

Kaynak: Prominski ve diğerleri,2017

Kallang Nehrinin tropikal hidrolojik dinamikleri sınırlıdır ve 1970'lerde nehir düz beton bir kanala dönüştürülmüştür. Bu önlem, şiddetli musonlar sırasında ani sel baskınlarını kontrol etmek ve hızlı deşarj sağlamak için yapılmış tek fonksiyona sahip bir uygulama olmuştur. Beton kanal nehir ekolojisini tamamen yok etmiş ve aniden suyla dolabileceği ve güvensiz olduğu düşünüldüğü için nehir çitle çevrilmiştir. Çit ile çevrilen nehir iki mahalleyi birbirinden fiziki bariyer ile ayırmıştır. Ancak, sınırlı su kaynakları nedeniyle Singapur, bu tür su yönetimi stratejisini yeniden düşünmek zorunda kalmıştır. Sonraki yıllarda, sürdürülebilir yağmur suyu hasadı, atık su ıslahı ve su tasarrufu için ülke çapında kapsamlı bir program geliştirilmiştir. Singapur'un kentsel çevresini su toplama alanının önemli bir parçası olarak tanıyan bir program, 2006'dan bu yana çalışmalarını sürdürmektedir. Singapur Ulusal Su Ajansı, su yönetimi endişelerini kentsel canlandırma projeleri (itici güçleri) ve rekreasyon

varlıkları olarak su kütlelerinin potansiyelini de içerecek şekilde genişleten (Active, Beautiful, Clean) ABC Suları Programı üzerinde çalışmaktadır. Bu çerçevedeki pilot projelerden biri, 2,7 km uzunluğundaki beton kanalı ekolojik olarak hayati ve erişilebilir bir nehir manzarasına dönüştürmeyi amaçlayan Kallang Nehri ve Bishan Park projesi olmuştur (Şekil 5.22).

Kallang Nehrinde yeniden doğallaştırılmış ve derecelendirilmiş bir taşkın ovası, yılın büyük bir bölümünde sığ ve sakin bir nehir taşır, kıyılarında gezinmek ve kıyılarında oynamak için uygun hale getirilmiştir (Şekil 5.23).



Şekil 5.23: Kallang Nehri yeniden doğallaştırılmış taşkın ovası

Kaynak: Google Earth 07.12.2022

Bishan-Ang Mo Kio Parkı artık doğal bir nehir koridorunu andırmaktadır, bu sadece kanalı değil, aynı zamanda yakın etkileşim içinde olan taşkın ovası ve kıyı bölgesini de içermektedir. Aynı zamanda çok işlevlidir. Düşük akışlarda insanlar tüm parkın keyfini çıkarabilir ve hatta suya adım atabilir; yüksek akışlar sırasında, parkın çoğu akışı aşağıya iletme için çalışır (Şekil 5.24) (Şekil 5.25).



Şekil 5.24: Bishan Park ve Kallang Nehri

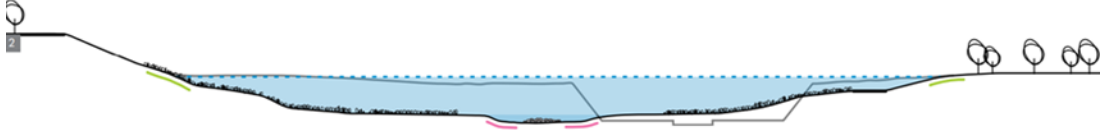
Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017



Şekil 5.25: Sel Sürecinde Bishan Park ve Kallang Nehri

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Kanalın bitişikteki karasal yeşil alana taşmasına izin vermek, Kallang Nehri'nin su taşıma kapasitesini önemli ölçüde artırır ve artık doğallaştırılmış nehir koridoru, 25 yılda bir görülen bir seli güvenli bir şekilde iletebilir (Şekil 5.26). BishanAng Mo Kio Parkı, seli azaltmada, akışları kanal içinde sınırlandırmak için mücadele eden geleneksel yaklaşımdan, 'nehir için daha fazla alan açma' şeklindeki yeni yaklaşıma geçiş göstermektedir. (Warner ve diğerleri, 2012). Park ayrıca, Singapur'daki ilk temizleyici biyotop da dahil olmak üzere çeşitli ABC Suları tasarım özelliklerini bünyesinde barındırmaktadır (Şekil 5.27).



Şekil 5.26: 100 m taşkın ovasını da içine alan kesit

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017



Şekil 5.27: Bishan Park sulak alanlar

Kaynak: Liao, 2019



Şekil 5.28: Parktan görüntüler

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Nehir yatağına yerleştirilen çeşitli bitki örtüsü ve kayalar, nehri yavaşlatır ve habitat nişleri sağlar. Basamak taşları ve köprüler uygun geçiş yerleri sunar. Öğretici değerler, balıkların ve nehir kıyısı faunasının doğal yaşam alanlarına yaklaşmanın değeri, tasarımın merkezinde yer almaktadır (Şekil 5.28). Nehir yatağı, verilen kavisler ile 500 m uzatılmıştır. Bu tasarım kararı nehrin görünümünü yumuşatmış, su yolunu uzatmış ve sel sularının hızını ve akışını kontrol etmek için çeşitli önlemler getirmiştir. Bankalar hafif bir eğimle derecelendirilmiştir. Nehrin taşkın ovasıyla birlikte bölümlerinin genişliği değişmiş ve çoğu yerde 100 m'ye kadar ulaşmıştır. Nehrin taşıma kapasitesi beton kanala göre %40 oranında artırılmış, böylece taşkın olaylarında su seviyesi daha yavaş ve kademeli olarak yükselmiştir (Şekil 5.29). Yeniden doğallaştırılmış nehir yatağı şimdi daha kabadır ve genellikle akış hızını ve Marina Rezervuarı'na taşınan tortu miktarını azaltmak için kayalar, havuzlar ve oluklar ile biyo-mühendislik ve taş groynes (mahmuz) ile kesintiye uğramaktadır.



Şekil 5.29: Kallang Nehri eski-yeni kanal birleşim noktası

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Yemyeşil tropik bitki örtüsü nehri kaplamış ve nehri park manzarasına sorunsuz bir şekilde entegre etmiştir. Kıyılardaki erozyon kuvvetlerine karşı uzun süreli koruma sağlamak için bitki örtüsünün stabilize edici özelliğine özel önem verilmiştir. Tasarımcılar, tropik yağmur ormanı iklimi ve şiddetli sel suyu ile uyumluluğunu doğrulamak için parkta uygulamadan önce birkaç farklı biyomühendislik tekniğini test etmiştir (Şekil 5.30).



Şekil 5.30: Nehir kıyı stabilizasyonu uygulanan biyomühendislik teknikleri

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Hidrolik modeller, nehir kıyısının hangi bölümlerinin erozyona karşı daha güçlü korumaya ihtiyaç duyduğunu belirlemelerine yardımcı olmuştur. Sonuçlar, kayalarla doldurulmuş istiflenmiş gabyonlar (Taşlarla doldurulmuş ve çeşitli inşaat mühendisliği bağlamalarında, özellikle istinat duvarlarının yapımında, dik yamaçların güçlendirilmesinde veya nehir kıyılarında erozyonun önlenmesinde kullanılan gözenekli bir metal sepet) veya rip-rap kaplama bankaları gibi daha sert malzemelerin hassas bölümlere yerleştirilmesi gerektiğini göstermiştir (Şekil 5.31).

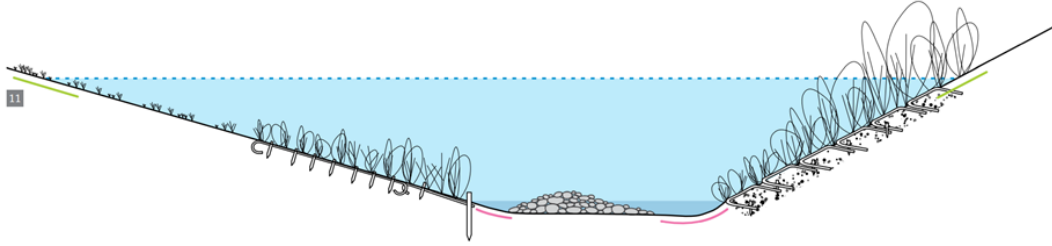


Şekil 5.31: Nehir kenarı gabyon uygulama

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Bu güçlendirilmiş kenarlar bile sert elemanlar arasına yerleştirilmiş sürgünlerle (canlı ağaç dalları) dikilmiştir. Daha hafif eğimli kıyılarda, bitki örtüsünün yapısal kapasitelerini artırmak için perdeler, kamış rulolar, jeotekstiller (Toprak işlerinde, su yolu bakımında ve otoyol yapımında erozyona karşı koruma veya katmanları ayırmak için kullanılan geçirgen keçe, dokuma malzeme veya doğal veya yapay liflerden ağ) ve fırça şilteler (Bir zemin örtüsü oluşturmak için bir banka üzerine çapraz bir şekilde

yerleştirilmiş canlı dallar.) dahil olmak üzere daha düşük takviye seviyesine sahip teknikler uygulanmıştır. Şekil 5.32’de sağ tarafta jeotekstil ile sarılmış toprak kaldırıncıları ve solda ahşap kazıklarla bankaya tutturulmuş kamış rolleri olan jeotekstilleri göstermektedir. Canlı kesimler bir süre sonra kök salmaya başlar ve koruyucu bir bitki örtüsü tabakası oluşturur.



Şekil 5.32: Biyomühendislik stabilizasyon teknikleri şematik enine kesiti

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Biyomühendislik teknikler olarak fasciner, erozyonu önlemek için birbirine bağlanmış ve bir yamacın eteğine yerleştirilmiş genç sürgün demetleridir. Bunlar, bir kıyı şeridi boyunca yerleştirilmiş ve bir halat ve sıkıştırılmış toprak ile yerinde tutulan, canlı kesimlerden yapılmış kalın bir hasır tabakasından oluşan bir fırça şilte ile birleştirilebilir. Çelikler bir süre sonra kök salmaya başlar ve stabilitelerini artırmak için şiltelerin tabanına yerleştirilen faskinlerle koruyucu bir bitki örtüsü oluşturur. Parkta kullanılan bir diğer teknik ise, geçirgen jeotekstil kumaşların içine sürgünlerin yerleştirilip toprakla doldurulmasıdır. Kamış ruloları, toprak ve bitki örtüsü ile dikildiklerinden ve tahta kazıklarla sabitlendiğinden benzer bir yapıya sahiptir. Bu tekniklerin, erozyonda etkili olabilmesi için; bitkilerin kök salması ve erozyon kuvvetlerine karşı tamamen dirençli hale gelmesi için kendilerini kurması için belirli bir süreye ihtiyaç vardır. Tropiklerde bu süre kısadır ve bitkileri korumak için kullanılan ahşap yapılar ve doğal liflerden yapılan jeotekstillere gibi yardımcı malzemeler bu süreçte yavaş yavaş bozulur. Bu tür ekimler ve biyomühendislik yapıları böylece gelişme, çevreye uyum sağlama ve kendilerini onarma yeteneğine sahiptir. Köklerin ve organik maddelerin büyümesi ve yoğunlaşması yoluyla, uzun vadede bankaların sağlamlığını artırır.

Nehrin değişen eğrilikteki kıvrımları, akış modelini çeşitlendirir. Yeni dikilen çeşitli yerli bitki türleri ile, bu, habitat nişlerinin çeşitliliğini ve sayısını artırır. Kuşlar, amfibiler, böcekler ve hatta su samurları gibi bazı memeliler de dahil olmak üzere

vahşi yaşam bu alanları kendiliğinden kolonize etmiştir. Asya-Avustralya rotasından gelen göçmen kuşlar artık parkta sık sık durmaktadır. Nehirde ak balıkçıl balıkları, balıkçılar, su tavuğu ve munia türleri kıyılardaki uzun otlarda yaşar ve tüner. Bu ekolojik faydalar, parkın sağladığı çoklu eğlence ve rekreasyon amaçlı kullanımlarla birleşmektedir. Teraslar, nehir platformları ve basamak taşları, vahşi yaşamı gözlemlemeyi ve suda gezinmeyi teşvik etmektedir. Taşkın ovasının açık çim alanları, oyun ve diğer aktiviteler için geniş alan sağlamaktadır. Su oyun alanları, futbol sahaları, fitness alanları ve köpek koşularında dinlenme tesisleri mevcuttur. Park, birkaç köprü ve bir yol ağı oluşturarak önceden ayrılmış mahalleler arasındaki bağlantıları iyileştirmiştir. Park Konnektor bölgesel yolu, onu ülke çapında daha geniş bir bisiklet ve koşu parkuru ağına bağlamaktadır.

Sel suyu güvenliğinde su yükseldiğinde, nehre bitişik park alanları bir taşkın ovası görevi görür. Yavaş yavaş sular altında kalırlar, bu yüzden insanların taşkın ovasını terk etmek için bolca zamanı olur. Güvenlik için nehir izleme ve su seviye sensörleri, uyarı lambaları, sirenler, anonslar ve can simidi ile uyarı sistemi kurulmuştur. Devriye gözetim ekibi, ziyaretçilerin sel suları gelmeden önce kırmızı işaretlerin ötesine güvenli bir şekilde uzaklaşmasını sağlar. Yağmur suyu akışının etkisi, gölete ve su oyun alanına arıtılmış yağmur suyu sağlayan temizleme havuzları kullanılarak azaltılmıştır (Prominski ve diğerleri, 2017).

Kallang Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.5).

Tablo 5.5. Kallang Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu

Kallang Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Nehre kavisli şekil verilmesi, • Lineer kanalın kavisli dizayn edilmesi, • Sellerin önüne taşkın ovası ile geçilmesi, • Fazla suyun yönlendirilmesi, • Su tutma alanları yapılması, • Nehir sularının biyolojik yöntemler ile arıtılması, • Atıksu girişinin önlenmesi, • Nehrin su taşıma kapasitesi %40 oranında artış sağlanması, • Sel oluşumunun önüne geçilmesi, (nehir kanalı 100 m'ye kadar genişletilmiştir,)

	<ul style="list-style-type: none"> • Nehir kenarı parklara taşkın ovası işlevi verilmesi, • Çamur birikiminin önlenmesi, • Nehir suyunun berraklaştırılması, • Setlerin kaldırılması, • Akış devamlılığının sağlanması,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Bitkiler ile yeşil koridor oluşturulması, • Kuşlar için koridor olması, • Yağmur sularının toprağa sızdırılması, • Kirli ilk yağış sularının ayrılması, (Taşkın ovasından nehir yatağına yağış sularının ulaşması) • Sulak alanların tesisi, • Tortu taşınması ve birikmesinin sağlanması, • Menderesli su yolu oluşturulması, • Balık geçişlerinin sağlanması, • Ekolojik dengenin sağlanması, • Akışa kavis verilerek ekolojik dengenin sağlanması, • Dinamik gelişimin sağlanması, • Yağmur hasadı yapılması, • Flora ve faunaya yaşam alanı oluşturulması, • Biyolojik yöntemler ile nehir banka stabilizasyonu yapılması, • Sucul faunanın hareketinin sağlanması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan elde edilmesi, • Nehrin kenarında bulunan park ile entegre edilmesi, • Nehrin geri kazanılması, • Mahalle bağlantılarının sağlanması, (Park, birkaç köprü ve bir yol ağı oluşturulmuştur). • Mahalle bağlantılarının köprüler ile sağlanması, • Nehrin bisiklet ve koşu parkuruna entegre edilmesi, • Sel anında güvenlik tedbirlerinin alınması, • Taşkın ovası rekreasyon alanı olarak işlevlendirilmesi,
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Rekreasyon alanı oluşturulması, • Seyir teraslarının oluşturulması, • Su oyun alanları yapılması, • Spor alanları yapılması, • Köpek gezi alanları yapılması, • Dinlenme tesisleri yapılması, • Fitness alanları yapılması,

5.5. Leutschenbach Nehri, Zürih, İsviçre

Leutschenbach 434.335 nüfuslu Zürih şehrinden geçmektedir (Wikipedia). Nehir çevresinden büyük miktarda yağmur suyunu alan bir su yolu olarak görev yapar. Su yolu ya da akarsu mu olduğu tartışma konusudur.

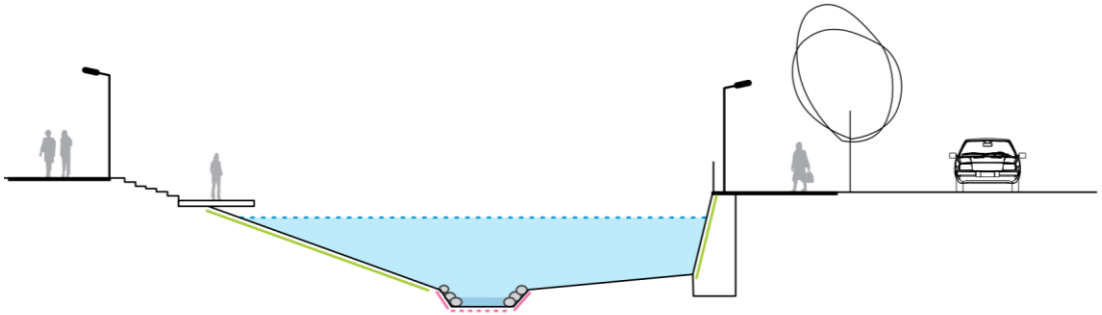


Şekil 5.33: Leutschenbach Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Zürih'in kuzeyindeki Leutschenbach nispeten küçük bir akarsudur. Bununla birlikte, Leutschenbach çevresinden büyük miktarda yağmur suyu aldığı için su seviyesi hızlı ve şiddetli bir şekilde yükselebilir. İsviçre Televizyonu şirketinin avlusunun hemen önündeki iki sokak arasına sıkışan dere, işlevi yağmur suyu alan bir akış olarak hizmet etmektedir. Güçlü akıntıları nedeniyle, bankaları ve yatağı her zaman takviyeli kalmak zorundadır. Akan yağmur suyunu tutmak için 5 m derinliğindeki hendek gerektiğinden, derenin seviyesi de yükseltilememiştir. Drenaj kanalları ve diğer akarsuların mevcut birleşim yerleri de betonla inşa edilmiştir (Şekil 5.33).

Leutschenbach Nehri için 2002 yılında açık alan yarışması düzenlenmiştir. Açık alan yarışması mahalleyi iyileştirmeyi, ayrıca akarsuyun 250 m uzunluğundaki bir bölümünde 'yeniden doğaya' dönüştürülmesini planlamıştır. Yarışın galibi Pipol Landschaftsarchitekten olmuştur. Leutschenbach'ı inşa edilmiş bir duvar ve kaldırım çerçevesinde 'doğaya açılan bir pencere' olarak tasarlamıştır. Daha geniş bir kıvrımlı dere yatağı, su yolunu stabilize eder. 4,5 m yüksekliğindeki vazgeçilmez istinat duvarı, mukavva görünümlü betonla örülerek duvara doğal konglomera taşı (İrili ufaklı yuvarlak çakıllardan oluşan sedimenter kayaç olup, ince taneli çimento ile bağlanmıştır) görünümü kazandırılmıştır. Bu beton, duvarın birçok girinti, çıkıntı ve açıklığa sahip olmasını sağlayarak organizmalara potansiyel bir yaşam alanı sağlar, doğal ve sarp bir kıyıyı andırır. Yağmur suyu girişleri, derin dere yatağının işlevini gösteren mimari bordürlerle vurgulanmıştır. Katzenbach'ın birleştiği yer, küçük şelalenin akıntısının alçaktaki dereye daha fazla dikkat çekebilmesi için yükseltilmiştir. Kıyıda, İsviçre Televizyon şirketinin yanında, dik akarsu vadisinin kenarına yakın basit beyaz balkonlar, izleyicinin bakışlarını suya çekmektedir (Şekil 5.34).



Şekil 5.34: Şematik kesit: Derin boşluk, yoğun yağış durumunda tutma alanı

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Başlangıçta, akarsu kenarını ritmik kıvrımlı bir düzende yerleştirilmiş geniş beyaz beton levhalarla güçlendirme planları oluşturulmuştur. Bu yapay yollarla oluşturulan hareketi dinamik güçleri uyandırmak için bir şans olarak kullanarak derenin son derece sınırlı alanını vurgulamaktı. Ancak bu mimari yaklaşım, sakinler ve ilgili hidrolik mühendisleri tarafından 'fazla doğal olmayan' bir yaklaşımla karşılanmıştır. Sonuç olarak, inşaat sürecinde bu fikir terk edilerek yerini betona yerleştirilmiş düzensiz bir büyük çakıl taşı hattı almıştır. Yapay su dengesinin hâkim olduğu bu su

yolunun ekolojik değeri değişmeden kalır; ancak tasarımı, onu doğala yakın bir su yolu hakkında genel kabul görmüş fikirlere yaklaştırmıştır (şekil 5.35).



şekil 5.35: Seyir balkonları, yatak ve banka görünümü

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017.

Bu vakanın gösterdiği gibi, renatürasyon (doğal ekosistemleri veya yaşam alanlarını orijinal yapılarına ve tür kompozisyonlarına döndürme süreci) önlemlerinin alabileceği farklı biçimlerin yönü, akımın gerçekten de renatürasyona uğramış olup olmadığı sorusu kadar ilginçtir. Bugün, Leutschenbach, teknik parametrelerin akışın gerçek bir renatürasyonuna izin vermemesine karşı, alanın iyileştirilmesine kesinlikle yardımcı olmaktadır. Basit bir yapay tasarımın bu akarsu ve çevresine daha fazla uyum sağlayıp sağlayamayacağı sorusu hala devam etmektedir. şekil 5.36'da derenin güncel durumu görünmektedir.



şekil 5.36: Derenin Güncel Görünümü

Kaynak: Google Earth, 09.12.2022

Leutschenbach Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.6).

Tablo 5.6. Leutschenbach Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatif Planlama Çözümler Tablosu

Leutschenbach Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none">• Nehir havzasının yağmur suyunu toplaması,• Debinin yağış ve sonrasında yükselmesi,• Nehirde taşkın probleminin yaşanmaması,• Kavisli akışın sağlanması,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none">• Tortu taşınması ve birikmesinin sağlanması,• Menderesli su yolu oluşturulması,• Akış varyansının arttırılması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none">• Minimal kamusal alan kazandırılması, (Nehir iki sokak arasında izole durumda kalmış olmasına rağmen).• Deşarj noktalarında farklı tasarımlar kullanılması ve suya hareket verilmesi,• Tasarım olarak optimal alan kullanılması,
Mekansal (Rekreatif Planlama)	<ul style="list-style-type: none">• Seyir balkonları yapılması, (Nehir yol kodundan giriş verilerek dere manzarasının seyredilebileceği balkonlar yapılmıştır.)• Seyir balkonlarının mimari obje şeklinde yapılması,

5.6. Neckar Nehri, Ladenburg, Almanya

Bu örnekte, Neckar Nehrinin 11.880 nüfuslu Ladenburg kasabasından geçen bölümü ele alınmıştır (Wikipedia). Projenin amacı, kasabada halka açık bir kamusal alan ağı oluşturmak ve onu Neckar'a bağlamak, Kandelbach ve Loosgraben nehirlerini canlandırmak ve taşkın koruma önlemlerini iyileştirmektir. Böylece tüm şehri çevreleyen ve toplam uzunluğu yaklaşık 3.5 km olan Yeşil Halka oluşturulmuştur (Şekil 5.37).



Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	Çok büyük çakıl ağırlıklı nehirler
	Havza Alanı	13 850 km ²
	Ortalama Deşarj	~ 50 m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	~ 2800 m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	125 m (Taşkın alanı genişliği: 300 m)
	Konum	49° 27' 56'' N – 08° 36' 26'' E

Şekil 5.37: Neckar Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Projenin uygulanması ile kasabanın hemen dışındaki taşkın ovalarının kalitesi ve atmosferi iyileştirilerek su ile daha güçlü bir ilişki sağlanmıştır. Neckar manzarasına sahip etkinlikler için çekici sahne, eski fuar alanlarının yerinde, su kulesinin gölgesinde oluşturulmuştur (Şekil 5.39). Çayırı nehir kenarındaki yola bağlamak için yeni bir yol sistemi inşa edilmiştir. Yollar daha yüksek olan araziye ulaşmış ve bu da nehrin yeni görünümüyle sonuçlanmıştır. Alanı çevreleyen set, suya inen bir dizi basamak olarak inşa edilmiştir. 2 -3 m derinliğe sahip geniş teraslı çim basamaklar, oturmak ve dinlenmek için mekanlar oluşturmuştur (Şekil 5.37) (Şekil 5.40).



Şekil 5.38: Yeşil halka oluşturulması

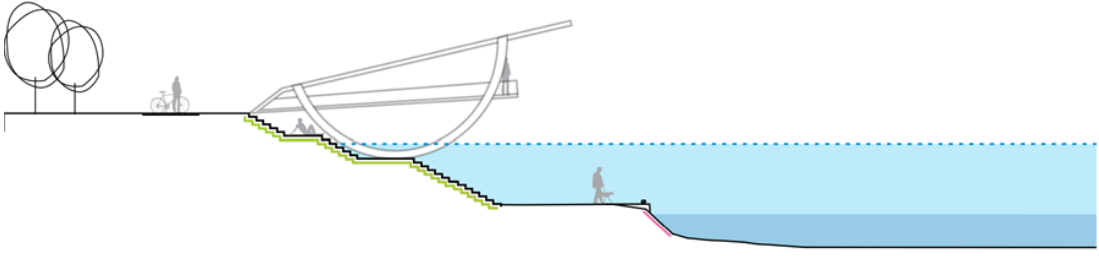
Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Bent üzerindeki bir gezinti yolu yeni bir iskeleye ve nehrin panoramik manzarasını sunan yüksek bir heykel balkonuna çıkmaktadır (Şekil 40). Heykelsi balkon yeni iskeleyi işaret etmektedir. Gezinti alanından etkinlik alanına ve nehre bakmak mümkündür. Nehir kıyısında doğal bir gelişme bölgesi vardır. Neckar'ın rotası bu noktada genişler ve kıyıları boyunca akış hızı azalır. Alan, nehre doğru uzanan arazinin arkasında yer aldığı için akıntıdan daha fazla korunmaktadır. Kumlu nehir kıyısı bitki örtüsünden temizlenmiş ve alçak oturma duvarları inşa edilmiştir. Böylece, nispeten basit araçlar kullanarak Ladenburg, insanların oturabileceği, otururken nehir üzerinde güneşin batışını izleyebileceği kendi çekici plaj alanını oluşturmayı başarmıştır (Şekil 40).



Şekil 5.39: Taşkın alanında oluşturulmuş rekreasyon ve plaj alanı

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017



Şekil 5.40: Şematik Kesit, Heykel Balkon, Teraslı Profil

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Derelerin açılması: Kasabanın güney tarafındaki açık alana, her ikisi de yeraltı kanallarında akan iki küçük canlandırılmış dere hakimdir. Bunlar Kandelbach ve Loosgraben Dereleridir. Sel sırasında Kandelbach yedeklenirdi ve su bitişik bodrumlara akardı. Bu sorunun çözümü yeni tasarımda dikkate alınmıştır. Her iki deredeki akış da açılmış ve daha somut hale getirilmiştir.

Kandelbach'ın artık 250 m uzunluğunda bir kıvrımlı parkuru vardır. Kıyıları, suyun görülmesi ve suya ulaşması kolay olacak şekilde oldukça düz yapılmıştır. Dereyi geçmeyi mümkün kılmak için çeşitli yerlere basamak taşları inşa edilmiştir (Şekil 5.41). Bu münferit kaya perdelerinin hemen aşağısında, silt tortuları ve su bitkilerinin büyümesi açıkça görülmektedir. Akarsuların kıyıları, yer yer yoğun bir şekilde bakımı yapılan çimenlik alanlardan oluşur ve bu da suyu tesis içinde mevcut bir unsur haline getirir. Sulak alanın uzun otsu bitki örtüsünün renkli yatakları ile oluşturduğu kontrast özellikle etkileyicidir; gevşek ot (*Lythrum salicaria*), öküz papatyası (*Leucanthemum vulgare*) ve sarı bayrak (*Iris pseudacorus*) renkli vurgular oluşturur (Şekil 5.42). 3 m yüksekliğe kadar büyüeyebilen bu bitkiler, parkın manzarasını olumlu etkilediği gibi, amfibiler ve böcekler için de sığınak görevi görmektedir.



Şekil 5.41: Dereden geçmek için dizayn edilmiş adım taşları

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Patika, geniş basamaklı taşlardan yapılmış bir geçitte dereyi kesmektedir. Su seviyesi yüksek olduğunda, nehrin sığ yeri su altındadır ve yalnızca çıplak ayakla veya lastik çizmelerle geçilebilir. Bu nedenle sel, parktaki yol ağını etkiler ve ziyaretçiler tarafından algılanabilir hale gelir (Şekil 5.41). Dere bir köprünün altından geçmeden önce derenin iki yanında düz bir çayıra dönüşür. Bu tutma havzası, bir sel sırasında dereden biriken suyu depolayabilir. Suyun bodrumlara sızmasını önlemek için dere ve bitişik binalar arasındaki alanda yer altında gerekli izolasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu bölgede dere iki kola ayrılır: bir kol kapatılarak küçük bir gölet oluşturarak suyu çok iyi algılanabilir, bir kol da belirgin bir balık merdiveninin üzerinden akar. Suyun hızla akıp balık merdiveninden yuvarlanırken çıkardığı ses, çok uzaklardan duyulabilir. Balık merdiveni, insanların erişebilmesi ve içine bakabilmesi için çayıra inşa edilmiştir. Bir göleti oluşturan dal, büyük bir su basamağı seti şeklinde bir savakta (barajlarda dolan suyu boşaltmak için yapılan düzenek) son bulur. Yaz aylarında bu basamaklar sığ sulara yürüme fırsatını değerlendiren çocuklar ve yetişkinlerle dolup taşmaktadır (Şekil 5.43).



Şekil 5.42: Kandelbach dolambaçlı rotası, köprü, bankaların renkli bitkileri

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

6 milyon Euro'luk nispeten düşük bir toplam yatırım için Ladenburg, açık alan sistemini tamamen canlandırmayı ve iyileştirmeyi başarmıştır. Çünkü Neckar ve diğer derelerin güzergahı açık alan sisteminin canlandırılmasına çok uygundur. Sonuç olarak, kasaba 2006 yılında Almanya'nın en güzel parkına sahip olarak Federal Alman Bahçıvanlar Birliği ödülünü (Bundesverband Deutscher Gartenfreunde) kazanmıştır.



Şekil 5.43: Kandelbach'ı Çevreleyen Park, Gölet, Su Basamakları, Balık Merdivenleri

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Nectar Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.7).

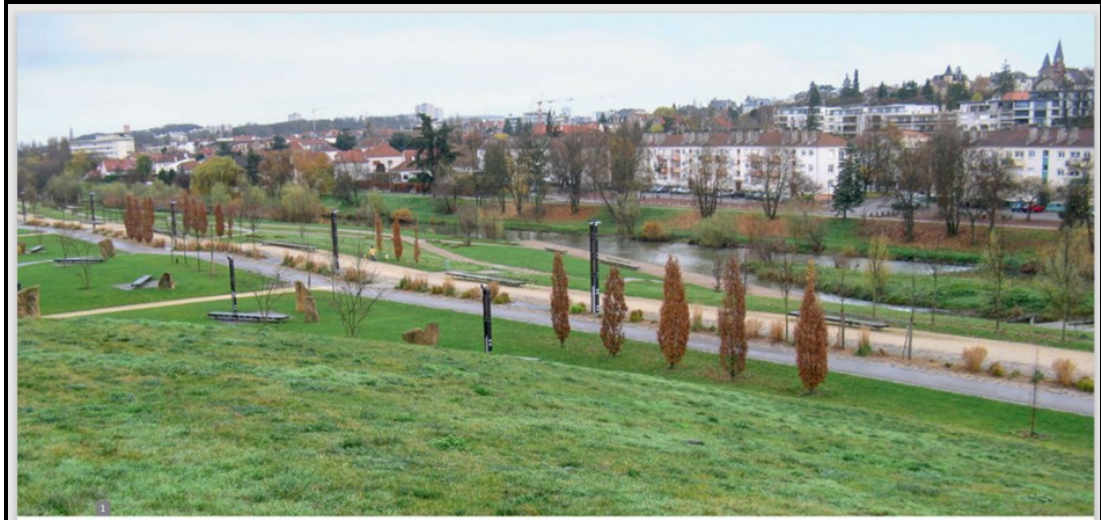
Tablo 5.7. Nectar Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatif Planlama Çözümler Tablosu

Nectar Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Taşkın ovalarına rekreasyon alanı işlevi verilmesi, • İki derenin gün ışığına kavuşturulması, (Kandelbach Ve Loosgraben Dereleri) • Nehir bankaları geçirimsizliğinin sağlanması, (İzolasyon çalışması ile dere kenarındaki binaların bodrum katlarındaki problem giderilmiştir.) • Su tutma alanları yapılması,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Tortu taşınması ve birikmesinin sağlanması, • Menderesli su yolu oluşturulması, • Ekolojik dengenin sağlanması, • Taşkın ovalarına rekreasyon alanı işlevi verilmesi, • Nehir bankaları geçirimsizliğinin sağlanması, • Balık Geçişlerine Uygun Hale Getirilmesi,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Nectar Nehir Taşkın Ovasının rekreasyon alanına dönüştürülmesi, • Nehir bankalarının geri kazanılması, (Nehir kenarlarının yağışsız dönemlere halkın kullanabileceği şekilde merdivenler, teraslar mini

	<p>duvarlar gibi yapılan düzenlemeler ile aktif yeşil alana çevrilmesi),</p> <ul style="list-style-type: none">• Şehir çevresinde yeşil halka oluşturulması,• Nehrin bisiklet ve koşu parkuruna entegre edilmesi,
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none">• Rekreasyon alanı oluşturulması,• Nehir habitatları hakkında bilgi sahibi olacak şekilde planlanması,• Nehir bankalarının kullanıma açılması,• Seyir teraslarının oluşturulması,• Seyir balkonları oluşturulması,• Plaj yapılması, (Basit araçlar kullanılarak, Ladenburg, insanların oturabileceği ve nehir üzerinde güneşin batışını izleyebileceği plaj oluşturulmuştur.)• Deşarj noktalarının görsel tasarıma uygun planlanması,• Seyir balkonlarının mimari obje şeklinde planlanması,• Su hareketleri ve oyunlarının planlanması,• Taşkın alanına kalıcı sahne yerleştirilmesi,• Nehre dik yolların yapılması,

5.7. Seille Parc de la Seille Nehri, Metz, Fransa

2021 Fransız ulusal nüfus sayımı, Metz'in nüfusu 120.874 olan ve kuzeydoğu Fransa'da Moselle ve Seille Nehirlerinin birleştiği yerde bulunan bir şehirdir (Wikipedia Metz). Kentsel ekoloji havzası Metz, geniş açık alanları ve halka açık bahçeleri olduğu için Yeşil Şehir unvanını almıştır. Tarihi şehir merkezi, Fransa'daki en büyük ticari yaya alanlarından biridir.



Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	.....
	Havza Alanı	1282 km ²
	Ortalama Deşarj	~ 10 m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	~ 170 m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	15m (Taşkın alanı genişliği: 40 m)
Konum	49° 06' 12'' N - 06' 11' 11'' E	

Şekil 5.44: Seille Parc de la Seille Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Seille'nin proje alanı, Metz şehir merkezinin yakınındaki tren istasyonunun arkasındaki yeni kentsel bölge Quartier de l'Amphiteatre, doğuda Parc de la Seille tarafından sınırlandırılmıştır. Park, adını doğudaki Queuleu bölgesinden ayıran küçük bir nehir olan Seille'den almaktadır. 20 hektarlık park kuzey-güney yönlü ve yaklaşık 1 km uzunluğa sahiptir. Park şehrin önemli binalarının çevresinde yer almaktadır (Şekil 5.44). Seille, projelendirilen alanda uzun zamandır küçük bir rol oynamış (su transferi) ve hiç göze çarpmamıştır. Ancak Parc de la Seille'in tasarımı sayesinde nehir yeniden tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Nehrin ön tarafının büyük bir kısmı kaldırılmıştır. Derecelendirmenin yaratıcı kullanımı ve parkın kotlarının teraslara, eğimli yüzeylere uygun bir şekilde yapılandırılmasıyla, park Seille'e doğru yönlendirilmiştir. Seille'nin kollara ayrılan ve hafifçe kıvrılan rotası parkın planıyla tezat oluşturmaktadır. Kazılan malzeme, parkta bir gözlem noktası olarak hizmet

veren bir tepe inşa etmek için yeniden kullanılmıştır. Altın bir dikilitaş, parkın en yüksek noktasını vurgulamaktadır. Nehir bu noktadan açıkça görünür, parka bir patika ve basamak sistemi ile iyi bir şekilde entegre edilmiştir (Şekil 5.45).



Şekil 5.45: Park alanından görüşler

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Parkta yağmur suyunun tutulması sadece nehirden gelen fazla sularla değil, aynı zamanda çevredeki parka entegre edilmiş havzalardaki yağmur sularını tutmak ve arıtmak için planlanmıştır. Genel tasarım şemasının bir parçası olarak, bu havzalar teknik unsurlar olarak çok zor tanınabilir. İster sazlıklarla dolu olsun ister yaya köprülerinin geçtiği açık su kütleleri, ister çimenlerle kaplı basit çöküntüler olsun, parkın önemli bir parçası haline gelmişlerdir. Seille'in kendisi, ana rotası ve park tarafındaki nehir kıyısı yeniden tasarlanarak yorumlanmıştır. Bunu yaparken, açık alanın tasarımına ve nehir yapısının ekolojik olarak iyileştirilmesine odaklanılmıştır. Doğrudan su kenarı boyunca uzanan ve aynı zamanda kıyı takviyesi görevi gören bir gezinti yolu, köşeli, geometrik formlarda tasarlanmıştır. Buna zıt olarak, mesire yerinin önünde nehrin yeni bir kolu oluşturularak yaklaşık 350 m uzunluğunda bir ada oluşturulmuş fakat erişilebilir olarak planlanmamıştır (Şekil 5.45). Kuşlar ve amfibiler için sığınak görevi görmektedir. Doğal nehir kıyısı ve geniş sazlık alanları kuşların dinlenme alanı olarak hizmet vermektedir.



Şekil 5.46: Park alanından görünüşler

Kaynak: de Metz, Tarih yok

Birçok yol, parkın farklı seviyelerine ve suya ya da su boyunca uzanır. Teraslama, parkın birçok alanından Seille ve yeni kolunun manzarasını izlemeyi mümkün kılmaktadır. Mevcut güçlendirilmiş nehir kenarlarına inşa edilen biraz daha aşağı yöndeki balkonlar, su kenarının ötesine geçerek ziyaretçilerin nehir hakkında doğrudan bir deneyime sahip olmalarını sağlamaktadır. Balkonlar, güçlendirilmiş banklara dikilmiş 3 m yüksekliğinde sazlıklarla çevrilidir (Şekil 5.45) (Şekil 5.46) (Şekil 5. 47).



Şekil 5.47: Park alanından görünüşler

Kaynak: de Metz, Tarih yok

Su basmasına karşı dayanıklı bir parktır. Parkın yol sisteminin ayırt edici eksenleri, parka net bir yapı kazandırmıştır. Seille'e doğru ilerleyen patikalar, ziyaretçileri nehre yönlendirirken yer yer basamaklar ve teraslarla kesilmiştir. Parkın alçak alanlarını kaplayan sel suları, daha yüksek kotlarda inşa edilen bölümlerden açıkça görülmektedir. Parkın sele eğilimli alanındaki mobilyalar sele dayanıklı olduğundan, bir sel meydana geldikten sonra kalan tortuları veya çamurları temizlemek dışında çok az temizlik çalışması gerekmektedir. Seille, yer yer doğal görünümüne rağmen,

güçlendirilmiş nehir kıyıları tarafından kontrol edilen bir nehir olmaya devam etmektedir. Parktaki nehir kıyılarının tasarımı hem tamamen otlar ile kaplanmış bölümler, hem de doğrudan su kenarındaki ahşap dekler ile çok çeşitli şekilde gerçekleştirilmiştir. Nehirde 350 m uzunluğunda olan adanın kıyılarında dinamik gelişme gerçekleşmektedir (Prominski ve diğerleri, 2017).

Seille Parc de la Seille Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.8).

Tablo 5.8. Seille Parc de la Seille Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatiyonel Planlama Çözümler Tablosu

Seille Parc de la Seille Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Su tutma alanları yapılması, (20 hektarlık park alt su tutma havzası görevini görmektedir.) • Alt havza yağış sırasında nehir taşkın alanı olarak görev yapmaktadır, • Su tutma alanının çevre alanların yağış sularını da toplamaktadır,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Tortu taşınmasının sağlanması, • Yağmur hasadı yapılması, • Sulak alan tesisi, biyolojik yöntemler ile su arıtılması, (Yağış sırasında toplanan sular biyolojik yöntemler ile arıtılmaktadır.) • Ekolojik dengenin sağlanması, • Akış varyansının artırılması, • Nehir yatağında adalar oluşturulması, • Dinamik gelişimin sağlanması, (Nehrin içinde oluşturulan 350 m'lik alan dinamik gelişme alanıdır.) Dinamik gelişme için erişilebilirliğe izin verilmemiştir. • Flora ve faunaya yaşam alanı oluşturulması, • Yağmur suyunun dereye karıştırılmaması
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Nehir kenarı parklar ile entegre edilmesi, • Şehrin kamusal odak merkezi olması, • Taşkın ovasının rekreasyon alanı olarak geri kazanılması, • Optimal alan kullanımı, • Yeni kentsel bölgenin rekreasyon alanına dönüştürülmesi,
	<ul style="list-style-type: none"> • Rekreasyon alanı oluşturulması, • Seyir balkonları oluşturulması, • Makro ölçekte çocuk oyun alanlarının yapılması,

Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> Kent mobilyalarının suya dayanıklı tasarlanması,
--	--

5.8. Soestbach Nehri, Soest, Almanya

Almanya'nın Kuzey Ren-Vestfalya Eyaletinde bir şehirdir. Soest bölgesinin başkentidir. Şehir merkezinde 2020 yılına göre nüfus 47.206 kişidir (Wikipedia Soest) (Şekil 5.48).



Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	Küçük killi, kumlu ve verimli toprakların hakim olduğu ova nehirleri
	Havza Alanı	< 5 km ²
	Ortalama Deşarj	0,5 m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	4 m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	3m (Taşkın alanı genişliği: 3-5 m)
	Konum	51° 34' 28'' N – 08° 06' 24'' E

Şekil 5.48: Soestbach Deresi proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Soestbach Deresi, Orta Çağ'dan kalma Soest merkezinden akmaktadır. Şehir merkezinin güneyindeki bir çayırın yanında bir hendek olarak başlar ve esas olarak

şehir içindeki 20'den fazla tatlı su ve tuzlu su kaynağı ile beslenir. Nehirde sel sorunu yoktur denilebilecek kadar sınırlıdır. 19. yüzyılda Soestbach bir kanalizasyon kanalına dönüştürülmüş ve 1,5 m derinliğe kadar kazılmıştır. Rotası daha sonra şehir içinde neredeyse tamamen kaplanmıştır. Kaynakları da toplanıp boru hatlarına verilmiştir. 1991 yılında Soest şehri, dereyi daha doğal olacak şekilde tasarlamak için şehrin dar sınırları içinde açmaya karar vermiştir. Böylece yaklaşık 600 m'lik su yolu çeşitli bölümlerde yeniden tasarlanmıştır. Bu yeniden tasarımın amacı, 'özellikli bir doğal kentsel akarsu' oluşturmak olmuştur (Şekil 5.48).

Yarım kabuk şeklindeki eski yatak kaldırılmış, dere yan duvarları güçlendirilmiş ya da değiştirilerek taş duvar yapılmış ve yeni akış sağlanmıştır. Dikey akarsu setleri, akarsuyun en dar yerinde bile set duvarları arasında belirli bir esneklik bulmayı mümkün kılmıştır. Dere yatağı orijinal yüksekliğine getirilmiştir. Derenin derinliği ve genişliği arasındaki dengeli oran, onu tekrar fark edilmesini sağlamıştır (Şekil 5.49). Dere yatağı kenarlarındaki müsait noktalarda, Soestbach genişletilmiştir (Şekil 5.49). Bu konumlarda çakıl substrat eklenmiş ve dikey duvarlar arasında kıvrılan, sakin alanlarda bitkilerin büyümesi için alan sağlayan bir ortalama akış kanalına derecelendirilmiştir. Kaya perdeleri ile bu genişletilmiş alanlar farklı akış hızlarına izin vermiştir. Dere yatağı zırh taşlarıyla döşenmiş ve derzler tortu ile doldurulmuştur. Erozyon yapmayan, kenarları kırık malzeme getirilip ölçüye göre yerleştirilmiştir. Soestbach, farklı peyzaj bölgeleri arasında bir geçiş bölgesinde yer aldığından, substrat seçerken farklı tipteki akarsu modelleri kullanılmıştır. Kullanılan çeşitli substrat türleri yaşanabilir bir yapı oluşturmuştur. Çakılın açık tonları dere yatağını daha görünür ve berrak kılmaktadır.

Eski şehrin kenarındaki bir otoparkta, derenin yan duvarlarından biri açılmış ve yerine düz bir bitki örtüsü yapılmıştır. Basamaklar ve basamak taşları kullanılarak suya fiilen dokunmak mümkün hale gelmiştir. Dere yatağında alınan ekolojik önlemlerin yanı sıra, dereye paralel uzanan yağmursuyu drenaj kanalının yapılması, derenin su kalitesinin sadece kaynaktan beslenmesi nedeniyle yüksek olmasını sağlamıştır (Şekil 5.49).



Şekil 5.49: Dere erişim noktası ve kesitsel görünüş

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Soestbach, taştan bir kentsel çevrede neredeyse kesintisiz akan bir kentsel dere örneğidir. Güçlü akımı nedeniyle hem kıyılar hem de akarsu yatağı, suyun neden olabileceği herhangi bir morfolojik değişikliğe dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak duvarların içinde oluşturulan yeni alan nedeniyle, şimdi canlı bir 'yeşil' akış gelişmektedir. Derenin ekolojik gelişimi düzenli izlenmeye devam edilmektedir. Soestbach'ın restorasyonunun arkasındaki konsept, şehirdeki doğa deneyimini kentsel tasarım yönleriyle ilişkilendirmektir. Dikey yan duvarların güçlü sınırlarının korunması, sadece derenin içinden akması için alan sağlamakla kalmaz, aynı zamanda şehrin merkezinde küçük bir dere için bir ortam oluşturmuştur (Prominski ve diğerleri, 2017).

Soestbach Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.9).

Tablo 5.9: Soestbach Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatif Planlama Çözümler Tablosu

Soestbach Nehrinde, Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Derenin hidrolojik olarak iyileştirilmesi, • Menfeze alınmış nehrin günyüzüne çıkarılması, • Akışın sürekli olması, (Kesintisiz akan bir dere örneğidir.)
	<ul style="list-style-type: none"> • Kirliliğin ilk yağış sularının ayrılması, • Tortu taşınması ve birikmesinin sağlanması, • Akış varyansının artırılması, • Dinamik gelişimin sağlanması,

Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Dere yatağı yüksekliğinin eski haline getirilmesi, • Soestbach, farklı peyzaj bölgelerinden geçtiği için farklı akış modellerinin kullanılması, • Yağmursularının dere yatağına verilmemesi, (Dereye paralel bir yağmursuyu kanalı ile toplandığından dere kaynağından beslenmekte ve suyu temiz kalmaktadır.) • Derenin yer altından çıkarılması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması • Nehrin geri kazandırılması, • Optimal alan kullanımı
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Nehir setlerinin şehre uygun malzemeler ile kaplanması, • Berrak nehir suyu sağlanması,

5.9. Wiese Nehri, Basel, İsviçre

Basel-Stadt, İsviçre'nin en kuzey ve en alçak kantonlarından biridir ve bölgelere göre en küçüğüdür. Kanton Ren Nehri'nin her iki tarafında yer alır ve çok yoğun nüfusludur. En büyük belediye Basel'dir. Basel-Stadt'ın kuzeyinde Fransa ve Almanya vardır ve gezi noktası Ren'in ortasındadır. Total nüfus 2021'e göre 201.156 kişidir.

Wiese'nin, Ren Nehri'ne katılmadan önce son birkaç kilometresi Basel'in kuzey kenarı boyunca akar. 19. yüzyıldan beri sert bir şekilde düzeltilen nehir, taş ve betondan yapılmış sıkı bir korse içinde akmaktaydı. Duvarlarla çevrili kıyılardan oluşan sert yamuk profili, birçok alçak bent ile neredeyse sürekli olarak kapatılmış bir nehir yatağı ve bentlerine uzanan yakından biçilmiş çimenler Wiese Nehrine kanal benzeri bir görünüm kazandırmıştır. Su ekolojisi açısından, Wiese yapısal olarak zayıftı ve sudaki organizmaların göçüne karşı dirençliydi. Bu durumu değiştirme, nehir ve kollarını Ren ile ağ oluşturma çalışması, 1999 ve 2000 yılları arasında nehrin yaklaşık 3 km uzunluğundaki bir bölümünün yeniden tasarlanmasına yol açmıştır (Şekil 5.50). Sınır ötesi bir peyzaj parkına gömülü, nehirdeki ilk çalışma yapısal iyileştirmeler içermektedir. Projenin hedefleri hem nehrin ekolojik olarak geliştirilmesini hem de ona daha iyi erişimi kapsıyordu.

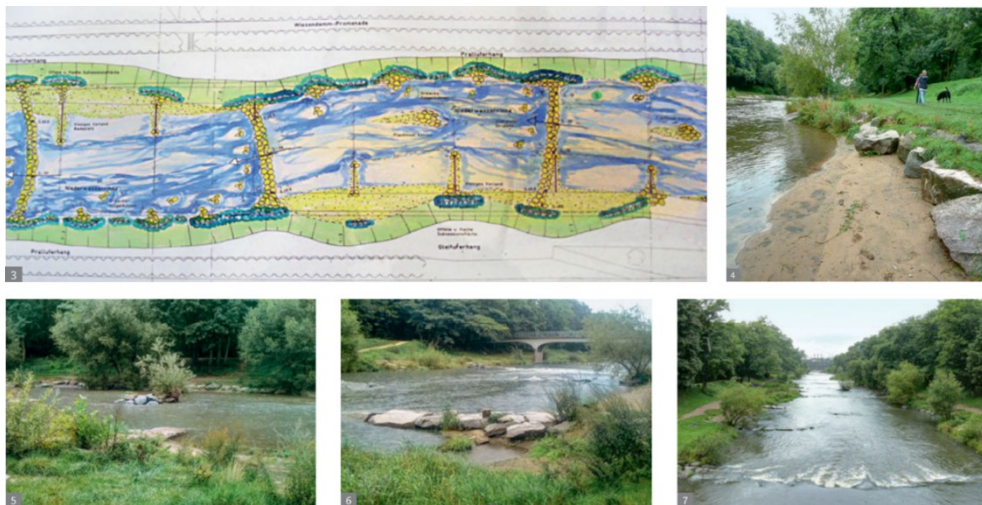


Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	Orta büyüklükteki ince ila kaba substratın hâkim olduğu silisli dağ nehirleri
	Havza Alanı	450 km ²
	Ortalama Deşarj	~ 11 m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	~ 250 m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	30 m (Taşkın alanı genişliği: 50 m)
Konum	47° 34' 32'' N – 07° 36' 28'' E	

Şekil 5.50: Wiese Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017



Şekil 5.51: Wiese Nehri plan ve görünüşler

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Eski bir nehir yatağında yeni bir nehir olan Wiese'nin tasarımı görsel olarak doğal, çok yapılı ve dinamik bir nehir fikrinden ilham almıştır. Ancak bitişik taşkın ovaları, mevcut hizmet hatları nedeniyle büyük ölçüde değiştirilememiş ve bu nedenle kendi kendine dinamik gelişime (Kısıtlı kanaldan dinamik olarak kıvrımlı nehre- ortalama su hattındaki statik nehir kıyısı takviyesi kaydırılır veya kaldırılır ve kendi gelişim dinamiklerine sahip bir nehir alanı gelişimi) izin verilmemiştir. Nehrin yeniden tasarımı bu nedenle esas olarak mevcut nehir yatağı içinde gerçekleşmiştir. Yeni parkur sürekli ve zengin bir yapıya sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Bireysel kayalar ve taş groynes gibi saptırma elemanları, suyun nehir yatağı içinde bir yandan diğer yana hareket etmesine neden olarak, genel olarak dinamik bir akışı ve önemli miktarda akış varyansını uyarmaktadır (Şekil 5.51). Eski alçak bentlerden de yararlanılmıştır. Bunlar kısmen kaldırılmış, böylece ana akış bir tarafa yönlendirilmiş ve nehre asimetrik bir profil verilmiştir (Şekil 5.51). Nehrin ortasındaki büyük taşlardan oluşan adalar, nehrin yer yer bölünmesine neden olmaktadır. Yeni kıvrımlı rota, özellikle su akışının düşük olduğu dönemlerde görülebilir. Eski banka takviyesi kaldırılmış, ancak yeni parkur da kendi bankaları içinde kalacak şekilde tasarlanmıştır. Setler akıntıyı nehir kenarlarından uzağa yönlendirirken, yarı gömülü ağaç gövdeleri ve büyük kayalar savunmasız alanları korumaktadır. Ancak sel sırasında, su bu düz yapıların üzerinden doğrudan akabilir ve bu nedenle yeniden tasarım, sel yönetimi durumunu hiçbir şekilde bozmamaktadır.

Setler ve dönüştürülmüş alçak bentler, nehrin nehir yatağı içinde bir yandan diğer yana nazikçe akmaktadır. Göllerin arkasındaki sakin su bölgelerinin yakınında kıyı düzleşmiş ve kumsallar oluşmaya başlamıştır. Düz bankalar suya erişimi rahatlatmaktadır. Büyük taşlar nehrin ortasına yerleştirilerek adalar oluşturulmuştur. Setlerde yassı taşlar kullanılarak erişim kolaylaştırılmıştır. Dönüştürülen alçak bentler fark edilebilmektedir.

Wiese'deki plajlar, setlerin arkasında tortuların yerleşebileceği küçük sakin su bölgeleri oluşmaya başlamıştır. Kıyıları, küçük kumsalların oluşabilmesi için biraz daha düz hale getirilmiştir. Sahildeki tortunun türü, yani kum veya çakıl, akıntının hızına bağlıdır, ancak her ikisi de Wiese tarafından taşınan geniş tortu yelpazesini göstermektedir. Suya erişim hem setler hem de düz bankalar aracılığıyla büyük ölçüde iyileştirilmiştir. Nehrin akan sularını doğrudan deneyimlemek artık mümkündür ve plajlar insanları yüzmeye ve rahatlamaya davet edicidir. Wiese'nin tasarımı, daha

sonraki bir tarihte inşa edilen Basel'deki Birs'ten daha uygun bir ölçektir. Bununla birlikte, iki strateji benzerdir. Bir zamanlar Wiese'nin bu bölümünün karakterini büyük ölçüde tanımlayan eski alçak bentlerin yeniden kullanımı, bu projenin özellikle orijinal yönü olmuştur (Şekil 5.51) (Prominski ve diğerleri, 2017).

Wiese Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.10).

Tablo 5.10: Wiese Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatiyonel Planlama Çözümler Tablosu

Wiese Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Setlerin kaldırılması, • Bentlerin kaldırılması, • Akış yönü ve hızının değiştirilmesi, (Nehir yatağı içinde akışın çeşitlendirilmesi,) • Dinamik gelişimin sağlanması, (Nehrin kendi yatağı içinde dinamik gelişimine izin verilmesi),
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Nehir bankalarında akış yönetilerek kumsallar oluşturulması, • Nehir yatağında adalar oluşturulması, • Akışa kavis verilerek ekolojik katkı sağlanması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Nehir bankalarının geri kazanımı, • Taşkın ovasının rekreasyon alanı olarak geri kazanılması,
Mekansal (Rekreatiyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Rekreasyon alanı oluşturulması, • Nehir bankalarının kullanıma açılması,

5.10. Wiese Nehri, Lörrach, Almanya

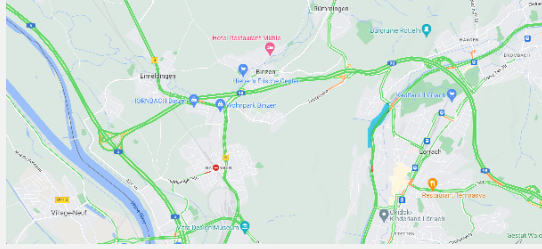
Almanya'nın güneybatısında, Wiese vadisinde, Fransız ve İsviçre sınırlarına yakın bir kasabadır. Güncel nüfus 49.382 kişidir.

Basel'deki mansaptaki duruma benzer şekilde, Lörrach'taki Wiese de ciddi biçimde düzleştirilmiş ve oldukça gelişmiş bir nehirdi. Tekdüze görünümü, izalasyonlu çift yamuk profili, yakından biçilmiş nehir kıyıları, çok sayıda alçak bent ve ona paralel uzanan 3-4 m yüksekliğindeki setler tarafından büyük ölçüde belirlenmişti. 'Wiesionen' projesi, yalnızca şehir sakinlerinin çabalarıyla ortaya çıkması nedeniyle önemli bir projedir. Bürgerstiftung Lörrach sivil vakfının amacı, daha önce mimar Gerhard Zickenheiner tarafından nehrin ekolojik niteliklerini geliştirmek, onu şehre

entegre etmek ve iletişimsel ve imaj oluşturan bir kampanya aracılığıyla tanıtmak için geliştirilen fikirleri uygulamak olmuştur.



Proje Alanı Verileri



Akarsu Tipi	Orta büyüklükteki ince ila kaba substratın hakim olduğu silisli dağ nehirleri
Havza Alanı	~ 400 km ²
Ortalama Deşarj	~ 10 m ³ /s
100 Yıllık Taşkın Deşarjı	~ 240 m ³ /s
Nehir Yatağı Genişliği	25 m (Taşkın alanı genişliği: 40 m)
Konum	47° 36' 50'' N – 07° 39' 09'' E

Şekil 5.52: Wiese Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Vakfın üzerinde çalıştığı nehir bölümü, Lörrach'ın merkezinden İsviçre sınırına 2,4 km uzanmaktadır. Çok sayıda önlem uygulanmıştır. Alçak bentlerin dönüştürülmesi ve sınırdaki bir bendi atlamak için bir balık merdiveni inşası, balıkların bir kez daha göç etmesini mümkün kılmıştır. Roßschwemme'nin yeniden tasarımı ve bir plajın oluşturulması, Wiese'yi tekrar erişilebilir kılmış ve onu çevreleyen şehirle birleştirmiştir (Şekil 5.52) (Şekil 5.53).



Şekil 5.53: Wiese Nehrinden görüntüler

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Nehir üzerinde Roßschwemme bölgesi faaliyet alanlarının tasarımı için en uygun yerdir. Önceden de aynı alan yerel bira fabrikasından çamaşır yıkamak, hayvanları sulamak ve atları yıkamak için bir yer olarak kullanılıyordu. Bölgesel bir bisiklet yolu için küçük bir dinlenme durağı artık setin üst noktasında yer almaktadır. Buradan, sele dayanıklı iskelelerin ziyaretçileri su kenarında dinlenmeye davet ettiği nehre inen yeni bir yol vardır. Beton temellerin mansabındaki (altında) sakin bölgelerde çakıl ve kum birikmiş, bu da iskelelerden suya girmeyi mümkün kılmaktadır. İskeleler bilinçli bir şekilde modern bir kentsel yaklaşımla beton ve çelik kullanılarak tasarlanmış ve bu kamusal alan ile aşağı akıştaki bozulmamış doğal alanlar arasındaki kontrastı vurgulamak için oluşturulmuştur (Şekil 5.53).

Yenilikçi nehir mühendisliği: Nehrin bu bölümünün seyri, 1920'lerde ve 1930'larda su akıntıları üzerine araştırmalar yapan Viktor Schauberg'in nehir mühendisliği yöntemlerine göre yeniden tasarlanmıştır. Zig-zag eşikler ve saptırıcı setler gibi

yapıların üzerinden akan su, akış yönünü değiştirir ve nehrin dinamiklerini artırır. Nehirde oyulma delikleri oluşur, malzemeler kaydırılır ve biriktirilir, bu da habitat çeşitliliğini artırır. Alçak savaklar nehir dibi rampalarına dönüştürülmüş, kaya perdeleri ve dalgakıranlar akış varyansını daha da artırmıştır. Wiese'nin gelişimi ile ilgili mevcut sınırlar tamamen korunsa da nehir içinde çeşitli yeni yapılar kurulmuş, bu da orijinal canlılığının restorasyonuna yol açmıştır (Prominski ve diğerleri, 2017). Wiese Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.11).

Tablo 5.11: Wiese (Almanya) Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatif Planlama Çözümler Tablosu

Wiese (Almanya) Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Lineer kanalın kavisli dizayn edilmesi, (Düzleştirilen nehrin eski haline getirilmesi), • Akış yönü ve hızının değiştirilmesi, (Akış yönlendiricilerin kullanılması),
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Tortu taşınması ve birikmesinin sağlanması, • Alçak savaklar nehir dibi rampalara dönüştürülerek balık geçişlerinin sağlanması, • Kaya perdeleri ve dalgakıranlar ile akış varyanslarının artırılması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması • Nehrin çevresindeki yollar ile bağlanması, • Eski kullanım alanının geri kazanılması,
Mekansal (Rekreatif Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Rekreatif alan oluşturulması, • Nehir bankasının kullanıma açılması, • Seyir balkonları oluşturulması,

5.11. Aire Nehri, Cenevre, İsviçre

Aire Nehri İsviçre'nin 203.856 nüfuslu Cenevre şehrinin dışında yer almakta ancak şehir ile rahat bağlantı kurulabilecek bir konumdadır (Cenevre Wikipedia). Aire kıvrımlı bir nehirdir. 1890 ve 1930'larda nehre bitişik tarım arazilerinden suyun hızlıca tahliye edilmesi için düzleştirilerek beton kanal içine alınmıştır. Suyunun doğrudan Rhône ve Arve nehirlerine tahliye edilmesi için iki baypas menfez yapısı inşa edilmiştir.

Beton kanal içine alınan Aire nehrinde yağışlardaki artışlar ile tekrar kapasite sorunu gündeme gelmiş, nehrin taşkın debisini karşılayabilecek kesit ve alan ihtiyacı ortaya çıkmıştır (Şekil 5.55).

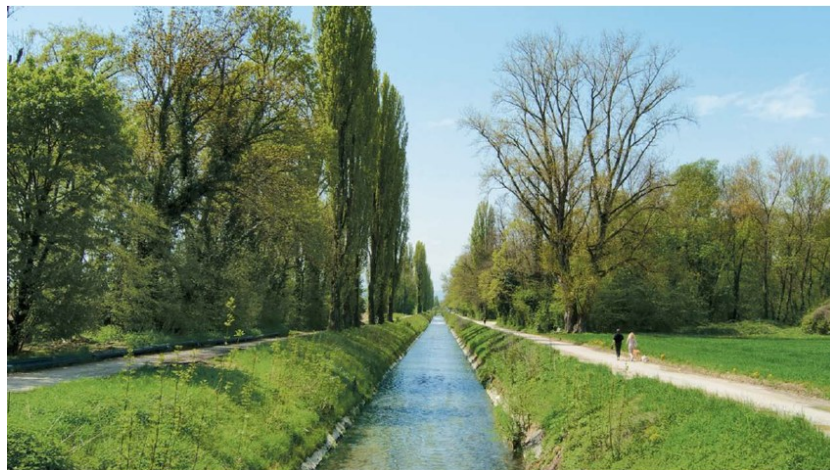


Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	Yavaş akan alüvyon nehirler
	Havza Alanı	100 km ²
	Ortalama Deşarj	1m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	100m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	12m (Örgülü nehir yatağı genişliği: 80 m)
	Konum	46° 10' 01"N – 6° 04' 60" E

Şekil 5.54: Aire Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017



Şekil 5.55: 1930'larda inşa edilen Aire Nehri'nin betonarme kanal boyunca görünümü

Kaynak: Clemmensen, 2014

Şekil 5.56’da planda da görüldüğü gibi taşkın koruma önlemi olarak her iki kanal, bent sistemi ve yeni tutma havzalarını göstermektedir. Taşkın dönemi fazla suyun tutulabileceği iki adet tutma havzası planlanmış ve düzleştirilen nehir tekrar kıvrımlı hale getirilmiştir. Geleneksel beton kanallar ile yapılmış ıslah nispeten bozulmamış ve ekolojik olarak önemli bölümlere ayrılmıştır. Hazırlanan renatürasyon projesi kanaliz edilmiş kısmın ekosistemini iyileştirmeyi amaçlamıştır. Aynı zamanda yerel kentsel nüfusa rekreasyon alanları ve su ile doğrudan ilişki içine girebilecekleri fırsatlar sunmayı hedeflemiştir.

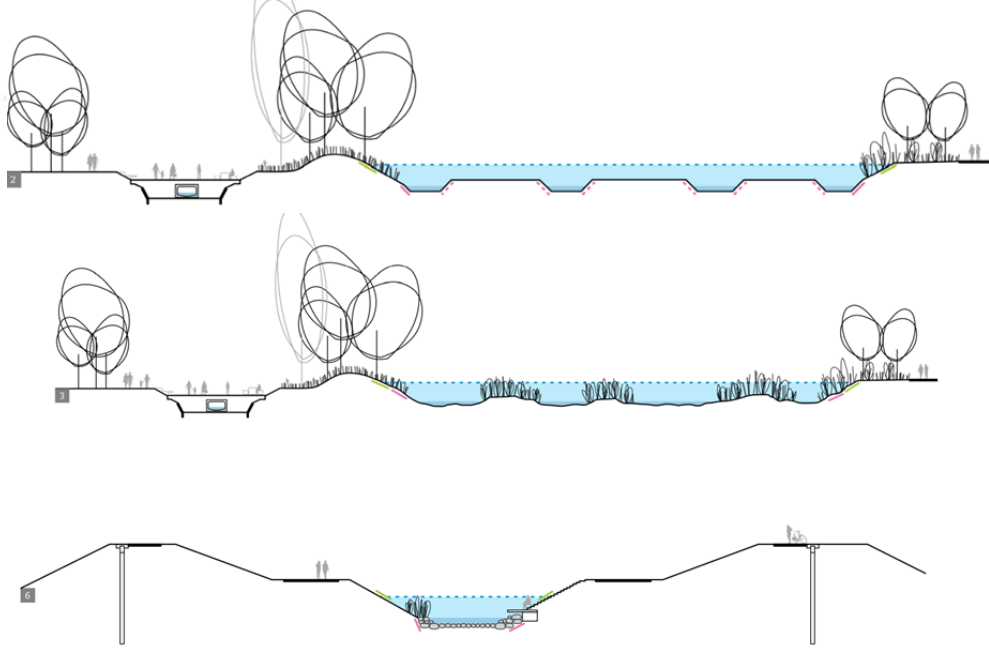


Şekil 5.56: Aire Nehri planı

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Aire Nehri dinamik nehir yatağı restorasyonu yöntemi uygulanarak yapılmıştır. 80 m genişliğinde bir nehir yatağı ile ortalama deşarj ile taşkın deşarjın akabileceği, dolaşabileceği, aşınabileceği sedimentlerin rahatlıkla taşınıp birikebileceği şekilde oluşturulmuştur. 80 m lik nehir yatağında nehir kıyısı habitatı da yapılmıştır. Yapılan hidrolojik deneyler, Aire'in karmaşık kanal formları oluşturmak için yeterli bir tortu kaynağına sahip olduğunu göstermiştir. Aire Nehrinin restorasyonunda tasarım hedefi Aire'yi betonarme kanala alınmadan önceki haline döndürmek olmuştur. Doğal aşınabilir koridorda fonksiyonel ve estetik hedefler öngörülmüştür. Tüm nehir yatağı bir çöküntü modeline göre kazılmıştır. Kazı çalışması elmas şeklinde veya baklava dilimi şeklinde yapılarak, adalar nehrin aşınma direncine göre boyutlandırılmış, su akışı bu yeni yataktan tekrar yönlendirilmiştir. Eşkenar dörtgenler nehrin kendi karmaşık morfolojisini akarsu süreçleri yoluyla yeniden oluşturması için başlangıç

noktası sağlamıştır. Uygulama yapıldıktan belirli bir süre sonra nehrin yukarısındaki alüvyon karakterine benzer aktif örgülü bir şekil meydana gelmiştir. Baklava dilimlerinin boyutu nehrin doğal halindeki menderes boyutu ile aynı alınmıştır. Doğal dinamik ortama yapılan katı müdahale, ortogonal olarak tasarlanmış özellikler ile değişen tortu çubuklarının kendiliğinden ortaya çıkan organik şekiller arasında bir etkileşimin ortaya çıkmasına izin vermiştir. Sonuç olarak yapay bir desende yavaşça ilerlerken sürekli değişen estetik bir dil meydana gelmiştir. Balıklar içinde daha derin su kanallarının sağlanması bu tasarım kararının başka bir ekolojik yönüdür. Kot farkı olmayan bir akarsu yatağı tortu tabakası ile eşit olarak kaplanacağından balıklar için uygun yaşam ortamı sağlanmamış olacaktır. Nehre daha fazla alan sunularak, nehrin genel eğimi azaltılmış ve akış düzenlerinin daha karmaşık hale gelmesine tortu materyalinin aşınıp birikmesine ve bu süreçte su derinliğinde ve habitatta değişiklikler oluşturulmasına izin verilmiştir. Tarihsel süreçte mevcut olan örgülü sisteme tekrar ulaşılmıştır. Ekolojik amaçlar sanatsal müdahaleler ile zenginleştirilmiştir. Halkın dikkati nehir ekosistemi üzerine yoğunlaştırılmıştır (Şekil 5.57).



Şekil 5.57: Nehir eski ve yeni kesiti

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Eski kanal, yeni yapılmış doğal nehir yatağına kıyasla daha fazla bakım istemektedir. Ancak yeni nehir kıyısı koridoru üzerindeki baskıyı kaldırmıştır. Ziyaretçilerin eski kanalda vakit geçirmesi hedeflenmiştir. Eski kanal boyunca set üstünde patika yoluna

kavak ağaçları dikilmiştir. Patika yollar birbirine yerel ağ şeklinde bağlandığından dış mekân mobilyaları, pergolalar ve bahçelerin bulunduğu park alanları farklı bir yaklaşımla birbirine bağlanmıştır (Şekil 5.58).

Köprüler ve kanal üzeri kapatılmış alanlar bolca geçiş imkânı sağlamaktadır. Düz kanalın resmi olarak tanımlanmış bahçelerinden ekolojik olarak restore edilmiş nehrin dinamik doğal alanlarına kadar uzanan park alanları alternatif deneyimler sunarak nehirle etkileşimi en üst düzeye çıkarmıştır (Şekil 5.58).

Şekil 5.57’de nehrin doğallaşma süreci görülmektedir. Nehir yatağının üst kesiti, nehir yatağındaki elmas şeklindeki çöküntülerin kazılmasından hemen sonraki durumu göstermektedir. Yeni tanıtılan örgülü nehir yatağının yanındaki eski kanal, kültürel bir miras nesnesi olarak korunmuş ve parka entegre edilmiştir. Enine kesitlerde dikey çöküntülerin erozyon ve malzeme biriktirme süreçleriyle yeniden şekillendirilmesinden sonra nehir yatağını göstermektedir. Soldaki kanal, eğlence alanları ve geçiş yerleri sağlamak için kısmen kapatılmıştır.

Şekil 5.58’deki fotoğraflarda da görüldüğü gibi, parka dönüştürülmüş mevcut kanal ve onu koruyan setler üzerindeki patikalar ağı, pergolalar, köprü, kanal kısmen kapatılmış, kısmen açık bırakılmış, balıkların rahat geçişini sağlayan enine yapılar ve kayalar görülmektedir.

Kondolf’a göre, Aire Nehri Cenevreliler için hayati bir varlık haline gelmiştir. Çünkü insanları nehrin kıyısına davet etmektedir, sadece nehrin dinamizmini değil, aynı zamanda insanlık tarihini de taşımaktadır (Kondolf, 2012b).



Şekil 5.58: Eski kanal ve yeni açılan nehir yatağından görüntüler

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Aire Nehri renatürasyon projesi son dönemde hem İsviçre'de hem de yurtdışında, 2012'de Swiss Heritage Society'nin Schulthess Garden Ödülü ve 2018'de Landezine Uluslararası Peyzaj 'Ödülü de dahil olmak üzere birçok ödül kazanmıştır' (ipfs.io). Ödül kazanacak projeyi seçecek olan Jüri, Aire nehri projesinin peyzaj gelişimine ileri dönük bir katkı yaptığını, rekreasyon ve ekolojinin uyumlu bir şekilde harmanlandığını, yoğun nüfuslu kentsel alanların yakın çevresindeki peyzaj düzenlemelerinin nasıl gelişmesi gerektiği sorusuna cevap verdiğini bildirmişlerdir (Prominski ve diğerleri, 2017).

Aire Nehrindeki uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.12).

Tablo 5.12. Aire Nehrinden Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreasyonel Planlama Çözümler Tablosu

Aire Nehri Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kavisli akışın oluşturulması, (80m genişliğinde örgülü su yolu oluşturulması), • Örgülü kanal yapılması, • Dinamik gelişim sağlanması, • Nehir taşıma kapasitesinin artırılması, (Akarsu yatağının genişletilmesi), • Su tutma alanları yapılması, (Sel dönemlerinde suyun tutulması için 2 adet su tutma havzası yapılması), • Akış devamlılığının sağlanması, • Akış yönü ve hızının değiştirilmesi,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Balık geçişlerinin sağlanması, • Tortu taşınması ve birikmesinin sağlanması, • Menderesli su yolu oluşturulması, • Ekolojik dengenin sağlanması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Şehrin kamusal odak merkezi olması, • Optimal alan kullanımı, • Eski kullanım alanının geri kazanılması, • Nehrin bisiklet ve koşu parkuruna entegre edilmesi,
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Rekreasyon alanı oluşturulması, • Oyun ekipmanları yerleştirilmesi, • Kent mobilyalarının kullanılması, • Yaya ve bisiklet yollarının yapılması, • Köprüler ile bağlantı sağlanması, • Eski kanalın rekreasyon alanına dönüştürülmesi,

5.12. Elster and Pleiße Değirmendereleri, Leipzig, Almanya

Elster and Pleiße Değirmendereler 605.407 nüfuslu Almanya'nın Leipzig şehrinde bulunmaktadır (Wikipedia Leipzig).



Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	Yapay Değirmendere
	Havza Alanı	<10 km ²
	Ortalama Deşarj	2.5 m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	15 m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	10m (Örgülü nehir yatağı genişliği: 10 m)
	Konum	51° 20' 00'' N – 12° 22' 15'' E

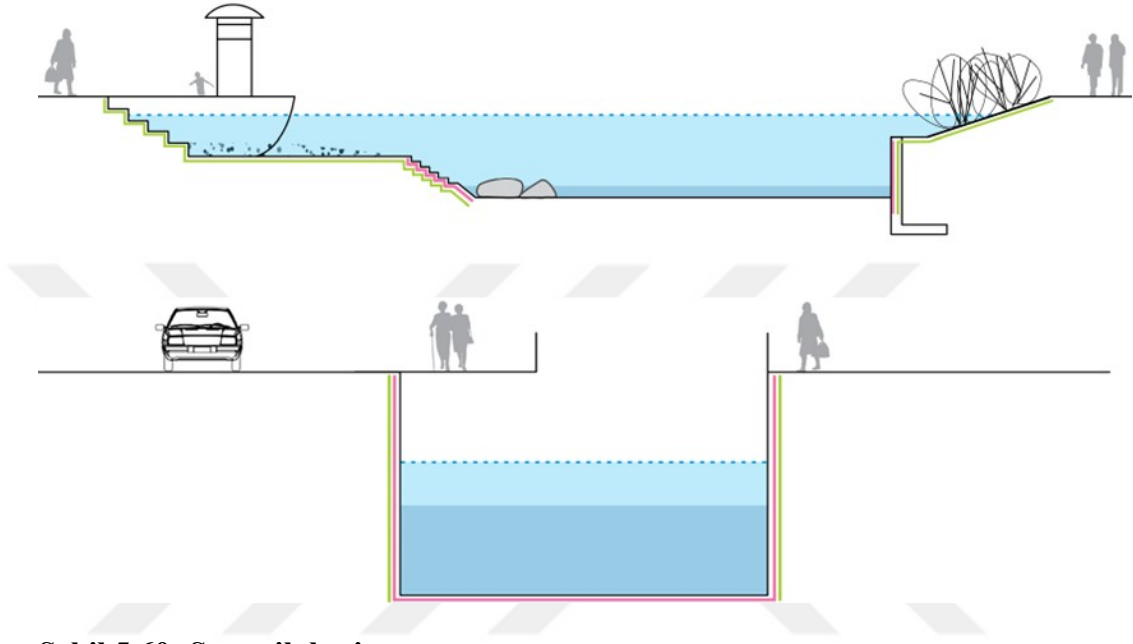
Şekil 5.59: Estere and Pleiße Değirmendereleri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Elster ve Pleiße değirmen dereleri tipik kentsel su yollarıdır. 10. yüzyılın başlarında, Pleiße ve Elster'in suları Leipzig şehir sınırları içinde yeniden yönlendirilmiş ve kanalize edilmiştir. O dönem değirmenlerde ve şehir bahçelerinde kullanılmak amacıyla inşa edilmiştir.

1954 yılında Pleiße yer altına alınarak şehir manzarasından kaybolmuştur. Yaklaşık 10 yıl sonra, Elster değirmen deresine de karbokimya endüstrisinden kaynaklanan artılmamış atık su sürekli deşarj edildiğinden kirlenmiş ve o da menfezlenerak

yeraltına gönderilmiştir. Leipzig meydanlarından, gezinti yollarından, köprülerden ve nehir kıyısındaki evlerden izlenebilen nehir gözden kaybolmuştur. 1980'lerin sonunda sanatçı ve mimar derneğinin dikkat çekmesi ile 'Yeni Kıyılar' adı altında Pleiße ve Elster değirmen derelerinin yeniden canlandırılması girişimi kurulmuştur. 1991 yılında Pleiße'nin kaplamasının yenilenmeye ihtiyacı olduğu için yeni proje fikri gelişmiştir.

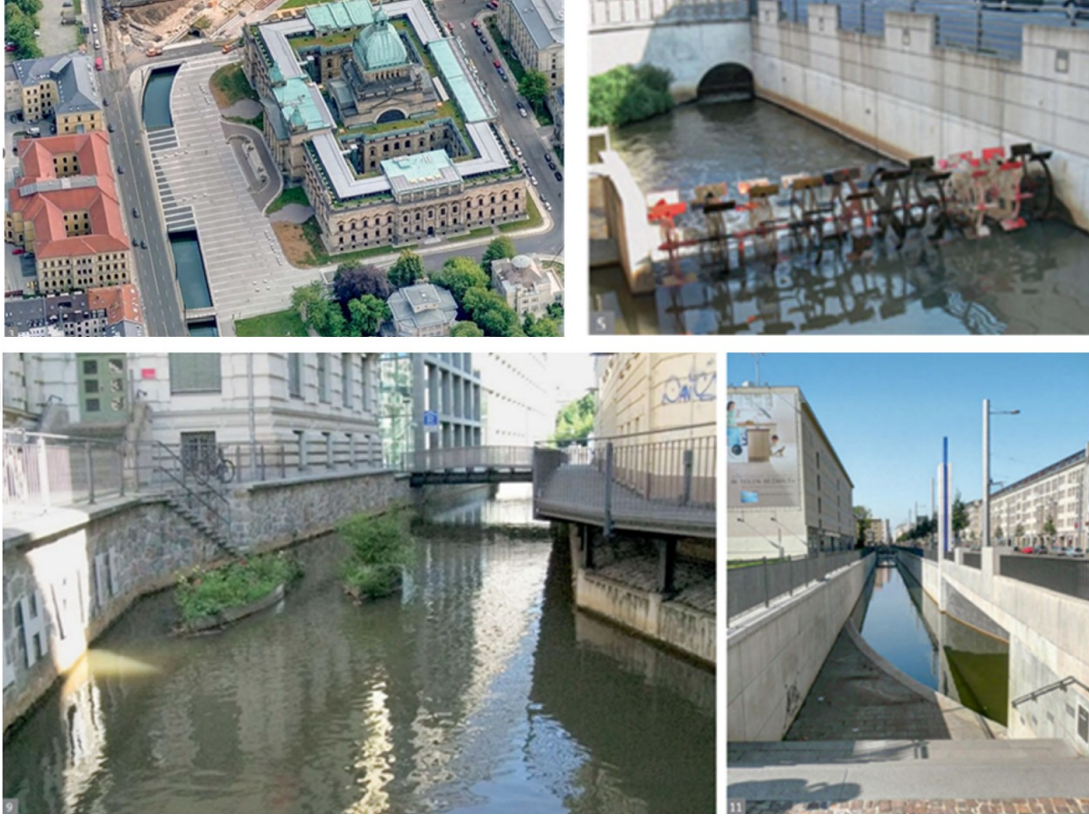


Şekil 5.60: Şematik kesit

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Elster ve Pleiße değirmen dereleri için yeni nehir kıyılarına uzanan bir tasarım yaklaşımı amaçlanmıştır. Amaç otantik tarihi unsurlar ile yeni yapılanlar arasındaki ayrımı korurken projenin tüm seyri boyunca yüksek bir tutarlılık elde etmek olmuştur. Yeni karar ile yeraltına alınmış dereler gün ışığına çıkarılmıştır. Planlamacılar tarihi bir yeniden yapılanma yerine dere yatağının çağdaş bir yorumunu tercih etmişlerdir. 1996 yılında temel atma töreninden sonra 2.5 km'lik değirmen dere ortaya çıkarılarak tekrar inşa edilmiştir. Bu süreçte su yollarının bazı bölümleri tamamen tekrar tasarlanmıştır. Şekil 5.60' daki kesitte de görüldüğü gibi Wundtstraße civarı tekrar tasarlanan bölümdür. Federal İdare Mahkemesi önündeki alanda, tarihi nehir kıyısı duvarı eleştirel bir şekilde yeniden inşa edilirken, korkuluk gibi kaybolan unsurları modern bir şekilde yorumlanmıştır (Şekil 5.61). Yer altına alınan su yolları gün yüzüne çıkartılırken su odaklı yeni alanlar oluşturulmuştur. Bugün, Mendelssohnufer'de, büyük nehir kıyısı basamakları Pleiße değirmen deresinin

suyuna inmektedir. Mekânın daha kısıtlı olduğu diğer yerlerde ise tarihi-kültürel referanslar ortaya çıkarılmış veya su yoluna mimari-sanat öğeleri eklenmiştir. Sanatçı H.J. Böhme, su yolu üzerinde suyun akış hızını ortaya koymak için su davulu şeklinde sanatsal bir öğe kullanmıştır (Şekil 5.61).



Şekil 5.61: İdare Mahkeme Binası önü, su davulu, yüzen bahçe, duvarların tekrar yorumlanması

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Sanat galerisinin yakınındaki Pleiße değirmen deresindeki 'Der schwimmende Garten' (Yüzen Bahçe) enstalasyonu, bahçe sanatı, doğa ve akarsular arasındaki ilişkiyi ima etmektedir (Şekil 5.61). Bahçeler, sanatsal bir performansın geçici bir enstalasyonu olarak oluşturulmuş ve daha sonra kalıcı bir özellik olarak kentsel alanların yeniden canlandırılması için bir araç olarak hizmet etmeye devam etmiştir. Değirmenderelerin ortaya çıkarılması, ekolojik bir canlanmadan ziyade Elster değirmen deresinin tasarımı biraz daha zor olmuştur. Çünkü burada, geniş ve işlek yollar, menfezler vb. birçok tasarım kısıtlamaları mevcuttur. Bazı yerlerde yeni bir yatak kazılmış, bazılarında sokak şimdiki değirmen deresinin karşısına çıkmaktadır. Dere ve çevresindeki değişen fonksiyonlar tamamen bir kaos oluşturmuştur. Otantik nehir kıyısı duvarları bulunamadığından, basit, hatta hayal gücünden yoksun bir yeniden inşa mümkün

olmamış; bunun yerine, tarihi duvar yapılarına ve korkuluklara atıfta bulunmak için çağdaş malzemeler kullanılmıştır (Şekil 5.61). Elster değirmen deresinde, gelecekte değirmen derelerine teknelerin de erişebilmesini sağlayacak, basamaklar veya yüzer iskeleler şeklinde çok sayıda erişim noktası oluşturulmuştur (Şekil 5.62).



Şekil 5.62: Dere üzerine yapılmış tretuar, Basamaklar ve Yüzen Kano İskele Wundtstraße'de su oyun alanı

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Kentsel mekânın bir parçası olarak su yolları; keşif, patikalar ve manzaralar arasındaki ilişkileri, çeşitli tarihi-kültürel ve kentsel gelişmeler ile bağlamı yeniden tanımlanabilir hale getirmiştir. Derelerin ortaya çıkarılması kentsel planlamanın bir parçası durumundadır. Wundtstraße'de suya ulaşımın sağlandığı ve oyun alanı olarak planlandığı nokta görülmektedir (Şekil 5.62).

Su yollarının çoklu kullanımlar (eğlence, sanat, yaşam, çalışma) yoluyla özel mekanlar ve şehirlilik bilinci oluşturma kapasitesi özellikle Leipzig'de belirgindir. Değirmenderelerin günışığına kavuşturulması kentsel gelişme için katalizör görevindedir. Buna örnek olarak düzenlenen Değirmendere çevrelerinde yeni inşa edilmiş binaların olmasıdır.

Nehir kıyılarına çeşitli fonksiyonlar verilmiştir; tekne gezintileri için yüzer iskeleler veya suya erişmek için basamaklar kurulmuş, nehir kenarlarının bazı kısımları sert, bazı bölümleri yumuşak, bir kısımda nehrin sürdürülebilirliğini arttıran plajlar şeklinde tasarlanmıştır (Prominski ve diğerleri, 2017).

Elster ve Pleiße Değirmenderelerinde uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.13).

Tablo 5.13. Elster ve Pleiße Değirmenderelerinde Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatyonel Planlama Çözümler Tablosu

Elster ve Pleiße Değirmenderelerinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Menfeze alınmış nehirlerin günyüzüne çıkartılması, • Dere yatağının taşkın alanı olarak kullanılması, • Atıksuların girişinin önlenmesi,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Değirmenderelerin yer altından çıkartılması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Nehrin geri kazanılması, • Nehrin bisiklet ve koşu parkuruna entegre edilmesi, • Optimal alan kullanımı, • Nehrin çevresindeki yollar ile bağlanması, • Erişilmez olan nehre erişim noktaları sağlanması,
Mekansal (Rekreatyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Su odaklı mekanlar oluşturulması, • Su üzeri yüzer yeşil alanlar oluşturulması, • Nehir üzerine sarkan kaldırımlar yapılması, • Nehir kenarı binalara köprüler ile erişim sağlanması, • Kaybolan eski izlerin yeni tasarım ile yorumlanması,

5.13. Besòs Nehri, Barcelona, İspanya

Barcelona metropol bölgesi, 1955-1980 yıllarında nüfusta hızla büyüyerek yaklaşık 3 milyon kişiye ulaşmıştır. Katalonya'nın endüstriyel gelişimi, tarım sektörünü terk eden İspanya'nın geri kalanından büyük bir nüfus kitlesini çekmiştir.



Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	Alüvyon ova nehri
	Havza Alanı	1030 km ²
	Ortalama Deşarj	5 m ³ /s

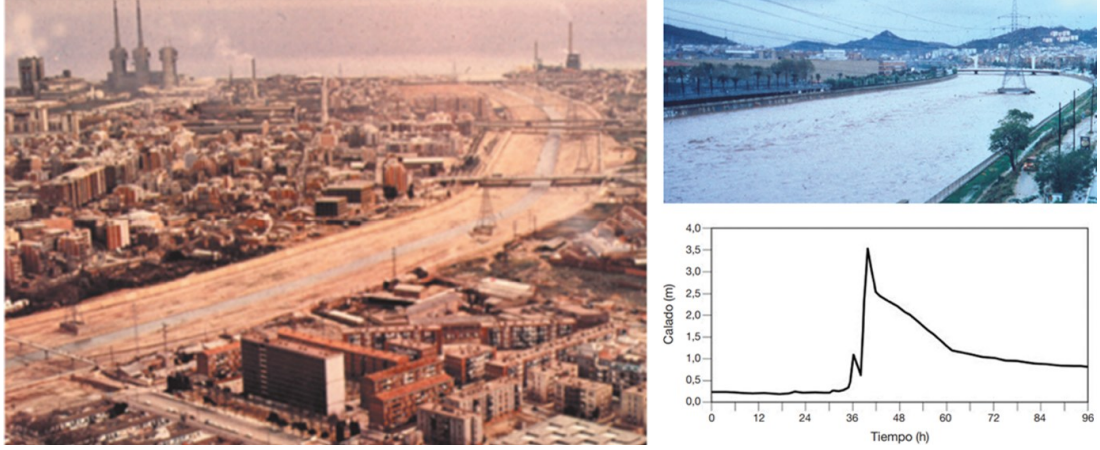
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı (Tarihi Sel 1962)	3000 m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	50m (Taşkın alanı genişliği: 130 m)
	Konum	41° 25' 37'' N – 02° 13' 04'' E

Şekil 5.63: Besòs Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Kentleşmenin en çok görüldüğü alan, Besòs nehir havzasındaki belediyelerde olduğu gibi Barselona'nın eteklerinde gerçekleşmiştir. Sanayi, konut, istihdam ve son yıllarda ikinci konutlar havzayı tamamen değiştirmiştir (Martín-Vide, 2015).

Besòs Nehri, Barselona metropol bölgesinin kuzeyinden geçer. Nispeten küçük bir hidrografik havzaya sahiptir, havza alanı 1.030 km²'dir. Barselona metropol bölgesindeki iki büyük nehirden biri olan Besòs'un karakterini akdeniz iklimi belirler (Şekil 5.63). Neredeyse tüm yıl boyunca çok az yağmur yağar ve nehir neredeyse hiç su taşımaz, ancak aşırı yağışlar kuru nehir yatağını anında azgın bir sel haline getirebilir. İlk zamanlarda, çakıl yataklı nehir, bir deltada sona eren 300 m genişliğinde bir taşkın yatağı boyunca örgülü bir morfoloji göstermekteydi. 20. Yüzyılda kırsal alanlardan kent alanlarına yapılan göçler ile nehirlerin taşkın alanlarının kullanımı da değişmiştir. 25 Eylül 1962'deki şiddetli sel, insan yaşamının kaybı ve büyük hasarlar meydana getirmiştir. Yaşanan sel felaketinin ardından, daha fazla su baskınını önlemek için setler, alt kısımlarda 4 m yüksekliğinde beton duvarlarla güçlendirilmiştir. 2.400 m³/s suyu taşıyabilecek yaklaşık 50 m genişliğinde güçlendirilmiş bir ortalama akış kanalı ile 130 m genişliğinde erişilemeyen bir kanalla sonuçlanmıştır. Bu önlemler ile su baskınlarının önüne geçilmiş ancak su yolu ve taşkın ovası kentten izole edilmiş, sadece taşkınların önlenmesine hizmet eden kullanıma dönüşmüştür. Ayrıca, taşma kanalına yüksek voltajlı bir elektrik hattı kurularak, Besos Nehri boyunca yükselen direkler şehir profiline eklenmiştir (Şekil 5.64) (Martín-Vide, 2015).



Şekil 5.64: Besos Nehri yeni su taşıma kanalının içine yapılan yüksek voltajlı elektrik hattı, Besos nehri 1994 yaşanan sel felaketi

Kaynak: Martín-Vide, 2015

10 Ekim 1994'te yaşanan sel felaketi, nehrin şiddetli doğasını bir kere daha gözler önüne sermiştir. 3 saatten fazla bir sürede 3 m yükselmiştir (Şekil 5.64). Akışın $1.150\text{m}^3/\text{sn}$ olduğu tahmin edilmiştir (Martín-Vide, 2015).

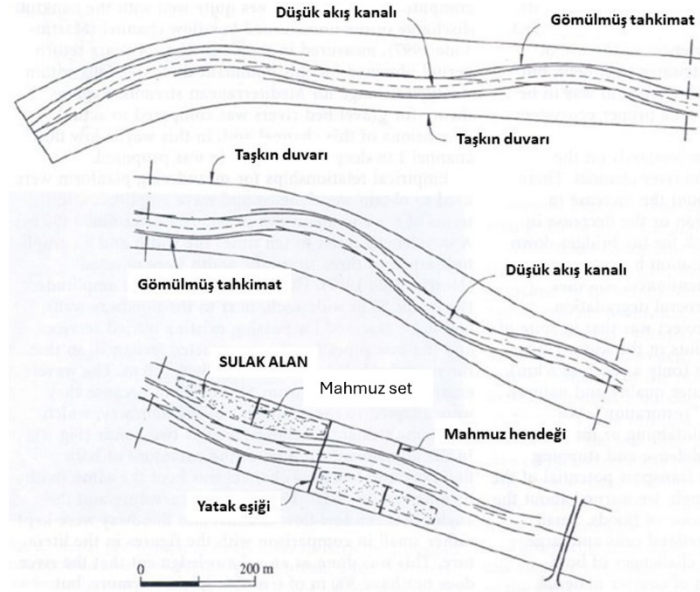
1980'lerde, Besos Nehri kentsel ve endüstriyel deşarjlarla aşırı derecede kirlenmiş ve sular arıtılmamıştır (Martín, 2015). 1990'larda kurulan bir atık su arıtma sistemi ile nehrin durumu iyileşmiştir (Tikkanen, Tarih yok).

1996 Avrupa Birliği projesine kadar, su yolunun Akdeniz'e katılmadan önce son 5 km'lik kısmı boyunca nehir kenarındaki açık alanların güvenli kullanımı için bir plan tasarlanmamıştır.



Şekil 5.65: Sulak alan tesis görüntü

Kaynak: Kerrigan, 2011



Şekil 5.66: Morfolojik kriterlere göre tasarlanmış, memba alt erişim, nehir için düşük akışlı kanal

Kaynak: Martín-Vide, 2015

Mansaptan itibaren 6 km’lik erişim alanı iki farklı belediyeye aittir. 4.1 km’lik memba kısmında kalan Montcada Belediyesi, yerleşim alanında yeşil alanlar yer aldığı için su kalitesinin iyileştirilmesi, doğal bir nehir kanalı ve daha iyi bir akarsu ortamı talep etmiştir (Şekil 5.65). Mansap kısmında bulunan 1.9 km’lik alan ise Santa Coloma Belediyesine aittir. Bu belediye bölgede yeterli yeşil alan bulunmadığı için taşkın alanını rekreasyon alanı olarak kullanmayı talep etmiştir. Şekil 5.63’teki tüm erişim üç bölüme ayrılmıştır: akış sağdan sola ve alttan üst şekle doğrudur.

Barcelona Regional (Barcelona ve komşu Santa Coloma, Montcada ve Sant Adria belediyeleri tarafından başlatılan restorasyon projesinden sorumlu kurum) taşkın yolunun (130 m aralıklı kanal duvarları içinde) kullanılmasını önermiştir. Atıksuların arıtımı için bir sulak alan sisteminin inşa edilmesine karar verilmiştir. En yakın arıtma tesisinden çıkacak atık sular doğal alüvyol malzemedan (çakıl) yapılmış gözenekli bir alt tabakadan akacak ve sulak alan hücrelerine pompalanacaktı. Toplam 14 hektarlık bir alan sulak alan hücreleri şeklinde planlanmıştır. Bu sulak alan hücrelerine gelen atık sulardaki besin maddelerini ayrıştırabilen bitkilerin dikilmesi planlanmıştır (Şekil 5.65). Seçilen bitkiler aynı zamanda Akdeniz bölgesinde yetiştirilmeye uygun olan *Pragmites australis* ve *Thypa latifolia* olmuştur. *Pragmites australis* yüksek su tablasına ihtiyaç duyar. İlkbaharda kıyılarda ve hatta sığ sularda çok hızlı yayılır.

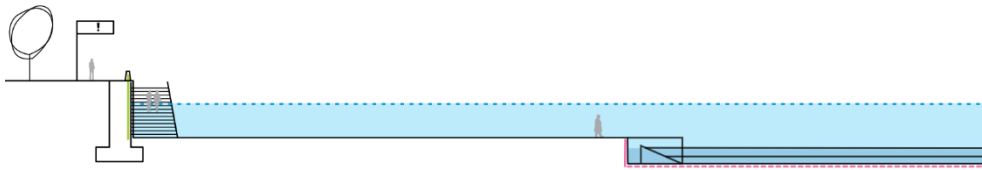
Bataklık alanlar genellikle bu bitki tarafından kolonize edilir. Kış aylarında kurur ve sonunda rüzgar veya akışın sürüklenme kuvveti tarafından kırılır.

Nehri 1.9 km'lik mansap kısmında ait olduğu belediye taşkın alanının çimenlik alan olarak planlanmasını istemiştir. Kanalın aşılmasından kaynaklanan su baskını nedeniyle çimlerin daha uzun süre kalmasını sağlamak için mevcut düz düşük akışlı kanalı genişletmeyi planlamıştır.

Geri döndürülemez fiziksel kısıtlamalar olmasına karşın iyi bir su kalitesi ve doğal bitki örtüsü sağlamaya değer bulunmuştur. Taşkın savunması ve bozulmanın durdurulması için su iletiminin sürdürülmesi veya iyileştirilmesi gereklidir. Besos Nehri'nin tortu taşıma potansiyeli çok yüksek kabul edildiğinden, sel durumunda sonraki yıllarda bakım yapılması gerekli olacağı öngörülmektedir. Küçük seller sulak alanların alüvyon ile dolmasına, büyük seller ise oyulma ve kaba malzemelerin çökmesi açısından daha büyük zararlara sebep olacağı da öngörülmüştür. Fakat bozulmaların olacağı önceden öngörülse de ekolojik ve rekreasyonel olumlu girdilerinden dolayı projenin uygulanmasından vazgeçilmemiştir.

Eylül 1999'da daha yüksek bir sel meydana gelmiştir. Taşkın yatağındaki derinlik yaklaşık 1 m olmuştur. Selden sonra, düşük akışlı kanal aynı boyutları (derinlik ve genişlik) korumuştur. Bununla birlikte, kıvrımların iç kısmındaki çakıl birikintileri büyümüş ve buna karşılık dış kıyıları geri çekilmiş, böylece menderes planformu daha büyük menderes genişlikleri anlamında biraz gelişmiştir. Bazı noktalarda, dış kıyılarıdaki gömülü yırtıklar işe yaramıştır. Taşkın yataklarında da kaba malzeme (çakıl) çökmesi meydana gelmiştir.

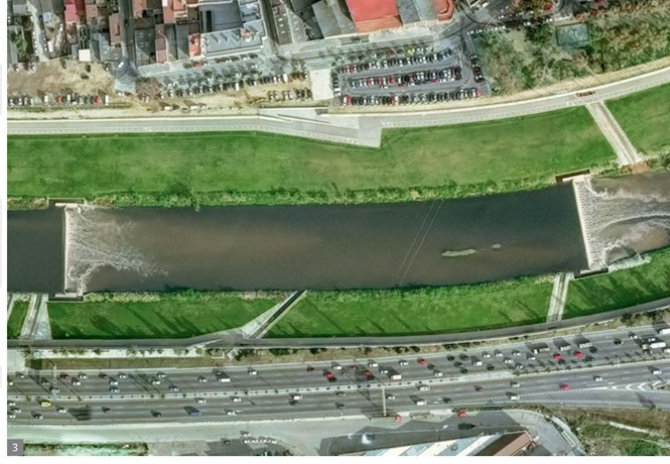
Yeni proje ile, nehri ekolojik olarak iyileştirecek ilave önlemler de alınmıştır. Taşkın yatağının içinde alçak akış kanalı tasarlanmıştır. Bu kanalın her iki tarafına sulak alanlar planlanmıştır. Alçak akış kanalı içinde oyulma ve birikme miktarları gözlenmiştir. Kanalın bitişiğindeki 80 m'lik pasif alan çim alan yapılar aktif hale getirilmiştir (Şekil 5.67).



Şekil 5.67: Şematik kesit: Kanal ve 80 m genişlikteki taşkın ovası

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Taşkın ovasının güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için sel ön uyarı sistemi gerçekleştirilmiştir. Sel ön uyarı sistemi su seviyesindeki artışları belirlemek için akış yukarısında bulunan bir kontrol merkezine kurulan bir bilgisayar sistemi ile yapılmaktadır. Durum tehdit edici olduğunda, elektronik gösterge panoları, sirenler ve hoparlörler aracılığıyla yaklaşan sel uyarıları verilmektedir. Ayrıca kullanıcıları uygun davranış ve riskler konusunda bilgilendirmek için parkın her yerine kapsamlı tabelalar yerleştirilmiştir. Yine taşkın ovasına gelen ziyaretçilerin güvenliğinden sorumlu dört park çalışanı vardır. Sel uyarı sistemi ve diğer güvenlik tedbirleri ile su seviyesindeki periyodik değişikliklerin oluşturduğu potansiyel riske ilişkin farkındalık artırılmış ve taşkın ovası rekreasyon alanına dönüştürülmüştür.



Şekil 5.68: Besos nehri üzerinde şişme barajlar

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Besos Nehri yağışsız dönemde su kaynağı olmadığı için kurudur. Yağışsız dönemler için alt kısımlara şişirilebilir barajlar kurulmuştur (Şekil 5.68). Şişirilebilir barajlar hava dolu kauçuk yastıklardan oluşmaktadır, oldukça da esnektir. Şişme barajlar uzaktan kumandalı bir merkezi sistem aracılığıyla kontrol edilmektedir. Su seviyesinin düşük olduğu zamanlarda ‘hava yastıkları’ tamamen doldurulur ve 1,34 m yüksekliğe ulaşır. Bu sayede su havuzları oluşur ve uzun yağışsız dönemlerden sonra bile nehir yatağı tam olarak kurumamış olur. Ana amaç, nehrin çekiciliğini yaz aylarında korumaktır. Su yükselmesi durumunda minderlerin havası dakikalar içinde söndürülebilmektedir. Bu şekilde, sel sularının bariyerlere ihtiyaç duymadan tahliye edilmesini de sağlamış olur.

Besos Nehrinde yapılan sulak alanlar arıtılmış atıksuların nihai olarak arıtılmasını sağlamaktadır. Sulak alanlar taşkın ovası içinde yer almaktadır. Sulak alanların faydası özellikle kurak yaz aylarında kokuların giderilmesinde etkilidir. Sulak alanlarda özel flora ve fauna için habitatlar oluşmaktadır. Nehir kenarlarında ki atıksular ile atıksu arıtma tesisinden çıkan atıksular birleştirilerek tek akış oluşturulur. Oluşturulan sulak alanlarda özellikle *Phragmites australis* (kamış) ve *Typha latifolia* (hasır otu) ile 8-25 mm derinliğinde çakıl işleme hücreleri bulunmaktadır (Les Zones humides website) (Şekil 5.65).

Nehir kenarındaki atıksu arıtma tesislerinden gelen atıksular için inşa edilen sulak alanlardan sonra nehrin 1400 m'lik akış profili yükselmiştir. Bu durum taşkın duvarlarının yükseltme ihtiyacını meydana getirmiştir.

Nehrin erişilebilirliği, su temini ve su kalitesi optimize edilerek, Besòs Nehir kenarındaki açık alanlar iyileştirilmiştir. Bugün bu yeşil şerit, Barselona sakinleri için önemli bir rekreasyon alanıdır. Tahmini yılda 300.000 ziyaretçi gelmektedir. 19 erişim noktası sağlanmıştır. 5.5 km yaya yolu ve bisiklet yolları yapılmıştır (Şekil 5.69). Taşkın alanında yapılan yeşil alan ile nehir birbirine bağlantılıdır (Şekil 5.69). 26 hektarlık yeni park alanı ile 29 hektarlık yeşil alan oluşturulmuştur. Lineer yeşil kuşak sağlanmıştır (Şekil 5.70).

Restorasyondan on yıl sonra, kullanımlar tasarlanan programlamayı aşmıştır. Bu, yeni park alanı ailelerinin tüm gün kullanımı, nehir ağzı yakınında balık tutma ve patikalar boyunca atletik antrenmanları içerir (Martín-Vide, 2015, Prominski ve diğerleri, 2017).



Şekil 5.69: Taşkın alanı sınır duvarı kenarına yapılan bisiklet ve yaya yolları, yeşil alan ile nehrin bağlantısı

Kaynak: Martín-Vide, 2015, Prominski ve diğerleri, 2017



Şekil 5.70: Besos Nehri Google Earth görüntüsü (26.11.2022)

Kaynak: Google Earth 2022

Besos Nehrinde uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.14).

Tablo 5.14: Besos Nehrinde Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatyonel Planlama Çözümler Tablosu

Besos Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Taşkın ovalarına rekreasyon alanı işlevi verilmesi, • Nehir sularının arıtılması,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kirli ilk yağış sularının ayrılması, (Yağış suları sulak alanlardan ve rekreasyon amaçlı kullanan taşkın ovasından gelmektedir.) • Sulak alanlar yapılması, • Atıksu Tesisi yapılması, • Biyolojik arıtmada başarılı test sonuçları elde edilmesi, • Nehrin kurak olduğu dönemler için su rezerv edilmesi, • Tortu taşınması ve birikiminin sağlanması, • Menderesli su yolu oluşturulması, • Ekolojik dengenin sağlanması, • Yapay ekolojik sistem oluşturulması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Şehrin kamusal odak merkezi olması, • Nehrin geri kazanımı, • Nehir bankalarının geri kazanımı, • Mahalle bağlantılarının kurulması, • Taşkın anında güvenlik tedbirlerinin alınması, • Taşkın ovasının rekreasyon alanı olarak geri kazanılması, • Optimal alan kullanımı,

	<ul style="list-style-type: none"> Erişilmez olan nehre erişim noktalarının sağlanması,
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> Rekreasyon alanı oluşturulması, Bilgi panoları yerleştirilmesi, Yaya ve bisiklet yollarının yapılması, Balık tutma alanlarının planlanması,

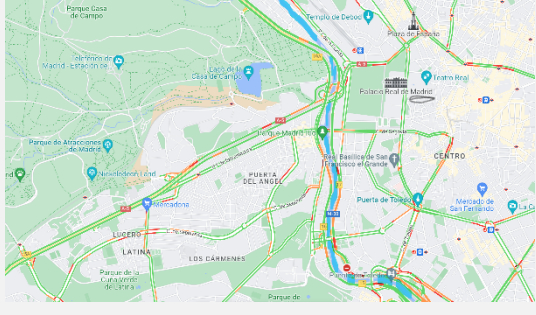
5.14. Manzanares Nehri, Madrid, İspanya

Manzanares Nehri, Orta İspanya'daki Madrid bölgesinin ana nehir sistemlerinden biridir (Şekil 5.71). Bölgenin kuzeyindeki Guadarrama tepe sırasını (2000 metre üzerinde) Ova alanları ve güneydeki kırsal alanla (yaklaşık 500 metre) birbirine bağlayan bölgenin omurga karakteri nedeniyle özel bir ilgi unsuru olarak kabul edilir. Nehir 92 km'dir. Aynı zamanda Madrid şehrinin tarihsel, kültürel ve sosyal bir referansıdır. Nehrin 3,4 milyon nüfuslu Madrid kentinin içinden geçen Madrid Rio projesinin uygulandığı kısmı incelenmiştir (Wikipedia Madrid) (Şekil 5.72).



Proje Alanı Verileri

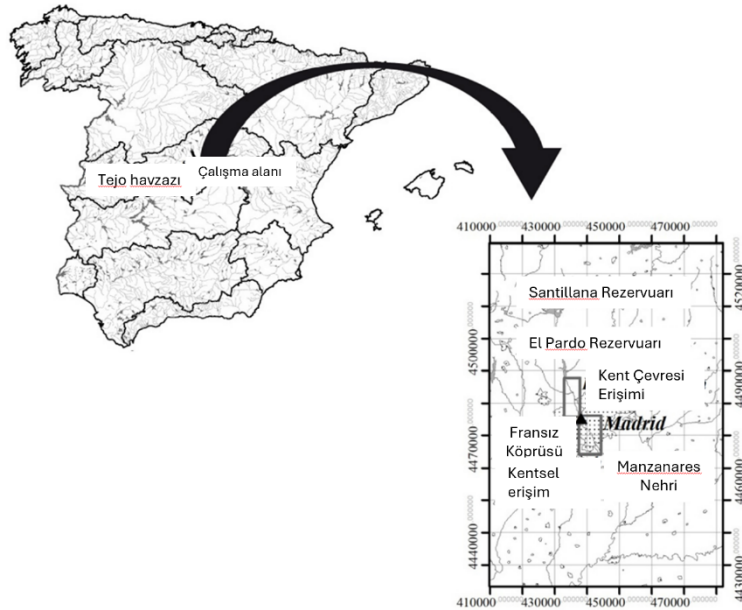
	Akarsu Tipi	Dağ nehri
	Havza Alanı	527,96 km ²
	Ortalama Deşarj	10–15 m ³ /s

	100 Yıllık Taşkın	
	Deşarjı	..... m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	40 m (Taşkın alanı genişliği: 40 m)
	Konum	40° 23' 57'' N – 03° 42' 52'' E

Şekil 5.71: Manzanares Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Manzanares Nehri, adını kıyılarında bulunan ilk kentsel yerleşim olan orta çağ kasabası Manzanares el Real'den alır. Nehir kaynağı, Ventisquero de la Condesa'nın (Sierra de Guadarrama) yakınında deniz seviyesinden 2.350 metre yüksekliktedir ve su yolu, kanyonlar, havuzlar, şelaleler, kaynaklar ve diğer tipik dağ ortamlarından 16 kilometre boyunca akar. Nehir doğal alanlar içinden 16 km akar. Aynı zamanda Madrid'in kenarında ekolojik açıdan değerli bir alan olan Monte del Pardo'dan da akar. Manzanares Nehri ressamların ilham kaynağı olmuştur (Şekil 5.73). Nehir, kent içinde çevresi ile (baraj, köprü su alma yapıları vb. gibi) kurulan bağlantılardan dolayı kentsel özelliklerle ve tedarik altyapılarıyla bağlantı kurduğunda eğimini yumuşatır (Perini 2017).



Şekil 5.72: Manzanares Nehri

Kaynak: Magdeleno, 2017

Şehrin dışında, Manzanares Nehri hem yüksek havzasında (başlangıcından El Prado barajına kadar) hem de alçak havzasında (Madrid'den Jarama Nehri'ne boşalana kadar) korunan alanlarla kesişir. Nehir akışı doğal olarak düşüktür (1.200 l/s) ve su yolu üç farklı bölüme ayrılmıştır; en yüksek kısım, yani nehrin kaynağının bulunduğu yer, orta kısım, ve en alt bölümdür. Manzanares Nehri'nin orta bölümü, Madrid ve diğer küçük kentsel alanlardan geçer. En alttaki kısım, çevredeki alanlar için bir drenaj sistemi görevi görerek yokuşun suyunu topladığından doygundur (Perini 2017). Manzanares Nehri'nin Madrid bölümü ile geri kalan etapları arasında nehir kıyılarının düşük geçirgenliği, biyolojik çeşitlilik kaybı ve yüksek kirlilik oranları gibi farklılıklar vardır. Ayrıca, diğer pek çok durumda olduğu gibi, geçen yüzyılda bu su yolu, kentsel gelişim alanını azami düzeye çıkarmak için yoğun bir şekilde düzenlenmiş ve yapaylaştırılmıştır. Bu, hidrojeolojik, çevresel ve peyzaj sistemleri için ciddi sonuçlar belirlemiştir (Brown ve diğerleri, 2009) (Perini 2017).



Şekil 5.73: Philip IV'ün tablo çalışması 1635-1640

Kaynak: Madrid Belediyesi

Nehir kıyıları, 1910'ların başında beton bir kanala dönüşmeye başlamıştır. Nehir boyunca kanalizasyon sistemleri bu dönem yapılmaya başlanmıştır. 1910 yılından Manzanares Segovia Köprüsü civarı fotoğraftaki gibi çamaşır yıkayıp kurutmak için kullanılmaktaydı (Şekil 5.74).



Şekil 5.74: Segovia Köprüsü ve Manzanares'in çamaşırcıları 1910 yılı

Kaynak: Madrid Belediyesi

Geçtiğimiz yüzyılda, Manzanares Nehri'ni olumsuz etkileyen arazi kullanım şekli 1970'lerde inşa edilen M-30 otoyolu olmuştur. Otoyulun nehir ekolojisi ve çevredeki mahalleler üzerinde büyük etkisi olmuştur. Bu altyapı, Madrid'in merkezi bölgelerini aşan fiziksel, sosyal ve psikolojik bir bariyer oluşturmuştur. Nehir tüm vatandaşlar için erişilemez hale gelmiştir (Perini, 2017). Yine iki ana şehir parkı olan La Casa de Campo ve el Campo del Moro arasındaki tarihi bağlantıyı otoyol kesmiştir (Franchini ve Arana, 2011). Otoyol trafik ve sıkışıklık nedeniyle yüksek düzeyde akustik ve atmosferik kirlilik üreterek yakın çevredeki konut sakinlerini (yaklaşık 30.000 kişi) etkilemiştir (Şekil 5.75).



Şekil 5.75: Otoyol inşaatı

Kaynak: Madrid Belediyesi

Nehir suyunun kalitesi de önemli bir sorun haline gelmiştir. Otoyolla inşa edilen kanalizasyon sistemi üniterdi, yağmur sularını ve atık suları nehre paralel iki ana yer altı kollektörüyle topluyordu. Güçlü hava koşulları durumunda, taşınamayan kısım nehre dökülerek nehrin kirlilik seviyesini arttırmaktaydı. Elektrik tesisatı havadan nehre paralel ilerliyordu. Tüm bu olumsuz sebepler nedeniyle nehir var olmayan bir kentsel referans haline gelmişti. Nehir olumsuz bir kentsel kimlik haline gelmiştir.

Manzanares Nehri çevresinin arazi kullanımı, şehir planlaması, kötü çevresel ve ekolojik koşulları, şehrin doğrusal ve enine kesitleri arasında yetersiz derecede bir bağlantı ile sonuçlanmıştır (Enguita Puebla, 1999). M-30 çevre yolunun su havzasına yakın kentsel mahalleleri izole edilmiştir.

Meydana gelen olumsuz şartları tersine çevirmek için nehir bölümleri arasındaki bağlantıyı güçlendirmeye ve çevresel sorunları hafifletmeye yönelik çeşitli projeler yapılmıştır (Perini, 2017). 2004 yılında belediye meclisi, çevre yolunun ıslahını ve genişletilmesi, 18 km'lik büyük boyutlu tünellerin, kollektörlerin, hidrolik tesislerin ve yer altı park yerlerinin inşa edilmesini içeren Madrid Calle 30 projesi üzerinde çalışmaya başlamıştır. Nehir Bölgesi olarak bilinen alanda plan, 6 km'lik yolun gömülmesini ve 50 ha alanın yeni yeşil alanlar için serbest bırakılmasını içermektedir. Özellikle, Nehir hala yoğun bir kentsel alandan akıyor olsa bile, son dönemde M-30 otoyolunun yeraltına taşınması, su yolu ve kıyılarında büyük bir ekolojik restorasyona izin vermiştir. Madrid belediye meclisi tarafından trafiğe açık alanların eski haline getirilmesi için uluslararası bir fikir yarışması düzenlenmiştir. Burgos & Garrido, Porras & La Casta, Rubio & Álvarez Sala ve Hollanda ofisi West 8 tarafından oluşturulan ekibin sunduğu proje kazanmıştır. Kazanan ekip, Manzanares Nehri'nin Alansal Planının redaksiyonunu üstlenmiştir. 2007-2011 seçim döneminde, Madrid belediye meclisi, 15 Nisan 2011'de tamamlanan, 47 farklı türden ağacın dikildiği toplam 1.210.881 m²'lik bir alana yayılan projenin yapımını üstlenmiştir. 210.898 m² çim alan tesis edilmiştir (Şekil 5.76). Proje alanında kullanılan bitkiler ile yeşil bir koridor oluşturulmuştur. Madrid bölgesinde yaygın olarak bulunan bitki türlerinden 2000'den fazla küçük ağaç, 400.000 adet çalı, 35.000'den fazla özenle seçilmiş olgun yerel ağaç dikilmiştir. Yapay doğal alan inşa edilmiştir (Burgos ve diğerleri, 2015).

Madrid Río, eski M-30 çevre yolunun üzerinde, Manzanares Nehri boyunca paralel bir eksen üzerinde yer alan, Madrid'in önemli bir bölgesini ilgilendiren yeniden geliştirme projesinin adıdır (Perini, 2017).

2015 yılında tamamlanan Madrid Río, 2005 yılından bu yana üzerinde çalışılan ve Manzanares Nehri kenarlarına inşa edilen Madrid'in ilk yüksek yoğunluklu trafik halkasına ait 40 km'lik şehir içi otoyollarının gömülmesi sonucu ortaya çıkan bir projedir. Şehir ile nehir arasındaki silinen bağları tekrar ortaya çıkarmıştır.

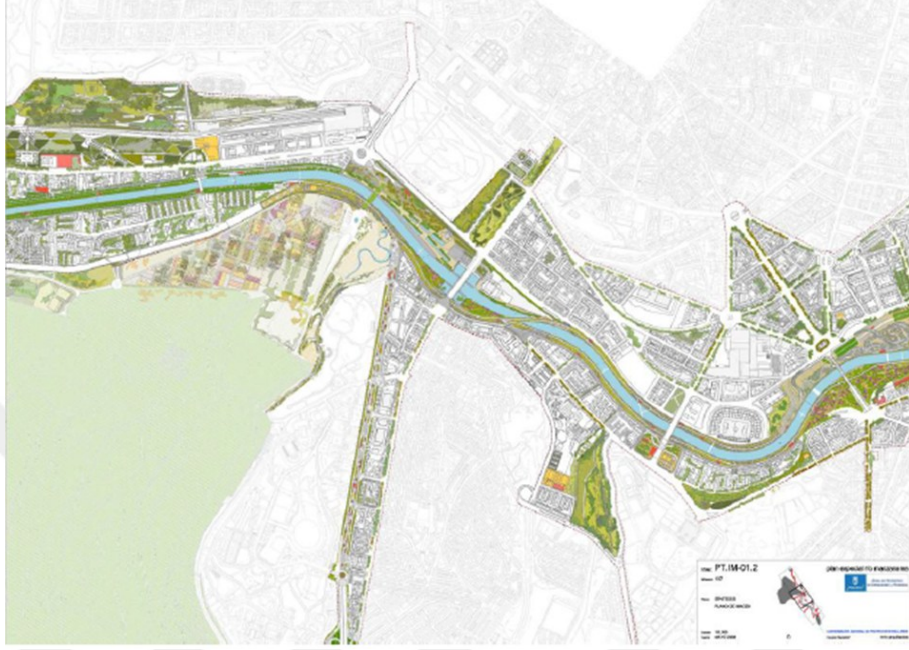


Figure 5.76: Plan Especial Río Manzanares

Kaynak: Franchini ve Arana, 2011

Madrid Río projesi, Manzanares Nehri kıyısındaki 9,5 km'lik kamusal alanın yeniden düzenlenmesini içermektedir. Şehrin içinden geçen tasarım, 150 hektar yeşil alan, 360 dönümlük parkları, bir düzine köprüyü ve 14,8 dönümlük kamu ve spor tesislerini, sanat merkezlerini, şehir plajını, çocuk alanlarını, kafeleri ve nehrin hidrolik mimari mirasının restorasyonunu kapsamaktadır. İşletme, 33 spor sahası, 17 çocuk alanı, 3 fitness takımı, 7 petank oyunu, 12 oyun masası, 3 kültürel etkinlik platformu ve Manzanares Nehri Keşif Merkezi olmak üzere çok sayıda kentsel tesisi hayata geçirmiştir (Franchini, Arana, 2011). Bisiklet yolu uzunluğu 29 km (18 mil)'dir. Ek olarak, nehre en yakın semtlerdeki kamusal alana daha geniş kentsel bağlamda önemli bir rol verilmesini sağlamak için bir master plan 6.798.724,8 m² (1.680 akre) daha genişletilmiştir.

Bu büyük proje 'yeraltı inşaatı'nın üzerinde, durağan bir yeraltı alt katmanı üzerinde yaşayan bir peyzaj işlevi görecektir. Yoğun ve ekolojik açıdan zengin bir ortam oluşturmak için baskın malzeme olarak bitki örtüsü kullanılmıştır. Projenin yüzey

alanının neredeyse yarısı tünellerin üzerinde bulunmaktadır ve bu da karmaşık teknik hizmetleri ve detayları projenin başarısı için gerekli kılmaktadır. Madrid Río kapsamlı ve büyük bir proje olmuştur.

Son dönemde Madrid'de yürütülen en önemli projedir. Hatta son dönem Avrupa'da yürütülen en iddialı projelerden biridir. Bu, belki de büyük altyapıyı ve inşa edilmiş kentsel dokuyu, onları çevreleyen doğal çevre ile gerçekten bütünleştiren ilk projedir. Peyzajın, şehrin mimarının ve kentsel altyapısının bir araya gelerek daha fazla çevresel biyolojik çeşitlilik ve sadece daha yeşil değil, aynı zamanda daha yaşanabilir ve sürdürülebilir bir şehir oluşturduğu görülmüştür (Şekil 5.77) (Şekil 5.78).



Şekil 5.77: Proje görsel 2003

Kaynak: Burgos ve diğerleri, 2015



Şekil 5.78: Virgen del Puerto Bahçeleri 2011

Kaynak: Burgos ve diğerleri, 2015

Proje, her gün 200.000'den fazla araç tarafından kullanılan 40.225 km'lik tüneller, şehrin enerjisinin yüzde 40'ını taşıyan elektrik hatlarının tünellenmesi gibi yeni kararları içeren planları bir araya getirmiştir. Yağmur suyunun toplanması ve filtrelenmesi, taşkın koruma sistemi, mahalleleri birbirine bağlayan köprülerin inşası

360 dönümden fazla bir alanı kaplayan tek bir kamusal yeşil alan meydana getirilmiştir.

Manzanares Nehri kıyısı boyunca şehri kateden otoyola tünel açma stratejisi, projenin kentsel kapsamını aşan bir fırsat oluşturmuştur. Müdahale, 91,713 km'den fazla bir alanı tüm Manzanares havzasını kapsayan bölgesel bir boyut kazanmıştır. Projenin ölçeği, kuzeyde ormanlar ve dağlar ile güneyde yaylalar ve çayırlar dahil olmak üzere şehri çevreleyen peyzajlar arasında fiziksel, kültürel, görsel ve kavramsal bağların oluşturulmasını öngörmektedir. Etkili bir bağlayıcı haline gelen nehir sayesinde, Madrid şehrinin üzerinde olan, ancak kentsel altyapı ağının ve inşa edilmiş dokunun altında gizlenen coğrafya artık ortaya çıkmıştır.

Bu coğrafi farkındalık, nehrin biyolojik kaynakları ve kaynağında 2.255,52 m ile ağzında (memba) 374,904 m arasında değişen farklı yüksekliklerdeki manzarası ile projenin merkezi bir parçası olmuştur. Kamusal alanın tasarımı, bu değişen manzarayı tam olarak dikkate almış ve onu kentsel özelliklerle (doğal ve yapay) dikkatli bir şekilde yan yana yerleştirmiştir.

Madrid Rio projesi sosyal bir katalizör görevine sahiptir. Üç yönü olan proje nehrin doğrusal boyutları üzerine kurulmuştur. Gelir düzeyi farklı bölgeler birbirine bağlanmıştır. 8,8 km'den (5,5 mil) fazla uzunlukta, altı mahallenin yoğun katılımına izin veren nehrin iki cephesinde tam temas gerçekleşmiştir. Farklı mahalleleri birbiri ile çok daha yakın temasa getiren yeni köprülerle çapraz bağlantılardan oluşmuştur.

Tüm yerel sakinler, her biri kendi kültürüne göre kamusal alanı kullanmaktadır. Park, büyük Madrid bölgesinin güney-doğu ve güneybatısındaki bütün mahalleleri birbirine bağlayan kamusal alan olmuştur.

Kullanıcıların Park'ın ilk aylarındaki ana şikayeti, ayrılmış bir bisiklet şeridinin olmamasıdır. Yayalar aynı yol üzerinde bisikletle bir arada bulunmaktan, bisikletliler ise hız kısıtlamalarından şikayetçi olmuşlardır. Orijinal proje, belirli yolların bisikletlere özel olacağını belirtir, ancak belediyenin Park'ta ayrılmış sirkülasyonu güvenli olmadığına dair raporları vardır.

Matadero Madrid, tümü aynı anda ancak bağımsız olarak çalışan bir sinema, tiyatro, kütüphane, tasarım merkezi, yurttaşların projeleri için yetiştirme, üretme alanı, kültür fabrikası, sergi salonları vb.nin yanı sıra Compañía Nacional (Boğa Güreşlerinin gerçekleştirildiği tesis) de Danza'ya (dans yapılan mekân) da ev sahipliği yapmaktadır.

İnovasyon ve yüksek kültür alanlarının yönetiminde dünya çapında bilinen bir ölçüt olarak, vatandaşların ve mahalle derneklerinin girişimleri için canlı bir ortam haline gelmiştir.

Nehir kıyıları, aynı işlevsel mekanizmaların tümü kullanılarak tüneller üzerindeki çatı yapılarıyla doğrudan entegre edilmiştir; erişimler ve rampalar, hava filtreleri, havalandırma bacaları, acil çıkışlar, elektrik odaları, vb. kamusal alanı inşa etmek için kullanılan strateji bu nedenle, fazlasıyla kentsel ve yapay bir ekolojik sisteme ait olduğu gerçeğini açıkça dikkate almıştır (Burgos ve diğerleri, 2015).

Şehrin arıtma tesislerinden geri kazanılan su ile metro hatlarının drenaj sistemlerinden yararlanan bir sulama sistemi tasarımı da projenin bir diğer önemli yönü olmuştur. Parkın tamamı geri dönüştürülmüş suları kullanmak için tasarlanmıştır.



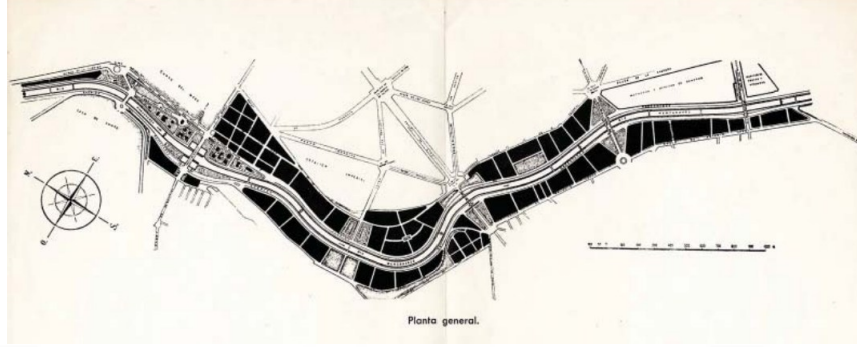
Şekil 5.79: Manzanares Nehri 2005 yılından görüntüler

Kaynak: Burgos ve diğerleri, 2015

Manzanares, hidrolojik değişkenliği yüksek bir akarsu olup, şehir dışında, alt kısmındaki ekosistemlerin devamı için gerekli görülmektedir. Su akışında sabit bir akışı sürdürmek için, doğal nehir akışı, şehrin başka bir yerindeki proses tesislerinden gelen su girdileriyle desteklenmelidir ve bu girdiler daha alt seviyedeki ekosistemleri etkileyebilir. Manzanares Nehri'nin projenin temel bir parçası olarak varlığı, güzergahı boyunca tüm hidrolik kontrol sistemlerinin yenilenmesidir.

Nehir, 1950'lerde inşa edilen yedi kentsel baraj tarafından yönlendirilmekte ve kontrol edilmektedir. Nehir kıyısı boyunca 4,8 km'nin biraz altında uzanan çalışma duvarları da barajlar da tek bir projenin parçası olarak ve şehrin ilk kurulduğu günden bu yana mevcut olan malzemelerle inşa edilmiştir. Kraliyet Sarayı inşa edilirken de bu malzemeler kullanılmıştır. Bu malzemeler kentsel nehir manzarasına bütünlük katmaktadır (Şekil 5.80).

Madrid Rio projesinde altyapı ve yenilenme çalışmaları devam ederken kamusal kullanım için geri dönüşümü de içermektedir. Eski otoyol üzerindeki köprü, yayalar ve bisikletliler için ağaçlıklı bir geçide dönüştürülmüştür. Eski mezbaha da dönüştürülmüştür.



Şekil 5.80: Manzanares Nehri 1946 genel plan

Kaynak: Burgos ve diğerleri, 2015

Madrid Rio projesi kapsamına nehir ile ilişkili olan ve önem arz eden tarihi unsurların yenilenmesi de dahil edilmiştir. Roma döneminde kurulan, yakın kasabaları birbirine bağlayan yollar üzerindeki tarihi köprülerin kent ile bütünleşmesi projenin amaçlarından biri olmuştur. Ancak yenileme çalışmaları tarihi yapılar ile sınırlı kalmamış, çevre alanları da etkileyerek anıtlar ile kent arasında yeni mekânsal ilişkiler kurmuştur.

Komşu mahalleleri birbirine bağlamak için 33 köprü yapılmıştır. Bunların arasında, üç tarihi köprü restore edilmiştir ve yenileri, kentsel simgeler oluşturmayı amaçlayan tanınmış uluslararası firmalar tarafından tasarlanmıştır (Franchini, Arana, 2011).

Tarihi mirasın geri kazanılması bağlamında proje, La Virgen del Puerto Mabedi' (1725) bitişiğindeki alanı ve La Virgen del Puerto Evi'nin eski avlanma alanı olan Casa de Campo'ya (Kır evi) (1561) erişimi de etkilemiştir. Habsburg geniş bir halk parkı ve meyve bahçesine dönüştürülmüştür.

Madrid Río ve şehir merkezi arasında Madrid'in ilk tren istasyonu (1880), Kraliyet Sarayı bahçeleri ve bitişik alan etrafında oluşturulan bağlantı, şehrin eski kısmının nehirle olan ilişkisini tamamen değiştirmiştir.



Şekil 5.81: Proje alanından görünüş

Kaynak: Burgos ve diğerleri, 2015

Madrid Río açıldığından bu yana şehrin ana simgelerinden biri haline gelmiştir. Muazzam erişilebilirliği ve bir zamanlar bağlantısız olan yeşil ve yerleşim alanlarını birbirine bağlama kapasitesi, zemin seviyesinde yatay bir gelişme olmasına karşın onu açıkça görünür bir unsur haline getirmiştir (Şekil 5.81). Şekil 5.82’de görüldüğü gibi sosyal açıdan önemli bir proje olarak yerini almıştır.

Yeniden yapılanma süreci, Manzanares Nehri’ni çevreleyen bozulmuş ve bakımsız bölgeyi önemli bir dinlenme ve toplanma alanı haline getirmiştir. Mahalleler artık birbirine bağlı olduğundan, bu dönüşüm şehrin yeniden canlanmasında kilit bir rol oynamıştır (Fernández Agueda, 2014). Madrid Río Projesi, şehrin mahalleleri ile şehrin dışındaki değerli kırsal alanlar arasında fiziksel ve kavramsal bir süreklilik kurmaktadır. Sonuç olarak Manzanares Nehri bir bağlantı elemanına dönüşmüştür (Burgos ve diğerleri, 2015)

Madrid Río Projesi beş temel unsura dayanmaktadır; nehir restorasyonu, Salón de Pinos, yeşil ve mavi alanlar, spor ve dinlenme tesisleri ve kentsel dönüşümdür. Yerel halkın yaşam kalitesini tamamen değiştirmiş ve turistik cazibe merkezi haline gelmiştir. Yeni yeşil alanlar, bunların bağlantısı, yüksek kaliteli tasarım ve planlama, sunulan hizmetler ve tesisler, bu seçkin projenin başarısı için çok önemli unsurlardır (Burgos ve diğerleri, 2015).



Şekil 5.82: Nehir kenarları

Kaynak: Franchini ve Arana, 2011

Tasarımcılar Burgos & Garrido Arquitectos ve West 8'e göre (Burgos ve diğerleri, 2011), projede kullanılan ana malzeme bitki örtüsüdür. Hareketsiz bir yeraltı alt tabakası üzerinde yapay ve kentsel, ancak canlı bir manzara oluşturmak için yoğun ve ekolojik açıdan zengin bir bitki yapısı kullanılmıştır. Madrid'in iç çevre yolunun büyük bir bölümünün yer altından yeniden yönlendirilmesinin ardından, Manzanares Nehri boyunca yer alan Madrid Río Park'ının alanının yarısının alanı, yer altı karayolu tünellerinin üzerinde oluşturulmuştur (Suarez ve diğerleri, 2024).

Parkta, kapalı bir bahçe oluşturmak için gruplar halinde dikilmiş çok çeşitli meyve ağaçlarına sahip orijinal kraliyet bahçesinin modern bir yorumu olan Huerta de la Partida gibi birkaç ana yeşil alan vardır. Bu bölüm, Parkı Casa de Campo (eski kraliyet av alanı) ve su cazibe merkezlerine ve Madrid'in kentsel sahiline dayanan Arganzuela Parkı'na bağlamaktadır. Bu plaj alanı, üç oval biçimli su kenarı muhafazasına sahiptir; insanların uzanıp serinleyebileceği sığ bir su havuzu, farklı yüksekliklere ve etkilere yükselen su jetlerinin olduğu bir alan ve serpinti bulutlarının olduğu üçüncü bir havuzdur. Ayrıca, bu parkta son zamanlarda toplam 5.000'den fazla yeni ağaç dikilmiştir. Diğer önemli özellikler arasında buz pateni pistleri, konser salonu, yeni bir kültür merkezi ve çocuk tesisleri yer almaktadır ((Suarez ve diğerleri, 2024) Hernández-Lamas ve diğerleri, Tarih yok) (Burgos ve diğerleri, 2015).

Madrid Río Park'taki tüm yeni ve mevcut yeşil alanlar, otoyol tünelinin üzerindeki yeşil bir koridor olan Salón de Pinos ile birbirine bağlıdır (Burgos ve diğerleri, 2015). Bu doğrusal yeşil alan, binalar ve nehir arasında sadece 40 m olan dar bir alanda yer almaktadır. Şekil 5.83'de ana aks olan Salon de Pinos altındaki tünel enine kesiti görülmektedir.



Şekil 5.83: Salon de Pinos'un enine kesit

Kaynak: Burgos ve diğerleri, 2015



Şekil 5.84: Cascara's İkiz Köprüler

Kaynak: Jeroen Musch

Ayrıca Madrid Río Projesi, Manzanares Nehri üzerindeki Puente de Segovia, Puente del Rey ve Puente de Toledo gibi eski köprülerin restorasyonu ve 11 köprünün inşası sayesinde nehir kıyılarını ve şehir mahallelerini birbirine bağlamaktadır (GoMadrid, 2015). Yeni köprüler, temel üç yollu 'Y' köprü tasarımından Fransız mimar ve tasarımcı Perrault tarafından tasarlanan sarmal köprüye kadar çok farklı özelliklerle kentsel ikonlar haline gelmiştir. Cascara'nın ikiz köprüleri Şekil 5.84 ince bir beton tabaka ile kaplıdır ve Daniel Canogar iç çatıyı mozaiklerle tasarlamıştır. İspanyol sanatçı, bölgenin en renkli sakinlerinden bazılarını tasvir ederek yerel unsura saygı

duruşunda bulunmuştur. Ek olarak, yaklaşık otuz geçiş yolu, Madrid Río'nun iki yakası arasında yüksek derecede geçirgenliği desteklemektedir.

Bitki türleri nehir kıyısı özelliklerine göre seçilmiştir. Nehir yatağına bağlanan sol taraf daha nemlidir ve yaprak döken ağaçlar dikilmiştir. Sağ taraf daha kuru ve kuzey Madrid manzarasına benziyor. Bu nedenle, çam ağaçları çoğunlukla bu alana entegre edilmiştir (Şekil 5.85) (Şekil 5.86).



Şekil 5.85: Sal3n de Pinos

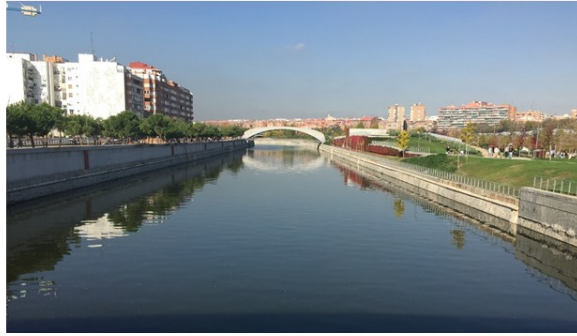
Kaynak: Fotoğraf Jeroen Musch, Burgos ve diğerkleri, 2015

Manzanares Nehri ayrıca şehrin kuzeydoğru bölgesindeki parklardan (Casa de Campo, Parque del Oeste, El Pardo) ve büyük parklardan ayrılan göçmen fauna, özellikle kuşlar ve gece hayvanları için bir koridordur (Manzanares Sur y Parque de Tierno Galván; Ayuntamiento de Madrid, 2015). Puente de la Princesa'ya kadar sucul faunanın hareketini desteklemek için geliştirilen stratejilerden de bahsedilmelidir. Bu bölgede, balık merdivenleri adı verilen bir su katmanları sistemi, su altı faunasının barajlar kesintiye uğramadan nehir çevresinde hareket etmesine izin vermektedir. Bu strateji biyolojik canlılığı artırır ve bazı belirli alanlarda avlanmayı kolaylaştırmaktadır (Burgos Garido ve diğerkleri, 2015).



Şekil 5.86: Arganzuela Park

Kaynak: Fotoğraf Jeroen Musch



Şekil 5.87: Manzanares nehri

Kaynak: Ermeydan, 2015

Şekil 5.87’de 2015 yılından nehir ve çevresinin görüntüleri yer almaktadır. Yapılan kentsel dönüşüm girişimleri Madrid’e Manzanares Nehri havzasında yeni yer altı ve güvenli altyapı, iyileştirilmiş su kalitesi ve daha güvenli bir hidrolojik sistem sağlamaktadır, çünkü 13 km’lik yeni borular ve taşkın tankları nehir boyunca temiz su akıtmaktadır. Şehir merkezindeki geniş yeni yeşil alanlar, bozulan çevreyi ve sadece arabaların kullandığı ve şehir içinde fiziksel ve işlevsel bir bariyer olan otoyolu başarılı bir şekilde yenilemiştir.

Manzanares Nehrinde uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.15).

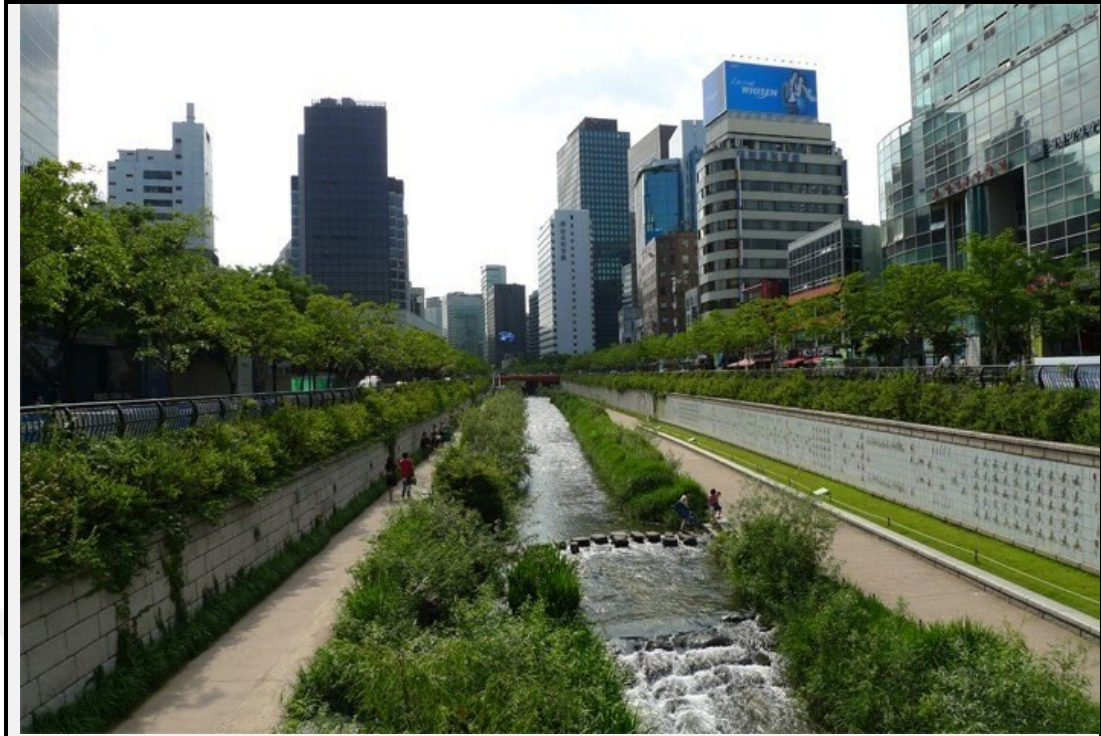
Tablo 5.15: Manzanares Nehrinde Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatif Planlama Çözümler Tablosu

Manzanares Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Su kalitesinin iyileştirilmesi, • Güvenli bir hidrolojik sistem sağlanması. • Temiz su sağlanması. • Otoyolun yeraltına alınması ile kirliliğin azaltılması. • Nehir, 1950'lerde inşa edilen yedi kentsel baraj tarafından yönlendirilerek kontrol edilmesi, • Su tutma alanları yapılması, • Nehir yatağının taşkın alanı olarak kullanılması.
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Arıtılmış suların yeşil alanlarda kullanılması, • Akustik ve hava kirliliğinin ortadan kalkmasının sağlanması, • Bitkiler ile yeşil koridor oluşturulması, • Kuşlar için koridor olması, • Sucul faunanın hareketinin sağlanması, • Balık geçişlerinin sağlanması, • Yapay ekolojik sistem oluşturulması,
Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Nehir kenarı parklar ile entegre edilmesi, • Şehrin kamusal odak merkezi olması, • Nehrin geri kazanımı, • Mahalle bağlantılarının kurulması, • Nehrin bisiklet ve koşu parkuruna entegre edilmesi, • Optimal alan kullanımı, • Nehir çevresindeki yollar ile bağlanması, • Eski kullanım alanının geri kazanılması, • Erişilmez olan nehre erişim noktalarının sağlanması, • Otoyolun yer altına alınması, • Şehrin yeşil alanlarının nehir ile entegre edilmesi, • Şehrin önemli kamusal binalarının nehir kenarı rekreasyon alanlarına bağlantısının yapılması, • Dönüşüm projelerinin oluşturulması, • Nehir çevresi tarihi yapıların yenilenmesi, • Mahalle bağlantılarının köprüler ile sağlanması, • Nehir çevresi yapısal birimlerin entegrasyonu, • Nehir kenarı rekreasyon alanının kent parkına dönüştürülmesi, • Master plan uygulanması,
	<ul style="list-style-type: none"> • Rekreasyon alanı oluşturulması,

Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none">• Oyun ekipmanları yerleştirilmesi,• Nehir habitatları hakkında bilgi sahibi olacak şekilde planlanması,• Plaj oluşturulması,• Meyve bahçeleri kurulması,• Seyir terasları oluşturulması,• Spor alanları yapılması,• Dinlenme tesisleri yapılması,• Fitness alanları yapılması,• Parkın bitki materyalinin çeşitli ve zengin olması,• Yaya ve bisiklet yollarının yapılması,• Köprüler ile bağlantı sağlanması,• Su odaklı mekan oluşturulması,• Balık tutma ve kürek çekme alanları oluşturulması,
--	---

5.15. Cheonggyecheon Nehri, Seul, Güney Kore,

Cheonggyecheon Nehri 605,21 km² alan ve 9,9 milyon nüfuslu Kore'nin Seul şehrinden geçmektedir (Wikipedia Seul). Kore başkenti 600 yıl önce bugünkü Seul'e taşındığından beri, Cheonggyecheon Nehri Kore kimliğinin ayrılmaz bir parçası olmuştur. Nehir 1958'de şiddetli kirlilik ve ortaya çıkan kötü kokulara kadar doğaçlama çamaşırhane ve kanalizasyon olarak hizmet etmiştir. 1958'de ortaya çıkan problemleri bertaraf etmek için nehir beton ile kaplanarak kapatılmıştır. 1971'de kalan beton yol yükseltilmiş otoyolun temeli olarak kullanılmıştır. Yükseltilmiş otoyolun güçlendirilmesi için 1991-2001 yılları arasında bir dizi bakım projesi yapılmış fakat otoyolun onarımı için her proje başarısız olmuştur (Kerrigan, 2011).



Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	.....
	Havza Alanı	50.96 km ²
	Ortalama Deşarj	1,18 m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	..... m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	20-85 m
	Konum	37° 34' 10'' N – 127° 00' 21'' E

Şekil 5.88: Cheonggyecheon Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Kerrigan, 2011

Cheonggyecheon Nehrinin restorasyonu doğal biçime dönüş değil, taşkın koruma sisteminin sağlanması, kentsel rekreasyonel değer kazandırılması, otoyol probleminin çözülmesi, kent değerlerinin ve kaynağın korunmasıdır. Proje sürdürülebilir ve birçok işlevi yerine getirecek şekilde düşünülmüştür (Şekil 5.77) (Şekil 5.78).



Şekil 5.89: Nehrin öncesi ve sonrası

Kaynak: Kerrigan, 2011



Şekil 5.90: Yükseltilmiş otoyolun kalıntıları

Kaynak: Kerrigan, 2011

Isı Adası Azaltma Etkisi: Su kütlesinin ısı depolaması sonucu olarak suyun yüzeyinde soğuk hava üretilir ve dikey havalanma artar, kalabalık kentsel alanın içinde rüzgâr koridorları oluşur ve düzenlenir (Hirofumi Sugawara). Restorasyondan önce Cheonggyecheon Otoyolu tüm enerjiyi solar radyasyondan havaya aktarmış ve sıcaklıkta artış meydana gelmiştir. Restorasyondan sonra ise solar radyasyonundan elde edilen enerjinin sadece %20'si çevredeki sokak kanyonuna aktarılmaktadır. Nehir koridoru boyunca sıcaklıklar, 4-7 blok ötedeki paralel yollardan 3,3 ila 5,9°C daha düşüktür.

Sağlık: Restorasyondan önce, anketler Cheonggye caddesi yakınlarındaki sakinlerin solunum yolu hastalıklarına yakalanma olasılığının iki kat daha fazla olduğunu göstermiştir (Kee Yeon Hwang). Cheonggye yükseltilmiş otoyolunun kaldırılmasından ve nehrin restorasyonundan sonra, PM-10 kirliliği 74µg/m³'ten (mikrogram/metreküp) 48µg/m³'e düşmüştür.

Mülk Değerlerine Etki: Nehir restorasyonundan sonra 100 metre içindeki ticari mülklerin mülk değeri %13 artmıştır. Restorasyondan sonra metrekare başına +%20 değer katmıştır. Restorasyondan sonra metrekare başına +%33 değerinde * 500 metreden daha uzak benzer parsellere kıyasla değer katmıştır.

Taşkın Taşması: Yeni nehir kanalı, 200 yıllık bir sel olayının (118 mm/saat veya 4,6 inç/saat yağış) taşkın kapasitesi için tasarlanmıştır (Park Kil-Dong, Seul Büyükşehir Hükümeti, Kore).

Şiddetli sel olayları sırasında yukarı yönde sel suyu tutma hacmini genişletmek için 269 taşma kapısı sistemi uygulanmıştır (A City and Its Stream, tarih yok). Taşma

kapıları, Cheonggyecheon Nehri'nin taşkın suyu hacmi kapasitesini genişleterek sel baskınlarına karşı ek bir koruma sağlar. Nehir koridorunun girintili bölümü 200 yıllık sel olayına dayanan sivil yaşam alanıdır (Şekil 5.88).



Şekil 5.91: Belirli yıllarda yaşanan seller

Kaynak: Kerrigan, 2011

Cheonggyecheon nehri mevsimsel olarak taşar. Taşma Kapıları, Cheonggyecheon Nehri'nin taşkın suyu hacmi kapasitesini genişleterek sel baskınlarına karşı ek bir koruma sağlar (Şekil 5.92).



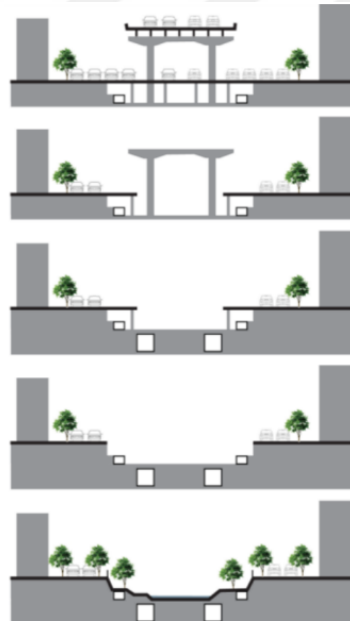
Şekil 5.92: Cheonggyecheon Nehri'nin taşma kapıları

Kaynak: Kerrigan, 2011

Yolun Miktar ve Boyutunun Minimalize Edilmesi: Restorasyondan önce yükseltilmiş otoyol ve Cheonggye Caddesi günde 168.556 araç taşıyan 12 şeritli bir yoldur. Restorasyondan sonra bu yüksek hacimli yol, 50 km/s'lik 4 şeritli azaltılmış hız sınırı ile değiştirilmiştir. Projenin en tartışmalı bölümünü de bu kısım oluşturmuş ve çok fazla dirençle karşılaşmıştır (Park Kil-Dong, Seul Büyükşehir Hükümeti, Kore) (Şekil 5.93).

Bununla birlikte, şehir merkezindeki araç hızı sadece 20.8km/s'den 20.5km/s'ye düşürülmüştür. Bunun nedeni, sürücülerin hareket saatlerini değiştirerek ve metro kullanımını artırarak karayolu kaybının telafisi olmuştur.

Banliyö anketlerine göre, işe gidenlerin %90'ı işe gidiş geliş saatlerini değiştirmediklerini, %5,9'u işe daha erken gelirken, %5,1'i restorasyon projesinin bir sonucu olarak işe daha sonra geldiklerini belirtmiştir.



Şekil 5.93: Otoyolun yıkılması ve yeni düzenleme

Kaynak: Kerrigan, 2011

Kentsel Bağlantılar ve Kamu Algısı: 22 yeni köprü (6 yaya, 16 araç ve yaya) ve 20 basamaklı yaya köprüsü ile restorasyon projesi, nehrin doğal bariyeri üzerinden kentsel bağlantılar sağlamaktadır (Şekil 5.94).

Anketler ziyaretlerin çoğunluğunun cumartesi günleri yapıldığını ve ziyaretlerin %69'unun bir saat veya daha uzun sürdüğünü ve bu da alanı bir geçiş alanı yerine bir varış noktası olarak göstermektedir.

Yapılan anket çalışmasına göre, ankete katılanların %95'i projenin Seulun merkezindeki çevresel bileşenlere genel olarak iyi katkıda bulunduğuna inandığını, %80'i restorasyon sonucunda şehir içindeki rüzgâr sirkülasyonunda iyileşme, güneş ışığına daha fazla maruz kalma, koku ve gürültünün azalması, daha iyi su ve hava kalitesi olduğunu düşünmektedir.

Kenarlarda parlak sokak aydınlatması ve derenin kendisinde daha sıcak vurgulu aydınlatma da dahil olmak üzere kapsamlı bir aydınlatma programı, ziyaretçileri geceleri alana çekerek akşam veya gece tüm ziyaretlerin %26'sını gerçekleştirmektedir (Şekil 5.95).



Şekil 5.94: Yayalar ve arabalar için farklı tarzlarda köprüler

Kaynak: Kerrigan, 2011



Şekil 5.95: Proje alanının aydınlatılması

Kaynak: Kerrigan, 2011

Ek Su Kaynakları Kullanılması: Ortalama 40 cm derinliği korumak için Cheonggyecheon'a 120.000 m³ /gün arıtılmış ek su pompalanır (Revkin). İlave su, Han Nehri'nden (11.263 metre uzunluğunda bir boru aracılığıyla) ve Seul metro sisteminden yer altı suyu sağlanmaktadır.

İnsanlara yakınlığı nedeniyle, su, Han Nehri'ne (Seul Metropolitan Tesisleri Yönetim şirketi) özgü balıklar için uygun olarak belirlenen Sınıf-2 (Kaynak suları dışındaki sular, az kirlenmiş) seviyesinde arıtılır. Bu su içilebilir değildir. Belki de su arıtıldığından ve ithal edildiğinden, bentonit altlık, astar ve palplanş sistemi ve palplanş astarlar (Rowe, tarih yok) dahil olmak üzere farklı akış bölümlerinde kullanılan çeşitli yöntemlerle su kaybı %3'e kadar indirilmiştir.

Tarihi Koruma: Cheonggyecheon Nehri restorasyonu inşaatı 27 ayda gerçekleştirilmiştir. Restorasyon inşaatı hızlı olduğundan, tarihi koruma prensiplerine yeterli dikkat edilememiştir. Tarihi koruma, sel kontrolü, trafik ve çevresel kaygılar için bir engel olarak görülmüş, Belediye ve vatandaşlar arasında önemli bir çekişme noktası olmuştur (Rowe, tarih yok).

Halkın tepkisi sonucunda, orijinal yerlerinde olmasa da bazı tarihi köprüler yerinde yeniden inşa edilmiştir. Diğer kayıp köprüler, zayıf taklitlerle değiştirilmiştir (şekil 5.96)(şekil 5.97). Taş setler dahil olmak üzere nehir koridoru boyunca yer alan diğer birçok tarihi unsur inşaat sırasında kaybolmuştur.



şekil 5.96: 1958'deki Supyogy orijinal ve tekrar inşa edilen köprü

Kaynak: Kerrigan, 2011



Şekil 5.97: The Gwangtonggyo köprüsü (1960) tekrar inşa edilen

Kaynak: Kerrigan, 2011

Kanalizasyon/Yağmur Suyu: Projenin tasarımcıları, ‘ilk yıkama’ yağmur suyunu bir kanalizasyon kanalına çekmek için çift kutu kanallı bir sistem kullanmışlardır. Büyük yağış olayları sırasında, bu sistem arıtılmamış yağmur suyunu ve kanalizasyonu dereye taşır.

Ötrofikasyon (Bir gölde veya diğer su kütlelerinde, çoğunlukla karadan gelen akış nedeniyle oluşan, bitki örtüsünün yoğun bir şekilde büyümesine neden olan aşırı besin zenginliği): Cheonggyecheon'a sağlanan su, yüksek konsantrasyonda fosfor ve nitrojen içerir. Bu besinler, Han Nehri'nden gelen ek su (üçüncül arıtma yapılmaz), toprak erozyonu, gübre içeren akışlar, kanalizasyon ve büyük yağış olayları sırasında akışa giren aşırı kentsel akış dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan elde edilir. Alg patlamaları Cheonggyecheon'da meydana gelir ve alglerin uzaklaştırılması için akıntının bazı kısımlarının kapatılması da dahil olmak üzere bakım gerektirir.

Erişim ve Güvenlik: Engelli kullanıcılar için erişim özellikle zayıftır ve Engelli Amerikalılar Yasası (ABD ADA) standartlarını karşılamamaktadır, çünkü 6 km'lik akarsu uzunluğunun tamamı için yalnızca yedi rampa vardır ve bunlardan yalnızca ikisi membadaki popüler alanlardadır. Güvenlik konusunda yapılan ankete göre katılanların %50'sinden azı güvenlikten biraz veya çok memnun hissetmiş, %15'i ise tam memnuniyetsizliğini ifade etmiştir.

Projenin ana hedefleri halkın rekreasyonel kullanımını sağlamak ve bentlerin kullanımını yoluyla maksimum taşkın kontrol kapasitesine ulaşmak olduğundan, ihtiyatlı ekolojik düşüncelerin olmadığı açıktır. Daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir akarsu ortamı için Cheonggyecheon, dinamik bir denge modeline göre ekolojik olarak yeniden restore edilmelidir. Cheonggyecheon, alglerin çoğalmasına neden olan ve balıklar için uygun bir ortama izin vermeyen mevcut su kalitesi sorunuyla yüzleşerek, öncelikle bir bitki örtüsü koridoru, bir su geçiş bölgesi oluşturmalı ve yakınlarda su

kaynağını destekleyen inşa edilmiş sulak alanlar kurmalıdır. Ayrıca, uzun vadeli bir Cheonggyecheon restorasyon planı düşünülürken daha temel sürdürülebilir stratejiler uygulanmalıdır. Örneğin, Cheonggyecheon'un üst dereleri daha fazla restore edilmeli ve doğal su sağlamalıdır. Kombine bir kanalizasyon sistemi hem fazla yağmur suyunu hem de kanalizasyonu işlemek için donatılmış ayrı bir sistem haline gelmelidir. Bu hidrolojik fikirlere ek olarak, nehir kıyısındaki bitki örtüsü alımı ve elverişli koşullar oluşturmak için kanalsızlaştırmaya ihtiyaç vardır. Bu, aynı zamanda kıyı ekosistemlerinin biyolojik çeşitliliğini teşvik etmeye, su kalitesini artırmaya ve akarsu ortamının sağlığını sürdürmeye yardımcı olacaktır. Bu, doğallaştırılmış bir akışı tamamen yeniden yapılandırmak için yalnızca kıvrımlılığı artırmaktan farklı olacaktır. Cheonggyecheon'un tam dinamik dengesi bu stratejiler aracılığıyla gerçekleştirilebilir (Seo ve Kwon, 2018).

Cheonggyecheon Nehrinde uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.16).


Tablo 5.16. Cheonggyecheon Nehrinde Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatyonel Planlama Çözümler Tablosu

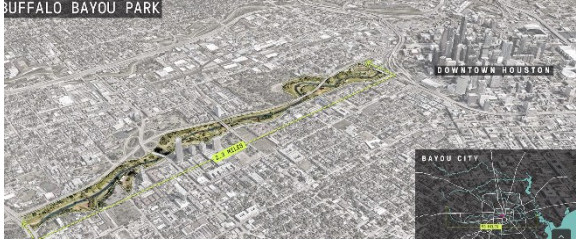
Cheonggyecheon Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Akış devamlılığının sağlanması, • Nehir suyunun berraklaştırılması, • Menfeze alınmış nehirlerin günışığına kavuşturulması, • Akış yönü ve hızının değiştirilmesi, • Atıksu girişlerinin önlenmesi, • Kavisli akış sağlanması, • Nehir sularının arıtılması, • Çamur birikiminin önlenmesi,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Kirli ilk yağış sularının ayrılması, • Taşıma yoluyla su temininde kayıpların önüne geçilmesi, (Nehre Han nehrinden Seviye-2 decesinde arıtılarak getirilen su balıkların yaşaması için uygun fakat içilebilir değildir). • Nehirde yaz dönemleri alg patlaması yaşanabilmektedir. Bu durumlarda kısmi nehir kapatılarak bakım yapılmaktadır.
	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Şehrin kamusal odak merkezi olması, • Nehrin geri kazanımı, • Nehir bankalarının geri kazanımı, • Mahalle bağlantılarının kurulması, • Sel anında güvenlik tedbirlerinin bulunması,

Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Taşkın ovasının rekreasyon alanı olarak geri kazanılması, • Optimal alan kullanımı, • Nehrin çevresindeki yollar ile bağlanması, • Eski kullanım alanının geri kazanılması, • Erişilmez olan nehre erişim noktaları sağlanması, • Nehir çevresi ve üzerindeki otoyolun kaldırılması, • Rüzgar koridoru oluşturulması, • Isı adası etkisinin azaltılması,
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Rekreasyon alanı oluşturulması, • Bilgi panoları yerleştirilmesi, • Köprüler ile bağlantı sağlanması, • Su odaklı mekanlar oluşturulması, • Rekreasyon alanının gece de kullanılabilmesi,

5.16. Buffalo Bayou Nehri, Houston, Texas, Amerika

Texas Eyaletinin doğusunda yer alan Houston şehrinin nüfusu 2.288.000 dir. Buffalo Bayou Nehri proje alanı 1500,646 km²'dir. (579.4 mil²) Yenilenen nehir uzunluğu 1.6 km (1 mil) dir. Proje 2006 yılında tamamlanmıştır (Kerrigan, 2011) (Şekil 5.98).



Proje Alanı Verileri		
	Akarsu Tipi	.....
	Havza Alanı	267 km ²
	Ortalama Deşarj	..... m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	257 m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	..... m
	Konum	29° 45' 13'' N – 95° 18' 56'' E

Şekil 5.98: Buffalo Bayou Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Kerrigan, 2011; Nyaupane ve diğerleri, 2018b



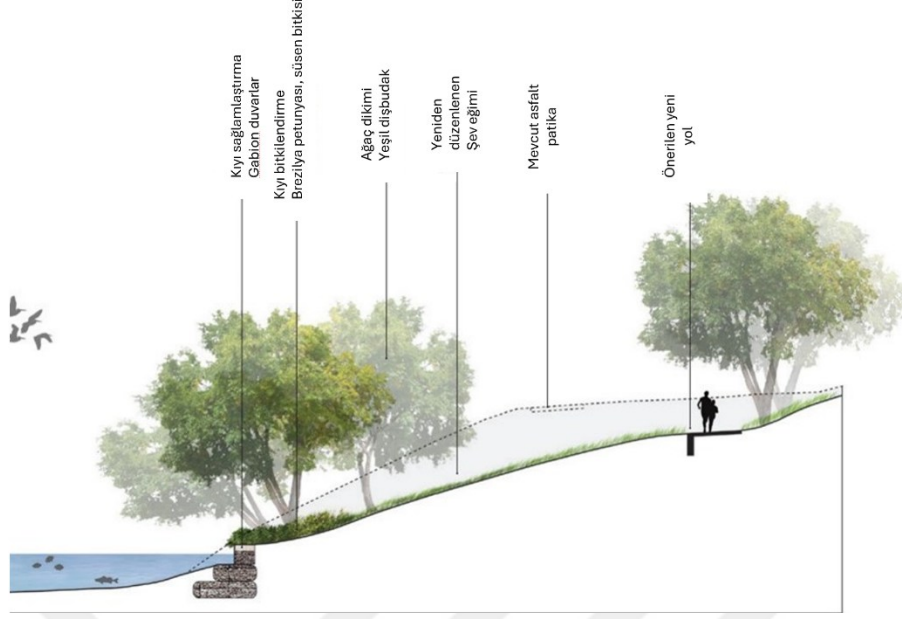
Şekil 5.99: Buffalo Bayou yürüme yolu

Kaynak: Kerrigan, 2011

Buffalo Bayou Promenade, projesi ile geçilmez çorak bir kentsel araziye başarılı bir kentsel sahile dönüştüren 23 dönümlük bir rekreasyon alanıdır. Proje çalışmasından önce arazi ihmal edilmiş, çöp döküm alanı haline gelmiş, yayaları korkutan, sel kontrol çabalarına zarar veren bir âtıl kentsel alan iken proje ile birlikte özel 3000 metrelik doğrusal bir kentsel parka dönüşmüştür (Şekil 5.99). Rehabilitasyon sırasında hafif eğimli kıyılar doğallaştırılmış, kapsamlı bir yerel peyzaj ile birlikte yürüyüş ve bisiklet parkurları, dikkat çekici bir aydınlatma, 12 yeni caddeden Bayou'ya giriş yolu, bataklığın kuzey ve güney tarafını birbirine bağlayan bir yaya köprüsü ve bilgilendirme tabelaları yapılmıştır (Kerrigan, 2011).

Nehir kenarlarında şev stabilizasyonunu sağlamak için Meksika kökenli, yaprak dökmeyen çok yıllık bir çalı olan, *Ruellia*, mor trompet şeklinde çiçekleri ile, kuraklığa dayanıklı ve agresif büyüyen bir bitkidir. Bitki dikimleri üçgen şeklinde yapılmıştır.

Saha eğimleri 2:1'den 3:1 olacak şekilde yeniden düzenlenerek, suya girme kuvveti azaltılarak aynı zamanda erozyon eğimi de düşürülmüştür. Tasarımcılar, bitişik gabion sistemi kullanarak nehir kenarı ve yakın çevresini güvenli hale getirmişlerdir. Gabion sistemi akan su için sürtünme meydana getirerek suyun bataklığa girerken yavaşlamasını sağlayarak, bitki örtüsü ile toprağın su ile direkt temasını kesmiştir. Köklerin toprağın içine bir metre gidebileceği bitki türleri (örneğin *Ruellia brittoniana*, *Iris louisiana*) kullanılarak şev stabilizasyonu sağlanmıştır (Şekil 5.100). %100 dönüştürülmüş beton arnavut kaldırımlı hendekler yapılarak, otoyollardan gelen sel sularının emilimini sağlayarak bataklık kıyılarındaki suyun yükü hafifletilmiştir.



Şekil 5.100: Nehir banka iyileştirmesi

Kaynak: Kerrigan, 2011

Erozyon hem regradasyon (bozulma) hem de stabilize edici bir bitkisel kenarın oluşturulması yoluyla kontrol edilmiştir. Banka Stabilizasyonu için Geo-Textile, ile bitki örtüsü gabyon sepetinden ayrılmıştır. Nehir kenarında *Ruellia brittoniana* (Brezilya petunyası), *Iris louisiana* (süsen) bitkileri ve ağaç olarak *Fraxinus pennsylvanica* (yeşil dişbudak) kullanılmıştır. Nehir bankası tekrar eğimlendirilerek mevcut asfalt yaya yolu izi tekrar planlanmıştır (Şekil 5.100).

Taşkın Taşınması (Nakli):

- Buffalo Bayou, Houston şehri için önemli bir drenaj sistemi olduğundan, taşkın kapasitesinin korunması proje için önemli bir husus olmuştur:
- 23.013m^3 (812.700ft^3) kazı miktarı sel depolama kapasitesi 23.013m^3 artmıştır.
- Bayou enine kesitinin genişletilmesi, kanalın düzleştirilmesi ve bayou setlerinin pürüzlülük katsayısının (n-değeri) düşürülmesi yoluyla, Temel Taşkın Yüksekliği taşkın ovası boyunca ortalama 6,35 cm düşürülmüştür.
- Taşkınların zarar verici etkileri, yağmur suyu hızının %400 oranında (sürtünme gerilimi) azaltılmıştır. Kanal iyileştirmeden önce, kanal 32kg/m^3 'den daha azına dayanabilmekteyken; projeden sonra kanal $128,16\text{kg/m}^3$ 'ye dayanabilmiştir. Dayanıklılık, derecelendirme, malzeme seçimleri ve gabyon ve dikim sistemi ile sağlanmıştır.

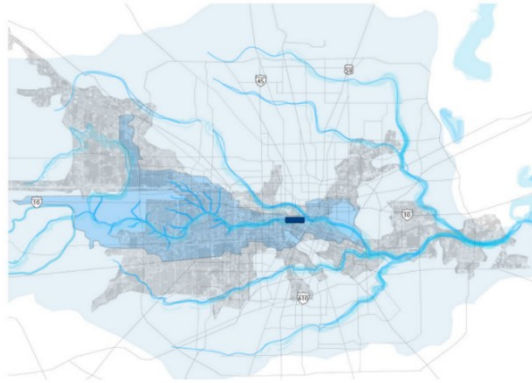
- Dayanıklı tasarım öğeleri (aydınlatma armatürleri, dikmeler, korkuluklar, asfalt yollar ve kamusal sanat dahil) periyodik su baskınlarına ve yüzen döküntülerle çarpışmalara dayanabilmektedir (Şekil 5.101).



Şekil 5.101: Sel baskınına dayanıklı kent mobilyaları ve malzemeler

Kaynak: Kerrigan, 2011

Buffalo Bayou su havzası, neredeyse tamamen kentleşmiş yaklaşık 267 km²lik bir alanı kaplar ve bir sel olayı sırasında yüzeysel akış ile taşınan suyun hacmini ve hızını arttırmaktadır (Şekil 5.102).



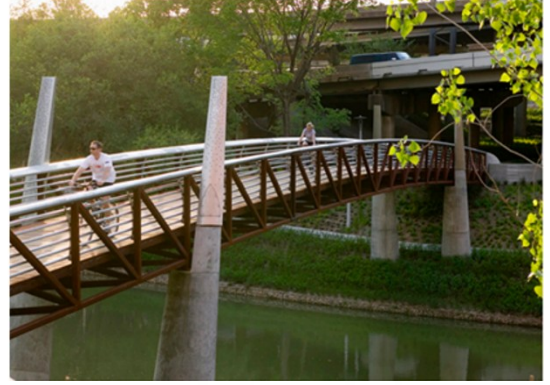
Şekil 5.102: Buffalo Havzası

Kaynak: Kerrigan, 2011

Kentsel Bağlantılar:

- Alanın bazı bölümlerinde 30 ft'lik (3 m) bir eğim değişikliği ile tasarımcılar görüş hatlarını iyileştirmeye ve erişimi artırmaya odaklanmışlardır. Eğim geri çekilerek ve 12 yeni caddeden bayouya giriş yolu ile bataklığa erişim artırılmıştır. Kuzey-Güney yaya köprüsü, sanat bölgesini Houston'a bağlamaktadır (Şekil 5.103).

- 20 millik (32 km) bisiklet ve yaya yolları ağına 1,2 mil (1,92 km) katkıda bulunmuştur. Bu, park alanı, Houston şehir merkezi ve Doğu'daki Tiyatro Bölgesi arasında önemli bir bağlantı sağlamıştır. Patikalar halen hem doğu'ya hem de kuzey'e genişletilmektedir, kuzeye 4 mil (6,4 km) inşa edilmiş durumdadır.
- Yayaların sivil/kültürel etkinlikler ve yerleşim alanları/park alanları arasında güvenli geçişine olanak sağlamak için, bataklıkın en çok geçilen bölümleri için tüm gece aydınlatma sağlanmıştır (Şekil 5.104).
- Günlük kullanıcılar hariç yılda tahmini 22.500 ziyaretçi için eğlence ve eğitim fırsatları sağlamaktadır.



Şekil 5.103: Özel tasarım merdivenler

Kaynak: Kerrigan, 2011

Merdivenler, aşırı eğim değişikliğine karşın görüş hatlarını iyileştirerek şekilde tasarlanmıştır. Bayou üzerine inşa edilen ilk yaya köprüsü, araç dışı bağlantıları arttırmıştır (Şekil 5.103).



Şekil 5.104: Gece kullanım için aydınlatma

Kaynak: Kerrigan, 2011

Yaban Hayatı Popülasyonlarında İyileştirmeler:

- Sahada yaklaşık 200 sağlıklı, yerli nehir kıyısı ağacı korunmuştur.
- Yabani otlar ve diğer istilacı bitkiler kaldırılarak 71 türden 287.000 bitki (yerli uzun ömürlü bitkiler, toprak örtüsü ve 641 ağaç dahil) ile değiştirilmiştir.
- Gabyon torbaları ve kafesleri olan %91,5 su geçirgen nehir kenarı, doğal nehir koşullarını taklit ederek su çıkışına izin vermektedir. Nehrin bu doğal durumunu korumak, besin zincirinin önemli bir parçası olan sağlıklı bir bentik topluluğu teşvik etmiştir.
- Yerli ve doğallaştırılmış nehir kıyısı bitkileri, Bayou'nun gelecekteki hidrolojik eylemlerini sürdürmek ve vahşi yaşam sığınağı sağlamak için gabyon yapılarıyla çalışmaktadır.

Maliyet:

- Banka stabilizasyonu için geleneksel yöntemler yerine gabyon duvarları kullanarak 1,2 milyon dolar tasarruf sağlanmıştır. Gabionlar ıslak bir alana yerleştirilerek, batardo (yeraltı su seviyesinin altında kazı yapabilmek için uygulanan tahkimat işine denir) yapılmasına gerek kalmamıştır.

Otoyol Altyapısı:

- Otoyol üst geçitleri inşaatın önünde engeller oluşturarak ağır ekipman için Bayou bankalarına erişimi engellemiştir. Gabyon sistemi kurulumu için bayou bankalarına erişmek için mavnalar (güvertesiz tekne) kullanılmıştır (Şekil 5.105).
- Otoyol rampaları altında oluşturulan aşırı çevresel koşullar (derin gölge, yağmur suyuna erişim yok), bu alanlar için dikkatli bir bitki örtüsü seçiminin yanı sıra ek sulama gerektirmiştir. Bazı bitkilerin kurulumunu oluşturmak zor olmuştur (Şekil 5.106).
- 15 üst köprüdeki arabalardan gelen uğultu sesi, park deneyiminin değişmez bir unsurudur ve bazı kullanıcıları rahatsız etmektedir. Bir kısım kullanıcılar, gezinti yolunun bazı park alanlarında gündelik konuşmanın zor olduğunu iddia etmektedir.



Şekil 5.105: Kavşak üst ve altından görünüş

Kaynak: Kerrigan, 2011

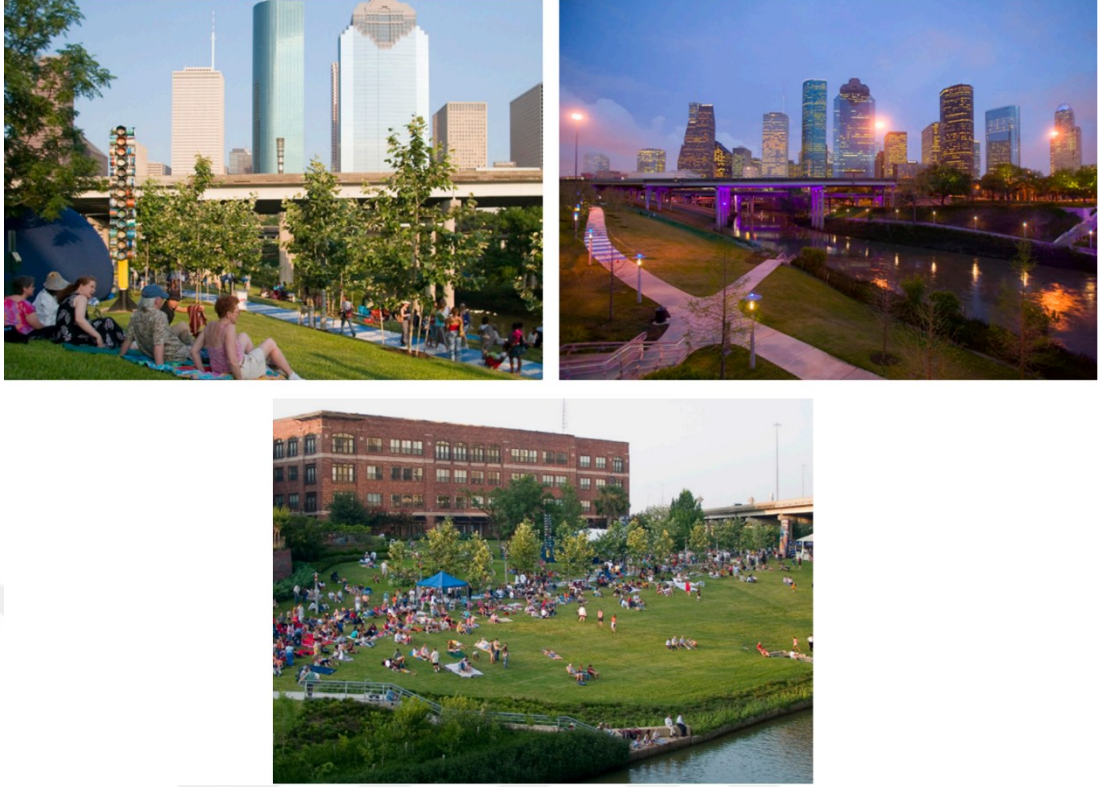


Şekil 5.106: Otoyol kavşak alt bitkilendirme

Kaynak: Kerrigan, 2011

Halk Algısı ve Güvenlik:

- Sahanın bazı bölümleri zemin seviyesinden 30 fit (3 m) aşağıda ve nehre doğru yönlendirilmiş az sayıda bina ile, alanın güvenliği ile ilgili sosyal endişeler ve önyargılar bu proje için bir zorluk olmaya devam etmektedir.
- Halkın bataklık alana karşı önyargısının kırılması için proje alanında programlar yapılmaktadır (Şekil 5.107).
- Yaya konforunu artırmak için aydınlatma yoğun olarak kullanılmıştır (Şekil 5.107).



Şekil 5.107: Buffalo Bayou Parkının halk tarafından kullanımı

Kaynak: Kerrigan, 2011

Buffalo Bayou Nehrinde uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.17).

Tablo 5.17. Buffalo Bayou Nehrinde Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatif Planlama Çözümler Tablosu

Buffalo Bayou Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Taşkın debisinin arttırılması, • Su tutma alanları yapılması, • Taşkın yüksekliğinin düşürülmesi, (Bayou su akış yatağı genişletilmiş, kanal düzleştirilmiş, pürüzlülük katsayısı düşürülerek taşkın yüksekliği 6.35 cm düşürülmüştür). • Dinamik gelişimin sağlanması, • Nehir kenarı parklara taşkın ovası işlevi verilmesi,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Dinamik gelişimin sağlanması, • Yağmursuyunun yer altında toplanması, • Biyolojik yöntemler ile nehir banka stabilizasyonunun yapılması, • Erozyon eğiminin azaltılması,
	<ul style="list-style-type: none"> • Kamusal alan oluşturulması, • Nehir kenarı parklar ile entegre edilmesi,

Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> • Nehrin geri kazanımı, • Nehir bankalarının geri kazanımı, • Mahalle bağlantılarının kurulması, • Nehrin bisiklet ve koşu parkuruna entegre edilmesi, • Sel anında güvenlik tedbirlerinin bulunması, • Taşkın ovasının rekreasyon alanı olarak geri kazanılması, • Optimal alan kullanımı, • Nehir çevresindeki yollar ile bağlanması, • Erişilmez olan nehre erişim noktalarının sağlanması, • Mahalle bağlantılarının köprüler ile sağlanması, • Nehir kenarı rekreasyon alanı kent parkına dönüştürülmesi, • Yaya sirkülasyon kontrolünün artırılması,
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> • Rekreasyon alanı oluşturulması, • Bilgi panoları yerleştirilmesi, • Oyun ekipmanları yerleştirilmesi, • Nehir habitatları hakkında bilgi sahibi olacak şekilde planlanması, • Kent mobilyalarının suya dayanıklı planlanması, • Yaya ve bisiklet parkurlarının yapılması, • Rekreasyon alanının gece de kullanılabilmesi, • Doğa parkurları oluşturulması,

5.17. Porsuk Nehri, Eskişehir, Türkiye

2023 yılı verilerine göre Eskişehir ilinin nüfusu 915.418 dir (Tük, 03.11.2024). Porsuk Nehri, Eskişehir ilinin içinden yaklaşık 225 km geçer ve kenti ikiye böler. 1923-1950 yılları arasında turizm ve rekreasyon amaçlı kullanım Porsuk nehri çevresinde yoğunlaşmıştır. 1950 yılında Porsuk Nehri taşmış bu sebeple nüfusun büyük bir kısmı yer değiştirmek zorunda kalmıştır (Şimşek, 2011).

1950-60 döneminde Eskişehir ili en yüksek büyüme hızına tanık olmuştur (EBB, 2007). Eskişehir’de 1994 yılında Anadolu Üniversitesi ikiye bölünerek 2 ayrı üniversite oluşmuş şehirde öğrenci sayısı daha da artmıştır.

2000-2010 yılları arası kentte gerçekleştirilen projeler açısından olumlu bir dönem olmuştur. 2001 yılında Porsuk Nehrinin rehabilitasyonu ve diğer altyapı rehabilitasyon projesi yerel yönetim tarafından yapılması kararlaştırılmıştır.

Porsuk Nehri, Sakarya Nehri'nin en uzun koludur. Sakarya Nehri, Türkiye'nin Büyük Menderes, Gediz, Kızılırmak, Yeşilirmak, Dicle, Fırat vb. Büyükersen'in (vd., Porsuk IMO web sitesi, 2010) belirttiği gibi, Porsuk Nehri Havzası'nın yüzey suyu potansiyeli

481 milyon m³/yıl, yeraltı suyu potansiyeli 297 milyon m³/yıl ve toplam su potansiyeli 778 m³/yıl'dır.



Proje Alanı Verileri

	Akarsu Tipi	.....
	Havza Alanı	11.325 km ²
	Ortalama Deşarj	..... m ³ /s
	100 Yıllık Taşkın Deşarjı	..... m ³ /s
	Nehir Yatağı Genişliği	..... m
	Konum	39° 43' 47'' N – 30° 31' 41'' E

Şekil 5.108: Porsuk Nehri proje alanı verileri ve görseli

Kaynak: Şimşek, 2011

Porsuk Nehri havza alanı 11.325 km² olup, Türkiye'nin yüzölçümünün yaklaşık %1,4'üdür. Dere, Murat Dağı üzerindeki Kütahya'nın Oysu Köyü'nden doğar ve 435,8 km doğuya doğru akarak Sakarya Nehri'ne ulaşır. En büyük iki şehir olan Kütahya ve Eskişehir, derenin havza alanında yer almaktadır (Şimşek, 2011). Havza, Eskişehir suyunun büyük bir kısmına katkıda bulunmaktadır.

Porsuk Nehri 1990 yılından beri evsel su kaynağı olarak kullanılmaktadır. Kirli hali nedeniyle balıkçılık için uygun olmayan dere, çoğunlukla arıtılmamış atık sularından oluşan büyük hacimlerde su almaktadır. Bunlar su kalitesi sorunları yaratmıştır.

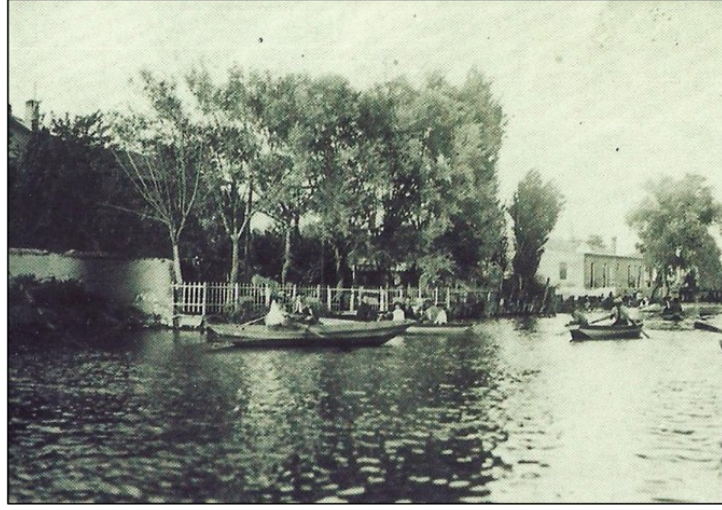
Ayrıca tarım, noktasal olmayan kaynaklı kirliliğin ana kaynaklarından biridir (Şimşek, 2011).

Eskişehir yarı kurak Akdeniz biyoklimatik kuşağındadır (Böcük ve diğerleri, 2009). Porsuk havzası nüfusu 915.418, kişi başına düşen su miktarı 849,8 m³ olup Türkiye ortalamasının (1400 m³/kişi) altındadır. Bu nedenle Porsuk Havzası su bakımından fakir bir bölgedir (Büyükerşen ve diğerleri, 2008). Mevsimsel yağış değerlerinde de bir değişiklik görülmektedir. Nehir akışı, nehirlerin fiziksel özelliklerinin, özellikle de eğim değişimlerinin değişmesi nedeniyle değişmektedir. Kent nüfusunun toplam nüfus içindeki oranı 2023 yılı için %82,10'dur (Nufusu.com, 03.11.2024).

Eskişehir Su ve Kanalizasyon İdaresi (ESKİ) master planını yenileyerek, şehrin atıksu sorununu çözmek için yatırım planı hazırlamıştır (Büyükerşen ve diğerleri, 2008). Porsuk'a daha temiz su deşarj edilebilmesi için atık su arıtma tesisleri halihazırda rehabilite edilmiş ve genişletilmiştir.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre Porsuk Nehri, Kütahya'ya girmeden hemen önce 1. sınıf olarak nitelendirilirken, çıkışta 3. ve 4. sınıfa düşmektedir; baraj gölündeki ıslah sonucunda su 1. ve 2. seviyeyi geri alırken, Eskişehir çıkışında 4. sınıfa geri düşmektedir (Büyükerşen ve Efelerli, 2008).

Örüntü bazlı sınıflandırmaya göre Porsuk Nehri'nin kentsel alanda büyük bir bölümü kanallarla modifiye edilmiştir. Su kalitesine dayalı sınıflandırma, Porsuk Nehri'nin su kalitesinin az kirliliğe ile çok kirliliğe arasında değiştiğini göstermektedir. Akış, gezinme için uygun değildir. Kentsel bir akarsu olan Porsuk Nehri, kentin içinden çapraz olarak geçmekte olup, kent merkezi nehir kenarında yer almaktadır. Geçirimsizliğe bakıldığında oran %25'in üzerindedir (EGB Park ve Bahçeler Müdürlüğü'nden ulaşılan Eskişehir uydu görüntülerinden hesaplanmıştır), Bundan dolayı akış kalitesi destekleyici değildir.



Şekil 5.109: Porsuk Nehri (1924)

Kaynak: Şimşek, 2011

1800'lerin sonlarında Porsuk Nehri'nde balık tutmak mümkündü ve o dönemde şehri ziyaret eden bir gezgin 150 kg'lık yayın balığı yakaladığını bildirmiştir. O yıllarda Porsuk, suyu bol olan ve kentlilerin dinlenme ve toplanma yeri olarak hizmet vermiştir (Şekil 5.109) (Şekil 5.110). (Şimşek, 2011), Evliya Çelebi'nin 1648 tarihli ünlü eseri Seyahatname'de Eskişehir'i şöyle anlatır: "Kasabanın her tarafı gül bahçeleri, bağ ve bahçelerle dolu, tahıl bol" (Şimşek, 2011).



Şekil 5.110: Porsuk Nehri, 1900'lerin başı

Kaynak: Şimşek, 2011

Cumhuriyetin ilk yıllarının başında Eskişehir'de büyük parklar, yollar, köprüler gibi kapsamlı yapılar yapılmaya başlanmıştır. O yıllarda Porsuk üzerine altı yeni köprü yapılmış ve ikisi restore edilmiştir (Şimşek, 2011).



Şekil 5.111: 1940'larda Porsuk Nehri kenarı dinlenme alanları

Kaynak: Şimşek, 2011

1950'lerde Porsuk Nehri'nin iki yakasında yazlık tiyatrolar vardı. Porsuk Çayı'nda aşağı yukarı yürümek, mısır yemek, çay içmek Eskişehirli için diğer eğlence biçimleriydi. Bisiklet, 1960'lı yıllara kadar Eskişehir'de vazgeçilmez bir ulaşım aracıydı. 1940'lı yıllarda Porsuk çayı ve çevresi doğallığını koruduğu için dinlenme alanı olarak kullanılıyordu (Şekil 5.111).

1950'de büyük bir sel, şehre ve çevre köylere zarar vermiştir. Bu nedenle ilerleyen yıllarda Porsuk üzerine kanallar ve baraj gölleri yapılmıştır. 1960'lı yıllara kadar Porsuk Çayı şehre güzellik katmış, çok temiz akmış, hatta balık tutulmuştur. Ancak 1960'lı yılların başlamasıyla birlikte nehir çevresinde yerleşim yoğunluğu artmış ve işlenmemiş endüstriyel atıklar nehre dökülmüştür. Böylece nehirde ağır bir kirlilik oluşmuştur. Fabrikalar arıtma sistemlerini kurmaya başladıktan sonra Porsuk eski günlerine dönmeye başlayabilmiştir.

Porsuk'un tekrar birleşen iki küçük kola ayrıldığı yerde Köprübaşı yakınlarında küçük bir ada oluşmuştur. Bu adada eski Tepebaşı Belediyesi binası Şekil 5.112, 2010 yılı sonundan itibaren boş olan yapının restorasyonunun ardından müze olarak kullanılması planlanmıştır. Binanın arka tarafında çay bahçesi bulunmaktadır. Bina otel olarak yapılmış ancak kısa süre sonra Eskişehir Belediye binası olarak

kullanılmıştır. Şekil 5.113'te 1990 yılı nehir boyu görüntüsü yer almaktadır Şimşek, 2011).



Şekil 5.112: Eskişehir Büyükşehir Belediye Binası 1990

Kaynak: Sarıöz, 1997



Şekil 5.113: Porsuk Nehri 1990

Kaynak: Sarıöz, 1997

Çarşı veya Köprübaşı olarak bilinen şehir merkezi, Porsuk Nehri kıyısında yer almaktadır. Köprübaşı şehrin en önemli toplanma noktasıdır. Konumu itibariyle hem ticaret merkezinin hem de tramvay hattının kavşağında bulunmaktadır. Porsuk'a paralel uzanan Doktorlar Caddesi, Eskişehir'in en keyifli yerlerinden biridir.

Porsuk nehri kıyısında aile çay bahçeleri, yazlık açık hava sinema salonları ve restoranları ile dinlenme ve eğlence alanı olarak her zaman kendine özgü yerini

korumuştur. Bugün artık yazlık tiyatrolar ve aile çay bahçeleri yok; yerini kafelere bırakmıştır (Şimşek, 2011).

Eskişehir Su Sistemi ve Porsuk Çayı: Kütahya'nın kanalizasyon suları, nitrat içeren endüstriyel atıksular, çevredeki ekili alanlardan sürüklenen tarım ilaçları, Porsuk Barajı'ndan kaynaklanan yosun ve amonyum nitrat içeren sular Porsuk Nehri'nin başlıca kirlilik kaynaklarını oluşturmaktadır.

Kentteki çevre kirliliği ilk olarak 1970'li yıllarda Porsuk Nehri'nin renginin değişmeye başlaması ve derenin kötü bir koku yaratmasıyla fark edilmiştir. O döneme kadar kendi suyundan faydalanmak ve atıksuları dereye deşarj etmek amacıyla yakın çevresinde inşa edilmiş olan sanayi tesisleri bu kirliliğin baş aktörleridir. Burada dikkat çekici olan, bu tesislerin büyük çoğunluğunun kamu kurumlarından oluşmasıdır. Nitekim Şeker Fabrikası'na bağlı tesislerden akan şarbon ve melas atıkları, Sümerbank Fabrikası'ndan kimyasal boyalar, Tülomsaş ve Hava İkmal Merkezi'nin petrol ürünlerinden elde edilen atıklar doğrudan Porsuk'a deşarj ediliyordu.

Nehir kenarındaki çeşitli ticarethaneler ve mezbahalar, sanayi tesisleri kadar olmasa da kirlilik üzerinde doğrudan etkili olmuştur. Böylece belediyeye ait mezbahalardan, Çukurpazar'daki tavuk mezbahalarından, balıkçıların atıklarından ve hamamlardan çıkan atık sular doğrudan Porsuk'a akmaktadır. Nitekim şehir içinden geçen derenin atıksu debisi 142.000 m³/gün, evsel (Biyolojik Oksijen İhtiyacı) BOİ, toplam azot yükü ve toplam fosfor yükü ise 35.000 kg/gün, 7500 kg/gün, sırasıyla 3650 kg/gün. Ayrıca, Eskişehir Şeker Fabrikası'nın kampanya döneminde çıkış suyu akımının 25.000 m³/güne, diğer sanayi tesislerinden kaynaklanan atık su akımı ve BOİ yükünün ise 13.000 m³/güne ve 7500 kg'a ulaştığı dikkate alınarak, /gün sırasıyla; sorunun boyutu daha iyi anlaşılabilir. Nitekim şehir içinden geçen derenin atıksu debisi 142.000 m³/gün, evsel (Biyolojik Oksijen İhtiyacı) BOİ, toplam azot yükü ve toplam fosfor yükü ise 35.000 kg/gün, 7500 kg/gün, sırasıyla 3650 kg/gün. Ayrıca, Eskişehir Şeker Fabrikası'nın kampanya döneminde çıkış suyu akımının 25.000 m³/güne, diğer sanayi tesislerinden kaynaklanan atık su akımı ve BOİ yükünün ise 13.000 m³/güne ve 7500 kg'a ulaştığı dikkate alınarak, /gün sırasıyla; sorunun boyutu daha iyi anlaşılabilir.

Porsuk Çayı'ndaki kirliliğin altında yatan bir diğer faktör de tarımda kullanılan gübre ve ilaçların yeraltı sularına karışmasıdır. Eskişehir Ovası'ndaki tarımsal faaliyetler il ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. Ovanın büyük bir bölümü sulama kanalları ile sulanabilmektedir. Gübreler ve zirai ilaçlar tarımda yaygın olarak kullanılmakta ve bu durum yeraltı sularının kirlenmesine neden olmaktadır.

Yukarıda sayılan olumsuzlukların bir sonucu olarak, akarsuya sadece yaz aylarında hoş olmayan bir koku yayılmaz; aynı zamanda fabrika ve evsel atıklardan dolayı koyu renkli kirliliği su görüntüsü oluşturur. Bu itibarla şehir içinden akışı sırasında kirlilik

nedeniyle su yaşamı önemli ölçüde etkilenmekte ve mevcut ekosistem dengesiz hale gelmektedir. Ayrıca akarsuyun şehir içinden akışı sırasında nüfus arttığından, yakın çevresinde akarsudan sulama amaçlı yararlanan kırsal yerleşimler de olumsuz etkilenmektedir (EBB, 2007).

Türkiye'de nehrin su kalitesi ile ilgili ölçümler 1933 yılından itibaren yapılmaktadır. İlk olarak Fırat Nehri üzerinde akım gözlem istasyonu kurulmuştur. Eskişehir'de istasyonun kuruluş tarihi olan 1936'dan itibaren Porsuk Nehri üzerinde ölçümler yapılmaktadır. İlk kez 1972 yılında Hıfzıssıhha Kurumu tarafından Porsuk'ta kirliliğin önlenmesi amacıyla bazı tedbirler alınmaya çalışılmış; ancak söz konusu önlemlerin çoğunun geçici olması nedeniyle sorunu en aza indirmek yerine günümüze kadar gelmiştir. Bu nedenle başarılı olmak için ilk ciddi adımlar 1988 yılında İl Çevre Müdürlüğü tarafından Porsuk'u koruma teşkilatının kurulmasıyla atılmıştır (EBB, 2007).

Söz konusu kurum tarafından yürütülen çalışmalar, Şeker Fabrikası ile belediye arasında anlaşma sağlanmasını sağlamış ve fabrika atıkları Muttalip Köyü yakınlarındaki eski bir çöp sahasına boşaltılmaya başlanmıştır. Aynı şekilde Sümerbank ile yapılan anlaşma ile çıkış sularının arıtma tesislerinden geçirilmiştir (EBB, 2007). Ancak deredeki kirlilik tam olarak çözülmüş değildir.

Tülomsaş ise Porsuk'a deşarj edilen atık su miktarını kısmen azaltmış; ancak su arıtma tesislerinin borularında meydana gelen çürümeler ve bunun sonucunda oluşan sızıntılar nedeniyle sorun tam olarak giderilememiştir. Hava İkmal Merkezi bu konuda henüz iyileştirmeye yönelik bir girişimde bulunmamıştır. Ancak belediyeye ait mezbahadan çıkan atık madde sorunu çözülmüş, evsel ve hamam atıkları kanalizasyona bağlanarak Porsuk'un kirliliği azaltılmaya çalışılmıştır (EBB, 2007).

Yağmur suyu bertarafı: Porsuk Nehri'ne drenaj ve beton boru sistemi ile taşınmaktadır. Eskişehir'in 1990'lı yıllara kadar kanalizasyon sistemi yoktu. Ancak 2009 yılında şehrin yaklaşık %90'ı kanalizasyona bağlanmıştır. Kanalizasyon, şehrin kuzeydoğusunda uzanan Alpu Yolu üzerinde Karacahöyük Köyü civarında 450 hektarlık bir alanı kapsayan arıtma tesislerine bağlanmıştır. Arıtma tesisinde toplanan bu sular burada arıtılarak Porsuk Çayı'na deşarj edilmektedir (EBB, 2007). Bugün, neredeyse tüm kentsel alan kanalizasyon sistemine bağlıdır. Yağmur Suyu Toplama

ve Tahliye Sistemi kanalizasyondan ayrı çalışır. Toplanan yağmur suları DSİ'nin sulama kanallarına aktarılmaktadır.

Porsuk Çayı ve çevresi için rehabilitasyon ağırlıklı projelendirilme yapılmıştır. Polat Sökmen'in 1/5000 Porsuk Çayı ve Çevresi Nazım Plan Revizyonu adlı planı 2001 yılında onaylanmıştır. Bu planın Araştırma, Açıklama ve Gerekçe Raporuna göre, Porsuk Çayı ve çevresinin yeniden düzenlenmesine imkân verecek şekilde bu plan yapılmıştır. Kamu yararına olacak şekilde, zemin sıvılaşmasından kaynaklanan risklerin en aza indirilmesi ve rekreasyon amaçlı olarak alanı genişletecek şekilde planlanan projede yer alan bölümlerin düzenlenmesidir. Plan aynı zamanda yayaaların güvenli hareketini sağlamayı da amaçlamaktadır. Bu amaçla Porsuk Çayı ile yeşil alanlar arasındaki araç yolu mümkün olduğunca yayalaştırılmıştır. Planda, Porsuk çevresinde parklar, çocuk oyun alanları ve mesire yerlerinden oluşan yeşil bir kuşak oluşturulması hedefleniyordu. Bu plan ile mevcut yeşil alanların yaklaşık iki katına çıkarılacağı raporda ifade edilmektedir. Plan, Kentpark'tan batıya doğru Sazova'ya kadar uzanan bir dizi rekreasyon alanını içermektedir (Şimşek, 2011).

Ayrıca Eskişehir İl Özel İdaresi 2006-2010 Stratejik Planı'nda Sakarya Nehri'nin en büyük kollarından biri olan Porsuk Havzası'nın ve şehrin içme suyu kaynağının korunması birincil çevre hedefi olarak ele alınmasına karar verilmiştir (Şimşek, 2011).

1960'lı yılların sonlarına kadar Eskişehirli Porsuk Çayı'nda balık tutmuş, kıyılarda eğlenmiş ve yüzmeyi öğrenmişlerdir. Ancak daha sonra endüstriyel ve evsel atıkların boşaltılması nedeniyle açık kanalizasyona dönüşmüştür. 1960'ların sonlarından itibaren Porsuk Nehri, endüstriyel ve evsel atıklar, kentsel kanalizasyon ve yağmur suyu hatlarındaki bağlantı kaçakları nedeniyle gerçek bir açık kanalizasyon ve çöp sahası haline gelmiştir. Kentin içinden akan dere, su sızıntıları sonucu çevredeki binaların temelinde de zemin sıvılaşmasına bağlı tehlikelere neden olmuştur. Yatağının bir kısmının eski belediye yönetimleri tarafından park yapılmak üzere doldurulması, kent için taşma riski oluşturmuştur. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Porsuk Nehri üzerindeki restorasyon çalışmalarının planlanması ve uygulanmasında önemli bir rol oynamıştır.

Avrupa Güvenlik ve İş birliği Teşkilatı tarafından 2002 yılında Avrupa'nın en kirli sularından biri olduğu bildirilen Porsuk Nehri'nin rehabilitasyonu için nehir yatağının temizlenmesi, çevre düzenlemesi, eski suların yenilenmesi gibi büyük ölçekli bir proje

hayata geçirilmiştir. Araç ve yaya köprüleri ile afet risklerini azaltmaya yönelik ölçümler hazırlanmış ve Eskişehir İli EBB İmar Planlarına dahil edilmiştir.

Projenin hedefleri; taşkın bölümünün oluşturulması, Porsuk üzerinde 24 araç ve yaya köprüsünün inşası ve sulama kanallarının yenilenmesi olmuştur.

Proje öncesi sulama kanalları su taşıma kapasitelerini kaybetmiş, tabanları balçıklı ve yer altı suyunun sıvılaşması sorun oluşturmuştur. Ayrıca, kentsel alan su sızıntısından kaynaklanan sorunlarla karşı karşıya kalmıştır. Sulama kanalları belli bir kesite kavuşmuş ve çevre düzenlemesi yapılmıştır. Deprem sonrası heyelanları önlemek amacıyla taşma bölümünün oluşturulması kapsamında Porsuk yatağının kenarlarına yatay olarak fore kazıklar dikilmiştir. Kent merkezinin yoğun yerleşim bölgesinde (Ali Fuat Köprüleri ile Tabakhane Köprüleri arasında) dikdörtgen kazıklar yapılmıştır. Yerleşim olmayan yerlerde nehir yatağı şilte kabini ile güçlendirilmiştir (nehrin kenarlarının belirli eğimlerle taşlarla doldurulduğu çelik kasa sistemini ifade etmektedir).



Şekil 5.114: Gondol gezinti bölümü, (07.06.2023)

Kaynak: Eskişehir'in Kalp Atışı, 2021

Porsuk Nehri tekne taşımacılığı için de planlanmıştır. Tekne transfer sistemi için su seviye yapıları yapılmıştır. Sekiz adet su seviye kontrol yapısı vardır. Sekiz noktada su seviyesi şişirilerek 10 km'lik parkur elde edilmiştir. Su kaynağında kum tutucu yapılmıştır. Porsuk şu anda turistik geziler için kullanılmaktadır (Şekil 5.114).

Şehirdeki kanalizasyon ve yağmur sularının tahliye noktaları bakımsız, estetik olmayan ve kirli görünüm nedeniyle Porsuk Nehri içerisindeki tüm hatlar kapatılarak, kanalizasyon ve yağmur suyu sistemleri yeniden yapılmıştır. Porsuk Nehri'nin sağ ve sol tarafına yağmur suyu tünelleri yapılmıştır. Köprülerle ilgili olarak imar planında

olup henüz yapılmayan, nüfusun yoğun olduğu bölgelere yenileri ve depreme dayanıklı olmayanlar yıkılmış yenileri yapılmıştır. Nehir ve çevresine ulaşımında yaşlı ve engelli erişimine uygun çözülmüştür.

Afet zamanları için ek sel yatakları eklenmiştir. Nehir yatağında park alanı oluşturmak için doldurulan yerler boşaltılmış ve eski kanallar restore edilmiştir. Nehrin yakındaki bina temellerine yönelik tehdit, inşai tedbirler ile ortadan kaldırılmıştır. Türkiye'nin ilk yapay plajını oluşturmak için Ayvalık'tan Eskişehir'e 5.000 ton kum getirilmiştir.

Şeker fabrikasına ait şeker pancarı çiftliği plaja çevrilerek Türkiye'nin ilk yapay plajı oluşturulmuştur. Yapay plaj için nehirde 100 metrelik kol uzatılmıştır. 300 bin m²'lik çiftlik yeşil alana dönüştürülerek 'Kent Park' projesi hayata geçirilmiştir. Kent Park içerisinde yaklaşık 1,5 m derinliğinde açık olimpik yüzme havuzu yapılmıştır. Daha sonra kentsel çiftlik evleri, restoranlar, köprüler, tramvay benzeri büfeli yürüyüş yolları ve anıtlar inşa edilmiştir.

Porsuk Nehrinde uygulamalar belirlenen başlıklar kapsamında tablo haline getirilmiştir (Tablo 5.18).

Tablo 5.18. Porsuk Nehri Oluşturulan, Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel, Rekreatif Planlama Çözümler Tablosu

Porsuk Nehrinde Kentsel Planlama ve Tasarım Yaklaşımları	
Hidrolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none">Fazla suyun yönlendirilmesi,Nehir suyunun berraklaştırılması,Atıksu girişlerinin önlenmesi,Nehrin her iki tarafına yağmursuyu tünelleri yapılmıştır.Taşkın debisinin arttırılması,Nehir bankaları geçirimsizliğinin sağlanması,
Ekolojik Planlama	<ul style="list-style-type: none">Atıksu arıtma tesisi yapılması,Kumsal oluşturulması,Nehir yatağında adalar oluşturulması,Yağmur hasadı yapılması,Yağmursuyunun dereye karıştırılmaması,
	<ul style="list-style-type: none">Kamusal alan oluşturulması,Nehir kenarı parklar ile entegre edilmesi,Şehrin kamusal odak merkezi olması,Nehrin geri kazanımı,Mahalle bağlantılarının kurulması,Nehir çevresindeki yollar ile bağlanması,Şehrin yeşil alanlarının nehri ile entegre edilmesi,Dönüşüm projelerinin oluşturulması,

Kentsel Planlama	<ul style="list-style-type: none"> Mahalle bağlantılarının köprüler ile sağlanması, Master plan uygulanması, Isı adası etkisinin azaltılması,
Mekansal (Rekreasyonel Planlama)	<ul style="list-style-type: none"> Rekreasyon alanı oluşturulması, Oyun ekipmanları yerleştirilmesi, Yapay plaj oluşturulması, Deşarj noktalarının görsel tasarıma uygun planlanması, Su hareketleri ve oyunlarının planlanması, Kent mobilyalarının kullanılması, Yaya ve bisiklet yollarının yapılması, Köprüler ile bağlantı sağlanması, Su odaklı mekan oluşturulması, Balık tutma alanları yapılmıştır, Rekreasyon alanının gece de kullanılabilmesi,

Örnek olarak incelenen 17 su yolu detaylı bir şekilde taranmış, uygulanan çözüm önerileri her bir su yolu için tablolara dökülmüştür. Elde edilen tablolar da kendi içinde toplanarak hidrolojik, ekolojik, kentsel planlama ve mekânsal (rekreasyonel) planlama çözüm yöntemleri olmak üzere sınıflandırılarak oluşturulmuştur.

Tablo 5.19: ÖRNEK NEHİRLERDE UYGULANAN HİDROLOJİK ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI TABLOSU

		SEÇİLEN ÖRNEK NEHİRLER																
HİDROLOJİK ÇÖZÜMLER		Alb Nehri Almanya	Ahne Nehri Almanya	Birs Nehri İsviçre	Kallang Nehri Singapur	Leutschenbach Nehri İsviçre	Neckar Nehri Almanya	Scille Parc de la Seille Nehri Fransa	Sosstback Nehri Almanya	Wiese Nehri İsviçre	Wiese Nehri Almanya	Aire Nehri İsviçre	Elster and Pleiße Dégirmendereler Almanya	Besos Nehri İspanya	Manzaranes Nehri İspanya	Cheonggyecheon Nehri Güney Kore	Buffalo Bayou Nehri Amerika	Porsuk Çayı
		Fazla Suyun Yönlendirilmesi																
Su Tutma Alanları																		
Su Tutma Alanının Çevre Alanların Yağış Sularını Toplaması																		
Çamur Birikiminin Önlenmesi																		
Bentlerin Kaldırılması																		

Tablo 5.20: ÖRNEK NEHİRLERDE UYGULANAN EKOLOJİK ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI TABLOSU

EKOLOJİK ÇÖZÜMLER	SEÇİLEN ÖRNEK NEHİRLER																
	Alb Nehri Almanya	Ahne Nehri Almanya	Birs Nehri İsviçre	Kallang Nehri Singapur	Leutschenbach Nehri İsviçre	Neckar Nehri Almanya	Scille Parc de la Seille Nehri Fransa	Sosstback Nehri Almayna	Wiese Nehri İsviçre	Wiese Nehri Almanya	Aire Nehri İsviçre	Elster and Pleiße Değirmendereler Almanya	Besos Nehri İspanya	Manzaranes Nehri İspanya	Cheonggyecheon Nehri Güney Kore	Buffalo Bayou Nehri Amerika	Porsuk Çayı
Kirli İlk Yağış Sularının Ayrılması																	
Taşıma Yoluyla Su Temininde Kayıpların Önüne Geçilmesi																	
Akustik ve Hava Kirliliğinin Giderilmesi																	
Bitkiler ile Yeşil Koridor Oluşturulması																	
Aritılmış Suların Yeşil Alanlarda Kullanılması																	
Kuşlar için Koridor Olması																	
Sucul Faunanın Hareketinin Sağlanması																	
Balık Geçişlerinin Sağlanması																	
Yapay Ekolojik Sistem Oluşturulması																	
Sulak Alanların Tesisi																	
Atıksu Arıtma Tesisi Yapılması																	
Biyolojik Arıtma Başarılı Test Sonuçları																	
Nehrin Kurak Olduğu Dönemler için Su Rezerv Edilmesi																	
Tortu Taşınması ve Birikmesinin Sağlanması																	

**Tablo 5.21: ÖRNEK NEHİRLERDE UYGULANAN
KENTSEL PLANLAMA
ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI TABLOSU**

SEÇİLEN ÖRNEK NEHİRLER

KENTSEL PLANLAMA ÇÖZÜMLERİ	Alb Nehri Almanya	Ahne Nehri Almanya	Birs Nehri İsviçre	Kallang Nehri Singapur	Leutschenbach Nehri İsviçre	Neckar Nehri Almanya	Scille Parc de la Seille Nehri Fransa	Sosstback Nehri Almayna	Wiese Nehri İsviçre	Wiese Nehri Almanya	Aire Nehri İsviçre	Elster and Pleiße Degirmendereler Almanya	Besos Nehri İspanya	Manzaranes Nehri İspanya	Cheonggyecheon Nehri Güney Kore	Buffalo Bayou Nehri Amerika	Porsuk Çayı
Kamusal Alan Oluşturulması																	
Nehir Kenarı Parklar ile Entegre Edilmesi																	
Şehrin Kamusal Odak Merkezi Olması																	
Nehrin Geri Kazanımı																	
Nehir Bankalarının Geri Kazanımı																	
Taşkın Ovası Boruların Stabilizasyonu																	
Mahalle Bağlantılarının Kurulması																	
Nehir Bisiklet ve Koşu Parkuruna Entegre Edilmesi																	
Sel Anında Güvenlik Tedbirlerinin Bulunması																	
Taşkın Ovasının Rekreasyon Alanı Olarak Geri Kazanılması																	
Nehir Deşarj Noktalarında Farklı Tasarım Yaklaşımları Kullanılmıştır.																	
Optimal Alan Kullanımı																	
Şehir Çevresinde Yeşil Halka Oluşturulması																	
Yeni Kentsel Bölgenin Rekreasyon Alanına Dönüştürülmesi																	

**Tablo 5.22: ÖRNEK NEHİRLERDE UYGULANAN
MEKANSAL REKREASYONEL PLANLAMA ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI
TABLOSU**

MEKANSAL REKREASYONEL PLANLAMA ÇÖZÜMLERİ	SEÇİLEN ÖRNEK NEHİRLER																
	Alb Nehri Almanya	Ahne Nehri Almanya	Birs Nehri İsviçre	Kallang Nehri Singapur	Leutschenbach Nehri İsviçre	Neckar Nehri Almanya	Scille Parc de la Seille Nehri Fransa	Sosstback Nehri Almayna	Wiese Nehri İsviçre	Wiese Nehri Almanya	Aire Nehri İsviçre	Elster and Pleiße Degirmendereler Almanya	Besos Nehri İspanya	Manzaranes Nehri İspanya	Cheonggyecheon Nehri Güney Kore	Buffalo Bayou Nehri Amerika	Porsuk Çayı
Rekreasyon Alanı Oluşturulması																	
Bilgi Panoları Yerleştirilmesi																	
Oyun Ekipmanları Yerleştirilmesi																	
Nehir Habitattarı Hakkında Bilgi Sahibi Olacak Şekilde Planlanması																	
Plaj Oluşturulması																	
Kano Rotalarının Geri Kazanılması																	
Meyve Bahçeleri Kurulması																	
Doğa Parkuru Oluşturulması																	
Nehir Setlerinin Şehre Uygun Malzemeler ile Kaplanması																	
Nehir Bankasının Kullanıma Açılması																	
Taşkın Alanındaki Bitkilerin Kaldırılarak Rekreasyon Alanına Çevrilmesi																	
Rekreasyon Alanının Mangal, Piknik, Köpek Gezinti Alanına Dönüştürülmesi																	
Seyir Teraslarının Oluşturulması																	
Su Oyun Alanları Yapılması																	

İncelenen su yollarında tespit edilen mekansal (rekreasyonel) çözüm yöntemi 39 adettir. Bu çözüm yöntemlerinin uygulandığı nehirlerin toplamının ortalaması 2'nin üzerinde olduğundan 2 ve daha fazla nehirde uygulanmış çözüm yöntemleri belirlenerek yeniden planlanması gereken kentsel su yollarında kullanılmak üzere hazırlanan kılavuza dahil edilmiştir.

5.18. Bölüm Sonucu

5. Bölümde Kent içi su yollarının canlandırılmaları, iyileştirilmeleri, restorasyonları için yeniden planlama ve tasarımına esas oluşturacak kentsel planlama ve tasarım kriterleri oluşturulması amacıyla son dönem örnekleri literatür taraması yapılarak araştırılmıştır. Araştırılıp incelenen örnekler arasında hidrolojik, ekolojik, kentsel planlama ve mekansal/rekreasyonel planlama çözümlerinin en fazla olduğu 17 örnek seçilmiştir. Seçilen 17 örnek ile ilgili detaylı bilgi elde edilebilmesi amacıyla geniş bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir.

Örnek 17 adet su yolları uygulamalarında 24 adet hidrolojik çözüm yönteminin uygulandığı saptanmıştır. Su yollarının iyileştirilmesi ve canlandırılması çalışmalarında mekansal/rekreasyonel planlama yapılabilmesi için muhakkak hidrolojik çözümün sağlanması gereklidir. Sanayileşme ve kentlere nüfus göçü ile en fazla bozulan, deformasyona uğrayan, su yolları olmuş ve sonuç olarak sel olaylarının sayısı, yıkıcılığı, can ve mal kayıpları miktarı artmıştır. Kentlerde ilk çözülmesi gereken problem sellerin önüne geçilmesi yağışlar ile oluşan yüzeysel akışın yerleşim alanlarından hızlı bir şekilde uzaklaştırılması olmuştur. Gelişen mühendislik teknolojileri kullanılarak kent içi su yolları yağışlar ile oluşan yüzeysel akışlar bertaraf edilmiştir. Ancak sel olayları daha da fazlaşmıştır. Bundan dolayı örnek su yollarından elde edilen hidrolojik çözümler çok önemlidir.

Örnek su yollarından elde edilen ekolojik çözüm yöntemi 32 adettir. Su yollarının ekolojilerinin iyileştirilmesi aynı zamanda elde edilen hidrolojik çözümlerin kalıcı olmasını sağlamaktadır. Su yollarının ekolojik olarak iyileştirilmesi ile sellerde oluşan pik debi düşmüş ve dere akışları bulanıklıktan berraklığa dönmüş olacaktır. Su yolları yeşil ve mavi koridorlara dönüşecektir.

Örnek su yollarından elde edilen kentsel planlama çözüm yöntemi 30 adettir. Sanayileşme ile su yolları ile kent birbirinden izole edilmiştir. Elde edilen kentsel planlama çözüm yöntemleri ile kent ile su yolları tekrar entegre edilmiş olacaktır.

Örnek su yollarından elde edilen mekansal/rekreasyonel planlama çözüm yöntemi 39 adettir. Elde edilen çözüm yöntemleri ile kent halkı su yollarından aktif olarak faydalanmış olacaktır.

Seçilmiş su yollarından elde edilen çözümler kendi kategorilerinde toplanarak tablolar haline getirilmiş ve uygulama sayılarının ortalamaları alınarak 6. Bölümde Ayamama Deresi üzerinde sınaması yapılmıştır. Sınama sonucu uygulanabilen çözüm kriterlerinden model oluşturulmuştur.



ALTINCI BÖLÜM

SU YOLLARININ ISLAHINDA BELİRLenen KENTSEL PLANLAMA VE MEKANSAL TASARIM KRİTERLERİNİN AYAMAMA DERESİ ÖRNEĞİNDE SINANMASI VE MODELİN OLUŞTURULMASI

Kent içi su yollarının yerleşimlerin başlamasından itibaren geçirdiği evrimler incelenmiş, kentlerin büyümesi ve sanayileşme ile doğal sürdürülebilir ekosistemlerinin bozulma süreçleri ele alınmıştır. Geleneksel ıslah diye isimlendirilen hidrolik mühendisliği yöntemleri ile yerleşim alanlarında yağışlar ile oluşan yüzeysel akışların su yollarına deşarj edilmesi sonucu su yolu yataklarının düzleştirilmeleri ve yapay betonarme kesitler içine alınması ve beraberinde getirdiği yeni problemler tespit edilmiştir.

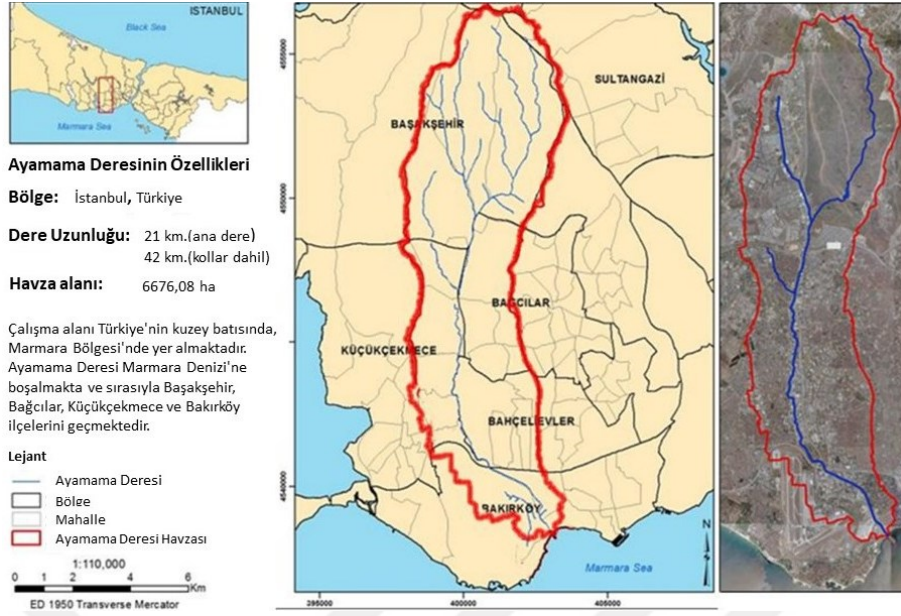
Su yollarında hidrolik mühendislik uygulamaları sonucunda meydana gelen değişikliklerin, deformasyonların ne kadarlık kısmında iyileşme sağlanabileceği konusunda yapılan araştırmalar incelenmiştir. Rehabilitasyon edilen su yolları ile ilgili literatür taranmıştır. Rehabilitasyon ve restorasyon uygulamaları yapılan birçok su yolu incelenmiş, oluşturulan hidrolik çözümlerin yanında ekolojik, kentsel ve rekreasyonel çözümlerin yapıldığı tespit edilen 17 örnek seçilmiştir. Projelendirilerek uygulamaları gerçekleştirilen 17 su yolu ıslahında uygulanan çözüm yöntemlerinin, Ayamama Deresi üzerinde uygulanabilirlikleri sınanmıştır.

Örnek su yollarında uygulanan çözüm yöntemlerinden uygulanması mümkün olanlar belirlenerek kentsel planlama ve tasarım kriterleri modeli oluşturulmuştur.

6.1. Ayamama Deresi Örneği

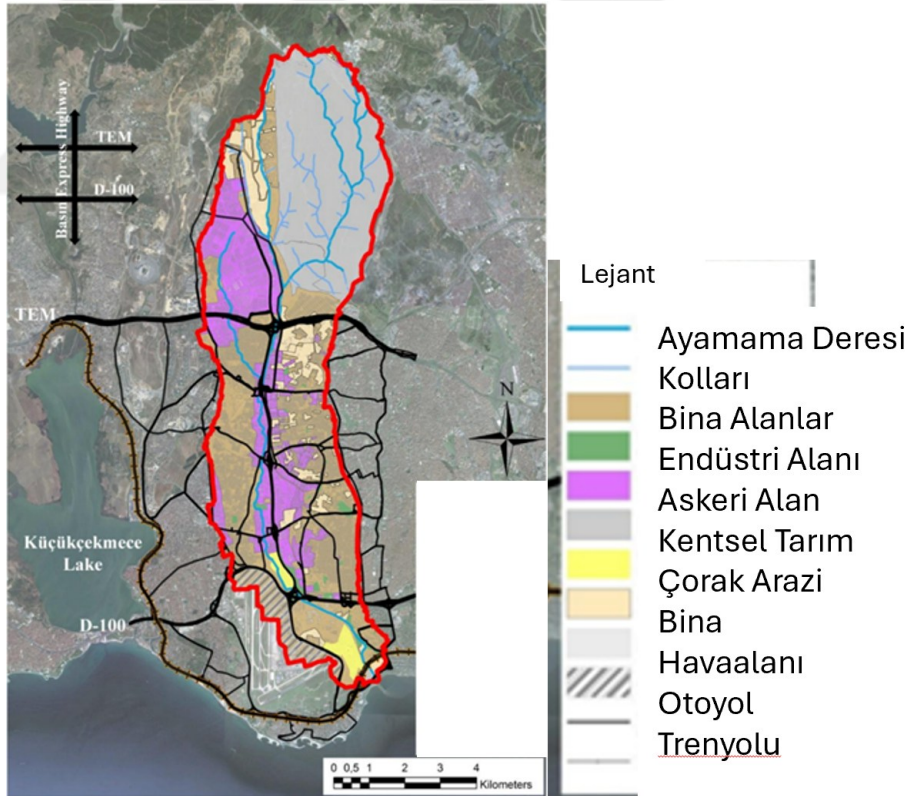
İstanbul'da kentleşme ile karakteristiğini kaybeden derelerden biri olduğu için Ayamama Deresi örnek olarak seçilmiştir.

Ayamama Deresi İstanbul'un Avrupa Yakası'nda bulunan, havza alanı 6676 ha olan, Başakşehir, Sultangazi, Küçükçekmece, Bağcılar, Bahçelievler ve Bakırköy İlçelerinden geçerek Marmara Denizi'ne dökülen kollarıyla beraber toplam uzunluğu yaklaşık 42 km olan bir su yoludur (Şekil 6.1).



Şekil 6.1: Ayamama Deresinin Havza Bilgileri

Kaynak: Delibaş, 2012

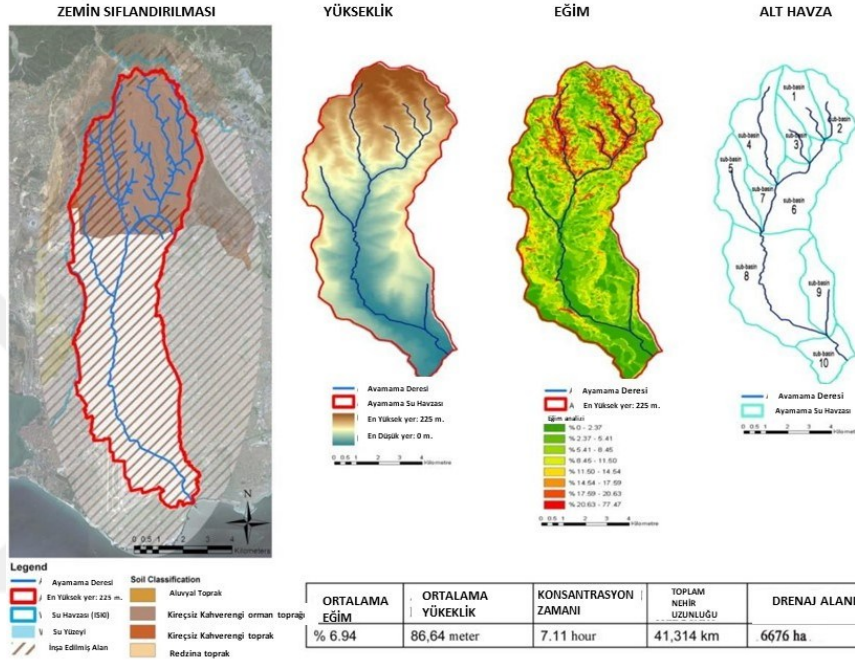


Şekil 6.2: Ayamama Deresi arazi kullanım karakteri

Kaynak: Delibaş, 2012

Havza alanı, endüstriyel, ticari, askeri, kentsel tarım ve yerleşim alanlarının yanı sıra kentsel tesislerin (eğitim, sağlık, idari birimler vb.) de dahil olduğu farklı arazi

Küçükçekmece	593520	792030
Bağcılar	556519	719071
Bahçelievler	478623	567848
Bakırköy	208398	220476
TOPLAM	2.529.822	3.342.142



Şekil 6.4: Ayamama Dere ve Havzasının Fiziksel Özellikleri

Kaynak: Delibaş, 2012

Havza ortalama %6,94 eğime sahip olup, havzanın yoğunlaşma süresi yaklaşık 7-11 saattir (Saral, 2010). Taşkınlarda piklerin artmasıyla birlikte konsantrasyon süresi de azalmaktadır. Ayrıca havza alanının ortalama yükseltisi 86,64 metre olup mansap kesimlerinde dere yatağı boyunca yükselti düşmektedir. Yükseklik ve eğim analizlerinin yanı sıra, havzanın alt havzaları ve alanın toprak sınıflandırması da (Şekil 6.4)'de gösterilmektedir.

Havzanın tamamını geniş bir alanı kapsadığından, farklı arazi kullanım modellerini kapsamaktadır. Buna göre Ayamama Deresi, İstanbul'un Avrupa Yakası'nda, farklı kullanımların yer aldığı, yoğun nüfuslu ve kentleşmiş bir bölgeden geçmektedir. Bu bağlamda Ayamama Deresi havzasındaki genel arazi kullanımı; endüstriyel, ticari, konut, askeri alanlar, kentsel tesisler (eğitim, spor alanları, sağlık üniteleri vb.), kentsel yeşil alanlar ve çorak alanlar gibi farklı arazi kullanım şekillerinden oluşmaktadır.

Havzadaki bu çok yönlü arazi kullanım yapısı, öncelikle yol inşaatlarıyla başlayan, iş ve turizm yatırımlarıyla hızlanan bölgedeki sürekli gelişmenin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca göç oranları gecekondulara yerleşimlerini de içeren yerleşim birimlerini artırmaktadır. Genel bir bakış olarak, bölgenin arazi kullanım özellikleri temel olarak havzadaki arazi yüzeyinin büyük bir kısmını kapsayan sanayi alanları, yerleşim alanları ve askeri alanlar olmak üzere üç ana yapıdan oluşmaktadır (Delibaş, 2012).

Ayrıca TEM, E-5 ve Basın Ekspres Yolları arasında aktif bir ulaşım ağı, Ayamama Deresi'nin havza alanıyla örtüşmektedir. Avrupa ve Asya kıtalarını Boğaziçi Köprüleri aracılığıyla birbirine bağlayan doğu-batı yönünde inşa edilen bu önemli otoyollar yoğun trafik yüküne sahiptir. Havzadaki genel arazi kullanım düzeni boyunca, bölgedeki ulaşım bağlantılarının iyileştirildiği ve endüstriyel alanların konut ve diğer işlevlerle birleştiği görülebilir (Şekil 6.2).

Ayamama Deresi 1950 yılına kadar, nehir çevresindeki tarım alanları dahil olmak üzere temiz suya sahip popüler dinlenme alanlarından biridir. Havza alanı meyve bahçeleri ve tarıma elverişli arazilerden oluşur. Ayrıca Osmanlı döneminde askeri seferlerden önce Osmanlı devletinin buluşma noktasıdır. Bizans ve Osmanlı dönemlerinde havza alanı halka açık alan olarak kullanılmıştır. Bu arazi kullanımı Türkiye Cumhuriyeti zamanında da devam etmiştir (Delibaş, 2012).

Ayamama Deresi çevresine yerleşim Bakırköy tren yolunun yapılmasından sonra önemli hale gelmiştir. Yerleşimler ile derenin doğal özellikleri de değişmeye başlamıştır.

1980 yılında 10 ülkeyi birbirine bağlayan E80 diğer adıyla TEM otoyolunun 71 km'lik kısmı tamamlanmıştır. TEM otoyolu ve E-5 karayolu arasındaki bağlantıyı sağlamak için 1980'li yıllarda, günümüzde 8,5 km olan Basın Ekspres Yolu inşa edilmiştir. Basın Ekspres Yolu ve çevresindeki alan, hem TEM otoyolu ve E-5 karayolunu bağlaması hem de Atatürk Havaalanı'na yakın olması açısından önemlidir, bu bölgedeki tarım arazileri yerini kentselleşmeye bırakmış ve yapılaşma artmaya başlamıştır. Bu gelişmeler, Ayamama deresinin dere yatağı morfolojisi üzerinde ciddi değişikliklere yol açmıştır (Delibaş, 2012).

E-5 ve TEM otoyolunu birbirine bağlayan Basın Ekspres yolu yapılmaya başladığı zaman Ayamama deresinin su akış kotu 3.5-4 m derinliğe sahipti. Ayamama taşkını

ile dere yatağı bazı noktalarda 2-2,5 m dolmuştur. Dere yatağı yüksekliğinin 1,5 metreye düştüğü güzergahlar oluşmuştur.

Basın Ekspres yolu yapıldığı dönemde, Başakşehir bölgesinde, Yeşilköy bağlantı yolunun her iki tarafında ve TEM otoyolunun kuzeyinde yer alan İkitelli Organize Sanayi bölgesinde yapılaşma yer almamaktadır. Yapılaşmalar Basın Ekspres yolunun tamamlanmasından sonra oluşmuştur. Arazi yüzeyinde meydana gelen değişiklikler ile yüzey suyu drenajı, su akış hızının artması, akışkanlık katsayısının değişmesi, toplanan su miktarının artması, suların emilememesi Ayamama Deresini olumsuz olarak etkilemiştir.

Ayamama dere havzasında meydana gelen değişikliklere eşdeğer olarak dere hidrolik yapısında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Basın Ekspres Yolu'nun yapıldığı tarihlerdeki arazi durumları, yıllık yağış miktarları, akış katsayıları ve drenajı düşünülerek yapılan hidrolik yapılar, değişen şartlara göre yenilenmemiştir.

Basın Ekspres yolu ile aynı tarihlerde Güneşli Sefaköy üst geçitleri inşa edilmiş 1990'lı yıllarda köprülü kavşak haline getirilmiştir. Kaçak yapılaşmalar da bu bölgelerde artış olmuştur. Basın Ekspres Yolu mevcut arazi kotunun 2.5-3 m yukarısında yapılmış gerekli kısımlarda enine menfezler yerleştirilmiş, ancak plansız imar yapılaşmaları, arazi ve dere yatağı göz önüne alınmadan yapılan hafriyat ve dolgular nedeniyle menfez giriş ve çıkışları kapanmış bu menfezler ve drenaj sistemleri kullanım dışı kalmıştır. Basın Ekspres yolu çevresinde bulunan sanayi tesislerinin kanalizasyon ve atıksuları drenaj sistemine bağlanmıştır. Dereye de evsel ve sanayi atıkları karışmıştır (TMMOB, 2009) (Kervan, 2016).

Ayamama Deresi Havzası yerleşimin ve nüfusun yoğun olduğu bir alan olduğu için, sık sık sel felaketlerinden etkilenmiştir, insanlar ve altyapı zarar görmüştür. 1995, 2002 ve 2009 yıllarında önemli taşkınlar olmuştur. 10 Temmuz 1995'te gerçekleşen taşkında da çok sayıda gecekondü, atölye, fabrika ve yayın kuruluşları olmak üzere yaklaşık 40 milyon dolar zarar, aynı zamanda çok sayıda can ve mal kaybı gözlemlenmiştir. 2002 yılındaki taşkından sonra azaltıcı önlemlerin alınmaması 2009 taşkınında ciddi zararlara sebep olmuş 31 kişi hayatını kaybetmiş, 100 milyon dolara yakın mal varlığı zarar görmüştür (Saral, 2010).

Ayamama Deresi ıslah çalışmaları E-5 Karayolu altında 28 Ağustos 2008 tarihinde başlamıştır. 2009 yılında yaşanan sel felaketi üzerine, dere üzerinde su akışının

daraldığı noktalarda eskisine nispetle yer yer 4 katına kadar varan genişletmeler yapılmıştır (İSKİ) (Şekil 6.5) (Şekil 6.6).



Şekil 6.5: Ayamama Deresi yeni yatak kesitinden görüntü, (19.06.2022)

Kaynak: “Ayamama Deresi ıslah çalışmaları”, 2020



Şekil 6.6: Ayamama Deresi dere kesiti imalat çalışmaları, (28.12.2015)

Kaynak: “İstanbul’daki dereler ıslah ediliyor”, 2013

İBB tarafından 2012 yılında hazırlanan 1/5000 ölçekli Yenibosna Eksen Nazım Planı, 1/100.000 ölçekli planlama kararlarının uygulanmasına yönelik tamamlayıcı bir araç sağlamaktadır. Plan, yeni belirlenen İş Bölgesi Merkezinde rekreasyonel, açık yeşil alanlar oluşturmayı da içeren, 'kentsel tasarım' odaklı bölgesel bir hizmet alanı oluşturma misyonuyla dönüşüm yaklaşımını (endüstriyelden hizmet alanına) desteklemektedir. Bu bağlamda Ayamama Deresi rekreasyonel olanaklar sağlayan açık ve yeşil bir koridor olarak tasarlanmıştır. Plan raporu, arazi kullanımının gelişim

sürecini de içeren alanın fiziksel ve sosyal yapı analizi ile hazırlanır. Çalışma alanının plan mozaiği 1/5000 ölçekli sekiz nazım plandan oluşmaktadır (Delibaş, 2012).

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ), 2008 yılında başlatılan ve 2009 yılında yaşanan sel felaketiyle hızlanan Ayamama Deresi Rehabilitasyon Projesi'ni hızlandırmıştır. Proje esas olarak kavşaklarda dere yatağı kesitlerinin genişletilmesi yoluyla taşkın riskinin azaltılmasına odaklanmıştır (Şekil 6.6). Ayrıca endüstriyel deşarjların inşa edilecek kollektörler vasıtasıyla Ataköy Atıksu Biyolojik Arıtma Tesisine iletilmesi planlanmıştır. Ayamama Dere'sini de içine alan 5 derede AKOM tarafından 'Erken uyarı sistemleri' projesi de geliştirilmektedir.

1982 yılında neredeyse hiç yapı bulunmayan Ayamama Havzası'nın %68'i yapılaşmıştır. Ayamama dere havza alanında yapılaşmaların başlaması ve hızlı bir şekilde artması, geçirimsiz yüzeylerin fazlaşması, dere taşkın alanına Basın Ekspres yolu ve köprülü kavşakların inşa edilmesi ve mevcut bitki örtüsünün hızla yok edilmesi ile havza ve derenin bağlantısının koparılmasına, çözüm olarak sadece dere kanalı genişletilerek dereye ulaşan suların hızlı bir şekilde Marmara denizine döküleceği bir çözüm geliştirilmiştir.



Şekil 6.7: Ayamama Dere'sinin dere yatağı kesitinin iyileştirilmesi ve İSKİ tarafından hazırlanan taşkın risk haritasının bir kısmı

Kaynak: Demir, 2010

Kent imar planına göre Ayamama Dere'sinin geçtiği bölge, 1997 yılında yerleşim alanına dönüştürülecek düzenleme yapıncaya kadar rekreasyon alanlarına ayrılmıştı. Ayamama Deresi, İstanbul'un kentsel manzarasını çapraz kesen, imar nedeniyle

kirlenen, kesintiye uğrayan ve daraltılan ekolojik bir koridordur. Bölgedeki kentleşme hem çevreyi tahrip etmiş hem de zaten yetersiz olan altyapıya daha fazla yük bindirmiştir (Olçay, 2020).

6.2. Su Yollarının İslahında Belirlenen Tasarım Kriterlerinin Ayamama Deresi Örneğinde Sınanması

Literatür taraması sonucu su yolları ıslahında örnek teşkil edebilecek 17 yeni yaklaşımla ıslahı tamamlanmış su yolu seçilmiştir. Örneklerde bu su yollarının ıslahında kabul edilebilir çözüm yöntemleri gruplandırılarak tablolara dökülmüştür. Seçilen örnek su yollarında uygulanan çözüm yöntemlerinin Ayamama Deresi üzerinde ne kadarının uygulanabileceğinin araştırması yapılmıştır.

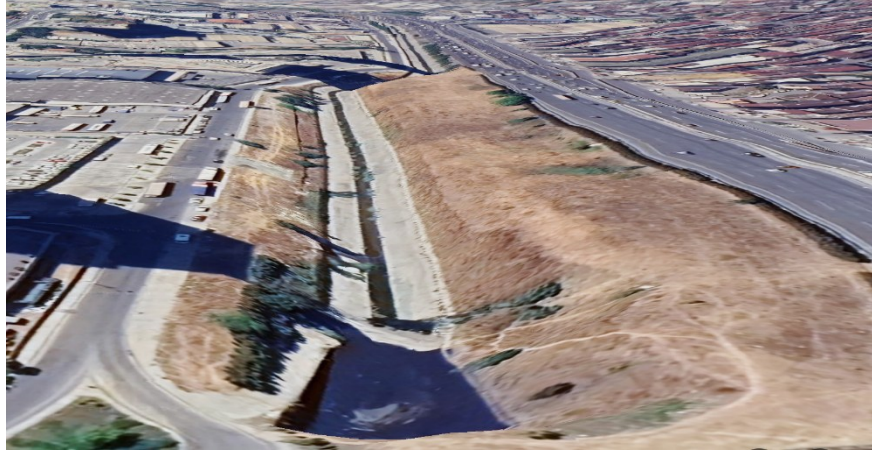
6.2.1. Hidrolojik Çözüm Yöntemlerinin Sınanması

İncelenen örnek su yollarında 24 adet Hidrolojik çözüm yöntemi uygulandığı tespit edilmiştir. En az 3 farklı su yolunda uygulanmış olan 21 adet çözümün Ayamama Deresi üzerinde sınanması gerçekleştirilmiştir. En fazla uygulanabilmiş çözüm olan Su Tutma Alanlarının Oluşturulması 17 örneğin 7 tanesinde uygulandığı tespit edilmiştir. Aire Nehrinde uygulanan örgülü kanal oluşturulması diğer örneklerde uygulanmamıştır. Yeraltına alınan su yollarının gün ışığına kavuşturulması da 5 örnekte bulunmuştur.



Grafik 6.1: Hidrolojik Çözümlerin Uygulanabilirlik Grafiği

Fazla Suyun Yönlendirilmesi: Yağışlarda debinin maksimum seviyeye ulaştığında Ayamama Dere yatağı taşma noktasına geldiğinde yağış sularının bir kısmının kanal dışına yönlendirilip yönlendirilemeyeceği incelenmiştir. Su yolu yatağının memba kısmından itibaren belirli mesafelerde yataktaki suyun bir kısmının kanal dışına yönlendirilebileceği rezerv alanların bulunduğu tespit edilmiştir. İkitelli Mahmutbey kavşağından itibaren yaklaşık 300 metrelik bölüm yönlendirme alanı olarak planlanabilir durumdadır (Şekil 6.8) (Şekil 6.9).



Şekil 6.8: İkitelli-Mahmutbey Kavşağı devamı (23.04.2024)

Kaynak: Google Earth, 2024



Şekil 6.9: İkitelli-Mahmutbey Kavşağı devamı fotoğraf

Kaynak: Ermeydan, 2023

Ayrıca fazla suyun nakledilebileceği kanal tabanından geçirilen borulama sistemi planlanabilir. Bu borulama sistemi taşkınların önüne geçilmesi konusunda iyi bir çözüm olmakla başka amaçlar için de kullanılabilir (Şekil 6.10).



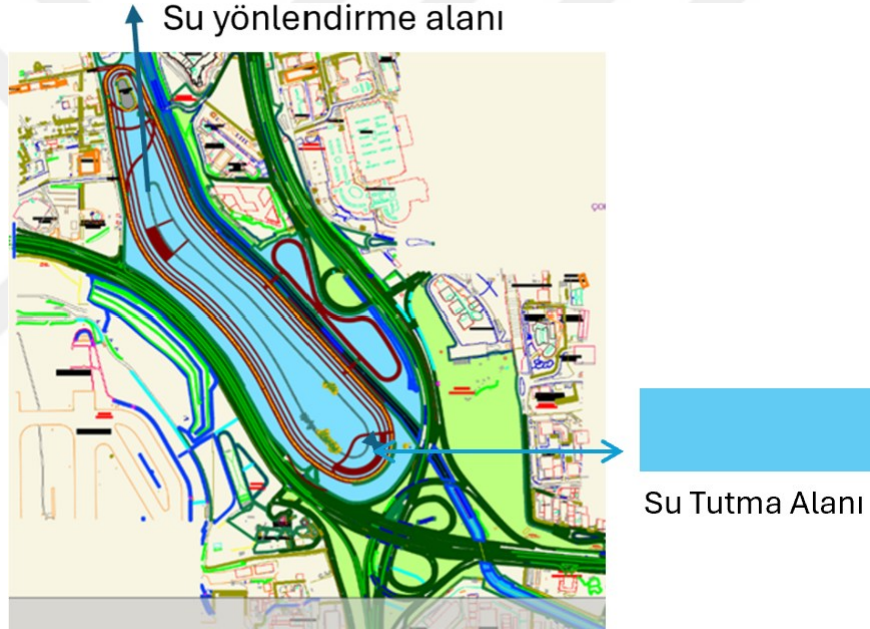
Şekil 6.10: Yağmursuyu ve Atıksu Tahliye Boruları

Kaynak: Ermeydan, 2023



Şekil 6.11: Çobançeşme Kavşağı bölümü (23.04.2024)

Kaynak: Google Earth, 2024



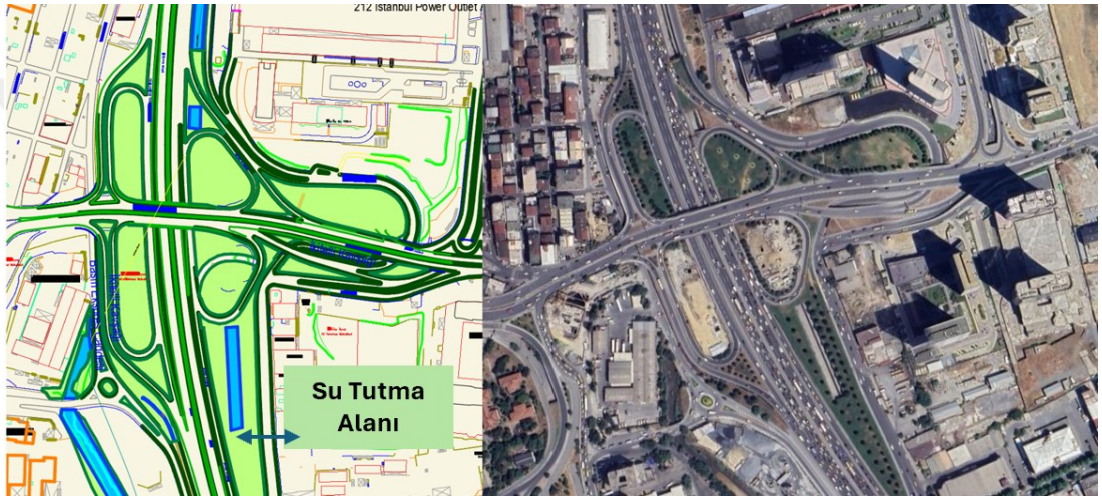
Şekil 6.12: Çobançeşme Kavşağı bölgesinde öneri su tutma alanları

Kaynak: Ermeydan, 2023

Ayamama Deresinin Çobançeşme Kavşağı kısmının olduğu bölgede de dere yatağındaki fazla suyun yönlendirilebileceği 300.000 metrekare alan planlanabilir durumdadır (Şekil 6.11) (Şekil 6.12).

Yağışlar ile yüzeysel akışa geçen suyun dere güzergahı boyunca yönlendirilerek zaman kazandıracak alanlar mevcuttur. Ayrıca yağmur suyunu taşıyan ek borulama sistemi ile de pik debi miktarları azaltılıp geciktirilebilir. Ayamama Deresi çevresinde fazla suyun yönlendirilebileceği uygun güzergah ve alanların bulunduğu tespit edilmiştir.

Su Tutma Alanları: Su tutma alanlarının önemi su yolları boyunca fazla suyun depolanabilmesi aynı zamanda su ihtiyacının olduğu dönemlerde toplanarak depolanan suyun kullanılabilmesidir. Ayamama Deresi güzergahı boyunca su tutma alanları oluşturulabilecek bölümler incelenmiştir. Ayamama Deresi çevresinde bulunan yeşil ve rezerv alanlar su tutma alanı olarak incelendiğinde dere boyunca bitişik park alanı olmadığı saptanmıştır. Dereye paralel Basın Ekspres Yolu üzerindeki kavşaklar ile mansap kısmına yakın Çobançeşme Kavşağı kısmında rezerv alan vardır. Su tutma alanlarının memba kısmına yakın olması su yatağının yükünün hafifletilmesinde daha etkilidir (Şekil 6.13).



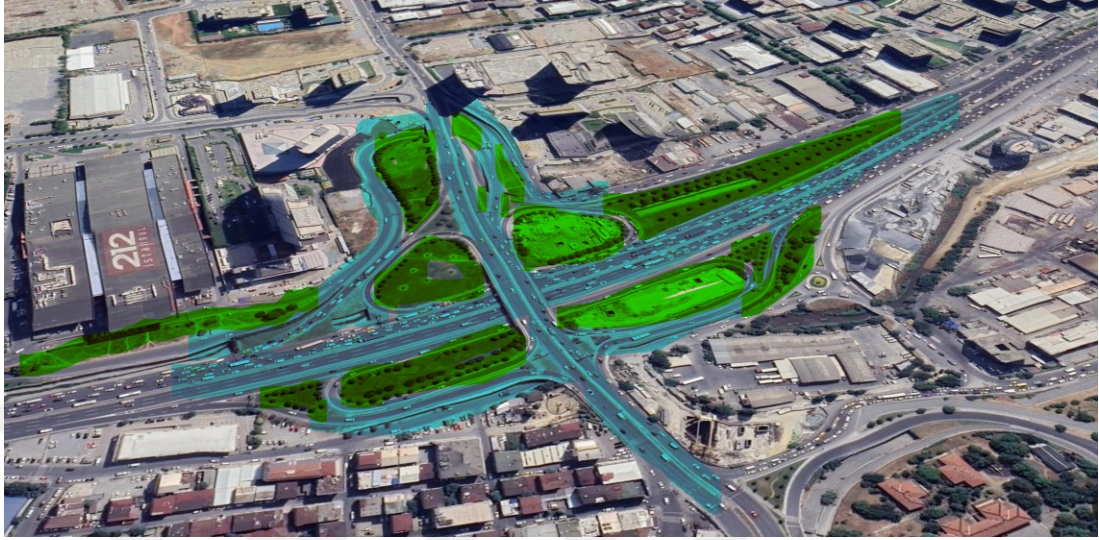
Şekil 6.13: Su Tutma Alanı olarak planlanabilecek Halkalı Kavşağı

Kaynak: Ermeydan, 2023, Google Earth, 2023

Ayamama Deresi çevresinde su tutma alanı olarak işlevlendirilecek alanlar mevcut olduğu için 'su tutma alanları'nın yapılabilmesi için uygundur.

Su Tutma Alanının Çevre Alanların Yağış Sularını Toplaması: Ayamama dere güzergahına paralel olarak yapılan Basın Ekspres yolu üzerinde ki kavşaklar yeşil alan olarak düzenlenmiştir. Bu kavşak alanları su tutma alanı olarak planlanabilir durumdadır. Basın Ekspres Yolu üzerindeki yüzeysel akışlar kavşak alanlarına yönlendirildiğinde kirli yüzeysel suların arıtılarak su yolu yatağına deşarjı sağlanmış olacaktır. Yollardan toplanan suların kirlilik oranı yüksek olduğu için su toplama alanlarında su arıtıcı bitkiler ile su içindeki partiküllerin geçmesini engelleyen bitkilendirme gibi özel tasarımlar yapılarak su kalitesi ve berraklığı artırılabilir (Şekil 6.14).

Ayamama Deresi üzerinde tasarlanacak su tutma alanlarına yakın çevre alanların yağış ve yüzeysel akışları yönlendirilecek planlama yapılması mümkündür. Dolayısıyla bu kriter uygundur.



Şekil 6.14: Basın Ekspres yolu üzerindeki ilk kavşak (27.04.2024)

Kaynak: Google Earth, 2024

Çamur Birikiminin Önlenmesi: Su yollarında çamur birikiminin önlenmesi hidrolojik açıdan çok önemli bir konudur. Toplanan yağış sularının herhangi bir filtrelemeye tabi tutulmadan doğrudan su yataklarına verilmesi su yollarında çamur birikmesinin önemli sebeplerinden biridir. Ayamama Deresi de yağış sırasında kirliliği suları herhangi bir filtrelemeye tabi tutulmadan doğrudan almaktadır (Şekil 6.15).



Şekil 6.15: Ayamama Deresi yağış sırasında yüzeysel suların dere yatağına dökülmesi

Kaynak: Ermeydan, 2023,

Ayamama Deresi havzasında yağmur bahçeleri, çatı bahçeleri ve biosvale; geçirgen zeminler vb. gibi planlamalar yapılarak yüzeysel akışların dereye deşarjdan önce ve

filtrelenerek arıtılmasından sonra su yolu yataklarına gönderilmesi ile çamur birikiminin önüne geçilebilecek önemli tasarım yaklaşımlarından biridir.

Ayamama Deresi havzasında gri altyapının yanında yeşil altyapı sistemlerinin oluşturulabilmesi ile de hidrolojik kalite problemlerinin çözümü sağlanmış olacaktır. Ayamama Deresi için çamur birikiminin önüne geçilmesi uygulanabilir bir kriterdir.

Bentlerin Kaldırılması: Ayamama deresi İSKİ'nin yaptığı son projeye göre düşük akışlı ve yüksek akışlı kanal aynı kesitte planlanmıştır. Dere üzerinde Mahmutbey - İkitelli kavşağından Ataköy'e derenin döküldüğü güzergâh boyunca bent yapısı yoktur. Fakat dere yatağı yol ve kavşak geçişlerinde menfez içine alınmıştır. Ayamama Deresinde bentlerin kaldırılması kriteri sağlanabilmektedir.

Setlerin Kaldırılması: Ayamama Deresi her iki bankası da beton duvarlar ya da prekast elemanlar ile sınırlandırılmıştır. Şehrin merkezinde sanayi bölgesinin içinden geçen derede setlerin kaldırılması mümkün değildir (Şekil 6.16). Çünkü dere ve çevresinin yoğun kullanımdan dolayı tam izolasyona sahip olması gereklidir. Derenin dinamik olarak gelişebileceği güzergahlar çok sınırlı olup aynı zamanda taşınan suyun kalitesi kötü, bulanık ve kirlidir. Ayamama Deresi için setlerin kaldırılması derenin güncel durumu ile mümkün değildir, fakat dere çevresinde taşkın ovalarının geri kazanımı ile uygulanabilir bir kriterdir.



Şekil 6.16: Ayamama Deresi banka ve setlerinden görünüş

Kaynak: Ermeydan, 2023,

Akış Devamlılığının Sağlanması: Ayamama Deresi şehrin içinde sanayi ve ticaret merkezlerinin arasında kalmıştır. Derenin üzerinden kavşaklar, sağ ve sol tarafından yollar geçtiği için köprüler ve menfezler yapılmak zorunda kalmıştır. Yaz aylarında akış debisi çok düşmektedir. Devamlı akışın sağlanması için projeler geliştirilmelidir. Dere yatağı içinde ikinci bir akış planlaması yapılmış, İSKİ tarafından, beton kesitler bu şekilde üretilmiştir. Dere çevresindeki iş merkezlerinde atıksu arıtma sistemleri yapılarak dere yatağına su deşarj edebilen projeler geliştirilmesi önemli alternatiflerden bir tanesidir (Şekil 6.17).

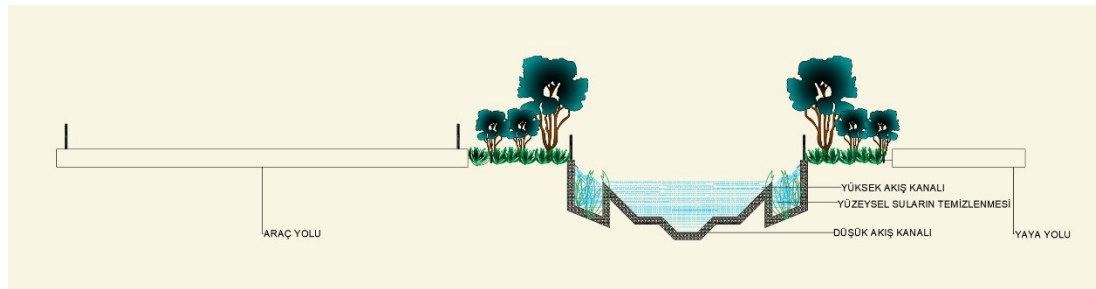


Şekil 6.17: Ayamama Deresi akış yatağı

Kaynak: Ermeydan, 2023,

Dere yatağı üzerinde bent yapıları bulunmamakta, akışı kısıtlayan menfezler bulunmaktadır. Menfezler tekrar projelendirilerek ve kotlarının akış devamlılığına engel olmaması sağlanarak uygun bir kriter olarak değerlendirilebilir.

Nehir Suyunun Berraklaştırılması: Ayamama Deresi akış rengi gri kahverengi arasındadır. Dere yatağı suyunun berraklaştırılması için toplanan yüzeysel suların arıtılıp temizlendikten sonra dere yatağına deşarj edilmesi gerekmektedir. Toplanan yüzeysel suların arıtılması için üretilmiş öneri kesit Şekil 6.18'dedir. Ayamama Deresine gelen yüzeysel sular yağmur bahçeleri, bioswale vb. havza bazında üretilecek çözümler ile uygulanabilir bir kriterdir.



Şekil 6.18: Nehir suyunun berraklaştırılması için öneri kesit

Kaynak: Ermeydan, 2023,

Menfeze Alınmış Nehirlerin Günüşiğine Kavuşturulması: Ayamama Deresi İkitelli-Mahmutbey Kavşağı, Ataköy arasında kavşak ve köprüler haricinde dere menfeze alınmamıştır. Dere menfeze alınmış nehirlerin günüşiğine kavuşturulması şartını sağlamaktadır.

Dere Yatağına Taşkın Alanı Olarak Kullanılması: Ayamama Deresinde 2009 yılında meydana gelen selden sonra dere yatağı kesiti 30 metre genişlik ve 3,5 metre derinlik, havaalanı kavşağının olduğu bölümde ise 25 metre genişlik ve 6 metre derinliğe çıkarılmıştır. Dere yatağı aynı zamanda taşkın yatağı olarak planlanmıştır. Çünkü derenin her iki tarafı endüstri ve yapı alanı olduğundan dolayı için sel ve taşkın problemlerinin yaşanmaması için dere yatağı taşkın alanı görevi görmektedir. Uygulaması gerçekleştirilmiş bir kriterdir (Şekil 6.19).



Şekil 6.19: Yapımı devam eden dere yatağı ve banka imalatı

Kaynak: Ermeydan, 2023,

Akış Yönü ve Hızının Değiştirilmesi: Havza alanı 6676 Hektar ve derenin uzunluğu kolları ile 42 km'dir. Belirli dönemlerde can ve mal kaybına sebep olan sel felaketleri yaşanmıştır. Derenin ıslah edilmesindeki temel hedef yağışların sel felaketine neden olmadan deşarj edilmesine odaklanılmış olmasıdır. Derenin çevresinde sanayi alanları, Basın Ekspres Yolu ve yan yollardan dolayı güzergahının değiştirildiği bölgeler bulunmaktadır (Şekil 6.20).

AYAMAMA DERESİ YATAĞINDA SUYUN AKIŞ YÖNÜ VE HIZININ DEĞİŞTİRİLMESİ KONUSUNDA PLANLAMA YAPILABİLMESİ İÇİN ÖNCELİKLE DERENİN DÜZENLİ BİR DEBİSİ OLMASI GEREKLİDİR. Dolayısıyla bu kriter Ayamama Deresi için uygulanabilir durumda değildir.



Şekil 6.20: Ayamama Deresi akış güzergahlarının düzleştirildiği ve değiştirildiği bölgeler

Kaynak: Ermeydan, 2023,

Atıksu Girişlerinin Önlenmesi: Havza bölgesindeki sanayilerin gelişmesi ve aşırı nüfus, su kalitesinde ve nispeten su yaşamında kirlilik oluşturmaktadır. 'Ayamama ve Haramidere Çaylarında Genotoksik Kirliliğin Belirlenmesi' araştırmasında, evsel ve endüstriyel atık su kaynakları tarafından kirlenilen Ayamama Deresinde örneklerin mutajenik (genetik materyali değiştirebilen veya mutasyonlara neden olabilen maddelerdir) etkileri belirlenmiştir (Delibaş, 2012) (Şekil 6.21).

Ayamama dere ıslah çalışması ile dereye deşarj edilen atıksular kolektörler ile toplanarak Ataköy Arıtma Tesislerine gönderilmektedir (Şekil 6.22). Islah çalışmasının tamamlanması ile dere atıksu deşarjlarından kurtarılmış olacaktır. Ayamama Deresi, atıksu girişlerinin önlenmesi kriterine uygundur.



Şekil 6.21: Ayamama deresine endüstriyel ve evsel deşarjların durumu

Kaynak: Delibaş, 2012



Şekil 6.22: Ayamama Deresi atıksu kolektörlerinin döşenmesi

Kaynak: Sekmen, Tarih yok

Akarsu Yatağının Genişletilmesi: Ayamama deresi yatağı 2009’da yaşanan sellerden sonra dere yatağı projesi genişletilerek tekrar sel olaylarının önüne geçilmesi sağlanmıştır. Ayamama Deresi kesitleri 30 metreye kadar genişletilmiştir (Şekil 6.23).

Ayamama Deresi akarsu yatağının genişletilmesi kriterini sağlamaktadır. Dere yatağı aynı zamanda taşkın alanı vazifesi de görmektedir.

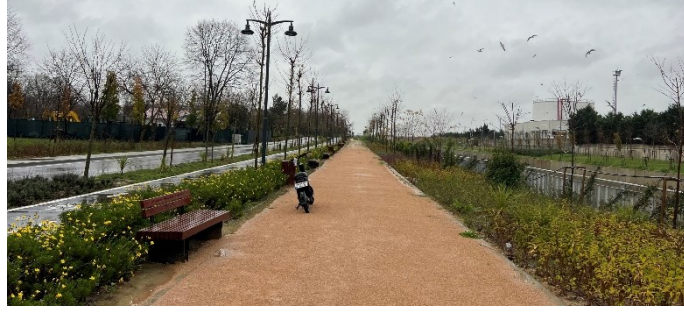


Şekil 6.23: Dere kesitinin genişletilerek yenilenmesi

Kaynak: Ermeydan, 2023,

Kavisli Akışın Sağlanması: Dere güzergahı TEM, E5 ve bağlantı yolları güzergahları içinde kaldığından dolayı dere yatağı lineer şekilde planlanmıştır. Fakat dere yatağı aynı zamanda genişletilmiştir. Dolayısıyla genişletilmiş dere yatağı içinde kavisli akış oluşturulabilir ve uygulanabilir bir kriterdir.

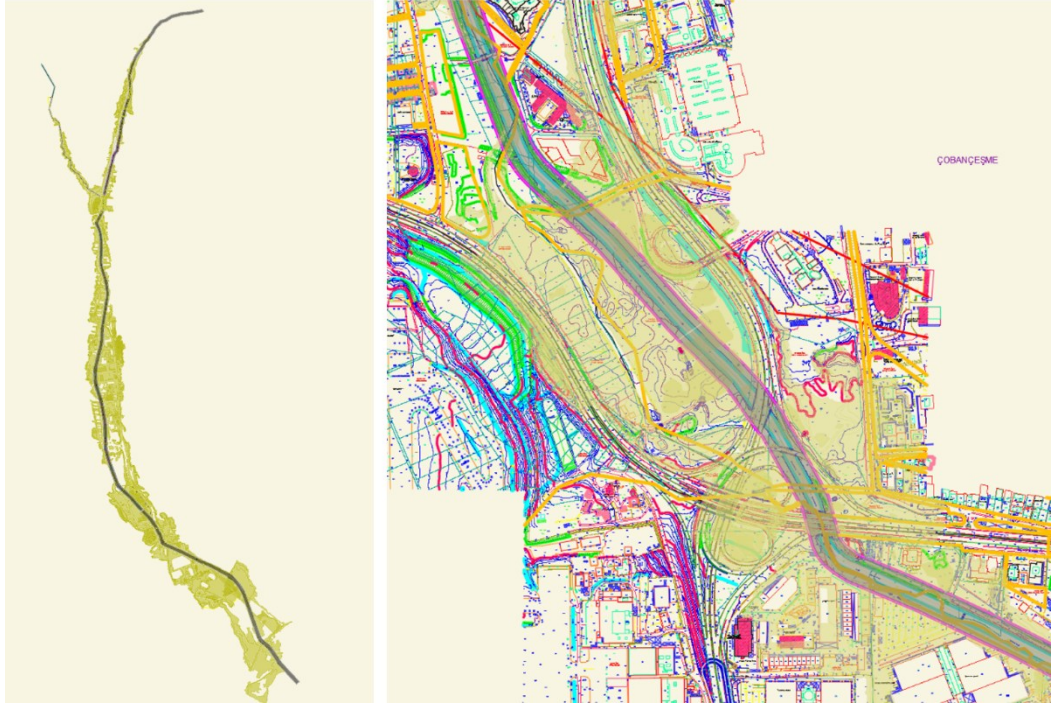
Nehir Kenarı Parklara Taşkın Ovası İşlevi Verilmesi: Ayamama Deresi kenarında mevcut park alanı mansap kısmı olan Ataköy bölgesindedir. Parkın yatağa yakın bölümleri taşkın ovası olarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla uygulanabilir bir kriter olarak değerlendirilebilir.



Şekil 6.24: Ataköy bölgesi dere kenarı park alanı

Kaynak: Ermeydan, 2023

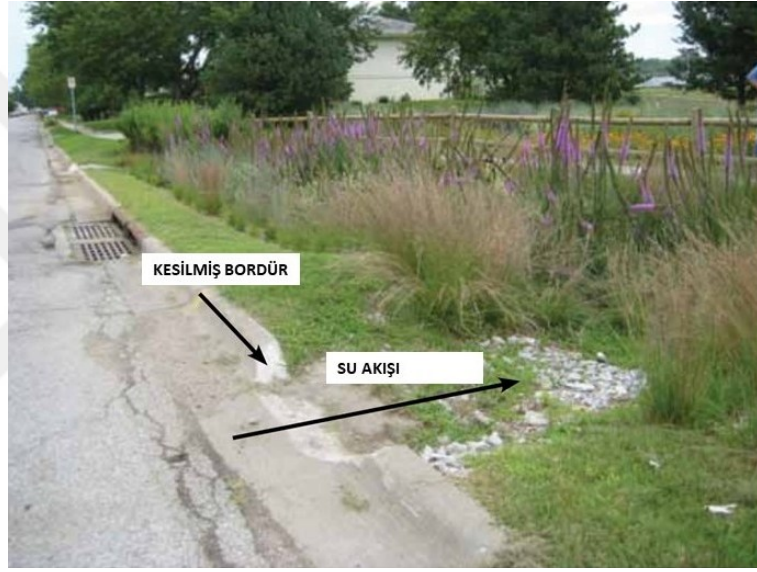
Taşkın Ovalarına Rekreasyon Alanı İşlevi Verilmesi: Ayamama Deresi taşkın alanları genel olarak yapılaşmış durumdadır. Yapılaşma olmayan bölümler kavşaklar ve Çobançeşme bölgesidir. Çobançeşme bölgesinde yeşil alana dönüştürülebilecek alan 350.000 metrekaredir. Taşkın alanlarından yapılaşmayan bölümlerin rekreasyon alanına çevrilmesi uygundur.



Şekil 6.25: Ayamama deresi taşkın alanları

Kaynak: Ermeydan, 2023

Nehir Sularının Arıtılması: Ayamama Deresi yağışlarda meydana gelen yüzeysel suları deşarj etmektedir. Havza alanı endüstriyel alanlar, yerleşim alanları, ticari alanlar vb. geçirimsiz yüzeylerden oluşmaktadır. Yağışın %50 'den fazlası yüzeysel akış oluşturmakta ve bu akışın su kalitesi de oldukça bozulmuştur. Dere yatağından akan su bulanık gri renkli ve suyun içinde partiküller bulunmaktadır. Yüzeysel suların dere yatağından önce tampon yeşil alan bölgelerine deşarj edilip, tampon bölgelerde temizlendikten sonra dere yatağına verilmesi yönünde projeler geliştirildiğinde dere akış suyu arıtılması mümkün olacaktır (Şekil 6.26). Nehir sularının arıtılması kriteri sulak alanlar oluşturarak uygun hale getirilebilir durumdadır.



Şekil 6.26: Yüzeysel akışın yeşil alanlara yönlendirilmesi

Kaynak: Pekarek ve diğerleri, 2011

Nehrin taşıma Kapasitesinin Arttırılması: Ayamama Deresi taşıma kanalı havzanın yüzeysel sularını deşarj edebilecek şekilde planlanmıştır. Uygulanmış bir kriterdir.

Dinamik Gelişim: Su yolunun dinamik gelişim gösterebileceği yeşil alanlardan tampon bölgeler bulunmamaktadır. Su kalitesi de kötü olduğu için hızlı bir şekilde suyun deşarj edilmesine odaklanılmıştır. Ayamama Deresi dinamik gelişim için uygun olmayan bir kriterdir.

Taşkın Yüksekliğinin Düşürülmesi: Su yolu yatağı genişletilip derinleştirilerek taşkın yatağına dönüştürülmüştür. Uygulanmış bir kriterdir.

Taşkın Debisinin Arttırılması: Meydana gelen sellerden sonra taşkın debisi arttırılmıştır. 101.58 m³ /s debiyi karşılamaktadır, dolayısıyla uygun bir kriterdir

Tablo 6.2: Ayamama Deresi Hidrolojik Çözüm Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu

Ayamama Deresi Hidrolojik Çözüm Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu			
		UYGUNDUR	UYGUN DEĞİLDİR
1	Fazla Suyun Yönlendirilmesi		
2	Su Tutma Alanları		
3	Su Tutma Alanının Çevre Alanların Yağış Sularını Toplaması		
4	Çamur Birikiminin Önlenmesi		
5	Bentlerin Kaldırılması		
6	Setlerin Kaldırılması		
7	Akış Devamlılığının Sağlanması		
8	Nehir Suyunun Berraklaştırılması		
9	Menfeze Alınmış Nehirlerin Günışığına Kavuşturulması		
10	Dere Yatağının Taşkın Alanı Olarak Kullanılması		
11	Akış Yönü ve Hızının Değiştirilmesi		
12	Atıksu Girişlerinin Önlenmesi		
13	Akarsu Yatağının Genişletilmesi		
14	Kavisli Akışın Sağlanması		
15	Nehir Kenarı Parklara Taşkın Ovası İşlevi Verilmesi		
16	Taşkın Ovalarına Rekreasyon Alanı İşlevi Verilmesi		
17	Nehir Sularının Arıtılması		
18	Nehrin taşıma Kapasitesinin Arttırılması		
19	Dinamik Gelişim		
20	Taşkın Yüksekliğinin Düşürülmesi		
21	Taşkın Debisinin Arttırılması		

Örnek olarak seçilen 17 farklı su yolu, dere ve nehirden çıkarılan hidrolojik çözüm yöntemlerinden en az 3 örnekte uygulanmış 21 adet çözümün Ayamama Deresinde sinaması yapılmıştır. Sinama sonucu son dönem su yollarında uygulanmış hidrolojik çözüm yöntemlerinin 19 tanesi Ayamama Deresi'nde de uygulanabileceği görülmüş ve modele dahil edilmiştir.

6.2.2. Ekolojik Çözüm Yöntemlerinin Sınanması

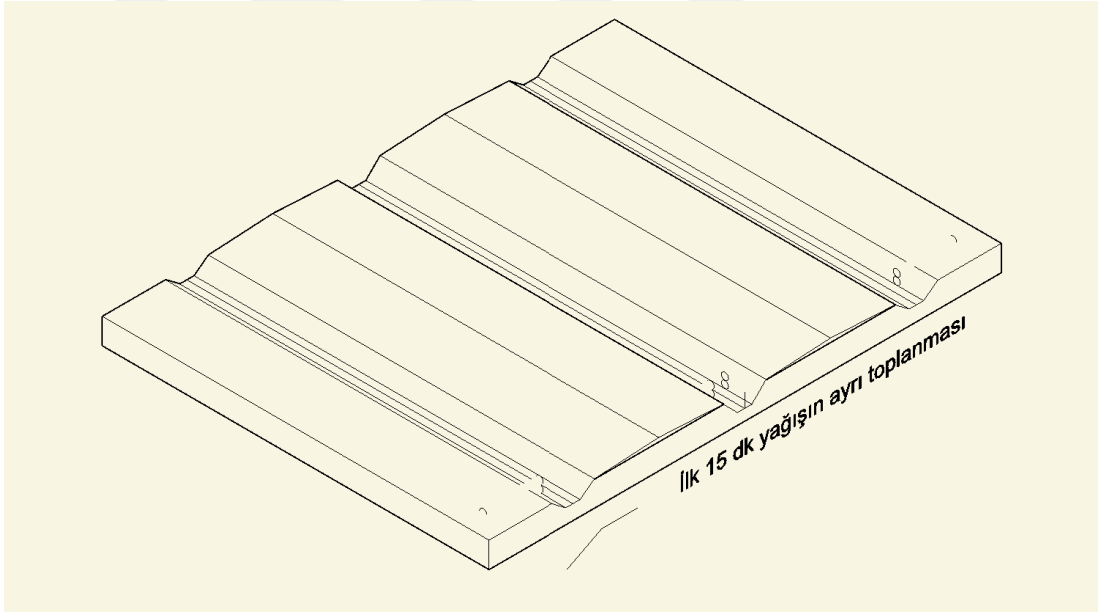
Örnek alınan 17 su yolundan uygulanmış 32 adet ekolojik çözüm bulunmuştur. Çözüm yöntemlerinden örnek alınan nehirlerde 3 ve üzerinde olanlar yani 15 tanesi Ayamama Deresi üzerinde sınanmıştır.



Grafik 6.2: Ekolojik Çözümlerin Uygulanabilirlik Grafiği

Kirli İlk Yağış Sularının Ayrılması: Kent alanlarında yağışın başladığı ilk 15 dakikada toplanan yağmur sularının özelliği sanayi atık suları kadar kirli olmasıdır. Yüzeysel akış sularının yağışın başlamasından ilk 15 dakikalık kısmının ayrı toplandığı alt yapı sistemi yoktur. İlk 15 dakikada oluşan yüzeysel suyun ayrı toplanması için alternatif planlamalar geliştirilebilir. Alternatif planlamalara örnek olarak iki tip drenaj borusu kullanımının planlamasıdır. Yüzeysel suların ilk deşarj noktalarında küçük çaplı borular kullanılıp bu borularda toplanan sular atıksu giderlerine, sulak alanlara, yağmur bahçelerine veya yeşil tampon bölgelere yönlendirilmesidir.

Ayamama Deresi E-5 ve TEM bağlantı yolu, yan yollar ve kavşakların yüzeysel akışının deşarj noktası olduğu için yağış sularının ilk 15 dakikada toplanan kısmı Ataköy Arıtma Tesislerine yönlendirilebildiğinde derenin suyu daha temiz olması sağlanacaktır. Dolayısıyla uygulanabilir bir kriterdir.



Şekil 6.27: Yağışın ilk 15 dakikasının ayrı toplanma önerisi

Kaynak: Ermeydan, 2023

Bitkiler ile Yeşil Koridor Oluşturulması: Ayamama Deresinde çalışma alanı olarak İkitelli Mahmutbey Kavşağı ile derenin mansap bölgesi olan Ataköy'deki denize dökülme noktası arasındaki güzergah incelenmiş ve bitkiler ile yeşil koridor oluşturulmasının mümkün olduğu görülmüştür. Bitkiler ile yeşil koridor oluşturulması kriteri için uygundur (Şekil 6.28) (Şekil 6.29).



Şekil 6.28: Ayamama Deresi bitkiler ile yeşil koridor oluşturulması

Kaynak: Google Earth, 2023



Şekil 6.29: Ayamama Deresi bitkiler ile yeşil koridor oluşturulması

Kaynak: Ermeydan, 2023

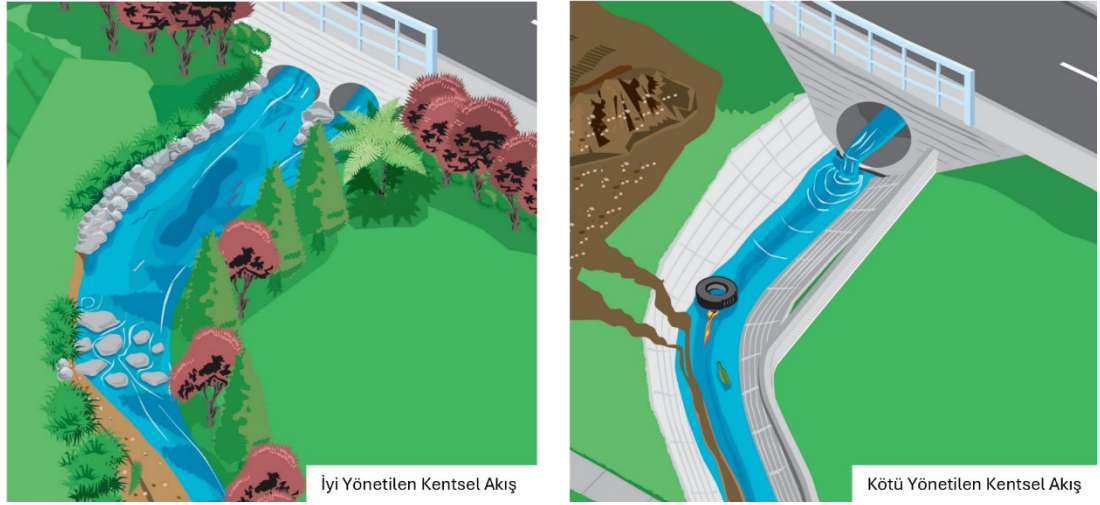
Sucul Faunanın Hareketinin Sağlanması: Ayamama Deresinde sucul faunanın yaşayabilmesi için derenin kurak dönemlerde de belirli bir akışa sahip olması gereklidir. Dere içinde yapılan düşük akış kanalı sucul faunanın hareketi için uygundur. Uygulanmış bir kriterdir (Şekil 6.30).



Şekil 6.30: Sucul faunanın hareketinin sağlanabileceğini gösterir fotoğraflar

Kaynak: Ermeydan, 2023

Balık Geçişlerinin Sağlanması: Ayamama Dere yatağı balık geçişleri için uygundur. Derede menfez ve köprü geçişleri de balık hareketini kısıtlamamaktadır. Balık geçişine engel olan ani düşüşler olmamalı, menfezler balık geçişine engel olmamalıdır. Ayamama Dere yatağı güzergahında ani düşüşler balık rampaları ile geçilmiştir. Şekil 6.31’de iyi yönetilen ve kötü yönetilen kentsel akışlar şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 6.31: İyi ve kötü yönetilen kentsel akış şemaları

Kaynak: Auckland Council, 2013

Şekil 6.32 ve Şekil 6.33’de Ayamama Deresi balık geçişlerinin yapılabileceği köprü ve rampa fotoğrafları görülmektedir.



Şekil 6.32: Balık geçişlerinin sağlanabildiğini gösterir fotoğraflar

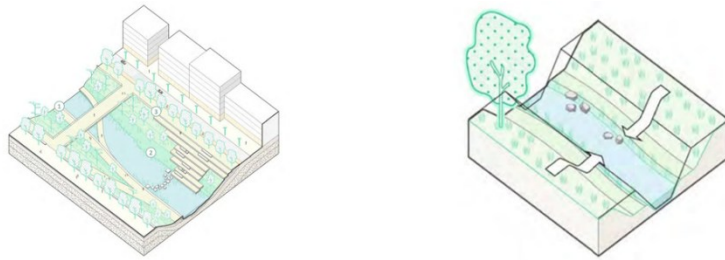
Kaynak: Ermeydan, 2023



Şekil 6.33: Balık geçişlerinin sağlanabildiğini gösterir fotoğraflar

Kaynak: Ermeydan, 2023

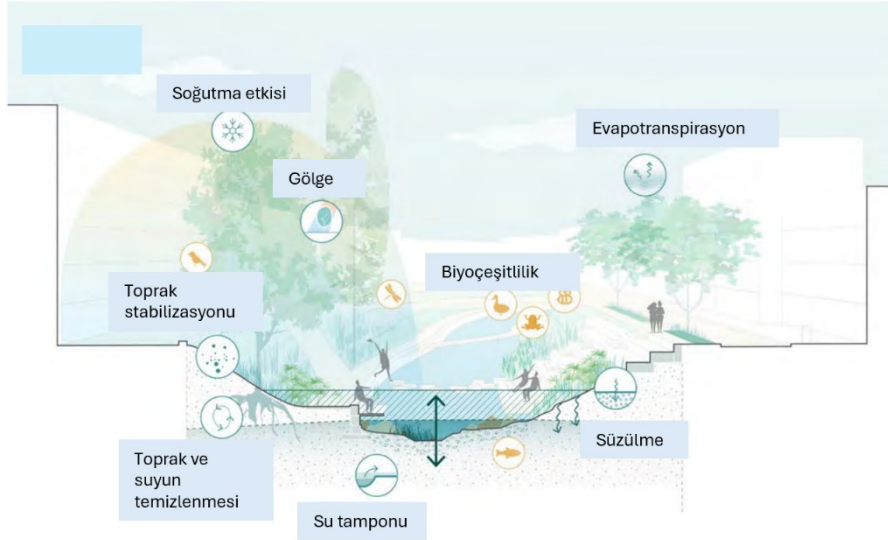
Yapay Ekolojik Sistem Oluşturulması: Ayamama Deresi 2009 yılında yaşanan sel baskınından sonra dere yatak kesiti genişletilip derinleştirilmiştir. Kesit genişliğinin 30 metre olarak planlandığı bölgeler mevcuttur. Yeni kesitin içinde düşük akışlı kanalda planlanmıştır. Şekil 6.34’de yapay ekolojik sistem şematik çizim olarak gösterilmektedir.



Şekil 6.34: Yapay ekolojik sistem oluşturulması

Kaynak: World Bank, 2021

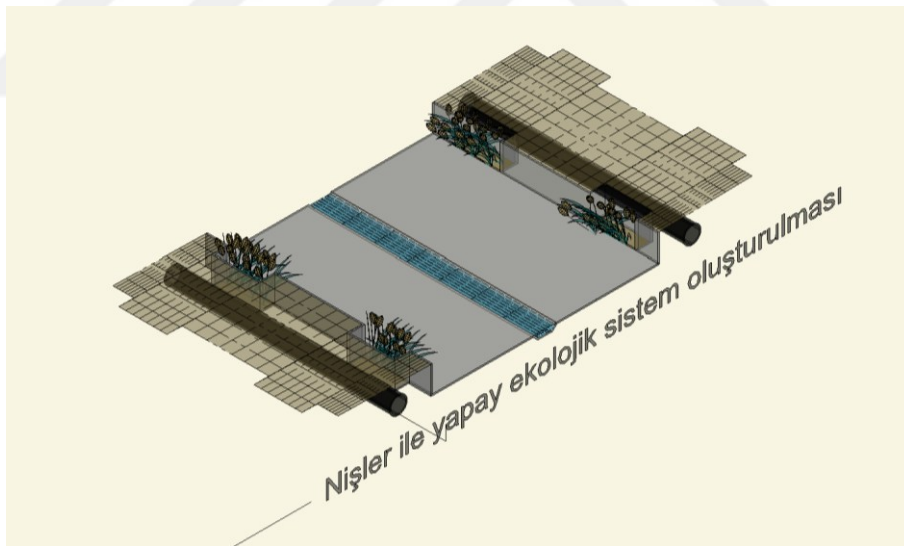
Su yolları yatak ve çevresinde yapay ekolojik sistem oluşturulması Şekil 6.35’de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 6.35: Yapay ekolojik sistem oluşturulması

Kaynak: World Bank, 2021

Ayamama Deresi için genişletilmiş kanal içinde yapay ekolojik sistem oluşturulması önerisi Şekil 6.36'da gösterilmektedir. Yapay ekolojik sistem kriteri uygulanabilir özelliktedir.



Şekil 6.36: Niş oluşturulması

Kaynak: Ermeydan, 2023,

Sulak Alanların Tesisi: Ayamama Deresi, Güneşli Kavşağı-Halkalı Kavşağı arasında yer alan yeşil alanlar sulak alan olarak planlanabilir durumdadır. Normal şartlar içinde taşkın alanında kalmaktadır. Çobançeşme Kavşağı çevresinde 350.000 metrekare alanın dörtte biri de sulak alan olarak planlanabilir konumdadır (Şekil 6.37). Su yolu çevresinde sulak alan tesisi örneği Şekil 3.38'de görülmektedir.



Şekil 6.37: Güneşli-Çobançeşme Kavşağı arası

Kaynak: Google Earth, 2023

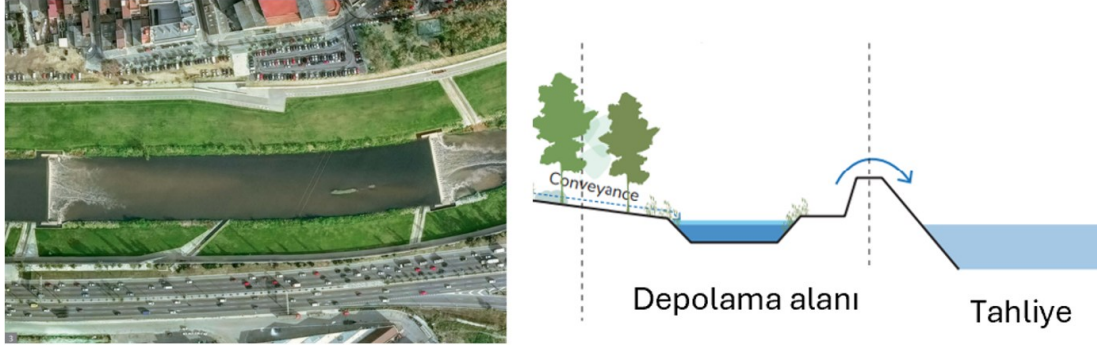


Şekil 6.38: Welland Canal Park Sulak Alan

Kaynak: Mishra ve diğerleri, 2021

Nehrin Kurak Olduğu Dönemler için Su Rezerv Edilmesi: Ayamama Deresinde yaz aylarında yatağın susuz kalmaması için çeşitli alternatifler geliştirilebilir. İspanya'nın Barcelona şehrinde bulunan Besos Nehrinde şişme barajlar yapılarak kurak dönemde nehrin susuz kalmaması sağlanmaktadır (Şekil 6.39). Ayamama Deresinde de yatağın bankalarına ya da yatağın altından beton taşıma boruları planlanarak çözüm sağlanabilir. Ya da dere yatağına paralel su tutma alanları

oluşturulabilir (Şekil 6.37). Nehrin kurak olduğu dönemlerde su rezerv edilmesi kriteri uygundur.



Şekil 6.39: Besos Nehri şişme barajlar ve şematik depolama alan kesiti

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017, Le ve Petit, 2022

Tortu Taşınması ve Birikmesinin Sağlanması: Ayamama Deresinde birinci öncelik yağış ile oluşan yüzeysel akışın taşınması olduğundan dere yatağı prekast kanal içine alınmıştır (Şekil 6.40). Ancak prekast kanalda da tortu birikimleri izlenmektedir. Hatta müdahale edilmediği durumlarda taşıma kesit alanı azalmaktadır. Dere havza alanı ile planlandığında tortu taşınması ve birikiminin sağlanması kriteri uygulanabilir olacaktır.



Şekil 6.40: Betonarme kanal içine alınmış dere

Kaynak: Ermeydan, 2023,

Menderesli Su Yolu Oluşturulması: Yoğun şehir merkezinin içinde yer aldığı için su yolunun menderesli hale getirilmesi şu an mümkün değildir. Fakat yeni bir master planlama yapılarak Ayamama Deresi çevresinde bulunan kullanım şekli değiştirildiğinde menderesli su yolu oluşturulması uygulanabilir bir kriter olacaktır. Su yolları yatak genişliğinin 8-10 katı düz gittikten sonra doğal yapıları gereği menderesli şekle dönüşmektedir.



Şekil 6.41: Ayamama Deresi şehir merkezindeki konumu

Kaynak: Ayamama Taşkın Alanları haritası ve Google Earth, 2023

Ekolojik Dengenin Sağlanması: Ekolojik denge için derenin su kaynağının sürekli ve dengeli olması gereklidir. Fakat dere yağış sularının deşarj alanı olarak görev yapmaktadır. Dolayısıyla Ayamama Deresi için uygulanabilir bir kriter değildir.

Akış Varyansının Arttırılması: Ayamama Deresi şehrin merkezinde yer aldığından dolayı güvenlik tedbirlerinin alınması açısından önemlidir. Su yolu yatak kesiti betonarme kesit olarak planlanarak uygulanmış ve uygulama çalışmaları devam etmektedir (Şekil 6.42). Derenin özellikle Çobançeşme Kavşağı ile denize döküldüğü kısım arasında akış varyansları oluşturulacak şekilde planlamaya uygundur.



Şekil 6.42: Prekast kesit tamamlanmamış kısım, Ataköy bölgesi kanal

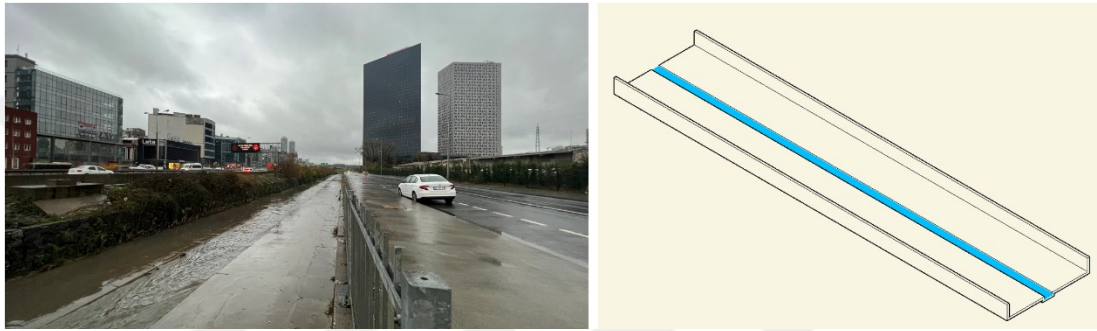
Kaynak: Ermeydan, 2023,

Kumsal Oluşturulması: Ayamama Deresi denize mansap olduğu için kumsal alanı oluşturulması gerekli değildir. Dere betonarme kanal içinde yer aldığı ve yoğun şehir

merkezinden geçtiğinden dolayı kumsal alan oluşturulması mümkün ve mantıklı değildir.

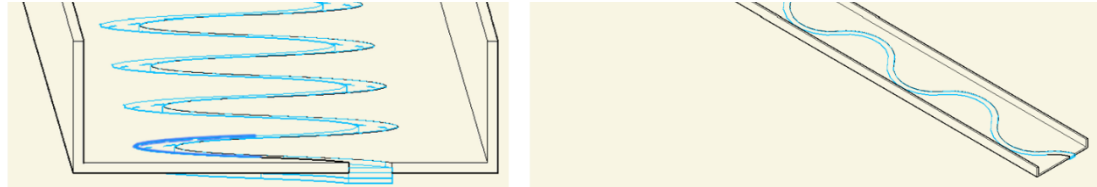
Nehir Yatağında Adalar Oluşturulması: Nehir yatağı doğal olmadığından dolayı ada oluşumu mümkün değildir.

Akışa Kavis Verilerek Ekolojik Katkı Sağlanması: Ayamama Deresinde prekast kanal ve kanal içinde düşük akış kanalı yapılmıştır (6.43). Düşük akış kanalına kavis verilecek şekilde planlama yapılarak eski düşük akış kanalı iptal edilebilir (Şekil 6.44). Ayamama Deresinde akışa kavis verilerek ekolojik katkı sağlanması kriteri uygundur.



Şekil 6.43: Aynı kanalda yüksek ve düşük akış, şematik kesit

Kaynak: Ermeydan, 2023



Şekil 6.44: Akışa kavis verilmesini gösterir şematik kesit

Kaynak: Ermeydan, 2023

Dinamik Gelişimin Sağlanması: Dinamik gelişim nehir yatağı bankalarının kaldırılması ile oluşturulan bir çözümdür. Yatak bankalarının arkası taşkın alanı olduğu zaman uygulanma imkanı vardır. Fakat Ayamama Deresinin taşkın alanları işgal edilmiş durumda olduğu için dinamik gelişimin sağlanması kriterinin uygulanması mümkün değildir (Şekil 6.45).



Şekil 6.45: Dere kenarı taşkın alanlarının fonksiyon değiştirmesi

Kaynak: Ermeydan, 2023

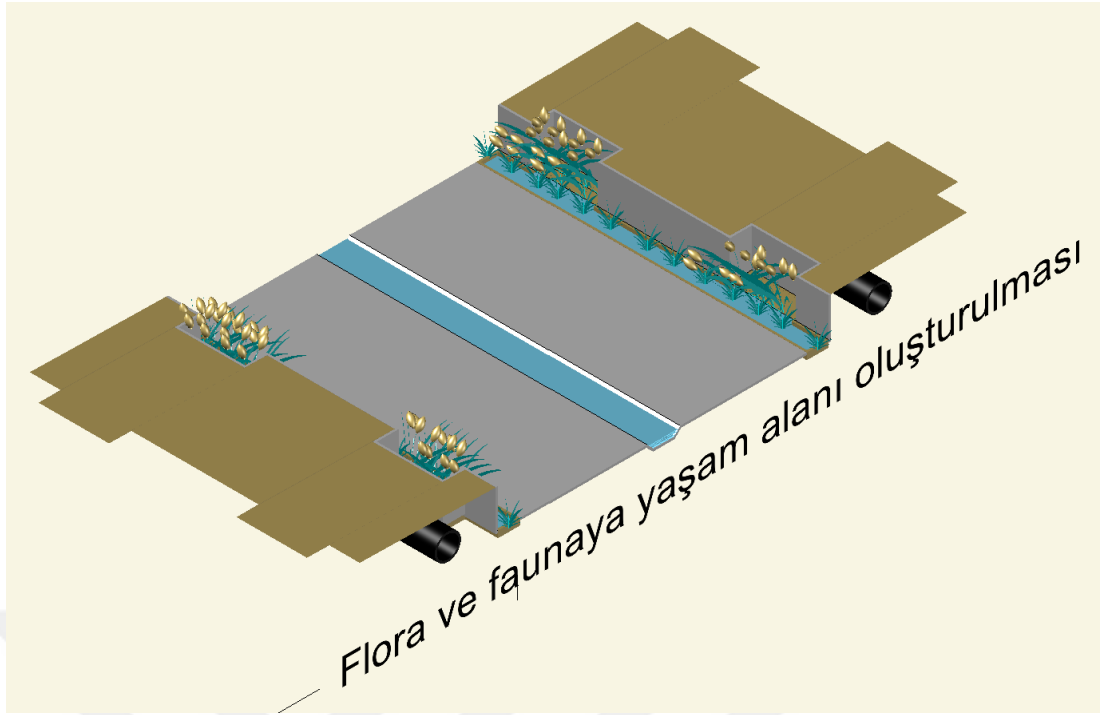
Yağmur Hasadı Yapılması: Ayamama Deresi çevresinde yağmur hasadı yapılabilecek parçalı yeşil alanlar mevcuttur. Güneşli Kavşağı- Çobançayme Kavşağı- Ataköy bölgesinde yağmur hasadı yapılabilecek yekpare alanlar vardır (Şekil 6.46). Dolayısıyla Ayamama Deresi yağmur hasadı yapılması kriterinin uygulanması için uygundur.



Şekil 6.46: Ayamama Deresi yağmursuyu hasadı yapılabilecek alanlardan örnekler

Kaynak: Ermeydan, 2023,

Flora ve Faunaya Yaşam Alanı Oluşturulması: Ayamama Deresinde flora ve faunanın yaşam alanlarının oluşturulması için su akışının kesintiye uğramaması ve yeşil alan ve bitkilerinde kesintisiz bir şekilde bütün yatak güzergahınca devam etmesi gereklidir. Şekil 6.47’de öneri kanal kesiti gibi planlamalar ile fauna için de yaşam alanları oluşturulabilir. İkitelli Kavşağından derenin döküldüğü mansap bölgesine kadar yeşil alanlar mevcuttur. Ancak bazı noktalarda kesintiye uğramaktadır. Yeşil dokunun bölündüğü kısımlarda tekrar yeni planlama çalışması yapılarak kesintisiz yeşil tampon bölge oluşturulabilir. Şekil 6.48’de İngiltere ve Amerikadan örnek dereler verilmiştir. Ayamama Deresi flora ve fauna yaşam alanı oluşturulması kriteri için uygundur.



Şekil 6.47: Flora ve fauna yaşam alanı

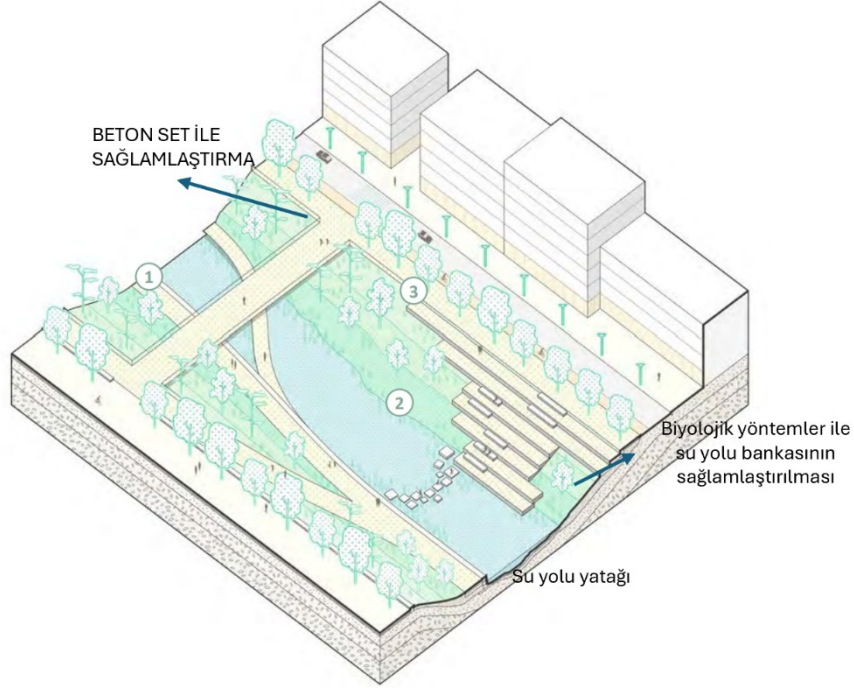
Kaynak: Ermeydan, 2023,



Şekil 6.48: Flora ve fauna yaşam alanı İngiltere ve Amerikadan örnek çalışmalar

Kaynak: Navea, 2014

Biyolojik Yöntemler ile Nehir Banka Stabilizasyonu: Ayamama Deresi şehrin merkezinde kaldığından dolayı banka stabilizasyonu yapılırken çevre yapılaşmalar ile dere yatağı arasında beton ayıraç kullanılarak biyolojik yöntemlerin uygulanması sağlamlık ve güvenilirlik açısından daha uygun bir çözüm olacaktır (Şekil 6.49). Ayamama Deresi banka stabilizasyonu biyolojik yöntemler ile yapılması uygundur.



Şekil 6.49: Su yolu banka stabilizasyonuna biyolojik yöntemlerin dahil edilmesi

Kaynak: World Bank, 2017,

Derenin Yer Altından Çıkarılması: Ayamama Deresinde yol ve köprü geçişleri haricinde menfez kullanılmamıştır. Dolayısıyla dere genişliğinde akışına devam etmektedir. Derenin yer altından çıkarılması kriterini sağlamaktadır.



Şekil 6.50: Ayamama Deresi üzerinde köprüler

Kaynak: Ermeydan, 2023

Tablo 6.3: Ayamama Deresi Ekolojik Çözüm Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu

Ayamama Deresi Ekolojik Çözüm Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu			
		UYGUNDUR	UYGUN DEĞİLDİR
1	Kirli İlk Yağış Sularının Ayrılması		
2	Bitkiler ile Yeşil Koridor Oluşturulması		
3	Sucul Faunanın Hareketinin Sağlanması		
4	Balık Geçişlerinin Sağlanması		
5	Yapay Ekolojik Sistem Oluşturulması		

6	Sulak Alanların Tesisi		
7	Nehrin Kurak Olduğu Dönemler için Su Rezerv Edilmesi		
8	Tortu Taşınması ve Birikmesinin Sağlanması		
9	Menderesli Su Yolu Oluşturulması		
10	Ekolojik Dengenin Sağlanması		
11	Akış Varyansının Arttırılması		
12	Kumsal Oluşturulması		
13	Nehir Yatağında Adalar Oluşturulması		
14	Akışa Kavis Verilerek Ekolojik Katkı Sağlanması		
15	Dinamik Gelişimin Sağlanması		
17	Yağmur Hasadı Yapılması		
18	Flora ve Faunaya Yaşam Alanı Oluşturulması		
19	Biyolojik Yöntemler ile Nehir Banka Stabilizasyonu		
20	Derenin Yer Altından Çıkarılması		

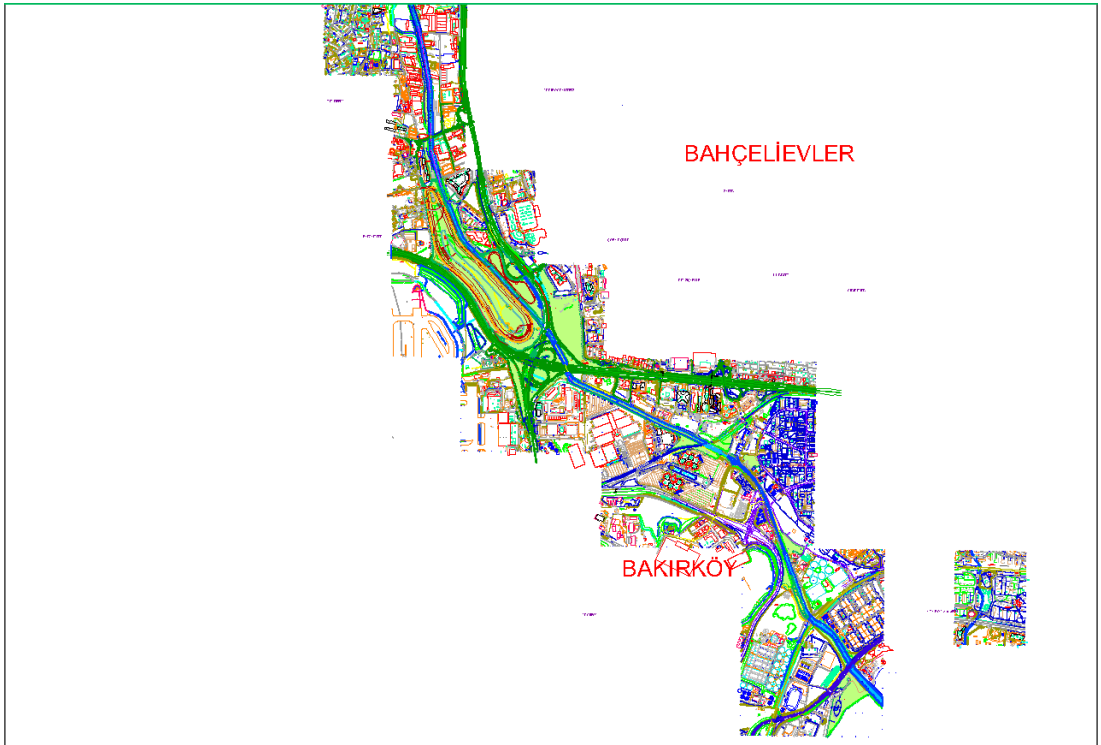
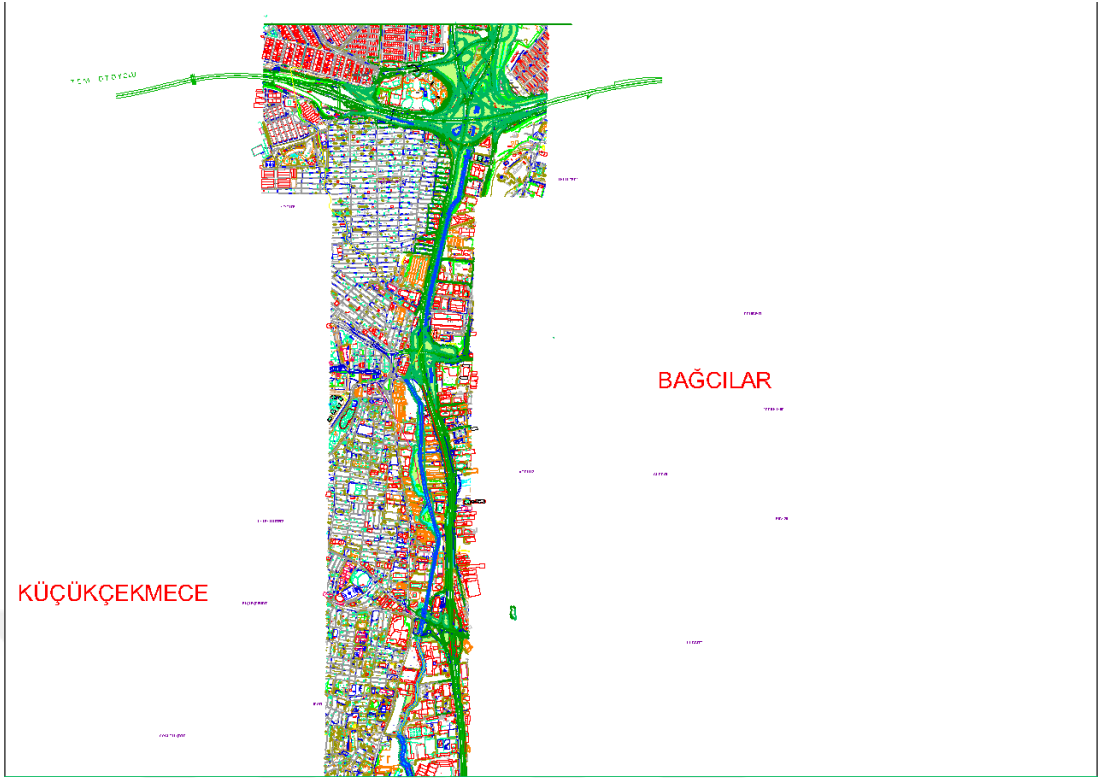
Son dönem planlanarak uygulanan kent içi su yolu örneklerinden çıkarılan 20 ekolojik çözüm yönteminden uygulanmış çözümler Ayamama Deresi üzerinde sınanmıştır. Sınanan çözüm yöntemlerinden kumsal oluşturulması, nehir yatağında adalar oluşturulması ve nehrin dinamik gelişiminin sağlanması dışında 16 çözüm yönteminin Ayamama Deresi için uygulanabilir olduğu tespit edilmiştir.

6.2.3. Kentsel Planlama Çözüm Yöntemlerinin Sınanması

Örnek alınan 17 su yolundan uygulanmış 30 adet kentsel planlama çözümü ortaya çıkarılmıştır. Çözüm yöntemlerinden örnek alınan nehirlerde 4 ve üzerinde olanlar, yani 14 tanesi Ayamama Deresi üzerinde sınanmıştır. Ayamama Deresi, İkitelli Kavşağı-Mansap arası planı Şekil 6. 51'de görülmektedir.



Grafik 6.3: Kentsel Planlama Çözümlerin Uygulanabilirlik Grafiği



Şekil 6.51: Ayama Deresi Mahmutbey Kavşağı-Ataköy Mansap Bölgesi

Kaynak: Ermeydan, 2023

Kamusal Alan Oluşturulması: Ayamama Deresinin çevresinde atıl durumda olan rezerv alanlar kamulaştırılarak derenin rehabilitasyon projesine dahil edilmesi mümkündür (Şekil 6.52) (Şekil 6.53) (Şekil 6.54). Dolayısıyla Ayamama Deresi kamusal alan oluşturulması kriterini sağlamaktadır (Şekil 6.55) (Şekil 6.56) (Şekil 6.57).



Şekil 6.52: Ayamama Dere güzergahı

Kaynak: Ermeydan, 2023,



Şekil 6.53: Ayamama Dere güzergahı

Kaynak: Ermeydan, 2023



Şekil 6.54: Ayamama Dere güzergahı

Kaynak: Ermeydan, 2023



Şekil 6.55: Kamusal alan kazandırılması

Kaynak: “Taichung, Chinese Taipei”, Tarih yok, “Liuchuan Renovations Attract Business, the Rise of Old Taichung City”, t.y



Şekil 6.56: Hafencity’deki kamu kullanım alanlarından görünüm

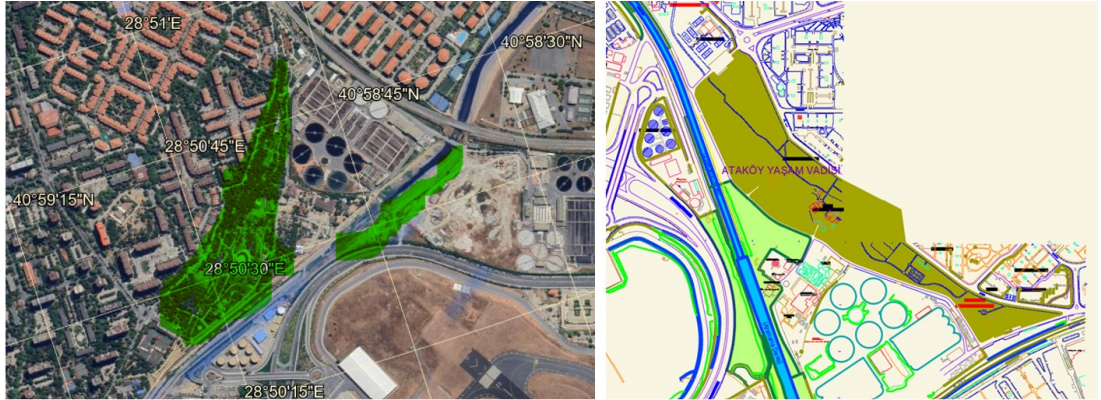
Kaynak: Timur, Tarih yok



Şekil 6.57: Denver içinde South Platte Nehri, Kamusal Alanlar

Kaynak: Newman, 2024

Nehir Kenarının Parklar ile Entegre Edilmesi: Ayamama Deresi mansap bölgesine yakın Ataköy konutlarının olduğu bölgede İBB Yaşam Vadisi Proje ismi ile park yapım çalışmaları devam etmektedir (Şekil 6.58). Yapılmakta olan park alanı Ayamama Deresi ile entegre edilebilir durumdadır (Şekil 6.59).



Şekil 6.58: Ayamama Deresi mansap kısmına yakın bölge

Kaynak: Google Earth Görüntüsü 17,12,2023



Şekil 6.59: Ataköy Yaşam Vadisi Parkı

Kaynak: Ermeydan, 2023

Şehrin Kamusal Odak Merkezi Olması: Ayamama Deresi 6 ilçeden 28 mahalleden geçen kolları ile 42 km uzunluğunda olan bir deredir. Havza alanı 6 bin hektardan fazladır (Şekil 6.60). Dere kenarları sanayi baskısından kurtarıldığında daha görünür hale gelecektir. İş yeri merkezleri de uzun dönem planlamalar yapılarak sayıları katlanılabilir sınırlar içine çekilebilir. Ayamama Deresi havzasında E-5 ve Tem otoyol da dere üzerinde önemli bir baskı meydana getirmektedir. E-5 ve Tem Otoyolunu birbirine bağlayan Basın Ekspres yolunun yeraltına alınması planlanıp uygulama yapılabilirse Ayamama Deresi vurgulu şekilde şehrin odak noktalarından birini oluşturacaktır. Şekil 6.61’de şehrin kamusal odak merkezi örneği görülmektedir.



Şekil 6.60: Ayamama Deresi, Mahmutbey Kavşağı -Ataköy mansap kısmı

Kaynak: Google Earth Görüntüsü (17.12.2023)

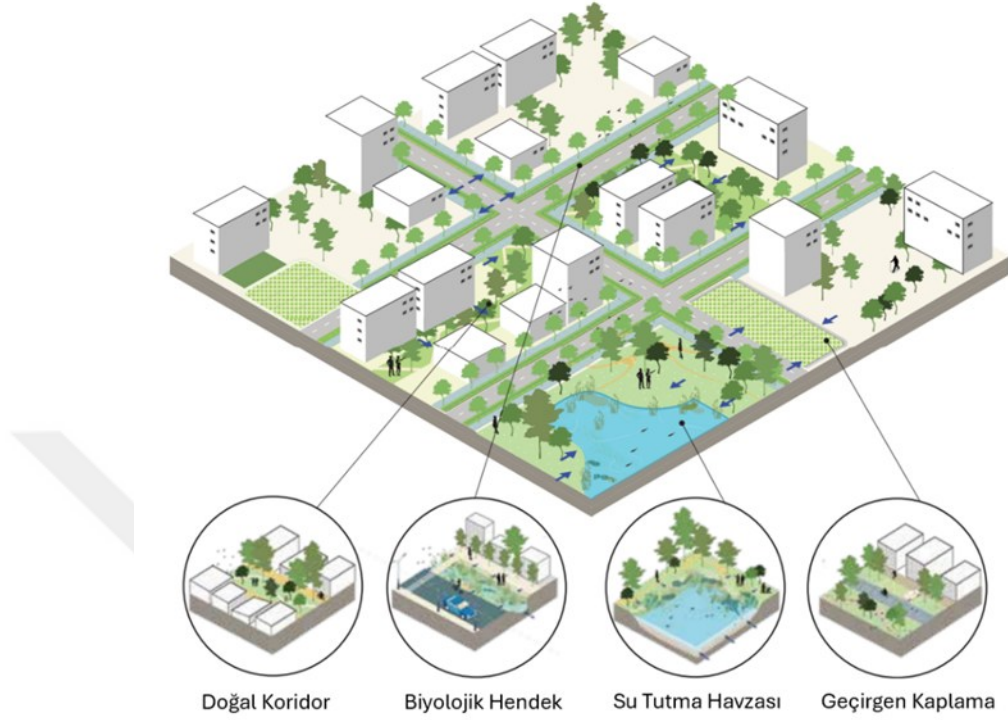


Şekil 6.61: Saw ill River, Yonkers, New York, Amerika

Kaynak: <http://americanrivers.org/DaylightingReport> (08.12.2024)

Nehrin Geri Kazanımı: Ayamama Deresi havzası aşırı yapılaşmıştır. Havzanın akifer dengesi bozulmuştur. Dere yağış sularının deşarj edildiği kanala dönüşmüştür. Ancak havza içindeki yeşil alanlar yağmur bahçeleri, şevlerin alt noktaları hendekler

şeklinde, yapı alanları çatı bahçesi gibi havzaya yağın yağmurun yüzeysel akış miktarı düşürülürse Ayamama Deresinin geri kazanımı mümkündür (Şekil 6.62).



Şekil 6.62: Nehir Havzası çalışmaları

Kaynak: Le ve Petit, 2022

Dere yatağının iki tarafında yeşil koridor oluşturulması da Ayamama Deresinin geri kazanımı için önemlidir. Dolayısıyla nehrin geri kazanımı kriteri uygulanabilir bir kriterdir.

Nehir Bankalarının Geri Kazanımı: Ayamama Deresi yatağı 2009 yılında yaşanan sel felaketinden sonra akış debisinin artırılması amacıyla genişletilmiş ve derinleştirilmiştir. Dere yatağının her iki kenarında prekast bloklar ile setler yapılmıştır (Şekil 6.63). Dere yatağının her iki tarafında rezerv alanlar kalmıştır. Nehir bankalarının olmadığı kısımlarda mevcuttur (Şekil 6.64). Bu rezerv alanlar dere bankalarının geri kazanımı için kullanılabilir durumdadır. Nehir bankaları özel arıtıcı bitkiler ile dizayn edilebilir. Yağış anında yüzeysel sular nehir bankalarına yönlendirilerek temizlendikten sonra dere yatağına deşarj edilmesi sağlanabilir (Şekil 6.65). Böylece nehir bankaları birçok amaç için kullanılmış olur. Ayamama Deresi için nehir bankalarının geri kazanımı kriteri uygulanabilir durumdadır. Şekil 6.66'da kazanılmış nehir bankaları örneği görülmektedir.



Şekil 6.63: Mahmut Bey Kavşağı tarafı

Kaynak: Ermeydan, 2023



Şekil 6.64: Dere kenarı rezerv alanların olmadığı bölümler

Kaynak: Ermeydan, 2023



Şekil 6.65: Ayamama Dere bankalarından görüşler

Kaynak: Ermeydan, 2023



Şekil 6.66: Kazanılmış nehir bankaları örneği

Kaynak: The Healthy River Corridor Study, Williams ve diğerleri, 2018

Mahalle Bağlantılarının Kurulması: Ayamama Deresi ile güncel durumda mahalle bağlantı noktası bulunmamaktadır. Ancak yeni bir planlama ile mahalle bağlantıları kurulabilir. Ataköy bölgesinde bulunan siteler ile Ayamama Deresi arasında bağlantı kurulabilir (Şekil 6.67). Mahalle bağlantılarının uygulanması kriteri uygulanabilir durumdadır.



Şekil 6.67: Ataköy siteler bölgesi

Kaynak: Ermeydan, 2023

Nehrin Bisiklet ve Koşu Parkuruna Entegre Edilmesi: Su yolları yürüyüş, koşu ve bisiklet parkurları topografyaları açısından ideal mekanlardır. Ayamama deresi analiz edildiğinde Bakırköy Sahil yolu ile gerekli düzenlemeler yapılarak dere kenarlarına entegre edilebilir. Ataköy konutları ile de derenin bir kısmının entegrasyonu yapılabilir durumdadır (Şekil 6.68). Ayamama deresinin tamamının şehrin bisiklet ve koşu parkurları ile entegre edilmesi için yeni planlamalar yapılması gereklidir. Nehir bisiklet ve koşu parkuruna entegre edilmesi kriteri uygulanabilir durumdadır.



Şekil 6.68: İBB'nin yaşam vadisi parkından görünüş

Kaynak: Ermeydan, 2023

Sel Anında Güvenlik Tedbirlerinin Bulunması: Sel tehlikesi olduğu zaman gerekli güvenlik tedbirlerinin alınması çalışması İSKİ tarafından yapılmaktadır. Dolayısıyla uygun bir kriterdir.

Taşkın Ovasının Rekreasyon Alanı Olarak Geri Kazanılması: Ayamama Deresinde Çobançeşme Kavşağının olduğu kısımda 300.000 m²'lik taşkın ovası vardır. İBB Park ve Bahçeler Daire Başkanlığı tarafından Yaşam Vadisi adı ile rekreasyon alanı olarak planlanmıştır (Şekil 6.69). İBB'nin tamamladığı Ataköy Yaşam Vadisinin bir kısmı da taşkın ovasında kalmaktadır. Dolayısıyla bu kriter uygulanabilir bir kriterdir.



Şekil 6.69: Taşkın ovasında kalan Çobançeşme Kavşağı

Kaynak: Ermeydan, 2023, Google Earth görüntüsü (10,12,2024)

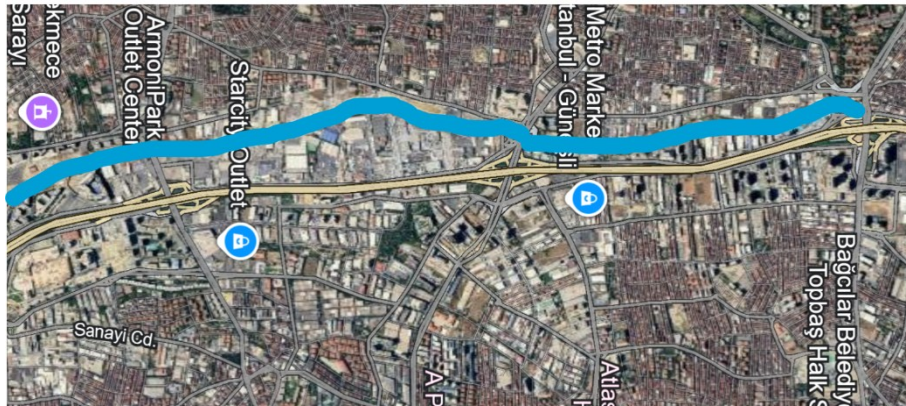
Optimal Alan Kullanımı: Ayamama Deresi kamusal alan olarak ele alındığında, dere yatağı havzası ile projelendirilirse, optimum alan kullanımı sağlanmış olur. Derenin havza kullanım şekli değişmiş, geçirimsiz alan miktarı %68 ini bulmuştur. Taşkın yatakları da ticaret ve iş merkezleri olarak kullanıldığından dolayı derenin yapay olarak oluşturulmuş yatağı aynı zamanda taşkın alanı görevi görmektedir. Dere kesiti 40 m genişliğe kadar çıkmaktadır. Derenin kesit yüzeyi beton plaklar ile kaplanmıştır. Yağışların olmadığı yaz döneminde gri beton yüzeyler ısı adası etkisi oluşturmaktadır (Şekil 6.670). Ayamama Deresi havzası ile yeniden planlandığında optimal alan kullanım kriteri için uygun olacaktır.



Şekil 6.70: Yağışsız dönemde Ayamama Deresinin görünüşü

Kaynak: Google Earth, 2023

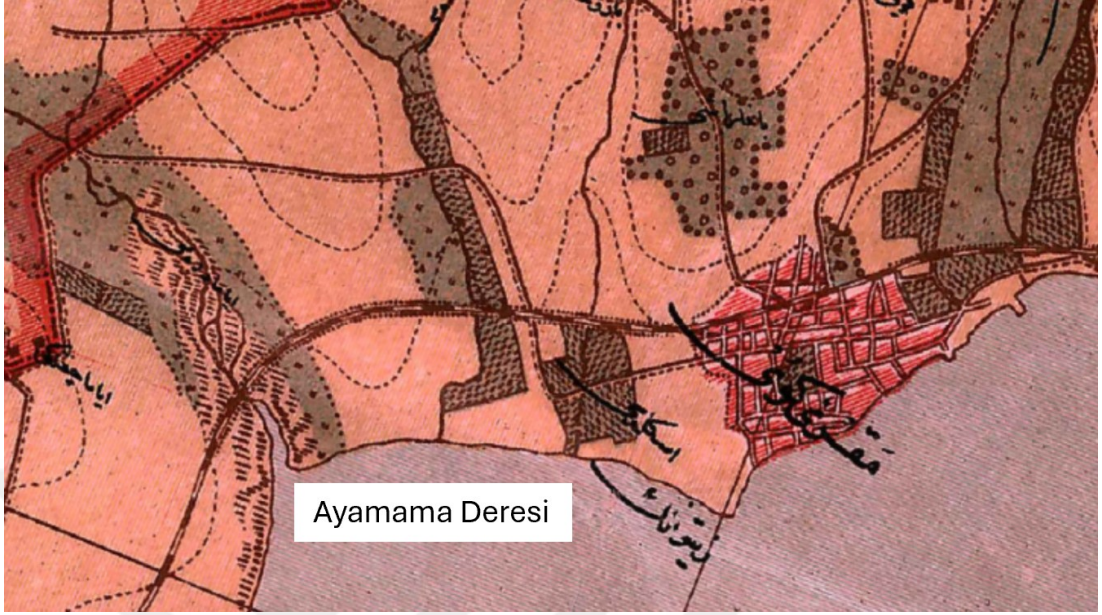
Nehrin Çevresindeki Yollar ile Bağlanması: Ayamama Deresi İkitelli Kavşağından denize döküldüğü mansap kısmına kadar incelendiğinde İkitelli Kavşağından sonraki kavşak olan Halkalı Kavşağına kadar yeni planlama yapılarak nehrin çevresindeki yollar ile bağlantısı kurulabilecek durumdadır (Şekil 6.71).



Şekil 6.71: Ayamama Deresi Halkalı Kavşağı-Çobançeşme Kavşağı arası

Kaynak: Google Earth görüntüsü, 2023

Eski Kullanım Alanının Geri Kazanılması: Ayamama deresi çevresi Osmanlı döneminde sebze ve meyve bahçeleri olarak kullanılmıştır (Şekil 6.72).



Şekil 6.72: Tarihi Ayamama Deresi, (11.12.2024)

Kaynak: “Eskiharita.istanbul”, Tarih yok

Dere havzası TEM otoyolu ve Basın Ekspres bağlantı yolunun yapımı yerleşim ve sanayi alanlarının oluşum sürecini hızlandırmıştır. 1980 yılından itibaren dere havzasında geçirimli ve geçirimsiz alanlar hızlı bir şekilde yer değiştirmiştir. Derenin taşkın alanları dahi işgal edilmiştir. Dolayısıyla Ayamama Deresi için eski kullanım alanlarının kazanılması kriterinin tam olarak uygulanması mümkün değildir (Şekil 6.73).



Şekil 6.73: Ayamama deresi çevresi kullanım şekilleri

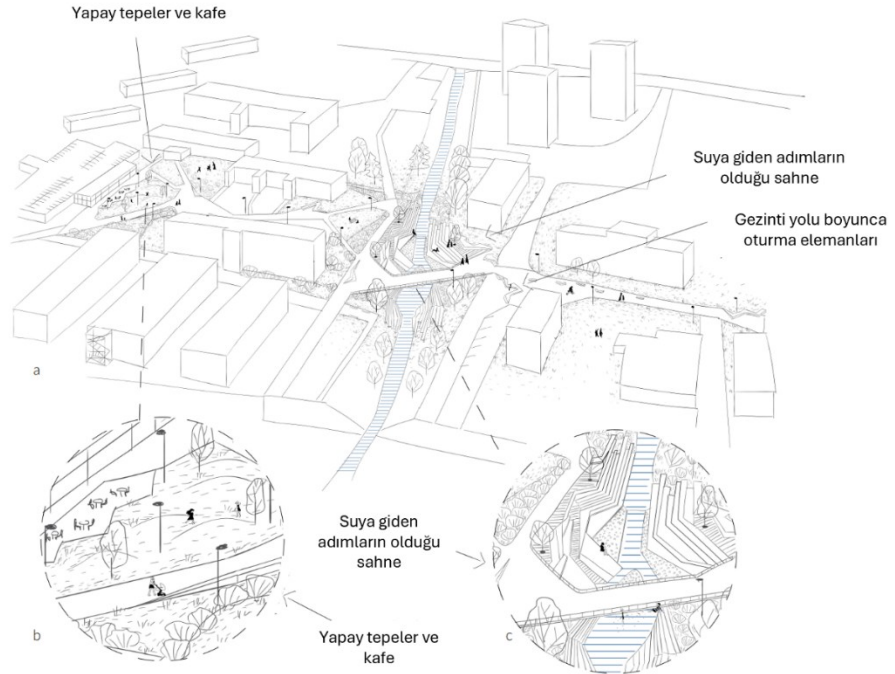
Kaynak: Ermeydan, 2023

Erişilmez Olan Nehre Erişim Noktaları Sağlanması: Ayamama deresinde şu an suya erişim noktaları bulunmamaktadır. Derenin iyileştirilmesi ve yeniden canlandırılması için yeni planlama çalışmaları ile dereye erişim noktaları açılabilir. Şekil 6.74 ve Şekil 6.75’de Velenje’deki Paka Nehrinde suya ulaşımın nasıl çözümlendiği görülmektedir. Amfitiyatro suya erişim noktasında dizayn edilmiştir.



Şekil 6.74: Velenje'deki Paka Nehri'ndeki 'amfitiyatro'

Kaynak: Kuhlmann ve diğerleri, tarih yok



Şekil 6.75: Suya erişim sağlayan Velenje Gezi Yolu'nun tasarım konsepti

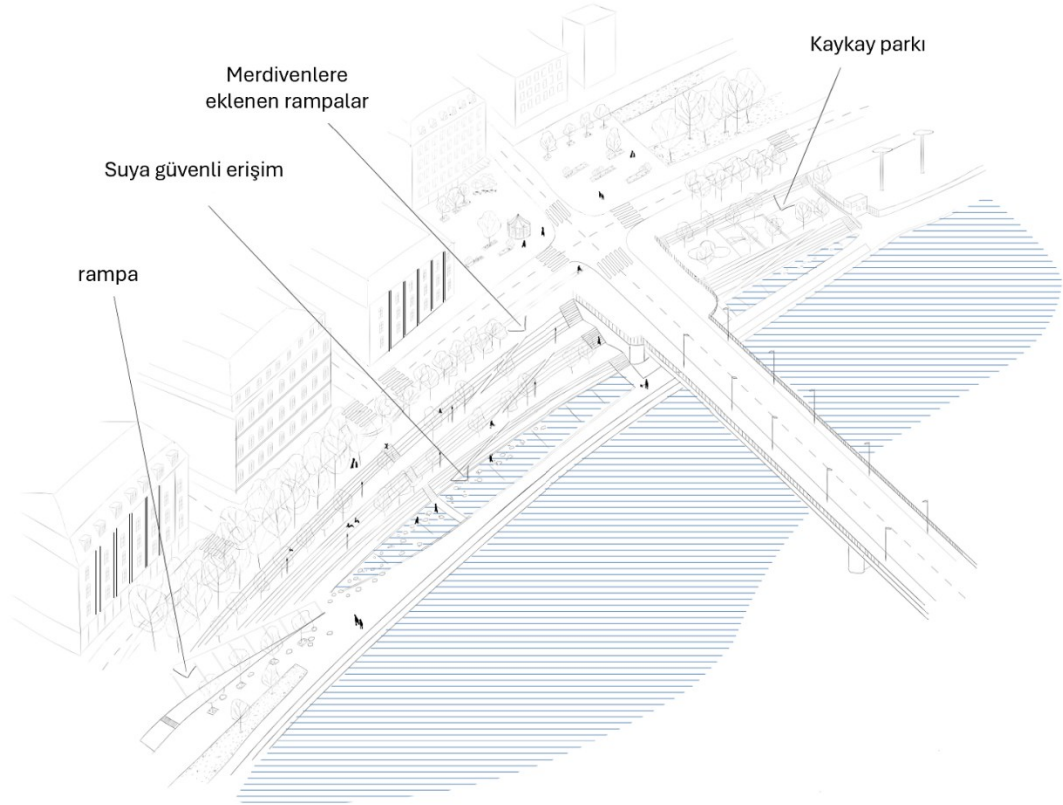
Kaynak: Kuhlmann ve diğerleri, tarih yok

Şekil 6.76 ve Şekil 6.77’de Rhone nehri suya erişim noktası fotoğrafı ve planı görülmektedir.



Şekil 6.76: Rhone nehri suya erişim noktası fotoğraf

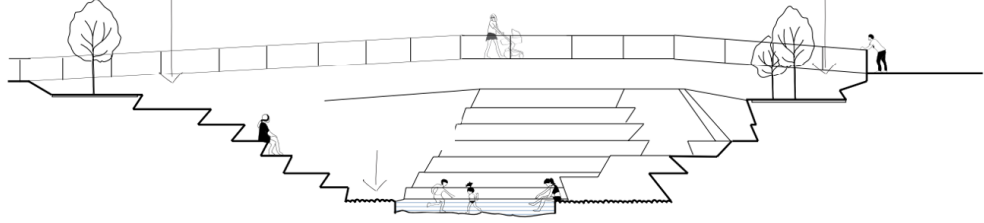
Kaynak: Kuhlmann ve diğerleri, tarih yok



Şekil 6.77: Rhone nehri suya erişim noktası plan görünüşü

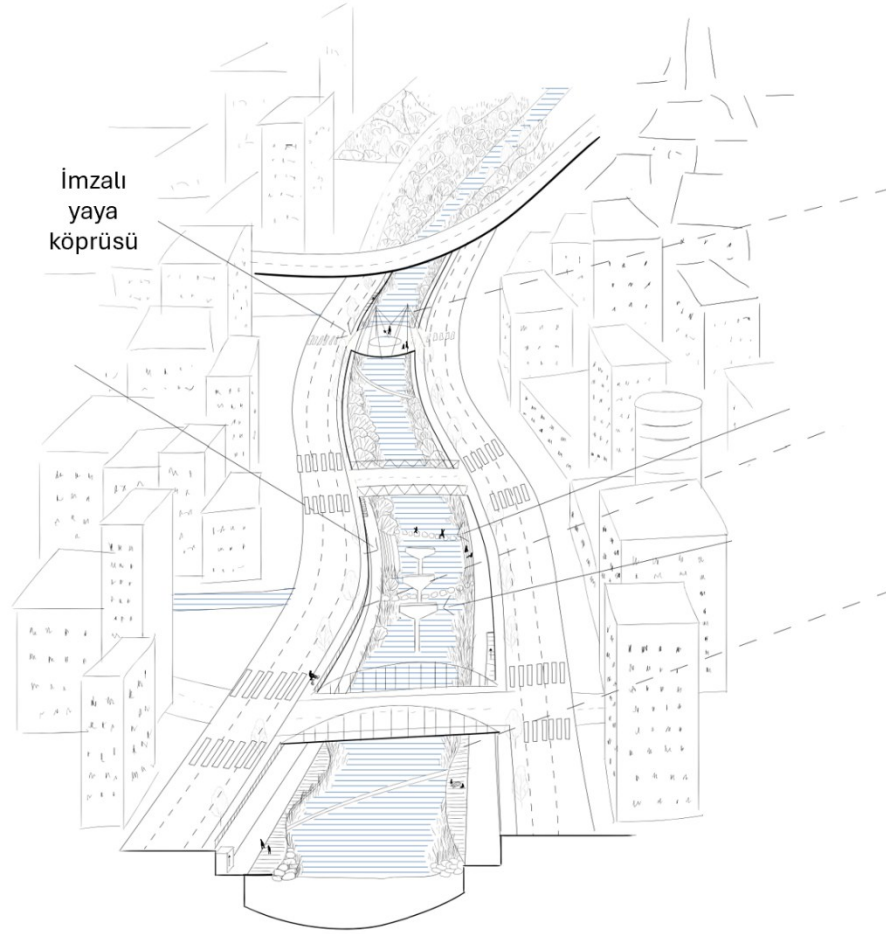
Kaynak: Kuhlmann ve diğerleri, tarih yok

Mahalle Bağlantılarının Köprüler ile Sağlanması: Ayamama deresi ve çevresinin tekrar planlanması ile derenin iki tarafını birbirine bağlayan yaya köprüleri planlanabilir. Şekil 6.78’de Paka Nehri yaya köprüsü kesiti görülmektedir. Şekil 6.79’da Cheonggyecheon Nehri üzerinde özel yaya köprüsü görülmektedir.



Şekil 6.78: Velenje'deki Paka Nehri yaya köprüsü

Kaynak: Kuhlmann ve diğerleri, tarih yok



Şekil 6.79: Cheonggyecheon Nehri özel yaya köprüsü

Kaynak: Kuhlmann ve diğerleri, tarih yok

Tablo 6.4:Ayamama Deresi Kentsel Planlama Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu

Tablo 6.4: Ayamama Deresi Kentsel Planlama Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu			
		UYGUNDUR	UYGUN DEĞİLDİR
1	Kamusal Alan Oluşturulması		
2	Nehir Kenarı Parklar ile Entegre Edilmesi		
3	Şehrin Kamusal Odak Merkezi Olması		
4	Nehrin Geri Kazanımı		
5	Nehir Bankalarının Geri Kazanımı		
6	Mahalle Bağlantılarının Kurulması		
7	Nehrin Bisiklet ve Koşu Parkuruna Entegre Edilmesi		
8	Sel Anında Güvenlik Tedbirlerinin Bulunması		
9	Taşkın Ovasının Rekreasyon Alanı Olarak Geri Kazanılması		
10	Optimal Alan Kullanımı		
11	Nehrin Çevresindeki Yollar ile Bağlanması		
12	Eski Kullanım Alanının Geri Kazanılması		
13	Erişilmez Olan Nehre Erişim Noktaları Sağlanması		
14	Mahalle Bağlantılarının Köprüler ile Sağlanması		

Son dönem planlanarak uygulanan kent içi su yolu örneklerinden çıkarılan 30 kentsel planlama çözüm yönteminden en az 4 örnekte uygulanmış çözümler Ayamama Deresi üzerinde sınanmıştır. Sınanan çözüm yöntemlerinden eski kullanım alanının geri kazanılması dışında 13 çözüm yöntemi Ayamama Deresi için uygulanabilir olduğu tespit edilmiştir.

6.2.4. Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözüm Yöntemlerinin Sınanması

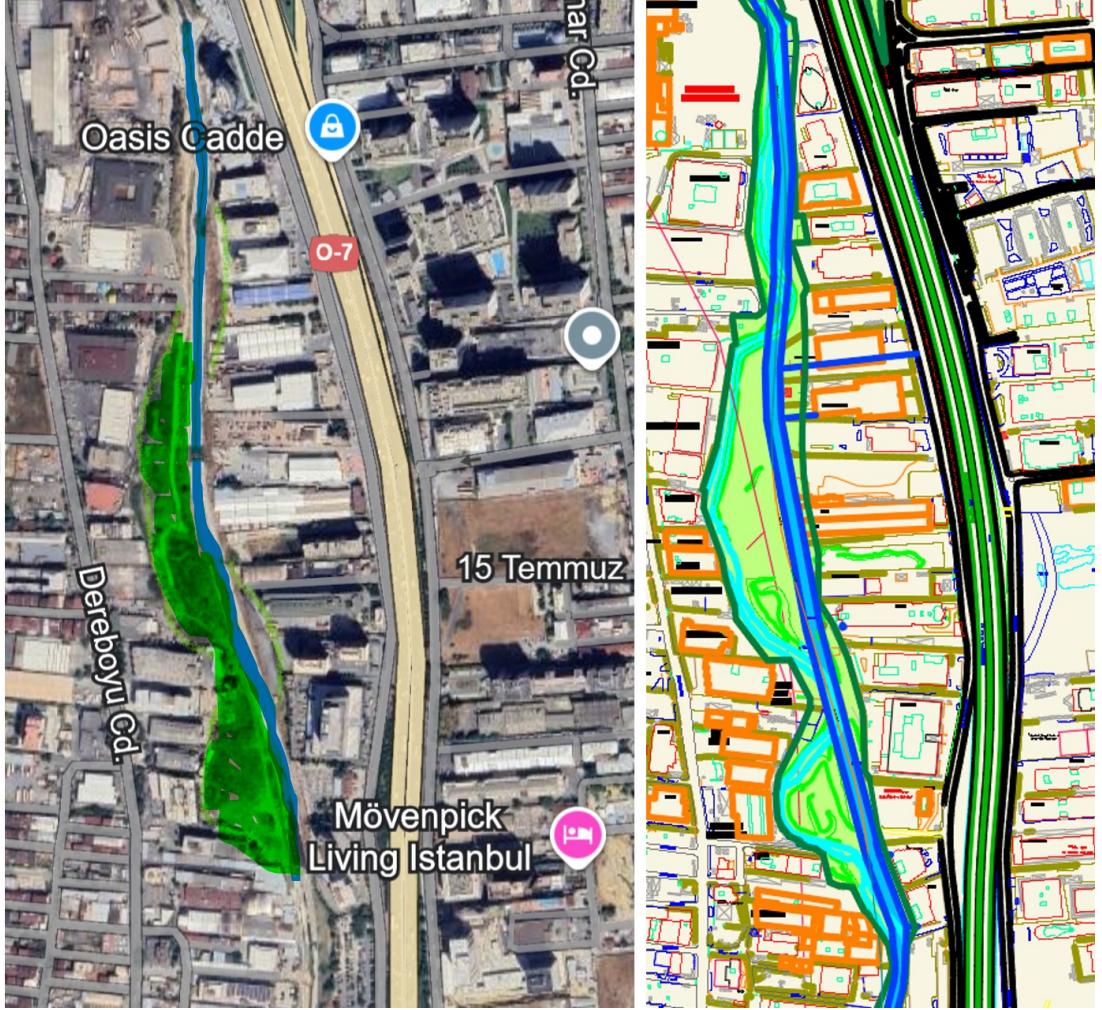
Örnek alınan 17 su yolundan uygulanmış 39 adet mekansal (rekreasyonel) çözüm yöntemi ortaya çıkarılmıştır. Çözüm yöntemlerinden örnek alınan nehirlerde 2 ve üzerinde olanlar, yani 26 tanesi Ayamama Deresi üzerinde sınanmıştır.



Grafik 6.4: Mekansal/Rekreasyonel Planlama Yöntemlerinin Uygulanabilirlik Grafiği

Rekreasyon Alanı Oluşturulması: İkitelli-Mahmutbey Kavşağı ile derenin Ataköy’de denize döküldüğü kısım arasında süreklilik arz etmemek ile beraber noktasal olarak rekreasyon alanı oluşturulabilecek bölgeler bulunmaktadır. Şekil

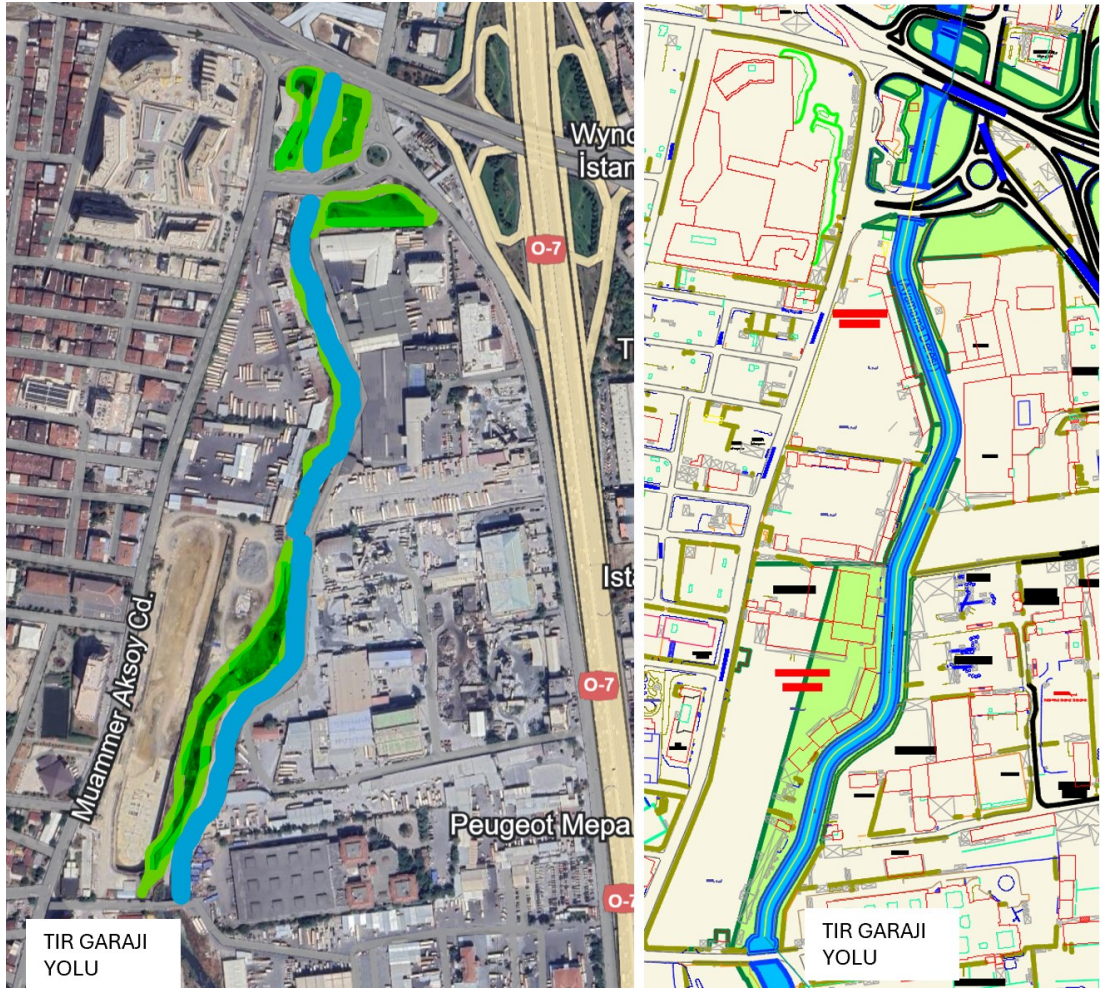
6.80'de görüldüğü gibi Halkalı Kavşağından sonra Çağdaş Isı Şirket binasından Güneşli kavşağına kadar tek taraflı rekreasyon alanı oluşturulabilmektedir.



Şekil 6.80: Rekreasyon alanı 1. Bölge

Kaynak: Google Earth, 2024

Şekil 6.81'de görüldüğü gibi Güneşli Kavşağından itibaren, Tır Garajı yolu arasında kalan boş rezerv alanlar rekreasyon alanı oluşturulması için uygundur.



Şekil 6.81: Rekreasyon alanı 2. Bölge

Kaynak: Google Earth, 2024

Tır Garajı Yolu-Çobançeşme Kavşağı arası 3. Rekreasyon alanı olarak planlanması uygundur (Şekil 6.82). Şekil 6.83’de 3. Bölge rekreasyon alanı oluşturulabilecek bölge görülmektedir.



Şekil 6.82: Küçükçekmece Bölgesi

Kaynak: Ermeydan, 2024



Şekil 6.86: Dünya Ticaret Merkezi bölgesi

Kaynak: Ermeydan, 2024

Bilgi Panoları Yerleştirilmesi: Ayamama Deresi çevresinde oluşturulan rekreasyon alanlarında bilgi panoları dizayn edilerek derenin öncesi ve sonrası hakkında halk bilgilendirilebilir. Yeniden yapılacak planlamalarda bilgi panolarının yerleştirilmesi mümkündür.

Oyun Ekipmanları Yerleştirilmesi: Rekreasyon alanları oluşturulabilecek 4 bölgede de çocuk oyun ekipmanlarının planlanarak yerleştirilmesi uygundur (Şekil 6.87).



Şekil 6.87: River Estates Parkı

Kaynak: “River Estates Park”, Tarih yok

Nehir Habitatlarının Bilgi Sahibi Olacak Şekilde Planlanması: Ayamama Deresi yeşil koridorlar ve rekreasyon alanı bölgelerinin planlama kriterlerinde nehir habitatları (flora ve fauna) konusunda bilgi sahibi olunacak şekilde tasarım yapılması uygundur.

Plaj Oluşturulması: Ayamama Deresi güncel hidrolojik veriler ile plaj oluşturulmasına uygun değildir. Ancak dere ve havzası için radikal planlamalar yapıldığı takdirde uygundur.

Meyve Bahçeleri Kurulması: Ayamama Deresi şehrin merkezinde kalmıştır. Oluşturulan rekreasyon alanlarına lokal meyve bahçeleri kurulması için uygundur.

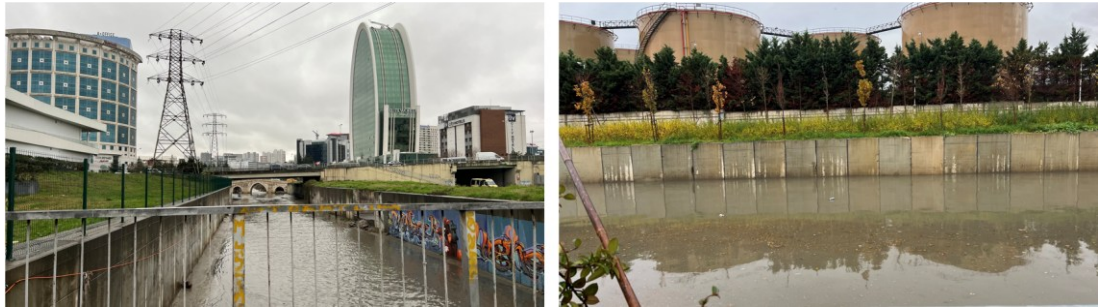
Doğa Parkuru Oluşturulması: Derenin mansap bölgesine yakın olan Çobançeşme bölgesinde kurulacak olan rekreasyon alanına doğa parkurları yapılması için uygundur.

Nehir Setlerinin Şehre Uygun Malzemeler ile Kaplanması: Ayamama Deresinin olduğu bölgede şehir sonradan oluştuğu için nehir setleri de daha modern malzemeler ile kaplanabilir. Mimar Sinan'ın köprülerinin olduğu alanlarda tarihle bağlantı kurulabilir (Şekil 6.88) (Şekil 6.89).



Şekil 6.88: Ayamama Deresi kenarlarında yer alan yeni yapılar

Kaynak: Ermeydan, 2024



Şekil 6.89: Nehir bankaları güncel durum

Kaynak: Ermeydan, 2024

Şekil 6.90’de güncel su yolları iyileştirilmesi, yeniden planlanması çalışmalarında nehir bankaları kaplama örnekleri görülmektedir.



Şekil 6.90: Nehir bankaları kaplama örnekleri

Kaynak: Guidelines on Design for Revitalisation of River Channel, 2021, Kuhlmann ve diğerleri, 2021

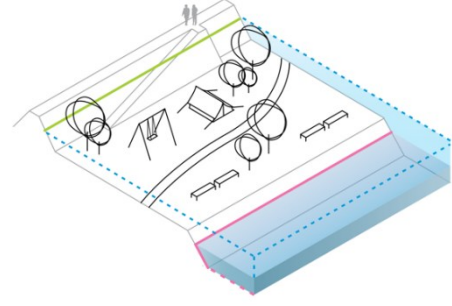
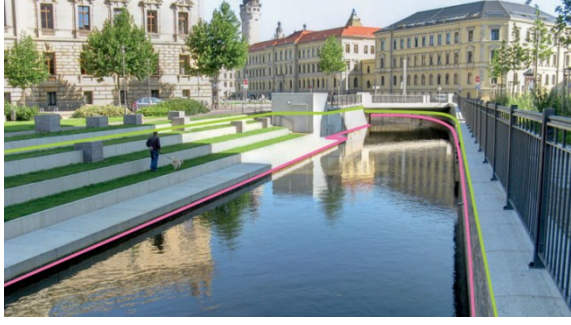
Nehir Bankasının Kullanıma Açılması: Ayamama deresi kenar banka alanları kullanıma açılacak şekilde planlama kriterlerine uygundur. Pasif kullanım ile aktif kullanım bütünleştirilebilir (Şekil 6.91).



Şekil 6.91: Nehir bankalarından görüşler

Kaynak: Ermeydan, 2023

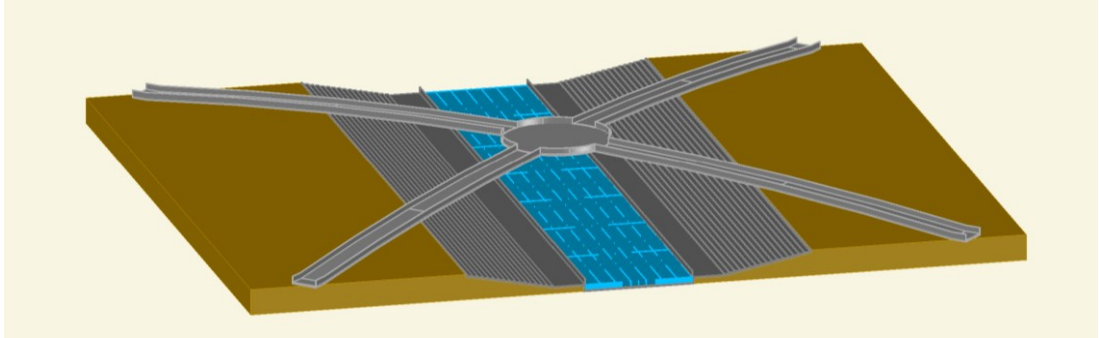
Şekil 6.92’nehir banka kullanım örnekleri görülmektedir. 1. örnekte nehir bankası teras şeklinde tasarlanmış, 2. Örnekte ise oturma grupları, çocuk oyun ekipmanları yerleştirilmiştir.



Şekil 6.92: Nehir banka kullanım örnekleri

Kaynak: Promisky ve diğerleri, 2017

Seyir Terasları ve Balkonları Oluşturulması: İkitelli- Mahmutbey kavşağı Ataköy’de denize döküldüğü bölge arası yaklaşık 15 km lik kısımda kot farkı 33 metredir. Boyuna eğim %0,202 civarında seyretmektedir. Derenin iki tarafı yayalar için özel bağlanan yaya köprüleri ve seyir terasları işlevi verilerek planlanabilir. Nehir bankaları seyir terası şeklinde tasarlanarak seyir teraslarının oluşturulması kriteri uygulanabilir (Şekil 6.93) (Şekil 6.94) (Şekil 6.95).



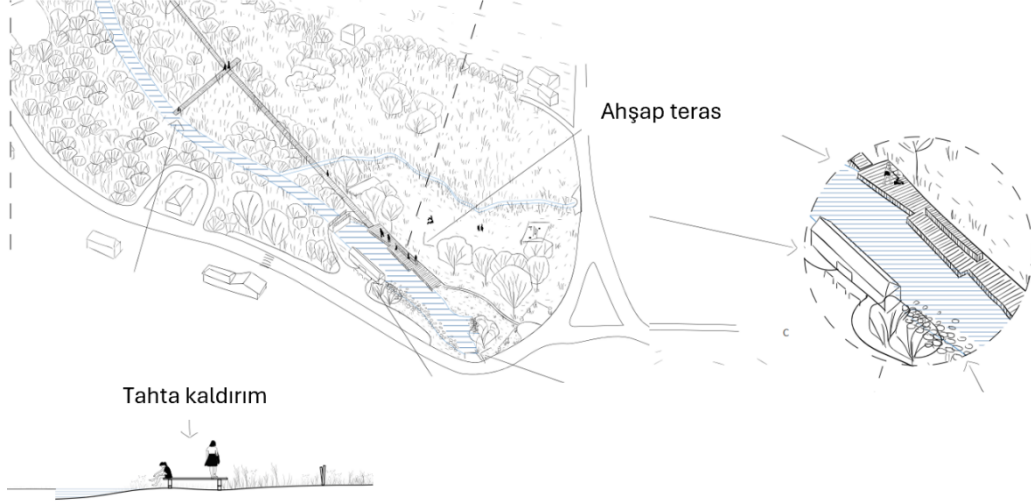
Şekil 6.93: Seyir terası oluşturma yöntemleri

Kaynak: Ermeydan, 2024



Şekil 6.94: Seyir terası oluşturma yöntemleri

Kaynak: BDP. Ideas



Şekil 6.95: Seyir terası örnek çizim

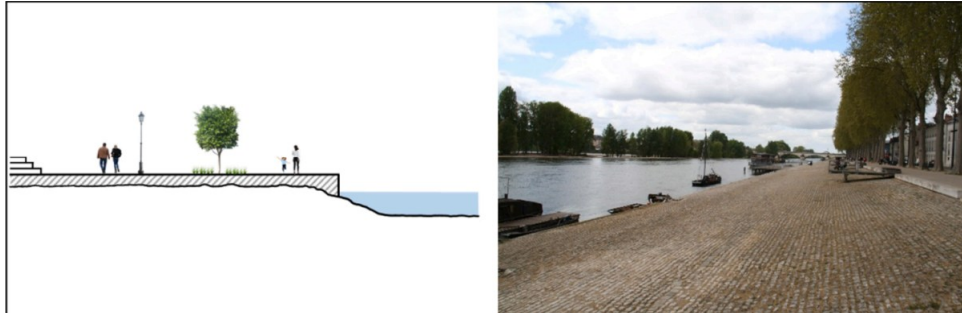
Kaynak: Kuhlmann ve diğerleri, 2021

Spor Alanları Yapılması: Ayamama deresi kenarında oluşturulabilecek rekreasyon alanlarında spor alanları tasarlanması uygundur.

Dinlenme Tesisleri Yapılması: Rekreasyon alanlarının kullanımı sırasında asgari ihtiyaçların giderilebileceği dinlenme tesisleri planlanabilir. Ayamama Deresi şehrin merkezinde kaldığından dolayı dinlenme tesislerinin yapılması minimumda çözülebilir

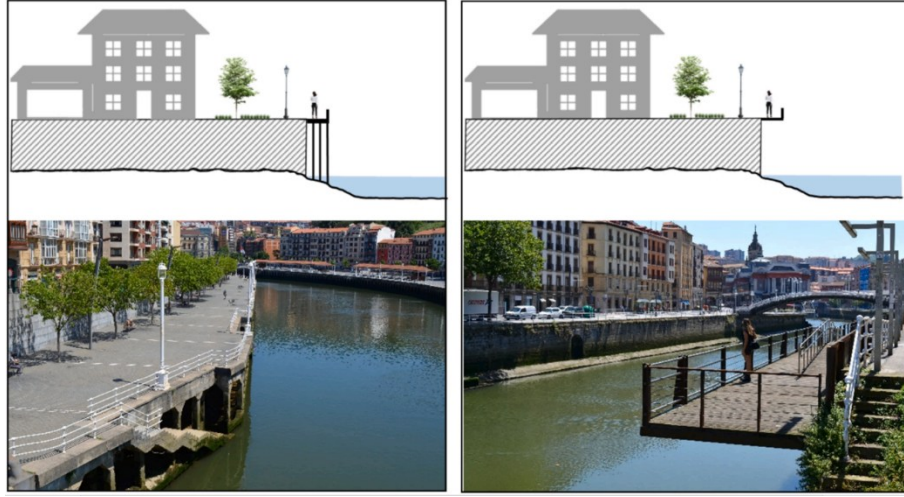
Fitness Alanları Yapılması: Rekreasyon alanlarında yürüyüş ve bisiklet parkurlarında belirli meafelerde planlanması uygundur.

Seyir Balkonları Oluşturulması: Su yolu yatağı üzerinde seyir balkonları tasarlanması kriteri Ayamama Deresi için uygundur (Şekil 6.96). Şekil 6.97’de Fransa, Orleans’taki Loria Nehri seyir balkonları görülmektedir. Şekil 6.94’de seyir balkonu olarak da kullanılacak gezinti yolu planı görülmektedir.



Şekil 6.96: Fransa, Orleans'taki Loire Nehri

Kaynak: Duran ' Vian ve diğerleri, 2021



Şekil 6.97: Bilboa gezinti yolu örneği

Kaynak: Duran ' Vian ve diğerleri, 2021

Deşarj Noktalarının Görsel Tasarıma Uygun Planlanması: Ayamama Deresi üzerinde deşarj noktaları görsel tasarıma uygun yapılmamıştır. Görsel ve işlevsel olacak şekilde tekrar tasarlanabilir.

Seyir Balkonlarının Mimari Obje Şeklinde Planlanması: Seyir balkonları şehre estetik ve görsel olarak da hizmet edecek şekilde tasarlanabilir.

Su Hareketleri ve Oyunlarının Planlanması: Dere yatağı ve rekreasyon alanlarında hareketli su ve su oyunları planlanması uygundur (6.98).



Şekil 6.98: Su hareket ve oyunları

Kaynak: REURIS (Revitalization of Urban River Spaces) Bender ve diğerleri, 2012

Kent Mobilyalarının Kullanılması: Ayamama Deresi yeşil kuşakta, tampon bölgelerde ve dere çevresi oluşturulan rekreasyon alanlarında kent mobilyalarının kullanılması uygundur (Şekil 6.99).



Şekil 6.99: Kent mobilyaları

Kaynak: ELKHART RIVER DISTRICT IMPLEMENTATION PLAN, 2018

Suya Dayanıklı Kent Mobilyalarının Kullanılması: Ayamama Deresi Çobançeşme Kavşağı bölgesinde tasarımı yapılacak rekreasyon alanı, aynı zamanda geçici su tutma alanı olarak da işlev verilerek planlanabilir. Bu alanda kullanılan kent mobilyaları su altında kalmaya dirençli olacak şekilde seçilebilir.

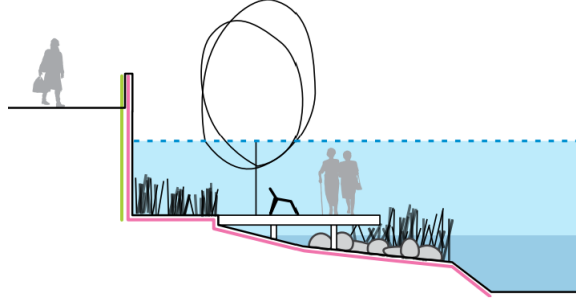
Mesela en iyi suya dayanıklı ahşap türleri İroko, Meşe, Batı Kırmızı Sedir, Kiraz, Akçaağaç ve ısıl işlem görmüş ahşaplar, mükemmel boyutsal stabiliteye ve nem karşısında büzölmeye ve bükölmeye karşı yüksek dirence sahip ahşaplardan sadece birkaçıdır. Performanslarını en üst düzeye çıkarmak için bu ahşaplara ayrıca bir dolgu macunu uygulanabilmektedir (“The Best Waterproof & Rot Resistant Woods (& Finishes to Apply”, 2022) (Şekil 6.100).



Şekil 6.100: Dayanıklı kent mobilyaları örnek

Kaynak: “The Best Waterproof & Rot Resistant Woods (& Finishes to Apply”, 2022

Şekil 6.101 ve Şekil 6.102’de Seine nehrinin 2009 yılında 50 yılda bir görülen sel olaylarından korunulması ve nehre erişimin sağlanması amacıyla yapılan uygulamanın kesiti ve uygulama fotoğrafı görülmektedir. Suyu dayanıklı kent mobilyaları görülmektedir.



Şekil 6.101: Seine Nehri şematik kesit

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

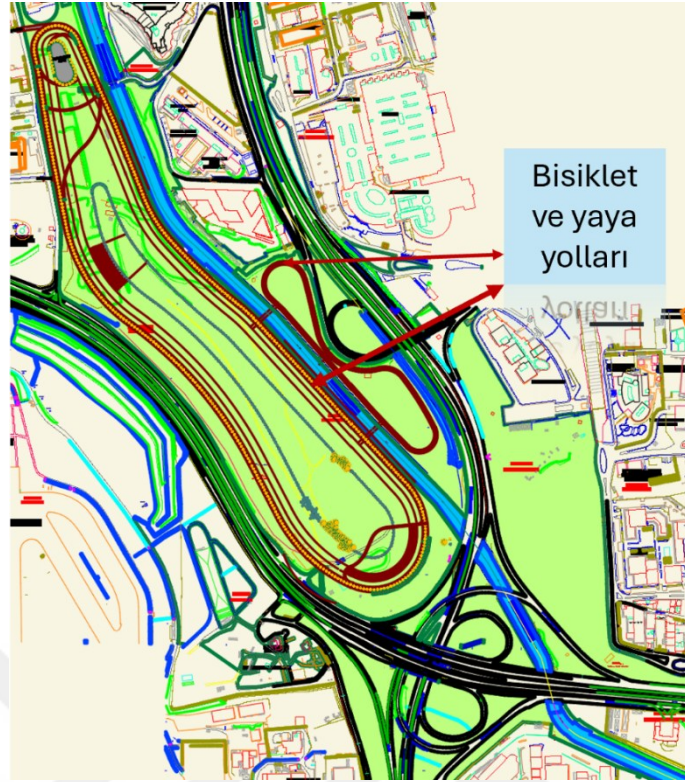


Şekil 6.102: Seine Nehri kenarında kent mobilyaları

Kaynak: Prominski ve diğerleri, 2017

Parkın Bitki Materyalinin Çeşitli ve Zengin Olması: Ayamama Deresi çevresinde yeşil alanların planlamasında bitkisel materyal kullanımı için oldukça uygundur.

Yaya ve Bisiklet Yollarının Yapılması: Ayamama Deresinin çevresinde kısmi olarak bisiklet ve yürüyüş parkuru planlanabilecek durumdadır (Şekil 6.103).



Şekil 6.103: Ayamama Deresi Çobançeşme mevkii rekreasyon alanı

Kaynak: Ermeydan, 2024

Köprüler ile Bağlantı Sağlanması: Derenin karşılıklı iki tarafında rekreasyon alanı oluşturulabilecek bölgelerinde köprüler ile yeşil alanlar arasında bağlantı yapılması mümkündür (Şekil 6.104).



Şekil 6.104: Köprü ile bağlantı

Kaynak: “San Antonio River Walk Extension Project”, 2009

Su Odaklı Mekân Oluşturulması: Ayamama Deresi çevresinde su odaklı mekanlar oluşturulabilir. Su yolu yatağı erişilebilir konuma getirilebilir.

Balık Tutma Alanlarının Planlanması: Balık tutma alanı olarak derenin Ayamama deresinin mansap bölgesi olan Marmara denizi kıyılarında planlanabilir (Şekil 6.105).



Şekil 6.105: Balık tutma alanları (15.12.2024)

Kaynak: “PRESS RELEASE”, 2020

Rekreasyon Alanının Gece de Kullanılabilmesi: Ayamama deresi Çobançeşme kavşağı civarında 377.000 metrekarelik alan rekreasyon alanı olarak planlanabilir durumdadır. Gece kullanım içinde aydınlatılması ile uygun bir kriterdir (Şekil 6.106).



Şekil 6.106: Rekreasyon alanı gece kullanım (16.12.2024)

Kaynak: Manish, Tarih yok

Tablo 6.5: Ayamama Deresi Mekânsal/Rekreasyonel Planlama Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu

Tablo 6.5: Ayamama Deresi Mekânsal/Rekreasyonel Planlama Kriterleri Uygulanabilirlik Tablosu			
		UYGUNDUR	UYGUN DEĞİLDİR
1	Rekreasyon Alanı Oluşturulması		
2	Bilgi Panoları Yerleştirilmesi		
3	Oyun Ekipmanları Yerleştirilmesi		
4	Nehir Habitatlarının Bilgi Sahibi Olacak Şekilde Planlanması		
5	Plaj Oluşturulması		
6	Meyve Bahçeleri Kurulması		
7	Doğa Parkuru Oluşturulması		
8	Nehir Setlerinin Şehre Uygun Malzemeler ile Kaplanması		
9	Nehir Bankasının Kullanıma Açılması		
10	Seyir Teraslarının Oluşturulması		
11	Spor Alanları Yapılması		
12	Köpek Gezi Alanları Yapılması		
13	Dinlenme Tesisleri Yapılması		
14	Fitness Alanları Yapılması		
15	Seyir Balkonları Oluşturulması		
16	Deşarj Noktalarının Görsel Tasarıma Uygun Planlanması		
17	Seyir Balkonlarının Mimari Obje Şeklinde Planlanması		
18	Su Hareketleri ve Oyunlarının Planlanması		
19	Kent Mobilyalarının Kullanılması		
20	Kent Mobilyalarının Suyu Dayanıklı Tasarlanması		
21	Parkın Bitki Materyalinin Çeşitli ve Zengin Olması		
22	Yaya ve Bisiklet Yollarının Yapılması		
23	Köprüler ile Bağlantı Sağlanması		
24	Su Odaklı Mekân Oluşturulması		
25	Balık Tutma Alanlarının Planlanması		
26	Rekreasyon Alanının Gece de Kullanılabilmesi		

Son dönem planlanarak uygulanan kent içi su yolu örneklerinden çıkarılan 39 rekeasyonel/mekansal planlama çözüm yönteminden en az 2 örnekte uygulanmış çözümler Ayamama Deresi üzerinde sınanmıştır. Sınanan 26 çözüm yönteminin tamamının Ayamama Deresi için uygulanabilir olduğu tespit edilmiştir.

6.3 Modelin Oluşturulması

Tasarım kriterleri oluşturulma aşamasında kentsel su havzalarının demografik yapısı ve verileri alınmış kriterlerin elde edilmesinde nüfus yoğunluğu arka planda değerlendirilmiş, ancak demografik verilerin kendisi başka bir planlama çalışmasına evrildiğinden kullanılmamıştır.

6.3.1. Hidrolojik Çözüm Kriterleri

Son dönem güncel çözüm yöntemleri ile planlanarak uygulanan kentsel su yollarından elde edilen çözümler Ayamama Deresi üzerinde sınanarak modelin Hidrolojik Çözüm kriterleri oluşturulmuştur (Tablo 6.8).

Tablo 6.6: Modelin Hidrolojik Çözüm Kriterleri

	ÖRNEK SU YOLLARI UYGULAMALARINDAN ELDE EDİLEN HİDROLOJİK ÇÖZÜMLER		AYAMAMA DERESİNDE SINANAN HİDROLOJİK ÇÖZÜMLER		AYAMAMA DERESİNDE SINAMA SONUCU ELDE EDİLEN HİDROLOJİK ÇÖZÜMLER
1	Fazla Suyun Yönlendirilmesi	1	Fazla Suyun Yönlendirilmesi	1	Fazla Suyun Yönlendirilmesi
2	Su Tutma Alanları	2	Su Tutma Alanları	2	Su Tutma Alanları
3	Su Tutma Alanının Çevre Alanların Yağış Sularını Toplaması	3	Su Tutma Alanının Çevre Alanların Yağış Sularını Toplaması	3	Su Tutma Alanının Çevre Alanların Yağış Sularını Toplaması
4	Çamur Birikiminin Önlenmesi	4	Çamur Birikiminin Önlenmesi	4	Çamur Birikiminin Önlenmesi
5	Bentlerin Kaldırılması	5	Bentlerin Kaldırılması	5	Bentlerin Kaldırılması
6	Setlerin Kaldırılması	6	Setlerin Kaldırılması	6	Setlerin Kaldırılması
7	Akış Devamlılığının Sağlanması	7	Akış Devamlılığının Sağlanması	7	Akış Devamlılığının Sağlanması
8	Nehir Suyunun Berraklaştırılması	8	Nehir Suyunun Berraklaştırılması	8	Nehir Suyunun Berraklaştırılması
9	Menfeze Alınmış Nehirlerin Günişliğine Kavuşturulması	9	Menfeze Alınmış Nehirlerin Günişliğine Kavuşturulması	9	Menfeze Alınmış Nehirlerin Günişliğine Kavuşturulması

10	Dere Yatağının Taşkın Alanı Olarak Kullanılması	10	Dere Yatağının Taşkın Alanı Olarak Kullanılması	10	Dere Yatağının Taşkın Alanı Olarak Kullanılması
11	Akış Yönü ve Hızının Değiştirilmesi	11	Akış Yönü ve Hızının Değiştirilmesi		-
12	Atıksu Girişlerinin Önlenmesi	12	Atıksu Girişlerinin Önlenmesi	11	Atıksu Girişlerinin Önlenmesi
13	Akarsu Yatağının Genişletilmesi	13	Akarsu Yatağının Genişletilmesi	12	Akarsu Yatağının Genişletilmesi
14	Kavisli Akışın Sağlanması	14	Kavisli Akışın Sağlanması	13	Kavisli Akışın Sağlanması
15	Lineer Kanalın Kavisli Dizayn Edilmesi		-		-
16	Nehir Kenarı Parklara Taşkın Ovası İşlevi Verilmesi	15	Nehir Kenarı Parklara Taşkın Ovası İşlevi Verilmesi	14	Nehir Kenarı Parklara Taşkın Ovası İşlevi Verilmesi
17	Taşkın Ovalarına Rekreatyon Alanı İşlevi Verilmesi	16	Taşkın Ovalarına Rekreatyon Alanı İşlevi Verilmesi	15	Taşkın Ovalarına Rekreatyon Alanı İşlevi Verilmesi
18	Nehir sularının Artırılması	17	Nehir sularının Artırılması	16	Nehir sularının Artırılması
19	Nehrin taşıma Kapasitesinin Artırılması	18	Nehrin taşıma Kapasitesinin Artırılması	17	Nehrin taşıma Kapasitesinin Artırılması
20	Nehir Bankaları Geçirimsizliğinin Sağlanması		-		-
21	Dinamik Gelişim	19	Dinamik Gelişim		-
22	Örgülü Kanal		-		-
23	Taşkın Yüksekliğinin Düşürülmesi	20	Taşkın Yüksekliğinin Düşürülmesi	18	Taşkın Yüksekliğinin Düşürülmesi
24	Taşkın Debisinin Artırılması	21	Taşkın Debisinin Artırılması	19	Taşkın Debisinin Artırılması

Analiz yapılan 17 su yolu örneğinde 24 Hidrolojik Çözüm Yöntemi tespit edilmiştir. Bu yöntemlerden 3 tanesi; “Nehir Bankalarının Geçirimsizliğinin Sağlanması” “Örgülü Kanal” ve “Lineer Kanalın Kavisli Dizayn Edilmesi” yöntemleri ortalamanın altında kaldığı için Ayamama Deresi üzerinde sınınamamıştır. Ayamama Deresi üzerinde sınınanan 21 Hidrolojik Çözüm Yönteminden 2 tanesi; “Akış Yönü Ve Hızının Değiştirilmesi” ve “Dinamik Gelişim” yöntemlerinin Ayamama Deresi üzerinde uygulanamayacağı tespit edilmiştir. Dolayısıyla kentsel su yollarının yeniden tasarlanmasında uygulanacak Kentsel planlama ve mekansal tasarım modeli için 19 adet Hidrolojik Çözüm Kriteri belirlenmiştir.

6.3.2. Ekolojik Çözüm Kriterleri

Son dönem güncel çözüm yöntemleri ile planlanarak uygulanan kentsel su yollarından elde edilen çözümler Ayamama Deresi üzerinde sınanarak modelin Ekolojik Çözüm Kriterleri oluşturulmuştur (Tablo 6.7).

Tablo 6.7: 17 Modelin Ekolojik Çözüm Kriterleri

	ÖRNEK SU YOLLARI UYGULAMALARINDAN ELDE EDİLEN EKOLOJİK ÇÖZÜMLER		AYAMAMA DERESİNDE SINANAN EKOLOJİK ÇÖZÜMLER		AYAMAMA DERESİNDE SINAMA SONUCU ELDE EDİLEN EKOLOJİK ÇÖZÜMLER
1	Kirli İlk Yağış Sularının Ayrılması	1	Kirli İlk Yağış Sularının Ayrılması	1	Kirli İlk Yağış Sularının Ayrılması
2	Taşıma Yoluyla Su Temininde Kayıpların Önüne Geçilmesi		-		-
3	Akustik ve Hava Kirliliğinin Giderilmesi		-		-
4	Bitkiler ile Yeşil Koridor Oluşturulması	2	Bitkiler ile Yeşil Koridor Oluşturulması	2	Bitkiler ile Yeşil Koridor Oluşturulması
5	Arıtılmış Suların Yeşil Alanlarda Kullanılması		-		-
6	Kuşlar için Koridor Olması		-		-
7	Sucul Faunanın Hareketinin Sağlanması	3	Sucul Faunanın Hareketinin Sağlanması	3	Sucul Faunanın Hareketinin Sağlanması
8	Balık Geçişlerinin Sağlanması	4	Balık Geçişlerinin Sağlanması	4	Balık Geçişlerinin Sağlanması
9	Yapay Ekolojik Sistem Oluşturulması	5	Yapay Ekolojik Sistem Oluşturulması	5	Yapay Ekolojik Sistem Oluşturulması
10	Sulak Alanların Tesisi	6	Sulak Alanların Tesisi	6	Sulak Alanların Tesisi
11	Atıksu Arıtma Tesisi Yapılması		-		-
12	Biyolojik Arıtma Başarılı Test Sonuçları		-		-
13	Nehrin Kurak Olduğu Dönemler için Su Rezerv Edilmesi	7	Nehrin Kurak Olduğu Dönemler için Su Rezerv Edilmesi	7	Nehrin Kurak Olduğu Dönemler için Su Rezerv Edilmesi
14	Tortu Taşınması ve Birikmesinin Sağlanması	8	Tortu Taşınması ve Birikmesinin Sağlanması	8	Tortu Taşınması ve Birikmesinin Sağlanması
15	Menderesli Su Yolu Oluşturulması	9	Menderesli Su Yolu Oluşturulması	9	Menderesli Su Yolu Oluşturulması

16	Ekolojik Dengenin Sağlanması	10	Ekolojik Dengenin Sağlanması	10	Ekolojik Dengenin Sağlanması
17	Akış Varyansının Arttırılması	11	Akış Varyansının Arttırılması	11	Akış Varyansının Arttırılması
18	Kumsal Oluşturulması	12	Kumsal Oluşturulması		-
19	Nehir Yatağında Adalar Oluşturulması	13	Nehir Yatağında Adalar Oluşturulması		-
20	Akışa Kavis Verilerek Ekolojik Katkı Sağlanması	14	Akışa Kavis Verilerek Ekolojik Katkı Sağlanması	12	Akışa Kavis Verilerek Ekolojik Katkı Sağlanması
21	Dinamik Gelişimin Sağlanması	15	Dinamik Gelişimin Sağlanması		-
22	Dere Yatağı Yüksekliğinin Eski Haline Getirilmesi		-		-
23	Farklı Akış Modellerinin Kullanılması		-		-
24	Yağmur suyunun Dereye Karıştırılmaması	16	Yağmur suyunun Dereye Karıştırılmaması	13	Yağmur suyunun Dereye Karıştırılmaması
25	Yağmur Hasadı Yapılması	17	Yağmur Hasadı Yapılması	14	Yağmur Hasadı Yapılması
26	Flora ve Faunaya Yaşam Alanı Oluşturulması	18	Flora ve Faunaya Yaşam Alanı Oluşturulması	15	Flora ve Faunaya Yaşam Alanı Oluşturulması
27	Yağmur suyunun Yer Altında Toplanması		-		-
28	Biyolojik Yöntemler ile Nehir Banka Stabilizasyonu	19	Biyolojik Yöntemler ile Nehir Banka Stabilizasyonu	16	Biyolojik Yöntemler ile Nehir Banka Stabilizasyonu
29	Taşkın Alanı Bitkilerin Kaldırılması		-		-
30	Derenin Yer Altından Çıkarılması	20	Derenin Yer Altından Çıkarılması	17	Derenin Yer Altından Çıkarılması
31	Taşkın Ovası Genişletilmesi		-		-
32	Erozyon Eğiminin Azaltılması		-		-

Analiz yapılan 17 su yolu örneğinde 32 Ekolojik Çözüm Yöntemi tespit edilmiştir. Bu yöntemlerden 12 tanesi; “Taşıma Yoluyla Su Temininde Kayıpların Önüne Geçilmesi”, “Akustik ve Hava Kirliliğinin Giderilmesi”, “Arttırılmış Suların Yeşil Alanlarda Kullanılması”, “Kuşlar için Koridor Olması”, “Atıksu Arıtma Tesisi Yapılması”, “Biyolojik Arıtma Başarılı Test Sonuçları”, “Dere Yatağı Yüksekliğinin Eski Haline Getirilmesi”, “Dere Yatağı Yüksekliğinin Eski Haline Getirilmesi”, “Farklı

Akış Modellerinin Kullanılması”, “Yağmur suyunun Yer Altında Toplanması”, “Taşkın Alanı Bitkilerin Kaldırılması”, “Taşkın Ovası Genişletilmesi”, “ Erozyon Eğiminin Azaltılması”, yöntemleri ortalamanın altında kaldığı için Ayamama Deresi üzerinde sınınamamıştır. Ayamama Deresi üzerinde sınınan 20 Ekolojik Çözüm Yönteminden 3 tanesi; “Kumsal Oluşturulması” ve “Nehir Yatağında Adalar Oluşturulması”, “Dinamik Gelişimin Sağlanması” yöntemlerinin Ayamama Deresi üzerinde uygulanamayacağı tespit edilmiştir. Dolayısıyla kentsel su yollarının yeniden tasarlanmasında uygulanacak Kentsel planlama ve mekansal tasarım modeli için 17 adet Ekolojik Çözüm Kriteri belirlenmiştir.

6.3.3. Kentsel Planlama Çözüm Kriterleri

Son dönem güncel çözüm yöntemleri ile planlanarak uygulanan kentsel su yollarından elde edilen çözümler Ayamama Deresi üzerinde sınınanarak modelin Kentsel Planlama Çözüm kriterleri oluşturulmuştur (Tablo 6.8).

Tablo 6.8: 17 Modelin Kentsel Planlama Çözüm Kriterleri

	ÖRNEK SU YOLLARI UYGULAMALARINDAN ELDE EDİLEN KENTSEL PLANLAMA ÇÖZÜMLERİ		AYAMAMA DERESİNDE SİNANAN KENTSEL PLANLAMA ÇÖZÜMLERİ		AYAMAMA DERESİNDE SINAMA SONUCU ELDE EDİLEN KENTSEL PLANLAMA ÇÖZÜMLERİ
1	Kamusal Alan Oluşturulması	1	Kamusal Alan Oluşturulması	1	Kamusal Alan Oluşturulması
2	Nehir Kenarı Parklar ile Entegre Edilmesi	2	Nehir Kenarı Parklar ile Entegre Edilmesi	2	Nehir Kenarı Parklar ile Entegre Edilmesi
3	Şehrin Kamusal Odak Merkezi Olması	3	Şehrin Kamusal Odak Merkezi Olması	3	Şehrin Kamusal Odak Merkezi Olması
4	Nehrin Geri Kazanımı	4	Nehrin Geri Kazanımı	4	Nehrin Geri Kazanımı
5	Nehir Bankalarının Geri Kazanımı	5	Nehir Bankalarının Geri Kazanımı	5	Nehir Bankalarının Geri Kazanımı
6	Taşkın Ovası Boruların Stabilizasyonu		-		-
7	Mahalle Bağlantılarının Kurulması	6	Mahalle Bağlantılarının Kurulması	6	Mahalle Bağlantılarının Kurulması
8	Nehrin Bisiklet ve Koşu Parkuruna Entegre Edilmesi	7	Nehir Bisiklet ve Koşu Parkuruna Entegre Edilmesi	7	Nehir Bisiklet ve Koşu Parkuruna Entegre Edilmesi

9	Sel Anında Güvenlik Tedbirlerinin Bulunması	8	Sel Anında Güvenlik Tedbirlerinin Bulunması	8	Sel Anında Güvenlik Tedbirlerinin Bulunması
10	Taşkın Ovasının Rekreasyon Alanı Olarak Geri Kazanılması	9	Taşkın Ovasının Rekreasyon Alanı Olarak Geri Kazanılması	9	Taşkın Ovasının Rekreasyon Alanı Olarak Geri Kazanılması
11	Nehir Deşarj Noktalarında Farklı Tasarım Yaklaşımları Kullanılması.	10	Nehir Deşarj Noktalarında Farklı Tasarım Yaklaşımları Kullanılmıştır.	10	Nehir Deşarj Noktalarında Farklı Tasarım Yaklaşımları Kullanılmıştır.
12	Optimal Alan Kullanımı	11	Optimal Alan Kullanımı	11	Optimal Alan Kullanımı
13	Şehir Çevresinde Yeşil Halka Oluşturulması		-		-
14	Yeni Kentsel Bölgenin Rekreasyon Alanına Dönüştürülmesi		-		-
15	Nehir Çevresindeki Yollar ile Bağlanması,	12	Nehir Çevresindeki Yollar ile Bağlanmıştır	12	Nehir Çevresindeki Yollar ile Bağlanmıştır
16	Eski Kullanım Alanının Geri Kazanılması,	13	Eski Kullanım Alanının Geri Kazanılması		-
17	Erişilmez Olan Nehre Erişim Noktaları Sağlanması,	14	Erişilmez Olan Nehre Erişim Noktaları Sağlanması	13	Erişilmez Olan Nehre Erişim Noktaları Sağlanması
18	Otoyolun Yeraltına Alınması,		-		-
19	Şehrin Yeşil Alanlarının Nehir ile Entegre Edilmesi,		-		-
20	Şehrin Önemli Kamusal Binaların Nehir Kenarı Rekreasyon Alanına Bağlantısının Yapılması,		-		-
21	Dönüşüm Projelerinin Oluşturulması,		-		-
22	Nehir Çevresi Tarihi Yapıların Yenilenmesi,		-		-
23	Mahalle Bağlantılarının Köprüler ile Sağlanması,		-		-

24	Nehir Çevresi Yapısal Birimlerin Entegrasyonu,		-		-
25	Nehir Kenarı Rekreasyon Alanı Kent Parkına Dönüştürülmesi,		-		-
26	Master Plan Uygulaması,		-		-
27	Nehir Çevresi Üzerindeki Otoyolun Kaldırılması,		-		-
28	Rüzgâr Koridoru Oluşturulması,		-		-
29	Isı Adası Etkisinin Azaltılması,		-		-
30	Yaya Sirkülasyon Kontrolünün Arttırılması,		-		-

Analiz yapılan 17 su yolu örneğinde 30 Kentsel Planlama Çözüm Yöntemi tespit edilmiştir. Bu yöntemlerden 16 tanesi; “Taşkın Ovası Boruların Stabilizasyonu”, “Şehir Çevresinde Yeşil Halka Oluşturulması”, “Yeni Kentsel Bölgenin Rekreasyon Alanına Dönüştürülmesi”, “Otoyolun Yeraltına Alınması”, “Şehrin Yeşil Alanlarının Nehir ile Entegre Edilmesi”, “Şehrin Önemli Kamusal Binaların Nehir Kenarı Rekreasyon Alanına Bağlantısının Yapılması”, “Dönüşüm Projelerinin Oluşturulması”, “Nehir Çevresi Tarihi Yapıların Yenilenmesi”, “Mahalle Bağlantılarının Köprüler ile Sağlanması”, “Nehir Çevresi Yapısal Birimlerin Entegrasyonu”, “Nehir Kenarı Rekreasyon Alanı Kent Parkına Dönüştürülmesi”, “Master Plan Uygulaması”, “Nehir Çevresi ve Üzerindeki Otoyolun Kaldırılması”, “Rüzgâr Koridoru Oluşturulması”, “Isı Adası Etkisinin Azaltılması”, “Yaya Sirkülasyon Kontrolünün Arttırılması” yöntemleri ortalamanın altında kaldığı için Ayamama Deresi üzerinde sınanmamıştır. Ayamama Deresi üzerinde sınanan 14 Kentsel Planlama Çözüm Yönteminden 1 tanesi; “Eski Kullanım Alanının Geri Kazanılması” yönteminden Ayamama Deresi üzerinde uygulanamayacağı tespit edilmiştir. Dolayısıyla kentsel su yollarının yeniden tasarlanmasında uygulanacak Kentsel planlama ve mekansal tasarım modeli için 13 adet Kentsel Planlama Çözüm Kriteri belirlenmiştir.

6.3.4. Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözüm Kriterleri

Son dönem güncel çözüm yöntemleri ile planlanarak uygulanan kentsel su yollarından elde edilen çözümler Ayamama Deresi üzerinde sınanarak modelin Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözüm Kriterleri oluşturulmuştur (Tablo 6.9).

Tablo 6.9: Modelin Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözüm Kriterleri

	ÖRNEK SU YOLLARI UYGULAMALARINDAN ELDE EDİLEN MEKANSAL/REKREASYONEL PLANLAMA ÇÖZÜMLERİ		AYAMAMA DERESİNDE SINANAN MEKANSAL/REKREASYONEL PLANLAMA ÇÖZÜMLERİ		AYAMAMA DERESİNDE SINAMA SONUCU ELDE EDİLEN MEKANSAL/REKREASYONEL PLANLAMA ÇÖZÜMLERİ
1	Rekreasyon Alanı Oluşturulması	1	Rekreasyon Alanı Oluşturulması	1	Rekreasyon Alanı Oluşturulması
2	Bilgi Panoları Yerleştirilmesi	2	Bilgi Panoları Yerleştirilmesi	2	Bilgi Panoları Yerleştirilmesi
3	Oyun Ekipmanları Yerleştirilmesi	3	Oyun Ekipmanları Yerleştirilmesi	3	Oyun Ekipmanları Yerleştirilmesi
4	Nehir Habitattarı Hakkında Bilgi Sahibi Olacak Şekilde Planlanması	4	Nehir Habitattarı Hakkında Bilgi Sahibi Olacak Şekilde Planlanması	4	Nehir Habitattarı Hakkında Bilgi Sahibi Olacak Şekilde Planlanması
5	Plaj Oluşturulması	5	Plaj Oluşturulması	5	Plaj Oluşturulması
6	Kano Rotalarının Geri Kazanılması		-		
7	Meyve Bahçeleri Kurulması	6	Meyve Bahçeleri Kurulması	6	Meyve Bahçeleri Kurulması
8	Doğa Parkuru Oluşturulması	7	Doğa Parkuru Oluşturulması	7	Doğa Parkuru Oluşturulması
9	Nehir Setlerinin Şehre Uygun Malzemeler ile Kaplanması	8	Nehir Setlerinin Şehre Uygun Malzemeler ile Kaplanması	8	Nehir Setlerinin Şehre Uygun Malzemeler ile Kaplanması
10	Nehir Bankasının Kullanıma Açılması	9	Nehir Bankasının Kullanıma Açılması	9	Nehir Bankasının Kullanıma Açılması
11	Taşkın Alanındaki Bitkilerin Kaldırılarak Rekreasyon Alanına Çevrilmesi		-		-
12	Rekreasyon Alanının Mangal, Piknik, Köpek Gezinti Alanına Dönüştürülmesi		-		-
13	Seyir Teraslarının Oluşturulması	10	Seyir Teraslarının Oluşturulması	10	Seyir Teraslarının Oluşturulması
14	Su Oyun Alanları Yapılması		-		
15	Spor Alanları Yapılması	11	Spor Alanları Yapılması	11	Spor Alanları Yapılması
16	Köpek Gezi Alanları Yapılması	12	Köpek Gezi Alanları Yapılması	12	Köpek Gezi Alanları Yapılması

1 7	Dinlenme Tesisleri Yapılması	1 3	Dinlenme Tesisleri Yapılması	1 3	Dinlenme Tesisleri Yapılması
1 8	Fitness Alanları Yapılması	1 4	Fitness Alanları Yapılması	1 4	Fitness Alanları Yapılması
1 9	Seyir Balkonları Oluşturulması	1 5	Seyir Balkonları Oluşturulması	1 5	Seyir Balkonları Oluşturulması
2 0	Deşarj Noktalarının Görsel Tasarıma Uygun Planlanması	1 6	Deşarj Noktalarının Görsel Tasarıma Uygun Planlanması	1 6	Deşarj Noktalarının Görsel Tasarıma Uygun Planlanması
2 1	Seyir Balkonlarının Mimari Obje Şeklinde Planlanması	1 7	Seyir Balkonlarının Mimari Obje Şeklinde Planlanması	1 7	Seyir Balkonlarının Mimari Obje Şeklinde Planlanması
2 2	Su Hareketleri ve Oyunlarının Planlanması	1 8	Su Hareketleri ve Oyunlarının Planlanması	1 8	Su Hareketleri ve Oyunlarının Planlanması
2 3	Taşkın Alanına Kalıcı Sahne Yerleştirilmesi		-		-
2 4	Nehre Dik Yolların Yapılması		-		-
2 5	Makro Ölçekte Çocuk Oyun Alanlarının Planlanması		-		-
2 6	Kent Mobilyalarının Kullanılması	1 9	Kent Mobilyalarının Kullanılması	1 9	Kent Mobilyalarının Kullanılması
2 7	Kent Mobilyalarının Suya Dayanıklı Tasarlanması	2 0	Kent Mobilyalarının Suya Dayanıklı Tasarlanması	2 0	Kent Mobilyalarının Suya Dayanıklı Tasarlanması
2 8	Parkın Bitki Materyalinin Çeşitli ve Zengin Olması	2 1	Parkın Bitki Materyalinin Çeşitli ve Zengin Olması	2 1	Parkın Bitki Materyalinin Çeşitli ve Zengin Olması
2 9	Berrak Nehir Suyu Sağlanması		-		-
3 0	Yaya ve Bisiklet Yollarının Yapılması	2 2	Yaya ve Bisiklet Yollarının Yapılması	2 2	Yaya ve Bisiklet Yollarının Yapılması
3 1	Köprüler ile Bağlantı Sağlanması	2 3	Köprüler ile Bağlantı Sağlanması	2 3	Köprüler ile Bağlantı Sağlanması
3 2	Eski Kanalın Rekreasyon Alanına Dönüştürülmesi		-		-
3 3	Su Odaklı Mekân Oluşturulması	2 4	Su Odaklı Mekân Oluşturulması	2 4	Su Odaklı Mekân Oluşturulması
3 4	Su Üzeri Yüzer Yeşil Alanlar Yapılması		-		-
3 5	Nehir Üzerine Sarkan Kaldırımlar		-		-
3 6	Nehir Kenarı Binalara Köprüler ile Erişim Sağlanması		-		-
3 7	Kaybolan Eski İzlerin Yeni Tasarım ile Yorumlanması		-		-
3 8	Balık Tutma Alanlarının Planlanması	2 5	Balık Tutma Alanlarının Planlanması	2 5	Balık Tutma Alanlarının Planlanması

3	Rekreasyon Alanının Gece de Kullanılabilirliği	2	Rekreasyon Alanının Gece de Kullanılabilirliği	2	Rekreasyon Alanının Gece de Kullanılabilirliği
9		6		6	

Analiz yapılan 17 su yolu örneğinde 39 Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözüm Yöntemi tespit edilmiştir. Bu yöntemlerden 13 tanesi; “Kano Rotalarının Geri Kazanılması”, “Taşkın Alanındaki Bitkilerin Kaldırılarak Rekreasyon Alanına Çevrilmesi”, “Rekreasyon Alanının Mangal, Piknik, Köpek Gezinti Alanına Dönüştürülmesi”, “Su Oyun Alanları Yapılması”, “Taşkın Alanına Kalıcı Sahne Yerleştirilmesi”, “Nehre Dik Yolların Yapılması”, “Makro Ölçekte Çocuk Oyun Alanlarının Planlanması”, “ Berrak Nehir Suyu Sağlanması”, “ Eski Kanalin Rekreasyon Alanına Dönüştürülmesi”, “Su Üzeri Yüzer Yeşil Alanlar Yapılması”, “Nehir Üzerine Sarkan Kaldırımlar”, “Nehir Kenarı Binalara Köprüler ile Erişim Sağlanması”, “ Kaybolan Eski İzlerin Yeni Tasarım ile Yorumlanması”, yöntemleri ortalamanın altında kaldığı için Ayamama Deresi üzerinde sınanmamıştır. Ayamama Deresi üzerinde sınanan 26 Mekansal/Rekreasyonel Çözüm Yönteminden hepsinin Ayamama Deresi üzerinde uygulanabileceği tespit edilmiştir. Dolayısıyla kentsel su yollarının yeniden tasarlanmasında uygulanacak Kentsel planlama ve mekansal tasarım modeli için 26 adet Mekansal/Rekreasyonel Planlama Çözüm Kriteri belirlenmiştir.

6.3.5. Havza ve Su Yatağı Planlama Çözüm Kriterleri

Kentsel su yolları, yatak ve kesit alanları ile havzalarının planlamasında esas olan 45 kriter su yolları ve havzaları için geçerli olan literatürden elde edilmiştir (Tablo 6.10).

Tablo 6.10: Modelin Havza ve Su Yolu Yatağı Tasarım Kriterleri

Havza ve Su Yolları Yatak ve Kesitlerinin Planlanmasında Kullanılacak Tasarım Kriterleri Tablosu	
1	Su yolu yatağının tasarım hedefi, su yolu akışları için stabil olmasıdır.
2	Su yolu yatağının eşik su yolu kriterlerini sağlaması gereklidir.
3	Su yolu yatağı düşük ve yüksek akış yatağı içermesi ekolojik açıdan önemlidir.
4	Su yolu yatağının genişliğinin ve derinliğinin belirlenmesi gereklidir.
5	Su yolu yatağının kenarında bitki örtüsü olan bir tampon alan belirlenmelidir.
6	Su yolunun uzunluğu ve kıvrımlılığının belirlenmesi gereklidir.
7	Yeni kanal uzunluğu ve kıvrımlar ani derece farklılıkları olmadan oluşmalıdır.

8	Su yolunun yeni kanal uzunluğunu, istikrarlı yukarı ve aşağı akış yükseklikleriyle "kesintisiz" geçiş yapacak şekilde ilgili erişim alanına entegre edilmesi gereklidir.
9	Su yolunun memba ve mansabı arasında kesintisiz bir geçiş sağlanmalıdır.
10	Su yolu eğimi fazla olduğu durumlarda küçük damla şeklinde havuzlar ile eğim geçişlerinin sağlanması gereklidir.
11	Su yolunda yapılan tesviye kontrol yapıları kanalı kısaltmamalı, fazla düzleştirmemeli veya aşırı dikleştirmemelidir.
12	Su yolunda sabit bir planform için kıvrımlı kuşak genişliğinin korunması gereklidir.
13	Su yolu kenarındaki kıvrımlı kuşağın korunması için gerektiğinde teras eğimlerinden vazgeçilmelidir.
14	Su yatağı kenarlarında yoğun toprak biyomühendisliği ağaçlandırma imkanları olmadığı takdirde istinat duvarı, gabyon gibi malzemeler ile çözümler üretilmelidir.
15	Su yollarında menderes uzunlukları, menderes kuşağı içinde zarar görecektir son fiziksel özellik olmalıdır.
16	Su yollarında yeni kanal uzunluğu ve menderesler, ani eğim farklılıkları olmadan oluşmalı ve yumuşak geçişlerle mantıksal yukarı ve aşağı akış kotlarına bağlanmalıdır.
17	Su yolunda kıyıda terasın tepesine kadar yeterli yan eğimler korunmalıdır.
18	Su yoluna çıkış yapılarından gelen akışlar, tercihen su yolu içindeki akışa 45°'den daha az bir açıyla aşağı yönde yönlendirilmelidir.
19	Akış yolu boyunca hız 1,5 m/s'yi aşmamalıdır.
20	Çıkış yapısından gelen boşaltma noktası 'normal' su seviyesine mümkün olduğunca yakın ayarlanmalıdır.
21	Su yollarına yağmursuyu çıkışları için estetiği en üst düzeye çıkarmak ve etkileri en aza indirmek için çıkış kıyıya ve çevredeki manzaraya entegre edilmelidir.
22	Su yolları üzerinden geçişler taşkın yüksekliklerini veya akış hızlarını artırmamalıdır.
23	Güneş ışığının olmayışı nedeniyle bitki örtüsünün büyüemeyeceği köprü ve tabliyelerin altında kaya zırlaması gereklidir.
24	Su yollarında devam edecek bakım faaliyetleri ve acil müdahale için su yollarına erişim sağlayan bakım ve işletme yolları yapılmalıdır. Ayrıca su yolu yatağına ulaşım için belirli noktalardan rampalar yapılmalıdır.
25	Su yolu yataklarında aktif kanal genişletmek yerine taşkın alanı aktif kanal olarak kullanılmalıdır.
26	Su yolları yataklarında ekolojik yaşam için farklı su derinlikleri oluşturulmalıdır.
27	Su yollarında bitkilendirme nem gradyanlarına dikkat edilerek yapılmalıdır.
28	Menfezler balık geçişine ve diğer su canlılarına engel teşkil edebilir. Balık hareketini kolaylaştırmak için uygun menfez tasarım önlemleri kullanılmalıdır. Işığın girişi sağlanmalıdır, Suyun akış hızı ile balıkların hareket hızı paralel olmalıdır, Menfez doğal bir alt tabakaya sahip olmalıdır.
29	Havzada mevcut ve oluşturulacak yeşil alanları yüzeysel akışın azaltılmasına yönelik planlanmalıdır.
30	Kent havzalarında geçirimsiz alanları azaltacak planlamalar geliştirilmelidir.
31	Yeni yapılacak sert zeminlerde geçirgen zemin planlamaları geliştirilmelidir.
32	Mevcut sulak alanları iyileştirip yeni sulak alanlar planlanmalıdır.
33	Mevcut yağmur bahçelerini revize ederek yeni yağmur bahçeleri planlamak yağmur bahçeleri arasında yeşil altyapı kurulmalıdır.
34	Mevcut çatı bahçelerini iyileştirip yeni çatı bahçeleri planlanmalıdır.

35	Mavi çatı planlamaları geliştirilmelidir.
36	Su rezerv alanları planlanmalıdır.
37	Yağış sularını geçici depolayabilen alanlar planlanmalıdır.
38	Yağış sularının toprağa sızacağı planlamalar geliştirilmelidir.
39	Su yollarında yok olan taşkın alanlarını geri kazanımı için planlamalar geliştirilmelidir.
40	Su yolları kenarlarındaki kaybolan tampon alanları tekrar oluşturacak planlamalar geliştirilmelidir.
41	Su yolları ile havzasındaki yeşil alanları birbirine bağlayacak planlamalar geliştirilmelidir.
42	Su yollarından kaybolan flora ve faunanın geri gelmesi için planlama alternatifleri oluşturulmalıdır.
43	Su yolu havzalarındaki geçirimsiz yüzeyleri %20'nin altına indirecek planlamalar geliştirilmelidir.
44	Kentlerde boşalan akiferlerin temiz sular ile tekrar doldurulmasını sağlayacak planlamalar geliştirilmelidir. (Sızma hendekleri, yeşil oluk vb. gibi).
45	Yüzeysel akış azaltılması için geçici ve kalıcı rezerv alanı olarak kent mobilyaları planlanmalıdır.

Modelin alt başlıkları olan; Hidrolojik, Ekolojik, Kentsel Planlama, Mekansal/Rekreasyonel Planlama, Havza ve Su Yatağı, başlıkları kapsamında belirlenen Kentsel Planlama ve Mekansal Tasarım Kriterleri Kentsel su yollarının ıslahında ve yeniden tasarımında rehber olacak bir klavuz niteliği taşımaktadır.

YEDİNCİ BÖLÜM

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Yeryüzünde insanoğlu yerleşik hayata geçerken tabiatı gereği su yolu kenarlarını seçmiştir. Sanayileşme dönemine kadar yerleşim alanları dışarıdan önemli göç almadığından nüfus yavaş yavaş artmıştır. Orantılı olarak değişen nüfusun doğal kaynaklar üzerinde baskısı fazla olmamıştır. Fakat sanayileşme dönemi ile yerleşim noktaları büyük kentlere dönüşmüş, kentsel alanlardaki bütün rezerv alanları (su yolları yatakları, taşkın alanları, su yolu havzası, boş ve ağaçlı alanlar, vb.) kullanılmıştır. Kentlerin su ihtiyaçlarının karşılanması ve atık suyun bertaraf edilmesi su yollarının doğal sürecini değiştirmiştir. Temiz su ihtiyacının karşılanması amacıyla su yolları üzerinde baraj ve su tutma yapıları inşa edilmiştir. Sanayi, evsel, kanalizasyon atıkları su yollarına doğrudan verilmiştir. Su yollarındaki suyun berraklığı, hijyeni kaybolmuştur.

2. bölümde su yollarının tarihsel süreçte nasıl kullanıldıkları sanayileşme öncesi doğal özelliklerini kaybetme durumları ile kentleşme sonucu geçirdikleri evrim ve bozulmalar ile sanayileşmenin kent dışına kaymasından sonra kent içinde durumları incelenmiştir. Su yolları ile ilgili dünyada ve ülkemizdeki geçerli sözleşmeler incelenmiştir.

3. bölümde su yollarında meydana gelen problemlerin ilk çözüm yöntemleri incelenmiştir. Bu çözüm şekli geleneksel yöntem denilen hidrolojik mühendislik yöntemleri olmuştur. Su yolu havzalarında geçirimli yüzeyler geçirimsiz yüzeyler ile yer değiştirdikçe sel olaylarının şiddeti ve yıkıcı özelliği artmıştır. Çözüm olarak kentte oluşan yüzeysel suların çok hızlı bir şekilde su yollarına deşarj edilerek kentten uzaklaştırılması üzerine yoğunlaşmıştır. Gri altyapı borulama sistemi ile yüzeysel sular toplanarak doğrudan su yollarına deşarj edilmiştir. Bu arada su yolları yatakları da daha fazla akışa sahip olabilmesi için bankaları yüksek beton duvarlar içine alınmıştır. Ancak kentlerde sel olaylarının etkileri azalmamış, artarak devam etmiştir. Su yolları kent imajından da silinmiştir. Mühendislik yöntemleri ile yapılan çözümler ile sonuç alınmadığı için yeni çözüm arayışları başlamıştır.

4. bölümde geleneksel ıslah yöntemi ile oluşan problemlerin sebepleri araştırılmıştır. Sadece su yolu yatağının genişletilmesinin, derinleştirilmesinin, yüksek setler ile sınırlandırılmasının yetmediği, sellerin şiddetinin, sayısının ve yıkıcılığının artması ile

deneyimlenmiştir. Su yollarının yatakları ve havzalarının da dahil olduğu yeni çözüm yöntemleri araştırılmaya başlanmıştır.

Yeni çözüm yöntemleri olarak yüzeysel suların;

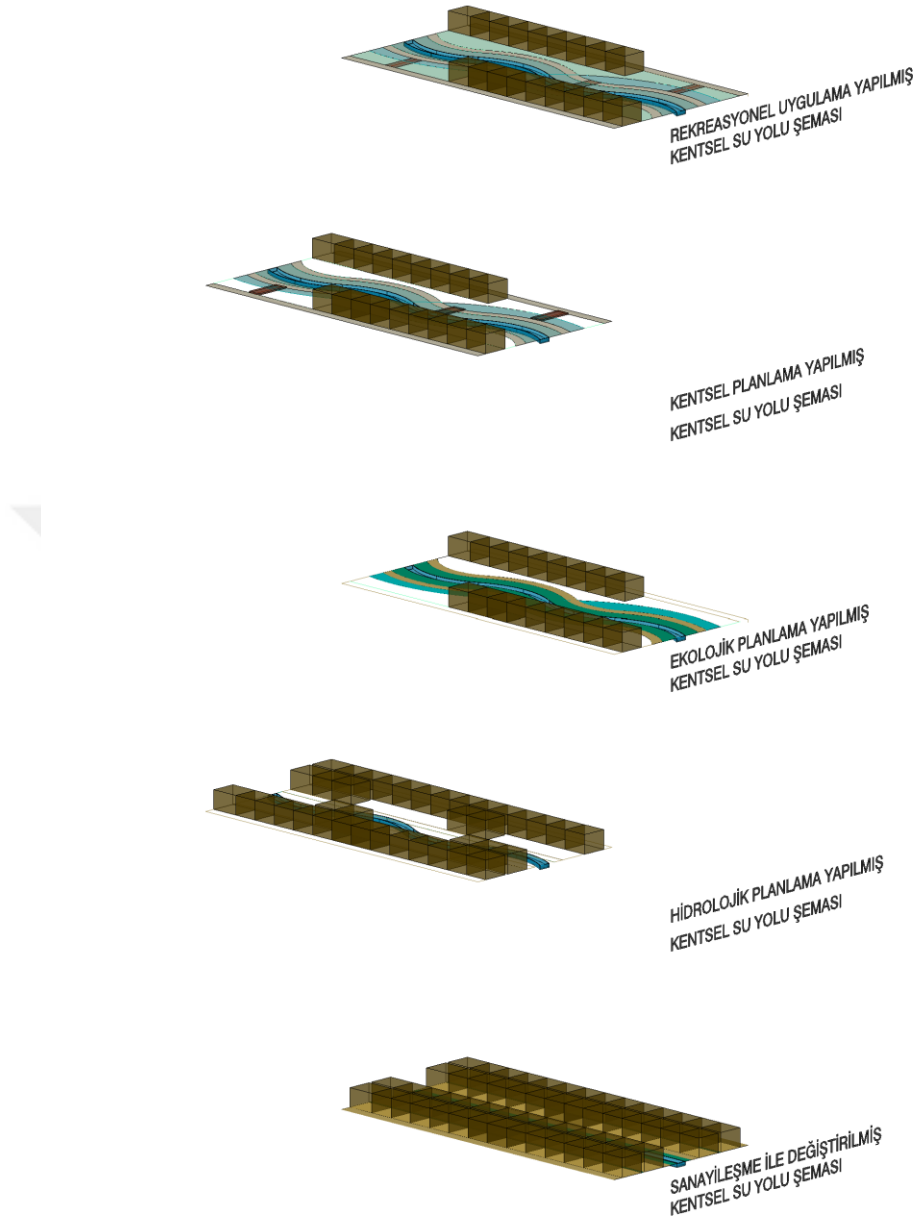
- Buharlaşabileceği,
- Sızabileceği,
- Geçici ya da daimî depolanabileceği alanlar,

Proje alternatiflerinin üretildiği ve su yollarının kaybettikleri orijinal plan formları ile taşkın alanlarını geri kazanarak restore edilemeseler bile rehabilite edilebilecekleri anlaşılmıştır.

Su yolu havzasında geliştirilebilecek projeler arasında mevcut yeşil alanların ve oluşturulacak yeni yeşil alanların yüzeysel sularının bir kısmını buharlaştırabileceği, sızdırabileceği ve depolayabileceği şekilde projeler ile çözüm sağlanabileceği deneyimlenmiştir. Geçirimsiz zemin olarak yapılan, bina çatıları, beton ve asfalt araç ve yaya yolları vb. diğer alanların geçirimli zeminlere dönüştürülmesi ile yüzeysel akışın azaltılmasında etkili olduğu, örnek uygulamalar ile tespit edilmiştir. Cadde ağaçlandırmalarının da yağmur sularının buharlaşmasında etkili olduğu anlaşılmıştır.

5. bölümde son dönem ülkemizde ve Dünya’da yeni sürdürülebilir çözüm yöntemleri dahil edilerek planlanarak uygulanmış örnek su yolları incelenmiştir. Bu incelenen örneklerden hidrolojik, ekolojik, kentsel ve mekânsal/rekreasyonel çözüm yöntemlerinin daha fazla kullanıldığı 17 kentsel akış seçilmiştir. 17 örnek su yolunda yapılan çözümler detaylı bir şekilde analiz edilerek her su yolunun sonunda 4 ayrı kategoride açıklayıcı tablolar oluşturulmuştur. Bütün örneklerden elde edilen tablolar bölüm sonunda hidrolojik, ekolojik, kentsel planlama ve rekreasyonel/mekânsal çözüm grupları şeklinde tekrar tablolara dökülmüştür.

Şekil 7.1’de kentsel su yollarının tarihsel süreçte geçirdiği evreler ile günümüzde hedeflenen kullanım şekli şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 7.1: Su yollarının sanayileşmeden günümüze değişen kullanımı

Kaynak: Ermeydan, 2024

6. bölümde İstanbul kentinde, Ayamama Deresinin geçirdiği tarihsel süreç ve günümüzdeki durumu anlatılmıştır. 5.bölümde elde edilen çözüm yöntemlerinden her grupta uygulanabilen çözüm yöntemleri toplanarak ortalama uygulama sayısı tespit edilmiş, ortalama değer ve üzerindeki çözüm yöntemlerinin 6. Bölümde Ayamama

deresi üzerinde sinaması yapılmıştır. Sinama sonucu Tablo 7.1'deki model kriterleri oluşturulmuştur.

Tablo 7.1: Örnek Su Yollarından Üretilen Çözüm Yöntemlerinin Ayamama Deresi Üzerinde Sinanması Sonucu Elde Edilen Kentsel Planlama Ve Tasarım Kriterleri

AYAMAMA DERESİNDE YAPILAN SINAMA SONUÇLARINA GÖRE OLUŞTURULAN KENTSEL PLANLAMA VE TASARIM MODELİ KRİTERLERİ				
	HİDROLOJİK KRİTERLER	EKOLOJİK KRİTERLER	KENTSEL PLANLAMA KRİTERLERİ	MEKANSAL/ REKREASYONEL PLANLAMA KRİTERLERİ
1	Fazla Suyun Yönlendirilmesi	Kirli İlk Yağış Sularının Ayrılması	Kamusal Alan Oluşturulması	Rekreasyon Alanı Oluşturulması
2	Su Tutma Alanları	Bitkiler ile Yeşil Koridor Oluşturulması	Nehir Kenarı Parklar ile Entegre Edilmesi	Bilgi Panoları Yerleştirilmesi
3	Su Tutma Alanının Çevre Alanların Yağış Sularını Toplaması	Sucul Faunanın Hareketinin Sağlanması	Şehrin Kamusal Odak Merkezi Olması	Oyun Ekipmanları Yerleştirilmesi
4	Çamur Birikiminin Önlenmesi	Balık Geçişlerinin Sağlanması	Nehrin Geri Kazanımı	Nehir Habitatları Hakkında Bilgi Sahibi Olacak Şekilde Planlanması
5	Bentlerin Kaldırılması	Yapay Ekolojik Sistem Oluşturulması	Nehir Bankalarının Geri Kazanımı	Plaj Oluşturulması
6	Setlerin Kaldırılması	Sulak Alanların Tesisi	Mahalle Bağlantılarının Kurulması	Kano Rotalarının Geri Kazanılması
7	Akış Devamlılığının Sağlanması	Nehrin Kurak Olduğu Dönemler için Su Rezerv Edilmesi	Nehir Bisiklet ve Koşu Parkuruna Entegre Edilmesi	Meyve Bahçeleri Kurulması
8	Nehir Suyunun Berraklaştırılması	Tortu Taşınması ve Birikmesinin Sağlanması	Sel Anında Güvenlik Tedbirlerinin Bulunması	Doğa Parkuru Oluşturulması
9	Menfeze Alınmış Nehirlerin Günışığına Kavuşturulması	Menderesli Su Yolu Oluşturulması	Taşkın Ovasının Rekreasyon Alanı Olarak Geri Kazanılması	Nehir Setlerinin Şehre Uygun Malzemeler ile Kaplanması

10	Dere Yatağının Taşkın Alanı Olarak Kullanılması	Ekolojik Dengenin Sağlanması	Nehir Deşarj Noktalarında Farklı Tasarım Yaklaşımları Kullanılması	Nehir Bankasının Kullanıma Açılması
11	Akış Yönü ve Hızının Değiştirilmesi	Akış Varyansının Arttırılması	Optimal Alan Kullanımı	Seyir Teraslarının Oluşturulması
12	Atıksu Girişlerinin Önlenmesi	Akışa Kavis Verilerek Ekolojik Katkı Sağlanması	Nehir Çevresindeki Yollar ile Bağlanması	Spor Alanları Yapılması
13	Akarsu Yatağının Genişletilmesi	Yağmur Suyunun Dereye Karıştırılmaması	Erişilmez Olan Nehre Erişim Noktaları Sağlanması	Köpek Gezi Alanları Yapılması
14	Kavisli Akışın Sağlanması	Yağmur Hasadı Yapılması		Dinlenme Tesisleri Yapılması
15	Nehir Kenarı Parklara Taşkın Ovası İşlevi Verilmesi	Flora ve Faunaya Yaşam Alanı Oluşturulması		Fitness Alanları Yapılması
16	Taşkın Ovalarına Rekreasyon Alanı İşlevi Verilmesi	Biyolojik Yöntemler ile Nehir Banka Stabilizasyonu		Seyir Balkonları Oluşturulması
17	Nehir sularının Arıtılması	Derenin Yer Altından Çıkarılması		Deşarj Noktalarının Görsel Tasarıma Uygun Planlanması
18	Nehrin taşıma Kapasitesinin Arttırılması			Seyir Balkonlarının Mimari Obje Şeklinde Planlanması
19	Dinamik Gelişim			Su Hareketleri ve Oyunlarının Planlanması
20	Taşkın Yüksekliğinin Düşürülmesi			Kent Mobilyalarının Kullanılması
21	Taşkın Debisinin Arttırılması			Kent Mobilyalarının Suya Dayanıklı Tasarlanması
22				Parkın Bitki Materyalinin Çeşitli ve Zengin Olması
23				Yaya ve Bisiklet Yollarının Yapılması

24				Köprüler ile Bağlantı Sağlanması
25				Su Odaklı Mekân Oluşturulması
26				Balık Tutma Alanlarının Planlanması
27				Rekreasyon Alanının Gece de Kullanılabilmesi

Tablo 7.1’de hidrolojik, ekolojik, kentsel planlama ve mekansal/rekreasyonel olarak oluşturulan model 4 başlık altında toplanmıştır.

Elde edilen “Hidrolojik Kriter” sayısı, 21 adettir. Hidrolojik kriterler doğrultusunda gerçekleştirilen tasarımda, kentlerde meydana gelen sellerin şiddeti ve yıkıcılığı ortadan kalkmış olacaktır. “Su Tutma Alanlarının Oluşturulması” kriteri planlamalarda kullanıldığı zaman yağış sırasında pik debi oluşum süresi uzayacak ve debi miktarı düşerek sellerin önüne geçilebilecektir. Ayrıca planlanan su tutma alanları ile global iklim değişikliği ile oluşan susuzluk etkileri azalmış olacaktır.

Elde edilen “Ekolojik Kriter” sayısı, 17 adettir. Yeni yapılan planlama çalışmalarında ekolojik kriterler dikkate alınarak elde edilen projeler ile kent içinde doğal ve kullanılabilen alanlar elde edilecek, kentlerin flora ve faunası zenginleşerek su yollarının hidrolojik yapısı güçlenmiş olacaktır.

Elde edilen “Kentsel Planlama Kriter” sayısı, 13 adettir. Yeni projeler oluşturulan kentsel kriterlere göre tasarlandığında, mevcut durumda kentten kopmuş, ayrılmış olan su yolları kente tekrar entegre edilerek kamusal alana dahil edilmiş olacaktır.

Elde edilen “Mekansal/Rekreasyonel Kriter” sayısı, 27 adettir. Su yollarının planlanmasında mekansal/rekreasyonel kriterlerin kullanılması ile elde edilen kamusal alanlar kentlerde yaşayanların kullanabildiği özel kamusal mekanlara dönüştürülmüş olacaktır.

Su yolu yatakları ve havzalarının yapı, özellik ve karakterleri incelenerek elde edilen “Havza ve Su Yolu Yatağı Tasarım Kriter” sayısı 45 adettir. Yeni planlama çalışmalarında su yollarının havzaları ve su taşıma yataklarının da iyileştirilmesi ve planlanması gerektiği geleneksel çözüm yöntemleri ile oluşturulmuş su yollarında

izlenmiştir. Su yolu yatağı oluşturulmasında “Su yolu yatağının eşik su yolu kriterlerini sağlaması gereklidir” kriteri ile su yolu yatağında akan suyun çevreye uyguladığı kuvvetin su yolu yatağının deforme olacağı kuvvetten düşük olması gerektiği belirtilmektedir. Akışın çevreye uyguladığı kuvvet yatağın direnme kuvvetinden fazla olursa su yolu yatağı stabil kalamayacaktır. Bu kriter bütün su yollarının planlanmasında temel kriter niteliğindedir. Yine “Su yolu yatağı düşük ve yüksek akış yatağı içermesi ekolojik açıdan önemlidir” kriterinin uygulanması ile su yolları düşük akış döneminde daha sınırlı bir alanda kalacağından ekolojik hayat devam etmiş olacak, ayrıca yüksek akış alanları kurak dönemlerde rekreasyonel amaçlı kullanılabilir. Kentsel alanlar, atıl terkedilmiş kahverengi bölgelerden arınmış olacaktır.

Toplamda oluşturulan 123 tasarım kriteri esas alınarak kentsel su yollarının yeniden planlaması ve tasarımı yapıldığında, su yolu hidrolojik ve ekolojik işlevini yerine getirirken kentte yaşayanların nefes alabilecekleri, kentsel açık dinlenme ve eğlence alanı olarak görev yüklenen, birçok fonksiyonun birarada olduğu kentsel/rekreasyonel mekanlar tasarlanmış olacaktır. Tasarım kriterleri oluşturulma aşamasında kentsel su havzalarının demografik yapısı ve verileri alınmış kriterlerin elde edilmesinde nüfus yoğunluğu arka planda değerlendirilmiş, ancak demografik verilerin kendisi başka bir planlama çalışmasına evrildiğinden kullanılmamıştır.

KAYNAKÇA

- A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. (2021). Washington, D.C: World Bank Group. www.worldbank.org adresinden erişildi.
- Abay, O. (2008). Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'nde Nehir Havza Yönetiminin Önemi. Havza Kirliliği Konferansı, 5. Dünya Su Forumu 108 Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, DSİ II.
- Acqua, C. (t.y.). *A River of Civilisation: Works and Symbols of Water in Different World Cultures*. Water Civilization International Centre. Erişim: www.civiltacqua.org.
- Ahern, J. (2013). Urban landscape sustainability and resilience: The promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology*, 28(6), 1203-1212. doi:[10.1007/s10980-012-9799-z](https://doi.org/10.1007/s10980-012-9799-z)
- Ahilan, S., Guan, M., Sleigh, A., Wright, N. ve Chang, H. (2018). The influence of floodplain restoration on flow and sediment dynamics in an urban river. *Journal of Flood Risk Management*, 11(S2). doi:[10.1111/jfr3.12251](https://doi.org/10.1111/jfr3.12251)
- Allan, J. D. (2004). Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(1), 257-284. doi:[10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122](https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122)
- Allen, H. H. ve Leach, J. R. (1997). *Bioengineering for Streambank Erosion Control* (EIRP Technical Report EL-97-8.). Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
- Al-Rawas, G. A., Valeo, C., Khan, U. T. ve Al-Hafeedh, O. H. (2015). Effects of urban form on wadi flow frequency analysis in the Wadi Aday watershed in Muscat, Oman. *Urban Water Journal*, 12(4), 263-274. doi:[10.1080/1573062X.2013.857420](https://doi.org/10.1080/1573062X.2013.857420)

- Alshammari, E., Rahman, A. A., Rainis, R., Seri, N. A. ve Fuzi, N. F. A. (2023). The Impacts of Land Use Changes in Urban Hydrology, Runoff and Flooding: A Review. *Current Urban Studies*, 11(01), 120-141. doi:[10.4236/cus.2023.111007](https://doi.org/10.4236/cus.2023.111007)
- American Rivers, Water Environment Federation, American Society of Landscape Architects, & ECONorthwest. (2012). Banking on green: How green infrastructure saves municipalities money and provides economic benefits community-wide. <https://www.americanrivers.org/wp-content/uploads/2017/03/banking-on-green-report.pdf> adresinden erişildi.
- Andik, B. ve Sarang, A. (2017). DAYLIGHTING BURIED RIVERS AND STREAMS IN TEHRAN. *Water Conservation and Management*, 1(2), 01-04. doi:[10.26480/wcm.02.2017.01.04](https://doi.org/10.26480/wcm.02.2017.01.04)
- Angel, S., Sheppard, S. C. ve Civco, D. L. (t.y.). The Dynamics of Global Urban Expansion.
- Arın, Ö. (2018). *İstanbul'un Anadolu Yakası Kıyılarında Mesire Alanlarının Dönüşümü (1839-1938) ve Günümüze Yansımaları*. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Arnold, C. L. ve Gibbons, C. J. (1996). Impervious Surface Coverage: The Emergence of a Key Environmental Indicator. *Journal of the American Planning Association*, 62(2), 243-258. doi:[10.1080/01944369608975688](https://doi.org/10.1080/01944369608975688)
- Arrigo, A. (2014). *Imaging Hoover Dam: Introduction*.
- Asakawa, S., Yoshida, K. ve Yabe, K. (2004). Perceptions of urban stream corridors within the greenway system of Sapporo, Japan. *Landscape and Urban Planning*, 68(2-3), 167-182. doi:[10.1016/S0169-2046\(03\)00158-0](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(03)00158-0)
- Atanasova, N., Castellar, J. A. C., Pineda-Martos, R., Nika, C. E., Katsou, E., Istenič, D., ... Langergraber, G. (2021). Nature-Based Solutions and Circularity in Cities. *Circular Economy and Sustainability*, 1(1), 319-332. doi:[10.1007/s43615-021-00024-](https://doi.org/10.1007/s43615-021-00024-1)

- Auckland Council. (2013). Caring for urban streams – Guide 6: Fish passage. *Issued by Auckland Council.*
- Ayamama Deresi islah calismalari. (2020, 6 Ağustos).*RayHaber.* 19 Haziran 2022 tarihinde <https://rayhaber.com/2020/08/ayamama-deresi-islah-calismalari-uc-koldan-suruyor/ayamama-deresi-islah-calismalari/> adresinden erişildi.
- Aydemir, Ç. ve Cesur Durmaz, B. (2024). Isparta kentinin doğal ve kültürel kimlik değerlerinin korunmasına yönelik irdeleme. *GUFBD/GUJS*, 14(2), 402-423. doi:[10.17714/gumusfenbil.1385681](https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.1385681)
- Aykut, A. R. (2020). *Arazi kullanım değişimlerinin kent içi su kaynaklarına etkisi: Ayamama Deresi örneği.* https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=E3zS_7sltVvWRYSZBIAAMw&no=X1okWXZyctY1Mb3-z1sweA adresinden erişildi.
- Aytüre, S. (2016). Su Kanununun AB Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Değerlendirilmesi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1), 65-71.
- Bacon, E. N. (1967). *Design of cities* (Rev. ed, reprint.). Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books.
- Bae, H. (2011). Urban stream restoration in Korea: Design considerations and residents' willingness to pay. *Urban Forestry & Urban Greening*, 10(2), 119-126. doi:[10.1016/j.ufug.2011.02.001](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.02.001)
- Baraz, M. R. H. (2009). *Anadolu Hisarı: Yeni Hisar-Yenice Hisar-Akça Hisar-Güzelce Hisar-Güzel Hisar.* Beykoz Belediyesi Kültür Yayınları, İstanbul.
- Barcelona. (t.y.). 21 Temmuz 2023 tarihinde <https://en.wikipedia.org/wiki/Barcelona> adresinden erişildi.
- Barrett, K. R. (1999). Ecological Engineering in Water Resources: The Benefits of Collaborating with Nature. *Water International*, 24(3), 182-188. doi:[10.1080/02508069908692160](https://doi.org/10.1080/02508069908692160)
- Bayhan, İ. H. (1969). *Şehir planlaması.* İstanbul.

- Bender, E., Bigga, L. ve Maier, W. (2012). *URBAN RIVERS - VITAL SPACES MANUAL FOR URBAN RIVER REVITALISATION IMPLEMENTATION, PARTICIPATION, BENEFITS*. University of Leipzig (PP8) Institute for Infrastructure and Resources Management.
- Benedict, M. A. ve McMahon, E. T. (2012). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century, “Infrastructure—The substructure or underlying foundation...on which the continuance and growth of a community or state depends”—WEBSTER’S NEW WORLD DICTIONARY. *S PRAWL WATCH C LEARNINGHOUSE MONOGRAPH SERIES*. www.sprawlwatch.org adresinden erişildi.
- Benefits of Rain Gardens. (t.y.). 9 Mayıs 2023 tarihinde <https://www.pleasanthilliowa.org/681/Rain-Garden-Benefits> adresinden erişildi.
- Bergen, S. D., Bolton, S. M. ve L. Fridley, J. (2001). Design principles for ecological engineering. *Ecological Engineering*, 18(2), 201-210. doi:[10.1016/S0925-8574\(01\)00078-7](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(01)00078-7)
- Berktaş, H. M. (2012). *KADIKÖY HASANPAŞA BÖLGESİ’NİN TARİHİ ÇEVRE ANALİZİ VE SAĞLIKLAŞTIRMA ÖNERİLERİ*. (Yayımlanmamış mimarlık anabilim dalı restorasyon programı). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bernhardt, E. S. ve Palmer, M. A. (2007). Restoring streams in an urbanizing world. *Freshwater Biology*, 52(4), 738-751. doi:[10.1111/j.1365-2427.2006.01718.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2006.01718.x)
- Besós River. (t.y.). 12 Mayıs 2022 tarihinde <https://www.britannica.com/place/Besos-River> adresinden erişildi.
- Bingöl, Y. (2006). *İstanbul derelerinin mevcut durumu ve taşkın debilerinin hesabı*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Bjerkedalen Park and Reopening of the Hovin River. (t.y.). 12 Aralık 2023 tarihinde <https://una.city/nbs/oslo/bjerkedalen-park-and-reopening-hovin-river> adresinden erişildi.
- Blue Springs City. (t.y.). How Urbanization Affects the Water Cycle. <https://www.bluespringsgov.com/1051/How-Urbanization-Affects-the-Water-Cycle> adresinden erişildi.
- Boano, F., Caruso, A., Costamagna, E., Ridolfi, L., Fiore, S., Demichelis, F., ... Masi, F. (2020). A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits. *Science of The Total Environment*, 711, 134731. doi:[10.1016/j.scitotenv.2019.134731](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134731)
- Böck, K., Polt, R. ve Schülting, L. (2018). Ecosystem Services in River Landscapes. S. Schmutz ve J. Sendzimir (Ed.), *Riverine Ecosystem Management* içinde (ss. 413-433). Cham: Springer International Publishing. doi:[10.1007/978-3-319-73250-3_21](https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_21)
- Branković, M. D. ve Marković, M. (2021). Revitalizing small urban streams as an instrument of urban planning in creating resilient cities. *Facta Universitatis Series: Architecture and Civil Engineering*, 19(2), 193-205.
- Brighenti, A. M. ve Mattiucci, C. (2012). Visualising the riverbank. *City*, 16(1-2), 221-234. doi:[10.1080/13604813.2012.662378](https://doi.org/10.1080/13604813.2012.662378)
- Broadhead, A. T., Horn, R. ve Lerner, D. N. (t.y.). A multiple lines of evidence approach to indicate capture of lost urban streams and springs in combined sewers.
- Brown, A. G. (1997). *Alluvial Geoarchaeology: Floodplain Archaeology and Environmental Change* (1. bs.). Cambridge University Press. doi:[10.1017/CBO9780511607820](https://doi.org/10.1017/CBO9780511607820)
- Brown, G., Delene Weber ve Zanon, D. (2009). Mapping Park Experiences and Environmental Impacts in the Greater Alpine Region of Victoria, Australia: A PPGIS

- Survey of Park Visitors. University of South Australia, Central Washington University, Parks Victoria. doi:[10.13140/2.1.1727.3124](https://doi.org/10.13140/2.1.1727.3124)
- Buckley, S. (2017, 27 Ekim). Warsaw Selects WXCA as Winner for Riverfront Masterplan. *ArchDaily*. 28 Mayıs 2023 tarihinde <https://www.archdaily.com/882063/warsaw-selects-wxca-as-winner-for-riverfront-masterplan> adresinden erişildi.
- Building Design Partnership (BDP). (t.y.). *River regeneration: Bringing life to communities through green infrastructure*. <https://www.bdp.com/globalassets/ideas/river-regeneration---bringing-life-to-communities/green-infrastructure.pdf> adresinden erişildi.
- Burgos, Garrido, Casta, P. L., Rubio ve Álvarez-Sala. (2015). Madrid Río, Twelfth Veronica Rudge Green Prize Harvard Graduate School of Design. <https://cdn.archilovers.com/projects/301e8280-f014-46a2-a725-d39d524740f2.pdf> adresinden erişildi.
- Burian, S. J. ve Edwards, F. G. (2002). Historical Perspectives of Urban Drainage. *Global Solutions for Urban Drainage* içinde (ss. 1-16). Ninth International Conference on Urban Drainage (9ICUD), sunulmuş bildiri, Lloyd Center Doubletree Hotel, Portland, Oregon, United States: American Society of Civil Engineers. doi:[10.1061/40644\(2002\)284](https://doi.org/10.1061/40644(2002)284)
- Burian, S. J., Nix, S. J. ve Pitt, R. E. (2000). Urban Wastewater Management in the United States: Past, Present, and Future.
- Bülbül, C. ve Doğan, E. (2016). Eski Yakındoğu'da Nehirler ve Kentler. *Asia Minor Studies – International Journal of Social Sciences*, 4(8), 28-41. doi:[10.17067/ams.97616](https://doi.org/10.17067/ams.97616)
- Büyükerşen, Y. ve Efelerli, S. (2008). Havza Su Yönetimi Porsuk Havzası ve Eskişehir. Eskisehir Greater Municipality, Eskişehir, Turkey.

- Cain, L. P. (1974). Unfouling the Public's Nest: Chicago's Sanitary Diversion of Lake Michigan Water. *Technology and Culture*, 15(4), 594. doi:[10.2307/3102244](https://doi.org/10.2307/3102244)
- Cakacic, J. (2010). Water phenomenon: Urban morphology transformation. *Facta universitatis—Series: Architecture and Civil Engineering*, 8(4), 375-388. doi:[10.2298/FUACE1004375C](https://doi.org/10.2298/FUACE1004375C)
- Castellar, J. A. C., Popartan, L. A., Pueyo-Ros, J., Atanasova, N., Langergraber, G., Säumel, I., ... Acuña, V. (2021). Nature-based solutions in the urban context: Terminology, classification and scoring for urban challenges and ecosystem services. *Science of The Total Environment*, 779, 146237. doi:[10.1016/j.scitotenv.2021.146237](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146237)
- Cemil, B. ve Gökyer, E. (2012). Urban Green Space System Planning. M. Ozyavuz (Ed.), *Landscape Planning içinde* . InTech. doi:[10.5772/45877](https://doi.org/10.5772/45877)
- Cengiz, B. (2013). Urban River Landscapes. M. Ozyavuz (Ed.), *Advances in Landscape Architecture içinde* . InTech. doi:[10.5772/56156](https://doi.org/10.5772/56156)
- Che, Y., Yang, K., Chen, T. ve Xu, Q. (2012). Assessing a riverfront rehabilitation project using the comprehensive index of public accessibility. *Ecological Engineering*, 40, 80-87. doi:[10.1016/j.ecoleng.2011.12.008](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.12.008)
- Cheonggyecheon Stream Restoration Project. (t.y.). 23 Temmuz 2024 tarihinde <https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration> adresinden erişildi.
- Chou, R.-J. (2013). Addressing watercourse sanitation in dense, water pollution-affected urban areas in Taiwan. *Environment and Urbanization*, 25(2), 523-540. doi:[10.1177/0956247813501140](https://doi.org/10.1177/0956247813501140)
- City of Elkhart. (2018). Elkhart River District Implementation Plan.
- Clearwater Industries. (t.y.)*Clearwater Industries*. 15 Ekim 2023 tarihinde <https://clearwaterind.com/> adresinden erişildi.

- Clemmensen, T. J. (2014). The management of dissonance in nature restoration. *Journal of Landscape Architecture*, 9(2), 54-63. doi:[10.1080/18626033.2014.931707](https://doi.org/10.1080/18626033.2014.931707)
- Collins, T. M., Muller, E. K. ve Tarr, J. A. (t.y.). Pittsburgh's Rivers: From Urban Industrial Infrastructure to Environmental Infrastructure.
- COTTHEM, V. W. (2005). ROOFTOP GARDENING, a big step to the future. *Presentation at the First International Summit for Afforestation Roof Gardens in China*.
- Craig, J. ve King, M. (2001). RIVERLIFE T RIVERLIFE T RIVERLIFE TASK FORCE ASK FORCEEE ASK FORCE.
- Cui, L. ve Shi, J. (2012). Urbanization and its environmental effects in Shanghai, China. *Urban Climate*, 2, 1-15. doi:[10.1016/j.uclim.2012.10.008](https://doi.org/10.1016/j.uclim.2012.10.008)
- Çakmak, B. (Tarih yok). *Su kaynakları: Dünyada ve Türkiye'de su durumu*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Ders Notları Ders Notları, Ankara Üniversitesi.
- Çetiner, Z. (2019). Ankara Çayı örneğinde kentsel alanlardaki akarsuların ekolojik çerçevede irdelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Darby, M. (1983). Monetary Policy in the Large Open Economy. *NBER WORKING PAPER SERIES*, 1127.
- Décamps, H. (2001). How a riparian landscape finds form and comes alive. *Landscape and Urban Planning*, 57, 169-175.
- de Metz, M. (t.y.). Metz / Le parc de la Seille... *Metz où il fait beau et bon vivre...* 15 Kasım 2023 tarihinde <https://marcmetzmoselle.eklablog.com/metz-le-parc-de-la-seille-a90791353> adresinden erişildi.

- Delibaş, M. (2012). Kentsel akarsu koridorlarının yeniden doğallaştırılmasında “nehirlerin gün ışığına çıkarılması” yaklaşımının irdelenmesi: Ayamama Deresi örneği. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Bölge Planlama Programı, İstanbul* içinde .
- Delibaş, Meltem ve Tezer, A. (2017). ‘Stream Daylighting’ as an approach for the renaturalization of riverine systems in urban areas: Istanbul-Ayamama Stream case. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 17(1), 18-32. doi:[10.1016/j.ecohyd.2016.12.007](https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2016.12.007)
- Deligne, C. (2012). The rivers of Brussels, 1770-1880: Transformations of an urban landscape. C. S. ve E. M (Ed.), *Urban rivers: Remaking rivers, cities and spaces in Europe and North America* içinde (ss. 17-34). Pittsburgh: Pittsburgh University Press.
- Deligne, C. (2016). Industrialisation, manure and water quality in the 19th century. The Senne River in Brussels as a case study. *Water History*, 8(3), 235-255. doi:[10.1007/s12685-016-0163-0](https://doi.org/10.1007/s12685-016-0163-0)
- Deligne, Chloé. (2003). Bruxelles et sa rivière: Genèse d’un territoire urbain (12e-18e siècle). Brepols.
- Demirörs, B. (2006). *Çukurova Bölgesinde Yapay Sulak Alan Teknolojisinin Kırsal Alanda Kullanımının Araştırılması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ , FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, Adana.
- Department of Defense (DOD), Army Corps of Engineers. (2004). Allegheny River Navigational Chart Book. Pittsburgh, Pennsylvania.
- DI PALMA, V. ve ROBINSON, A. (2024, 11 Mayıs). Willful Waters Los Angeles and its river have long been enmeshed in an epic struggle for control. <https://urbanvoices.in/author/kumar-manish/> adresinden erişildi.
- Di Baldassarre, G., Kooy, M., Kemerink, J. S. ve Brandimarte, L. (2013). Towards understanding the dynamic behaviour of floodplains as human-water systems.

Hydrology and Earth System Sciences, 17(8), 3235-3244. doi:[10.5194/hess-17-3235-2013](https://doi.org/10.5194/hess-17-3235-2013)

Di Baldassarre, G., Viglione, A., Carr, G., Kuil, L., Salinas, J. L. ve Blöschl, G. (2013). Socio-hydrology: Conceptualising human-flood interactions. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(8), 3295-3303. doi:[10.5194/hess-17-3295-2013](https://doi.org/10.5194/hess-17-3295-2013)

Di Baldassarre, Giuliano, Montanari, A., Lins, H., Koutsoyiannis, D., Brandimarte, L. ve Blöschl, G. (2010). Flood fatalities in Africa: From diagnosis to mitigation. *Geophysical Research Letters*, 37(22), 2010GL045467. doi:[10.1029/2010GL045467](https://doi.org/10.1029/2010GL045467)

Dickie, S. (2011). *Planning for SuDS - making it happen*. London: CIRIA.

Dinç, H. (2015). *İstanbul Derelerinin Fiziki Değişimi ve Arazi Kullanım İlişkisi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dinç, H. ve F, B. (2014). İstanbul Derelerinin Fiziki Yapısı. *Planlama*, 24(2), 107-120.

Dinç, Hülya. (2019). Arazi Kullanım Kararlarının Dere Sistemleri Üzerinde Fiziki Etkisinin Analizi ve Kentsel Yaşama Yansıması -İstanbul'da su baskını, sel ve taşkın risk değerlendirmesi-. *Journal of Planning*. doi:[10.14744/planlama.2019.05706](https://doi.org/10.14744/planlama.2019.05706)

Dong, L. (2004). *Waterfront Development: A Case Study of Dalian, China*. (Yayımlanmamış master's thesis). University of Waterloo, Local Economic Development – Tourism Policy and Planning, Waterloo, Ontario, Canada.

Downs, P. W. ve Gregory, K. J. (2004). *River channel management: Towards sustainable catchment hydrosystems*. London : New York: Arnold ; Distributed in the USA by Oxford University Press.

Downs, P. W. ve Piégay, H. (2019). Catchment-scale cumulative impact of human activities on river channels in the late Anthropocene: Implications, limitations, prospect. *Geomorphology*, 338, 88-104. doi:[10.1016/j.geomorph.2019.03.021](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2019.03.021)

- Doygun, N. ve Kısakürek, Ş. (2013). Kahramanmaraş’da Bazı Kent Parklarının Geçirimli Zemin Yeterliği Bakımından İncelenmesi. *İnönü Üniversitesi Sanat Ve Tasarım Dergisi*, 3(7), 23-29.
- Döker, M. F. (2012). *İstanbul Kentsel Büyüme Sürecinin Belirlenmesi, İzlenmesi ve Modellenmesi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı.
- Drainage Services Department. (2021).
- Droste, P. J. (2003). *Wasserbau und Wassermühlen an der Mittleren Rur: Die Kernlande des Herzogtums Jülich 8.-18. Jahrhundert*. Aachener Studien zur älteren Energiegeschichte. Aachen: Shaker.
- Ducpétiaux, É. (1844). *Le paupérisme en Belgique: Causes et remèdes*.
- Dumont, H. J. (1998). The Caspian Lake: History, biota, structure, and function. *Limnology and Oceanography*, 43(1), 44-52. doi:[10.4319/lo.1998.43.1.0044](https://doi.org/10.4319/lo.1998.43.1.0044)
- Durán Vian, F., Pons Izquierdo, J. J. ve Serrano Martínez, M. (2021). River-city recreational interaction: A classification of urban riverfront parks and walks. *Urban Forestry & Urban Greening*, 59, 127042. doi:[10.1016/j.ufug.2021.127042](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127042)
- Eden, S. ve Tunstall, S. (2006). Ecological versus Social Restoration? How Urban River Restoration Challenges but Also Fails to Challenge the Science – Policy Nexus in the United Kingdom. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 24(5), 661-680. doi:[10.1068/c0608j](https://doi.org/10.1068/c0608j)
- Elsevier. (t.y.). *Landscape and Urban Planning*. 9 Kasım 2024 tarihinde www.elsevier.com/locate/landurbplan adresinden erişildi.
- Enguita Puebla, A. (1999). Plan Especial del tramo norte del río Manzanares. *REVISTA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, RÍO Y CIUDAD*, 1.

https://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_articulo/op/46/op46_3.htm

adresinden erişildi.

Erdin, E. (Tarih yok). Bölüm 4: Mikroorganizmalardan yararlanarak atık su arıtımı.

http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/mikro/bolum_04.pdf adresinden erişildi.

Ergan, E. Z. (2022). *Tanımsız kentsel alanlar olarak kayıp mekanların yeniden değerlendirilerek kente kazandırılması: Anadoluhisarı-Göksu örneği*. Yüksek Lisans

Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Eroğlu, V. (2015). Atıksuların Tasfiyesi. *Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2015.*, 3.

Eskiharita.istanbul. (t.y.).*Eskiharita.istanbul*. 12 Kasım 2024 tarihinde

<https://eskiharita.istanbul/> adresinden erişildi.

Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, EBB. (2007). *1/25.000 nazım imar planı araştırma raporu*.

Eskişehir'in Kalp Atışı, (2021), Eskişehir Porsuk Nehri. (2023.). www.plantdergisi.com adresinden erişildi.

European Environment Agency. (2011). *Green infrastructure and territorial cohesion: The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems*. LU: Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/88266>

adresinden erişildi.

European Environment Agency. (2016). *Rivers and lakes in cities: Past and future challenges*. LU: Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/516136>

adresinden erişildi.

European Environment Agency (Ed.). (2017). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016: An indicator-based report*. EEA Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

- Everard, M. ve Moggridge, H. L. (2012). Rediscovering the value of urban rivers. *Urban Ecosystems*, 15(2), 293-314. doi:[10.1007/s11252-011-0174-7](https://doi.org/10.1007/s11252-011-0174-7)
- Falkenmark, M. (2003). *Water management and ecosystems: Living with change*. Stockholm: Global water partnership.
- Fan, Y. (2018). *Design research on the regeneration of the urban industrial waterfront to a livable one*. Doctor of Architecture Project, University of Hawai'i at Mānoa.
- Ferguson, B. (2009). Porous pavements Q&A. *Stormwater: The Journal for Surface Water Quality Professionals*, 1-4.
- Ferguson, B. K. (2006). POROUS PAVEMENTS: THE MAKING OF PROGRESS IN TECHNOLOGY AND DESIGN.
- Fernández Agueda, B. (2014). Urban Restructuring in Former Industrial Cities: Urban Planning Strategies. *Territoire en mouvement*, (23-24), 3-14. doi:[10.4000/tem.2527](https://doi.org/10.4000/tem.2527)
- Flatley, A., Rutherford, I. ve Hardie, R. (2018). River Channel Relocation: Problems and Prospects. *Water*, 10(10), 1360. doi:[10.3390/w10101360](https://doi.org/10.3390/w10101360)
- Fletcher, T., Duncan, H., Poelsma, P. ve Lloyd, S. (2004). *Stormwater flow and quality, and the effectiveness of non-proprietary stormwater treatment measures: A review and gap analysis* (Technical Report 04/8.).
- Flipo, N., Labadie, P. ve Lestel, L. (Ed.). (2021). *The Seine River Basin*. The Handbook of Environmental Chemistry (C. 90). Cham: Springer International Publishing. doi:[10.1007/978-3-030-54260-3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-54260-3)
- Franchini, T. ve Arana, J. (2011). *The Mega-Blue-Green Network: Madrid River Project*. 47th ISOCARP Congress.
- Frenkel, A. (2004). A Land-Consumption Model: Its Application to Israel's Future Spatial Development. *Journal of the American Planning Association*, 70(4), 453-470. doi:[10.1080/01944360408976394](https://doi.org/10.1080/01944360408976394)

- Frissell, C. A., Liss, W. J., Warren, C. E. ve Hurley, M. D. (1986). A hierarchical framework for stream habitat classification: Viewing streams in a watershed context. *Environmental Management*, 10(2), 199-214. doi:[10.1007/BF01867358](https://doi.org/10.1007/BF01867358)
- Galan, J. (2011). The River Turia Park_Valencia (Part 1).
- Gandy, M. (2006). Planning, Anti-planning and the Infrastructure Crisis Facing Metropolitan Lagos. *Urban Studies*, 43(2), 371-396. doi:[10.1080/00420980500406751](https://doi.org/10.1080/00420980500406751)
- Geneva. (t.y.). 21 Temmuz 2023 tarihinde <https://en.wikipedia.org/wiki/Geneva> adresinden erişildi.
- GIZ. (t.y.). Support to Viet Nam for the implementation of the Paris Agreement (VN-SIPA).
- Gibling, M. R. (2018). River Systems and the Anthropocene: A Late Pleistocene and Holocene Timeline for Human Influence. *Quaternary*, 1(3), 21. doi:[10.3390/quat1030021](https://doi.org/10.3390/quat1030021)
- Glick, T. F. (1970). *Irrigation and Society in Medieval Valencia*: Harvard University Press. doi:[10.4159/harvard.9780674281806](https://doi.org/10.4159/harvard.9780674281806)
- Goggans, T. ve Goggans, P. (1972). I N THE SUPREME COURT OF THE STATE OF MONTANA.
- Gomes, M., Pires, A. ve Ferreira Carneiro, P. R. (2012). Sustainable Drainage Systems: An Integrated Approach, Combining Hydraulic Engineering Design, Urban Land Control and River Revitalisation Aspects. M. S. Javaid (Ed.), *Drainage Systems içinde* . InTech. doi:10.5772/33896
- Gordon, M. F., John, C. G. ve Daniel, A. G. (1966). *Water and wastewater engineering*. New York: John Wiley and Sons Inc.

- Göncüoğlu, S. F. (2016). *Osmanlı İstanbul'unun ilk yapıları: Hisarlar ve mahalleleri* (1. baskı.). İstanbul: TURING.
- Graham, A., Day, J., Bray, B. ve Mackenzie, S. (2012). Sustainable drainage systems, Maximising the potential for people and wildlife, A guide for local authorities and developers. CHRIS BAINES Independent Environmental Adviser.
- Gregory, K. J. ve Chin, A. (2002). Urban stream channel hazards. *Area*, 34(3), 312-321. doi:[10.1111/1475-4762.00085](https://doi.org/10.1111/1475-4762.00085)
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X. ve Briggs, J. M. (2008). *Global change and the ecology of cities*. Science.
- Guillerme, A. (1983). *Les temps de l'eau: L'eau, la cité, les techniques*. Champ Vallon, Seyssel.
- Guimarães, L. F., Teixeira, F. C., Pereira, J. N., Becker, B. R., Oliveira, A. K. B., Lima, A. F., ... Miguez, M. G. (2021). The challenges of urban river restoration and the proposition of a framework towards river restoration goals. *Journal of Cleaner Production*, 316, 128330. doi:[10.1016/j.jclepro.2021.128330](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128330)
- Gurnell, A., Lee, M. ve Souch, C. (2007). Urban Rivers: Hydrology, Geomorphology, Ecology and Opportunities for Change. *Geography Compass*, 1(5), 1118-1137. doi:[10.1111/j.1749-8198.2007.00058.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2007.00058.x)
- Günther-Klotz-Anlage. (t.y.). 12 Haziran 2021 tarihinde <https://www.outdooractive.com/de/poi/region-karlsruhe/guenther-klotz-anlage/2534981/> adresinden erişildi.
- Haase, D. ve Nuissl, H. (2007). Does urban sprawl drive changes in the water balance and policy? *Landscape and Urban Planning*, 80(1-2), 1-13. doi:[10.1016/j.landurbplan.2006.03.011](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.03.011)
- Habitat Action Plan. (1857). *Notes and Queries*, 3(2nd S. 74), 438,.

- Hamilton, S. K. ve Lewis, W. M. (1990). *Basin morphology in relation to chemical and ecological characteristics of lakes on the Orinoco River floodplain Venezuela*.
- Harris, G. P. (2007). *Seeking sustainability in an age of complexity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hatt, B. E., Fletcher, T. D. ve Deletic, A. (2009). Hydrologic and pollutant removal performance of stormwater biofiltration systems at the field scale. *Journal of Hydrology*, 365(3-4), 310-321. doi:[10.1016/j.jhydrol.2008.12.001](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.12.001)
- Hattapoğlu, M. Z. (2004). *Su olgusunun yerleşmeler evrimindeki yeri ve günümüzde bir kentsel tasarım elemanı olarak yeniden yorumlanması*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hernández-Lamas, P., Gavilán, A. R. ve Bernabeu-Larena, J. (Tarih yok). PARKS AND ROADS BUILD THE CITIES: THE M-30 AND MADRID-RÍO PROJECT, BUILDING LANDSCAPE. School of Civil Engineering, Technical University of Madrid (UPM) – Fundación Miguel Aguiló (FMA) – Cultural Landscape Research Group (GIPC).
https://www.researchgate.net/publication/362286051_Parks_and_roads_build_the_cities_the_M-30_and_Madrid-Rio_project_building_landscape adresinden erişildi.
- Hickey-Elliot, A. B. (t.y.). An integrated catchment management plan toward restoration: Sustainable farming with a future focus in the Manganone West.
- Hillier, B. (2009). Spatial sustainability in cities: Organic patterns and sustainable forms. *Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium* içinde . Stockholm, Sweden: Royal Institute of Technology.
- Hobbs, C. H. (2012). *The Beach Book: Science of the Shore*. New York: Columbia University Press.

- Hoekstra, R. ve Van Den Bergh, J. C. J. M. (2006). Constructing physical input–output tables for environmental modeling and accounting: Framework and illustrations. *Ecological Economics*, 59(3), 375-393. doi:[10.1016/j.ecolecon.2005.11.005](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.11.005)
- Hopur, B. (2017). A new basin management concept for Turkey: National basin management strategy. *Biological Diversity and Conservation*, 10(2), 20-25.
- Hovinbekken. (2013, 9 Ekim).Hovinbekken. 7 Temmuz 2023 tarihinde <https://hovinbekken.org/about/> adresinden erişildi.
- Hynes, H. B. N. (1970). *The ecology of running waters*. Toronto, Ontario, Canada.: University of Toronto Press.
- I.C.P.D.R. (2008). *Analysis of the Tisza River Basin 2007: Initial Step toward the Tisza River Basin Management Plan – 2009*.
- International Water Resources Association (IWRA) & K-water. (2021). Smart Water Cities Report. <https://www.iwra.org/wp-content/uploads/2022/03/Rapport-complet-web-ok-2.pdf> adresinden erişildi.
- Irmak, H. (2007). *Osmanlı belgelerinde Kağıthane*. Kağıthane Belediyesi kültür yayınları. Kağıthane Belediyesi Kültür Yayınları. <https://books.google.com.tr/books?id=FmYMAQAAMAAJ> adresinden erişildi.
- Irmak, H. (2011). *Kağıthane tarih envanteri*. Kağıthane Belediyesi Kültür yayınları (1. basım.). İstanbul: Kağıthane Belediyesi.
- Irmak, H. (2014). *Sözlü tarih görüşmeleriyle Kağıthane*. Türk Tarih Kurumu Yayınları.
- İsmailoğlu, A. K. (2019). Kıyı alanları ve mesire alanlarının niteliksel ve niceliksel bağlantısının sorgulanması: Küçüksu ve Göksu mesire alanları. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2024). Eski Harita İstanbul. 11 Aralık 2024 tarihinde <https://eskiharita.istanbul> adresinden erişildi.

- İstanbul'daki dereler ıslah ediliyor. (2013, 25 Eylül).*Memurlar.Net*. 10 Haziran 2023 tarihinde <https://www.memurlar.net/haber/408920/istanbul-daki-dereler-islak-ediliyor.html> adresinden erişildi.
- Jones, P. ve Macdonald, N. (2007). Making space for unruly water: Sustainable drainage systems and the disciplining of surface runoff. *Geoforum*, 38(3), 534-544. doi:[10.1016/j.geoforum.2006.10.005](https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2006.10.005)
- Junker, B. ve Buchecker, M. (2007). Social science contributions to the participatory planning of water systems—Results from swiss case studies. *Topics on System Analysis and Integrated Water Resources Management* içinde (ss. 243-255). Elsevier. doi:[10.1016/B978-008044967-8/50013-0](https://doi.org/10.1016/B978-008044967-8/50013-0)
- Kağıthane Deresi ıslah ediliyor. (2014, 18 Ocak).*Hasbahçe Gazetesi—Haber Portalı*. 15 Kasım 2023 tarihinde <https://hasbahcegazetesi.com/kagithane-deresi-islak-ediliyor/> adresinden erişildi.
- Kaiser, K., Keller, N., Brande, A., Dalitz, S., Hensel, N., Heußner, K., ... Bens, O. (2018). A large-scale medieval dam-lake cascade in central Europe: Water level dynamics of the Havel River, Berlin–Brandenburg region, Germany. *Geoarchaeology*, 33(2), 237-259. doi:[10.1002/gea.21649](https://doi.org/10.1002/gea.21649)
- Kasprzyk, M., Szpakowski, W., Poznańska, E., Boogaard, F. C., Bobkowska, K. ve Gajewska, M. (2022). Technical solutions and benefits of introducing rain gardens – Gdańsk case study. *Science of The Total Environment*, 835, 155487. doi:[10.1016/j.scitotenv.2022.155487](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155487)
- Katsou, E., Nika, C.-E., Buehler, D., Marić, B., Megyesi, B., Mino, E., ... Atanasova, N. (2020). Transformation tools enabling the implementation of nature-based solutions for creating a resourceful circular city. *Blue-Green Systems*, 2(1), 188-213. doi:[10.2166/bgs.2020.929](https://doi.org/10.2166/bgs.2020.929)

- Kaur, L., Rishi, M. S., Sharma, S. ve Khosla, A. (2019). Impervious Surfaces an Indicator of Hydrological Changes in Urban Watershed: A Review, 4(1).
- Keith, S. J., Larson, L. R., Shafer, C. S., Hallo, J. C. ve Fernandez, M. (2018). Greenway use and preferences in diverse urban communities: Implications for trail design and management. *Landscape and Urban Planning*, 172, 47-59. doi:[10.1016/j.landurbplan.2017.12.007](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.12.007)
- Keller, E. A. (1975). Channelization: A search for a better way. *Geology*, 3(5), 246. doi:[10.1130/0091-7613\(1975\)3<246:CASFAB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1975)3<246:CASFAB>2.0.CO;2)
- Kerrigan, L. (2011). Lower Besòs River Restoration Cheonggyecheon River Restoration Buffalo Bayou Promenade Parc Garraf, La Vall D'En Joan California Academy of Sciences Potentials for Freeways of Los Angeles. California Academy of Sciences.
- Kervan, T. (2016a). Avrupa ülkelerinde entegre nehir restorasyonu yaklaşımlarının incelenmesi ve İstanbul Ayamama Deresi vaka analizi. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* içinde . <https://polen.itu.edu.tr/items/03d2c80b-e7a3-415e-b75f-801d68b75b26> adresinden erişildi.
- Kervan, T. (2016b). *Avrupa Ülkelerinde Entegre Nehir Restorasyonu Yaklaşımlarının İncelenmesi Ve İstanbul Ayamama Deresi Vaka Analizi*. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı.
- Khedun, C. P., Flores, R. S., Rughoonundun, H. ve Kaiser, R. A. (2014). World Water Supply and Use: Challenges for the Future. N. K. V. Alfen (Ed.), *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* içinde (ss. 450-465). Oxford: Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00083-8>

- Kılıç, M. Y. ve Kestioğlu, K. (2008). Endüstriyel atıksuların arıtımında ileri oksidasyon proseslerinin uygulanabilirliğinin araştırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 13(1). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/202762> adresinden erişildi.
- Kim, B. (2007). Urban typological analysis of the Cheonggye Stream Restoration Project in Seoul. *Korea Spat. Plan*, 53, 111-130.
- Kim, E. G. (2017). *Restoring a river to reclaim a city?: The politics of urban sustainability and environmental justice in the Los Angeles River Watershed*. Berkeley: Doktora Tezi, University of California.
- Kim, S.-H., Jung, S.-H. ve Rowe, P. G. (2010). *A city and its stream: An appraisal of the Cheonggyecheon restoration project and its environs in Seoul, South Korea*. Cambridge, MA: Harvard University Graduate School of Design.
- Kisser, J., Wirth, M., De Gussem, B., Van Eekert, M., Zeeman, G., Schoenborn, A., ... Beesley, L. (2020). A review of nature-based solutions for resource recovery in cities. *Blue-Green Systems*, 2(1), 138-172. doi:[10.2166/bgs.2020.930](https://doi.org/10.2166/bgs.2020.930)
- Kloss, C. ve Calarusse, C. (2006). *Rooftops to rivers: Green strategies for controlling stormwater and combined sewer overflows*. Natural Resources Defense Council. <https://www.nrdc.org/sites/default/files/rooftops.pdf> adresinden erişildi.
- Knoll, M., Lübken, U. ve Schott, D. (2017). *Rivers lost, rivers regained: Rethinking city-river relations*. History of the urban environment. Pittsburgh, Pa: University of Pittsburgh Press.
- Koçyiğit Yenal, A. T. (2000). *Ayamama Deresinin zemin incelemesi, kirlenmesi ve yönetim sorunları*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.

- Kometa, S. S. ve Akoh, N. R. (2012). The Hydro-geomorphological Implications of Urbanisation in Bamenda, Cameroon. *Journal of Sustainable Development*, 5(6), p64. doi:[10.5539/jsd.v5n6p64](https://doi.org/10.5539/jsd.v5n6p64)
- Kondolf, M. (2012b). Living With Urban Rivers: Restoring Social Connectivity and Natural Process. <https://marcmetzmoselle.eklablog.com/metz-le-parc-de-la-seille-a90791353> adresinden erişildi.
- Korkut, A. A., Gültürk, P. ve Üstün Topal, T. (2016). Kentsel peyzaj yapılarında zemin geçirimi üzerine bir araştırma: Tekirdağ örneği. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2), 412-422.
- Kozak, D., Henderson, H., De Castro Mazarro, A., Rotbart, D. ve Aradas, R. (2020). Blue-Green Infrastructure (BGI) in Dense Urban Watersheds. The Case of the Medrano Stream Basin (MSB) in Buenos Aires. *Sustainability*, 12(6), 2163. doi:[10.3390/su12062163](https://doi.org/10.3390/su12062163)
- Kuang, W., Liu, J., Zhang, Z. X., Lu, D. S. ve Xiang, B. (2013). Spatiotemporal dynamics of impervious surface areas across China during the early 21st century. *Chinese Science Bulletin*, 58(14), 1691-1701. doi:[10.1007/s11434-012-5568-2](https://doi.org/10.1007/s11434-012-5568-2)
- Kuhlmann, F., Balicka, J. ve Wilczyńska, A. (2021). Urban river revitalisation. *Urban Blue Spaces* içinde (1. bs., ss. 239-287). London: Routledge. doi:[10.4324/9780429056161-15](https://doi.org/10.4324/9780429056161-15)
- Kusler, J. ve Larson, L. (1993). Beyond the ARK: A New Approach to U.S. Floodplain Management. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 35(5), 6-34. doi:[10.1080/00139157.1993.9929099](https://doi.org/10.1080/00139157.1993.9929099)
- Kütükçü, T. (2014). *Geçmiş zamanların, mekânların ve hatırlamaların rafında: Kadıköy'ün kitabı*. Ötüken yayın Kültür serisi. İstanbul: Ötüken.

- Le, N. ve Petit, S. (2022). Implementation Guideline Water retention areas using the Delay—Store—Drain concept URBAN ECOSYSTEM-BASED ADAPTATION to climate change in Viet Nam. Published by Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- Lee, K. (2006a). Cheong Gye Cheon Restoration Project: A revolution in Seoul.
- Lee, K. (2006b). General Office of Waterworks, Formerly Cheong Gye Cheon Project Seoul. *Seoul Metropolitan Government*.
- Lee, M.-B. (2007). *Cheonggyecheon flows to the future*. Random House JoongAng, Seoul, Korea.
- Legret, M. ve Colandini, V. (1999). Effects of a porous pavement with reservoir structure on runoff water: Water quality and fate of heavy metals. *Water Science and Technology*, 39(2), 111-117. doi:[10.2166/wst.1999.0098](https://doi.org/10.2166/wst.1999.0098)
- Leipzig. (t.y.). 21 Temmuz 2023 tarihinde <https://en.wikipedia.org/wiki/Leipzig> adresinden erişildi.
- Leopold, L. B. (1977). A reverence for rivers. *Geology*, 5(7), 429. doi:[10.1130/0091-7613\(1977\)5<429:ARFR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1977)5<429:ARFR>2.0.CO;2)
- Lestel, L., Meybeck, M., Carré, C. ve Belliard, J. (2023). The Seine, the River dedicated to Paris. K. M. Wantzen (Ed.), *River culture: Life as a dance to the rhythm of the waters* içinde (ss. 673-697). UNESCO. doi:[10.54677/CGDX8656](https://doi.org/10.54677/CGDX8656)
- Lindsey, G. (1999). Use of urban greenways: Insights from Indianapolis. *Landscape and Urban Planning*, 45(2-3), 145-157. doi:[10.1016/S0169-2046\(99\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00023-7)
- Lindsey, G., Maraj, M. ve Kuan, S. (2001). Access, Equity, and Urban Greenways: An Exploratory Investigation. *The Professional Geographer*, 53(3), 332-346. doi:[10.1111/0033-0124.00288](https://doi.org/10.1111/0033-0124.00288)

- Liuchuan Renovations Attract Business, the Rise of Old Taichung City. (t.y.). *Taichung City Government*. 12 Ekim 2024 tarihinde <https://english.taichung.gov.tw/10273/10554/10719/732173> adresinden erişildi.
- Lofrano, G. ve Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind. *Science of The Total Environment*, 408(22), 5254-5264. doi:[10.1016/j.scitotenv.2010.07.062](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.07.062)
- Logan, M. ve Nuttall, N. (2013). *Birleşmiş Milletler*. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP), ANNUAL REPORT 2012.
- Los Angeles River in Places Journal. (2018, 5 Ekim). *Hidden Hydrology*. 10 Kasım 2023 tarihinde <https://www.hiddenhydrology.org/category/rivers/> adresinden erişildi.
- Lucke, T. ve Beecham, S. (2011). Field investigation of clogging in a permeable pavement system. *Building Research & Information*, 39(6), 603-615. doi:[10.1080/09613218.2011.602182](https://doi.org/10.1080/09613218.2011.602182)
- Lui, K. (2002). Energy efficiency and environmental benefits of rooftop gardens. *Construction Canada*, 44(2), 20-23-45345.
- Mačiukėnaitė, J. ve Povilaitienė, I. (2013). The Role of the River in the City Centre and its Identity. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 4(5), 33-41. doi:[10.5755/j01.sace.4.5.4820](https://doi.org/10.5755/j01.sace.4.5.4820)
- Madrid. (t.y.). 21 Temmuz 2023 tarihinde <https://en.wikipedia.org/wiki/Madrid> adresinden erişildi.
- Magdaleno, F. (2017). Aesthetic Vs. functional restoration of urban and peri-urban rivers: The Manzanares River in Madrid. *CSE - City Safety Energy*, (1). doi:[10.12896/cse201700100103](https://doi.org/10.12896/cse201700100103)
- Managing Infrastructure in the Stream Environment*. (2017). Denver, Colorado: Department of the Interior Bureau of Reclamation Technical Service Center.

- Manish, K. (t.y.). Urban Voices. 16 Aralık 2024 tarihinde <https://urbanvoices.in/author/kumar-manish/> adresinden erişildi.
- Marsalek, J. (Ed.). (2008). *Urban water cycle processes and interactions*. Urban water series - UNESCO ihp. Paris, France : Leiden, The Netherlands: UNESCO Pub. ; Taylor & Francis.
- Marshall, R. (2001). Waterfronts in Post-industrial Cities. [Marshall, R. Waterfronts in Post Industrial Cities; Spon Press: London, UK, 2001](#) adresinden erişildi.
- Martín-Vide, J. P. (2015). Restauración del río Besòs en Barcelona. Historia y lecciones. *Ribagua*, 2(1), 51-60. doi:[10.1016/j.riba.2015.07.001](https://doi.org/10.1016/j.riba.2015.07.001)
- Matos Silva, M. C. A. P. (2016). *Public space design for flooding: Facing the challenges presented by climate change adaptation*. (Yayımlanmamış programa de doctorado espacio público y regeneración urbana.). Universitat de Barcelona.
- Matos Silva, M. ve Costa, J. (2016). Flood Adaptation Measures Applicable in the Design of Urban Public Spaces: Proposal for a Conceptual Framework. *Water*, 8(7), 284. doi:[10.3390/w8070284](https://doi.org/10.3390/w8070284)
- McGranahan, G., Balk, D. ve Anderson, B. (2007). The rising tide: Assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization*, 19(1), 17-37. doi:[10.1177/0956247807076960](https://doi.org/10.1177/0956247807076960)
- Mehmood, T., Gaurav, G. K., Cheng, L., Klemeš, J. J., Usman, M., Bokhari, A. ve Lu, J. (2021). A review on plant-microbial interactions, functions, mechanisms and emerging trends in bioretention system to improve multi-contaminated stormwater treatment. *Journal of Environmental Management*, 294, 113108. doi:[10.1016/j.jenvman.2021.113108](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113108)
- Melbourne Water. (2019). *Constructed Waterway Design*. <https://www.melbournewater.com.au/> adresinden erişildi.

- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2018). Doğal Afetler: Taşkınlar. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*. Erişim. <https://www.mgm.gov.tr/arastirma/dogal-afetler.aspx?s=taskinlar> adresinden erişildi.
- Metz. (t.y.-a). Parc de la Seille. <https://marcmetzmoselle.eklablog.com/metz-le-parc-de-la-seille-a90791353> adresinden erişildi.
- Metz. (t.y.-b). 21 Temmuz 2023 tarihinde <https://en.wikipedia.org/wiki/Metz> adresinden erişildi.
- Meyer, G. E., Franti, T. G. ve Mortensen, D. A. (1997). Seek and destroy: Machine vision identifies weeds for spot spraying. *Resource 258 Magazine, Engineering and Technology for a Sustainable World*, 4(12), 13-14.
- Milly, P. C. D., Wetherald, R. T., Dunne, K. A. ve Delworth, T. L. (2002). Increasing risk of great floods in a changing climate. *Nature*, 415(6871), 514-517. doi:[10.1038/415514a](https://doi.org/10.1038/415514a)
- Mishra, H. S., Bell, S., Wilczyńska, A. ve Balicka, J. (2021). Urban wetlands and storm water management. *Urban Blue Spaces* içinde (1. bs., ss. 336-371). London: Routledge. doi:[10.4324/9780429056161-17](https://doi.org/10.4324/9780429056161-17)
- Mitchell, B. ve Gardner, J. S. (1983). River basin management: Canadian experiences. *Department of Geography, University of Waterloo*, (20), 1-4.
- Mitchell, Bruce. (2005). Integrated Water Resource Management, Institutional Arrangements, and Land-Use Planning. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 37(8), 1335-1352. doi:[10.1068/a37224](https://doi.org/10.1068/a37224)
- Mitsch, W. J. ve Jørgensen, S. E. (2004). *Ecological engineering and ecosystem restoration*. Hoboken, NJ: Wiley.

- Moglen, G. E. ve Kim, S. (2007). Limiting Imperviousness: Are Threshold-Based Policies a Good Idea? *Journal of the American Planning Association*, 73(2), 161-171. doi:[10.1080/01944360708976150](https://doi.org/10.1080/01944360708976150)
- Mondragón-Monroy, R. ve Honey-Rosés, J. (2016). Urban River Restoration and Planning in Latin America: A systematic review. doi:[10.14288/1.0319069](https://doi.org/10.14288/1.0319069)
- Montgomery, D. R., University of Washington, ve Society for Ecological Restoration (Ed.). (2003). *Restoration of Puget Sound rivers*. Seattle, Wash: Center for Water and Watershed Studies in association with University of Washington Press.
- Moretti, M. (2008). Cities on Water and Waterfront Regeneration: A Strategic Challenge for the Future. Grundtvig, II meeting River of Change- River// Cities Wwarsaw, Poland, July 24th-27th 2008.
- ullaney, J. ve Lucke, T. (2014). Practical Review of Pervious Pavement Designs. *CLEAN – Soil, Air, Water*, 42(2), 111-124. doi:[10.1002/clen.201300118](https://doi.org/10.1002/clen.201300118)
- Muller, E. K., Collins, T. M. ve Tarr, J. A. (t.y.). Pittsburgh's rivers: From urban industrial infrastructure to environmental infrastructure.
- Muller, E. K. ve Tarr, J. A. (1996). River city: The interaction of natural and built environments in the Pittsburgh landscape. J. A. Tarr (Ed.), *Devastation and Renewal* içinde (ss. 11-40).
- Naiman, R. (2013). Socio-ecological complexity and the restoration of river ecosystems. *Inland Waters*, 3(4), 391-410. doi:[10.5268/IW-3.4.667](https://doi.org/10.5268/IW-3.4.667)
- Nanxi, S. (2008). *Art factories in Shanghai: Urban regeneration experience of post-industrial districts*. (Yayımlanmamış master's thesis,). Department of Architecture, National University of Singapore.
- Nardini, A. ve Gomes Miguez, M. (2016). An Integrated Plan to Sustainably Enable the City of Riohacha (Colombia) to Cope with Increasing Urban Flooding, while

Improving Its Environmental Setting. *Sustainability*, 8(3), 198.
doi:[10.3390/su8030198](https://doi.org/10.3390/su8030198)

Nardo, D. (2014). *Life in Ancient Mesopotamia*. San Diego, CA: ReferencePoint Press.

National Capital Planning Commission. (2018). *Comprehensive plan for the National Capital: Parks and Open Space Element*. National Capital Planning Commission.
https://www.ncpc.gov/docs/actions/2018December/CP01H_Comprehensive_Plan_for_the_National_Capital_Federal_Elements_-_Parks_and_Open_Space_Element_Update_Staff_Report_Dec2018.pdf adresinden erişildi.

Navea, V. V. (2014). *A holistic approach to the enhancement of an urban reach of the Pleichach River in the city of Würzburg, Germany*. (Yayımlanmamış master's thesis,). Hafen City Universität Hamburg.

Neale, M. W. ve Moffett, E. R. (2016). Re-engineering buried urban streams: Daylighting results in rapid changes in stream invertebrate communities. *Ecological Engineering*, 87, 175-184. doi:10.1016/j.ecoleng.2015.11.043

Neil Allen Associates ve Central Bedfordshire Council. (t.y.). *Recreation and Open Space Strategy: Technical Guidance*. Erişim: www.centralbedfordshire.gov.uk/leisure.
https://www.centralbedfordshire.gov.uk/migrated_images/chapter-2-recreation-1_tcm3-14101.pdf adresinden erişildi.

Newman, L. (2024). Urban waterfront renaissance on the South Platte Riverfront. 5 Aralık 2024 tarihinde <https://urbanland.uli.org/development-and-construction/denver-a-renaissance-on-the-south-platte-riverfront> adresinden erişildi.

Niezgoda, S. L. ve Johnson, P. A. (2005). Improving the Urban Stream Restoration Effort: Identifying Critical Form and Processes Relationships. *Environmental Management*, 35(5), 579-592. doi:[10.1007/s00267-004-0088-8](https://doi.org/10.1007/s00267-004-0088-8)

- Nuissl, H. ve Siedentop, S. (2021). Urbanisation and Land Use Change. T. Weith, T. Barkmann, N. Gaasch, S. Rogga, C. Strauß ve J. Zscheischler (Ed.), *Sustainable Land Management in a European Context* içinde , Human-Environment Interactions (C. 8, ss. 75-99). Cham: Springer International Publishing. doi:[10.1007/978-3-030-50841-8_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50841-8_5)
- Nyaupane, N., Bhandari, S., Rahaman, Md. M., Wagner, K., Kalra, A., Ahmad, S. ve Gupta, R. (2018). Flood Frequency Analysis Using Generalized Extreme Value Distribution and Floodplain Mapping for Hurricane Harvey in Buffalo Bayou. *World Environmental and Water Resources Congress 2018* içinde (ss. 364-375). World Environmental and Water Resources Congress 2018, sunulmuş bildiri, Minneapolis, Minnesota: American Society of Civil Engineers. doi:[10.1061/9780784481400.034](https://doi.org/10.1061/9780784481400.034)
- Oh, S. M., Won, H. S., Kim, J. W. ve Oh, S. G. (t.y.). A study on planning methods for sustainable waterfront residential estates project in Germany—With focus on the Rummelsburger Bay waterfront residential quarters in Berlin. Berlin.
- Ohl, C. A. (2000). Flooding and human health. *BMJ*, 321(7270), 1167-1168. doi:[10.1136/bmj.321.7270.1167](https://doi.org/10.1136/bmj.321.7270.1167)
- Okaikue-Woodi, F. E. K., Cherukumilli, K. ve Ray, J. R. (2020). A critical review of contaminant removal by conventional and emerging media for urban stormwater treatment in the United States. *Water Research*, 187, 116434. doi:[10.1016/j.watres.2020.116434](https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116434)
- Oktay, H. E., Erdoğan, R. ve Oktay, F. B. (2015). Kent ve su. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5(11).
- Olçay, G. P. (2020). İstanbul Basın Ekspres Aksı'nın Gelişme Ve Dönüşme Dinamikleri. *Journal of Planning*. doi:[10.14744/planlama.2020.98853](https://doi.org/10.14744/planlama.2020.98853)

- Olson, D. M. ve Dinerstein, E. (1998). The Global 200: A Representation Approach to Conserving the Earth's Most Biologically Valuable Ecoregions. *Conservation Biology*, 12(3), 502-515. doi:[10.1046/j.1523-1739.1998.012003502.x](https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.012003502.x)
- Oral, H. V., Carvalho, P., Gajewska, M., Ursino, N., Masi, F., Hullebusch, E. D. V., ... Zimmermann, M. (2020). A review of nature-based solutions for urban water management in European circular cities: A critical assessment based on case studies and literature. *Blue-Green Systems*, 2(1), 112-136. doi:[10.2166/bgs.2020.932](https://doi.org/10.2166/bgs.2020.932)
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2014). *Ulusal Havza Yönetim Stratejisi (2014-2023)*. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/uhys%20belgesi%20%283%29.pdf> adresinden erişildi.
- Orsega-Smith, E., Mowen, A. J., Payne, L. L. ve Godbey, G. (2004). The Interaction of Stress and Park Use on Psycho-physiological Health in Older Adults. *Journal of Leisure Research*, 36(2), 232-256. doi:[10.1080/00222216.2004.11950021](https://doi.org/10.1080/00222216.2004.11950021)
- Önen, M. (2006). Fotoğraf: Kurbağalıdere, İstanbul.
- Önen, M. (2007). Kentsel kıyı mekanı olarak akarsuların rekreasyonel kullanım potansiyelinin irdelenmesi: Eskişehir Porsuk Çayı ve İstanbul Kurbağalıdere örneği. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü içinde* .
- Özdemir, Y. (2007). *Alibeyköy Deresinde görülen sel baskınlarının coğrafi açıdan incelenmesi*.
- Öztürk, M. (2006). *İstanbul derelerinin taşkın debilerinin tahmini*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Palmer, M. A. ve Febria, C. M. (2012). The Heartbeat of Ecosystems. *Science*, 336(6087), 1393-1394. doi:[10.1126/science.1223250](https://doi.org/10.1126/science.1223250)
- Park, K.-D. (2007). Cheonggyecheon Restoration Project. *Proceedings of the JFES-WFEO Joint International Symposium on River Restoration içinde* . Hiroshima, Japan.

- Parsasyrat, L. ve Jamali, A. A. (2015). The Effects of Impermeable Surfaces on the Flooding Possibility in ZarrinShahr Isfahan Municipal Watershed. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences (ISI Thomsonreuters)*, 5, 28-38.
- Patra, S., Sahoo, S., Mishra, P. ve Mahapatra, S. C. (2018). Impacts of urbanization on land use /cover changes and its probable implications on local climate and groundwater level. *Journal of Urban Management*, 7(2), 70-84. doi:[10.1016/j.jum.2018.04.006](https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.04.006)
- Pattacini, L. (2021). Urban Design and Rivers: A Critical Review of Theories Devising Planning and Design Concepts to Define Riverside Urbanity. *Sustainability*, 13(13), 7039. doi:[10.3390/su13137039](https://doi.org/10.3390/su13137039)
- Paul, A. R. ve Kundapura, S. (2021). Hydrologic Modelling of Flash Floods and Their Effects. M. C. Narasimhan, V. George, G. Udayakumar ve A. Kumar (Ed.), *Trends in Civil Engineering and Challenges for Sustainability* içinde , Lecture Notes in Civil Engineering (C. 99, ss. 679-693). Singapore: Springer Singapore. doi:[10.1007/978-981-15-6828-2_51](https://doi.org/10.1007/978-981-15-6828-2_51)
- Paul, M. J. ve Meyer, J. L. (2001). Streams in the Urban Landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32(1), 333-365. doi:[10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114040](https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114040)
- Paul, M. J. ve Meyer, J. L. (2008). Streams in the Urban Landscape. J. M. Marzluff, E. Shulenberger, W. Endlicher, M. Alberti, G. Bradley, C. Ryan, ... C. ZumBrunnen (Ed.), *Urban Ecology* içinde (ss. 207-231). Boston, MA: Springer US. doi:[10.1007/978-0-387-73412-5_12](https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_12)
- Pearlmutter, D., Theochari, D., Nehls, T., Pinho, P., Piro, P., Korolova, A., ... Pucher, B. (2020). Enhancing the circular economy with nature-based solutions in the built urban environment: Green building materials, systems and sites. *Blue-Green Systems*, 2(1), 46-72. doi:[10.2166/bgs.2019.928](https://doi.org/10.2166/bgs.2019.928)

- Pekarek, K. A., Shelton, D. P., Feehan, K. ve Holm, B. A. (2011). Stormwater Management: Terminology. University of Nebraska - Lincoln University of Nebraska - Lincoln.
- Pekin, U. (2007). Kentsel akarsu koridorlarının geliştirilmesi ve Ankara Çayı kavramsal yeşil yol planı. *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı* içinde . <https://dspace.ankara.edu.tr/items/94f6eaa9-2a58-49c4-a7f9-8b9704b06cad> adresinden erişildi.
- Pekin, Umut. (2013). Urban Waterfront Regenerations. M. Ozyavuz (Ed.), *Advances in Landscape Architecture* içinde . InTech. doi:[10.5772/55759](https://doi.org/10.5772/55759)
- Perini, K. (2017). *Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure* (1. bs.). Wiley. doi:[10.1002/9781119245025](https://doi.org/10.1002/9781119245025)
- Perini, Katia. (2017). Madrid Río, Spain – Strategies and Techniques. © 2017 John Wiley & Sons Ltd. Published 2017 by John Wiley & Sons Ltd.
- Perini, Katia ve Sabbion, P. (2017). *Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure* (1. bs.). Wiley. doi:[10.1002/9781119245025](https://doi.org/10.1002/9781119245025)
- Pervititch, J. (2000). *Sigorta Haritalarında İstanbul*. Axa Oyak Holding A.Ş., İstanbul.
- Petts, G. E. (1979). Complex response of river channel morphology subsequent to reservoir construction. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 3(3), 329-362. doi:[10.1177/030913337900300302](https://doi.org/10.1177/030913337900300302)
- Pinkham, R. (2000). *Daylighting: New life for buried streams*. Colorado: Rocky Mountain Institute.
- Pittsburgh. (t.y.). 15 Aralık 2023 tarihinde <https://www.pittsburghpa.gov/Safety/Police/Police-Officer-Recruitment/Pittsburgh> adresinden erişildi.

- Platt, R. H. (2006). Urban Watershed Management: Sustainability, One Stream at a Time. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 48(4), 26-42. doi:[10.3200/ENVT.48.4.26-42](https://doi.org/10.3200/ENVT.48.4.26-42)
- PRESS RELEASE: S2O Design Leads Dynamic River Restoration Effort for The River Mile, Denver's Largest Development. (2020, 19 Kasım).*S2O Design*. 15 Aralık 2024 tarihinde <https://s2odesign.com/press-release-s2o-design-leads-dynamic-river-restoration-effort-for-the-river-mile-denvers-largest-development/> adresinden erişildi.
- Prominski, M. (2017). *River. Space. Design: Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Streams*. Birkhäuser Generalstandingorder. Basel/Berlin/Boston: Walter de Gruyter GmbH.
- Puehmeier, T. ve Newman, A. P. (2008). Oil retaining and treating geotextile for pavement applications. *11th International Conference on Urban Drainage* içinde . Edinburgh, Scotland. <https://www.researchgate.net/publication/253341711> adresinden erişildi.
- Qin, Y. (2020). Urban Flooding Mitigation Techniques: A Systematic Review and Future Studies. *Water*, 12(12), 3579. doi:[10.3390/w12123579](https://doi.org/10.3390/w12123579)
- Rasal, S. (2012). *Reconnecting the city with the riverfront to revitalize the socio-economic conditions of Springfield*. (Yayımlanmamış master's thesis,). Graduate School of the University of Massachusetts.
- Raymond, C. M., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Berry, P., Breil, M., Nita, M. R., ... Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 77, 15-24. doi:[10.1016/j.envsci.2017.07.008](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008)

- Recuperació mediambiental del tram final del llit del riu Besòs—1a fase. (t.y.). <https://www.publicspace.org/works/-/project/b015-recuperacio-mediambiental-del-tram-final-del-llit-del-riu-besos-1a-fase> adresinden erişildi.
- Redzuan, N. ve Latip, N. S. A. (2016). Principles of Ecological Riverfront Design Redefined. *Creative Space*, 4(1), 29-48. doi:[10.15415/cs.2016.41002](https://doi.org/10.15415/cs.2016.41002)
- Rekevičius, L. (2010). VILNIAUS TAPATUMO SLUOKSNIAI BRAUNO IR HOGENBERGO ATLASE. *JOURNAL OF ARCHITECTURE AND URBANISM*, 34(1), 17-28. doi:[10.3846/tpa.2010.02](https://doi.org/10.3846/tpa.2010.02)
- Revenga, M., Zuniga ve, I., Espanol, P. ve Pagonabarraga, I. (1998). Boundary Model In Dpd. *International Journal of Modern Physics C f c World Scienti c Publishing Company*.
- Riley, A.L. (2003). A primer on stream and river protection for the regulator and program manager. *Technical Reference Circular W.D içinde* (ss. 02-1.). Oakland, CA.
- Riley, Ann L. (2016). *Restoring Streams in Cities: A Guide for Planners, Policymakers, and Citizens*. Chicago: Island Press.
- River Estates Park. (t.y.). <https://www.playlsi.com/en/commercial-playground-equipment/playgrounds/river-estates-park/> adresinden erişildi.
- River Estates Park. (t.y.). *Landscape Structures Inc.* 17 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.playlsi.com/en/commercial-playground-equipment/playgrounds/river-estates-park/> adresinden erişildi.
- River Estates Park Pelham, ON Canada. (2024, 30 Aralık). [River Estates Park Pelham, ON Canada. \(2024, 30 Aralık\). https://www.playlsi.com/en/commercial-playground-equipment/playgrounds/river-estates-park/](https://www.playlsi.com/en/commercial-playground-equipment/playgrounds/river-estates-park/). adresinden erişildi.
- Riverlife Task Force. (2001). *A Vision Plan for Pittsburgh's Riverfronts*. Riverlife Task Force.

- Rivers. (t.y.). 16 Kasım 2023 tarihinde <https://www.hiddenhydrology.org/category/rivers/page/2/> adresinden erişildi.
- Rivers, A. (2024). Daylighting Report. 8 Aralık 2024 tarihinde <http://americanrivers.org/DaylightingReport> adresinden erişildi.
- Robinson, Emma. C. (1901). Practical Geologizing. *Journal of Education*, 53(15), 232-233. doi:[10.1177/002205740105301504](https://doi.org/10.1177/002205740105301504)
- Roseen, R. M., Ballesterro, T. P., Houle, J. J., Briggs, J. F. ve Houle, K. M. (2012). Water Quality and Hydrologic Performance of a Porous Asphalt Pavement as a Storm-Water Treatment Strategy in a Cold Climate. *Journal of Environmental Engineering*, 138(1), 81-89. doi:[10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0000459](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000459)
- Rouse, D. C. ve Bunster, İ. F. (2013). Green Infrastructure: A Landscape Approach. APA, American Planning Association Planning Advisory Service Report Number 571. www.planning.org/pas/index.htm. adresinden erişildi.
- Rowe, P. G. (Tarih yok). A City an Its Stream an Appraisal of the Cheonggyecheon Restoration Project and Its Environs in Seoul, South Korea. edited by peter g. rowe with sAe-hoon kim And sAng-hoon jung.
- Roy, A. H., Wenger, S. J., Fletcher, T. D., Walsh, C. J., Ladson, A. R., Shuster, W. D., ... Brown, R. R. (2008). Impediments and Solutions to Sustainable, Watershed-Scale Urban Stormwater Management: Lessons from Australia and the United States. *Environmental Management*, 42(2), 344-359. doi:[10.1007/s00267-008-9119-1](https://doi.org/10.1007/s00267-008-9119-1)
- Ruby, E. (t.y.). How urbanization affects the water cycle. California Water and Land Use Partnership (CA WALUP). Office of Environmental Health Hazard Assessment, Cal/EPA.
- Rybka, A. ve Mazur, R. (2018). The river as an element of urban composition. *E3S Web of Conferences*, 45, 00077. doi:[10.1051/e3sconf/20184500077](https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184500077)

- Ryu, C. ve Kwon, Y. (2016). How Do Mega Projects Alter the City to Be More Sustainable? Spatial Changes Following the Seoul Cheonggyecheon Restoration Project in South Korea. *Sustainability*, 8(11), 1178. doi:[10.3390/su8111178](https://doi.org/10.3390/su8111178)
- Saarinen, E. (1943). *The City: Its Growth, Its Decay, Its Future*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Sairinen, R. ve Kumpulainen, S. (2006). Assessing social impacts in urban waterfront regeneration. *Environmental Impact Assessment Review*, 26(1), 120-135. doi:[10.1016/j.eiar.2005.05.003](https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.05.003)
- Salgueiro, C. (2024). *ANÁLISE DE DRENAGEM URBANA EM ÁREA DE MORRO: ESTUDO DE CASO EM RECIFE*. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL.
- Samant, S. ve Brears, R. (2017). Urban Waterfront Revivals of the Future. P. Y. Tan ve C. Y. Jim (Ed.), *Greening Cities* içinde , Advances in 21st Century Human Settlements (ss. 331-356). Singapore: Springer Singapore. doi:[10.1007/978-981-10-4113-6_15](https://doi.org/10.1007/978-981-10-4113-6_15)
- San Antonio River Walk Extension Project. (t.y.). <https://tomtarrant.com/san-antonio-river-walk-extension-project/> adresinden erişildi.
- San Antonio River Walk Extension Project. (2009, 17 Mayıs). *Green Button Homes*. 26 Şubat 2025 tarihinde <https://tomtarrant.com/san-antonio-river-walk-extension-project/> adresinden erişildi.
- San Pedro Springs. (t.y.). Edwards Aquifer. 9 Temmuz 2022 tarihinde <https://www.edwardsaquifer.net/spspring.html> adresinden erişildi.

- Sansalone, J., Kuang, X. ve Ranieri, V. (2008). Permeable Pavement as a Hydraulic and Filtration Interface for Urban Drainage. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 134(5), 666-674. doi:[10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2008\)134:5\(666\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2008)134:5(666))
- Saral, A. (2010). *Çok kriterli karar verme ve bilgi difüzyonu yöntemleri yardımıyla, taşkın risk analizi yazılımının gerçekleştirilmesi*. (Yayımlanmamış master's thesis). İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Sarıöz, P. (1997). *Bir zamanlar Eskişehir*. İstanbul: ESBANK.
- Schmutz, S. ve Sendzimir, J. (Ed.). (2018). *Riverine Ecosystem Management: Science for Governing Towards a Sustainable Future*. Cham: Springer International Publishing. doi:[10.1007/978-3-319-73250-3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3)
- Scholz, M. ve Grabowiecki, P. (2007). Review of permeable pavement systems. *Building and Environment*, 42(11), 3830-3836. doi:[10.1016/j.buildenv.2006.11.016](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.11.016)
- Sebilo, M., Billen, G., Mayer, B., Billiou, D., Grably, M., Garnier, J. ve Mariotti, A. (2006). Assessing Nitrification and Denitrification in the Seine River and Estuary Using Chemical and Isotopic Techniques. *Ecosystems*, 9(4), 564-577. doi:[10.1007/s10021-006-0151-9](https://doi.org/10.1007/s10021-006-0151-9)
- Sekmen, H. (t.y.). Ayamama'da sona doğru. 25 Kasım 2023 tarihinde <https://www.yeniakit.com.tr/haber/ayamamada-sona-dogru-126255.html> adresinden erişildi.
- Seo, D. ve Kwon, Y. (2018). Sustainable Strategies for the Dynamic Equilibrium of the Urban Stream, Cheonggyecheon. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 143, 012068. doi:[10.1088/1755-1315/143/1/012068](https://doi.org/10.1088/1755-1315/143/1/012068)
- Seoul Urban Regeneration: Cheonggyecheon Restoration and Downtown Revitalization. (t.y.). <https://www.seoulsolution.kr/en/content/seoul-urban-regeneration-cheonggyecheon-restoration-and-downtown-revitalization> adresinden erişildi.

- Shafer, C. S., Lee, B. K. ve Turner, S. (2000). A tale of three greenway trails: User perceptions related to quality of life. *Landscape and Urban Planning*, 49(3-4), 163-178. doi:[10.1016/S0169-2046\(00\)00057-8](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00057-8)
- Shaffer, P., Wilson, S., Brindle, F., Baffoe-Bonnie, B., Prescott, C. ve Tarbet, N. (2009). *Understanding permeable and impermeable surfaces: Technical report on surfacing options and cost-benefit analysis*. London: Department for Communities and Local Government.
- Sharma, R., Vymazal, J. ve Malaviya, P. (2021). Application of floating treatment wetlands for stormwater runoff: A critical review of the recent developments with emphasis on heavy metals and nutrient removal. *Science of The Total Environment*, 777, 146044. doi:[10.1016/j.scitotenv.2021.146044](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146044)
- Shrestha, B. B. (2019). Approach for Analysis of Land-Cover Changes and Their Impact on Flooding Regime. *Quaternary*, 2(3), 27. doi:[10.3390/quat2030027](https://doi.org/10.3390/quat2030027)
- Silva, J. B. e, Saraiva, G., Ramos, I. L., Monteiro, F., Silva, F. N. da ve Câmara, C. (2004). *Classification of the aesthetic value of the selected urban rivers – Methodology – Project Deliverable 4-2*. Instituto Superior Técnico – Centro de Sistemas Urbanos e Regionais (IST – CESUR), Universidade de Évora.
- Skar, S. L. G., Pineda-Martos, R., Timpe, A., Pölling, B., Bohn, K., Külvik, M., ... Junge, R. (2020). Urban agriculture as a keystone contribution towards securing sustainable and healthy development for cities in the future. *Blue-Green Systems*, 2(1), 1-27. doi:[10.2166/bgs.2019.931](https://doi.org/10.2166/bgs.2019.931)
- Smith, R. F., Hawley, R. J., Neale, M. W., Vietz, G. J., Diaz-Pascacio, E., Herrmann, J., ... Utz, R. M. (2016). Urban stream renovation: Incorporating societal objectives to achieve ecological improvements. *Freshwater Science*, 35(1), 364-379. doi:[10.1086/685096](https://doi.org/10.1086/685096)

- Soar, P. J. ve Thorne, C. R. (2001). *Channel Restoration Design for Meandering Rivers*: Fort Belvoir, VA: Defense Technical Information Center. doi:[10.21236/ADA397049](https://doi.org/10.21236/ADA397049)
- Soest Germany. (t.y.). 21 Temmuz 2023 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Soest,_Germany adresinden erişildi.
- Sohn, W., Kim, J.-H., Li, M.-H., Brown, R. D. ve Jaber, F. H. (2020). How does increasing impervious surfaces affect urban flooding in response to climate variability? *Ecological Indicators*, 118, 106774. doi:[10.1016/j.ecolind.2020.106774](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106774)
- Sojka, R. E., Bjorneberg, D. L. ve Entry, J. A. (2002). Irrigation: An historical perspective.
- Stepniewska, M. ve Sobczak, U. (2017). Assessing the synergies and trade-offs between ecosystem services provided by urban floodplains: The case of the Warta River Valley in Poznań, Poland. *Land Use Policy*, 69, 238-246. doi:[10.1016/j.landusepol.2017.09.026](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.09.026)
- Stream Restorartion. (t.y.). 21 Temmuz 2023 tarihinde https://en.wikipedia.org/wiki/Stream_restoration adresinden erişildi.
- Suárez, M., García-Nieto, A. P., Gómez-Baggethun, E. ve Ametzaga-Arregi, I. (2024). Renaturalisation and natural rewilding of the Manzanares river in Madrid, Spain: Mapping recreation potential and actual use. *Urban Forestry & Urban Greening*, 101, 128555. doi:[10.1016/j.ufug.2024.128555](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128555)
- Sustainable Stormwater Management. (t.y.). 10 Kasım 2023 tarihinde <https://courses.lumenlearning.com/suny-sustainability-a-comprehensive-foundation/chapter/sustainable-stormwater-management/> adresinden erişildi.
- Suzhou Creek: Reclaiming Shanghai's Industrial Waterway. (t.y.).*Sasaki*. 10 Kasım 2023 tarihinde <https://www.sasaki.com/voices/suzhou-creek-reclaiming-shanghais-industrial-waterway/> adresinden erişildi.

- Şahin, S. (2015). *Istanbul su yolları ve su yapılarının tarihçesi*. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Şimşek, G. (2011). *Akarsu ve kentin birlikte varoluşu üzerine kentsel akarsu rehabilitasyona bir yaklaşım: Porsuk Çayı ve Eskişehir kenti örneği*. Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Taichung Canal Image. (t.y.).
<https://english.taichung.gov.tw/media/274309/781141171.jpg> adresinden erişildi.
- Taichung, Chinese Taipei. (t.y.). *AIPH*. 20 Ekim 2023 tarihinde <https://aiph.org/green-city-case-studies/liuchuan-taichung-canal/> adresinden erişildi.
- Tarcan Bütün, Z. (2018). *Kentsel akarsu kıyılarının kamusal mekan yaratma potansiyelinin belirlenmesi: Kağıthane Deresi ve Kurbağalıdere örneği*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- T.C. Resmi Gazete. (2011). Orman ve Su İşleri Bakanlığının teşkilat ve görevleri hakkında kanun hükmünde kararname (No. 645). (Sayı: 27912).
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/07/20110704-1.htm> adresinden erişildi.
- Tchobanoglous, G. ve Culp, G. (1980). *Aquaculture systems for wastewater treatment: An engineering assessment*. Washington, D.C: U.S. EPA, Office of Water Program Operations.
- Teclaff, L. A. (1996). Evolution of the River Basin Concept in National and International Water Law. *Natural Resources Journal*, 36(2), 359-391.
- Teclaff, L. A. ve Teclaff, E. (1994). Restoring River and Lake Basin Ecosystems. *Natural Resources Journal*, 34(4), 905-932.
- Tennis, P. D., Leming, M. L. ve Akers, D. J. (2004). *Pervious concrete pavements*. Skokie, Ill.: Portland Cement Association.

- Tezer, S. T. (2015). *Ekim). Kent formunun tarihsel gelişiminin incelenmesinde yeni bir perspektif; Floransa kent formunun köprüler etkisinde gelişimi*. Türkiye Kentsel Morfoloji Sempozyumu.
- The Best Waterproof & Rot Resistant Woods (& Finishes to Apply). (2022, 5 Ekim). *Duffield Timber*. 3 Ağustos 2023 tarihinde <https://duffieldtimber.com/the-workbench/buyers-guides/water-resistant-timber-species-treatments> adresinden erişildi.
- The canal revolution: How waterways reveal the truth about modern Britain. (2019). 21 Temmuz 2023 tarihinde <https://www.theguardian.com/cities/2019/jul/25/the-canal-revolution-how-waterways-reveal-the-truth-about-modern-britain> adresinden erişildi.
- The Liuchuan Canal paves the way for a “green and blue” regeneration of Taichung’s city centre. (t.y.). 19 Aralık 2024 tarihinde <https://aiph.org/green-city-case-studies/liuchuan-taichung-canal/> adresinden erişildi.
- Thomas, D. S. G. (2016). *The dictionary of physical geography* (Fourth edition.). Hoboken, NJ: J. Wiley.
- Thorsheim, P. (2006). *Inventing pollution: Coal, smoke, and culture in Britain since 1800*. Ohio University Press series in ecology and history. Athens, Ohio: Ohio University Press.
- Tikkanen, A. (t.y.). Besós River. 15 Ekim 2023 tarihinde <https://www.britannica.com/place/Besos-River> adresinden erişildi.
- Timur, U. P. (2013). Urban waterfront regenerations. *Remaking the Urban Waterfront*. Urban Land Institute. doi:[10.5772/55759](https://doi.org/10.5772/55759)
- Timur, U. P. (2013, 1 Temmuz). Urban Waterfront Regenerations. 7 Şubat 2023 tarihinde <https://www.intechopen.com/chapters/45422> adresinden erişildi.

- Tockner, K., Bunn, S. E., Gordon, C., Naiman, R. J., Quinn, G. P. ve Stanford, J. A. (2008). Flood plains: Critically threatened ecosystems. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/29469521> adresinden erişildi.
- Tockner, K. ve Stanford, J. A. (2002). Riverine flood plains: Present state and future trends. *Environmental Conservation*, 29(3), 308-330. doi:[10.1017/S037689290200022X](https://doi.org/10.1017/S037689290200022X)
- Tsakaldimi, M. ve Tsitsoni, T. (2015). The importance of streams protection in urban areas from the perspective of ecology and environmental awareness. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/280007113> adresinden erişildi.
- Tuna, C. (2002). Kentten İmparatorluğa—Anadolu'nun Eski Yerleşim Yerleri. *Cilt, 2*.
- Turani, A. (1980). Roma Sanatı. Sanat Tarihi Ansiklopedisi. *İstanbul: Bateş Yayınları, 1*, 196-199.
- Türk, Y. A. (2019). *Suya Duyarlı Kentsel Tasarım*. Uluslararası Su ve Sağlık Kongresi.
- Türkiye Cumhuriyeti Meclisi. 2872 sayılı çevre kanunu (1983). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.2872.pdf> adresinden erişildi.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (t.y.). Çevre İstatistikleri Bülteni, 2022. 15 Temmuz 2023 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49685> adresinden erişildi.
- UNESCO. (t.y.-a). *Water and civilisations: Sound of our water*. The UNESCO Courier: A window open on the world. UNESCO Project.
- UNESCO. (t.y.-b). Water and Civilization. 10 Mayıs 2022 tarihinde http://unesco.uiah.fi/water/material/03_water_and_civilisation_html adresinden erişildi.
- U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management. (2018). San Pedro Riparian National Conservation Area: Draft Resource Management Plan and Environmental Impact Statement, Volume I: Executive Summary, Chapters 1-4, References, Glossary, and Index.

- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (t.y.). United States Environmental Protection Agency. 10 Mayıs 2022 tarihinde <https://www.epa.gov/> adresinden erişildi.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2013, 20 Mart). Collections and Lists. 15 Kasım 2023 tarihinde <https://www.epa.gov/home> adresinden erişildi.
- VanWoert, N. D., Rowe, D. B., Andresen, J. A., Rugh, C. L., Fernandez, R. T. ve Xiao, L. (2005). Green Roof Stormwater Retention: Effects of Roof Surface, Slope, and Media Depth. *Journal of Environmental Quality*, 34(3), 1036-1044. doi:[10.2134/jeq2004.0364](https://doi.org/10.2134/jeq2004.0364)
- Veldkamp, T., Boogaard, F., De Graaf, R. ve Kluck, J. (2021, 4 Mart). Understanding urban hydrology through measurements of infiltration capacity of permeable pavements under real-live circumstances. doi:[10.5194/egusphere-egu21-14547](https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-14547)
- Venik, G. ve Boogaard, F. (2020). Infiltration Capacity of Rain Gardens Using Full-Scale Test Method: Effect of Infiltration System on Groundwater Levels in Bergen, Norway. *Land*, 9(12), 520. doi:[10.3390/land9120520](https://doi.org/10.3390/land9120520)
- Verdú-Vázquez, A., Fernández-Pablos, E., Lozano-Diez, R. V. ve López-Zaldívar, Ó. (2021). Green space networks as natural infrastructures in PERI-URBAN areas. *Urban Ecosystems*, 24(1), 187-204. doi:[10.1007/s11252-020-01019-w](https://doi.org/10.1007/s11252-020-01019-w)
- Vermaat, J. E., Wagtendonk, A. J., Brouwer, R., Sheremet, O., Ansink, E., Brockhoff, T., ... Hering, D. (2016). Assessing the societal benefits of river restoration using the ecosystem services approach. *Hydrobiologia*, 769(1), 121-135. doi:[10.1007/s10750-015-2482-z](https://doi.org/10.1007/s10750-015-2482-z)
- Veról, A. P., Battemarco, B. P., Merlo, M. L., Machado, A. C. M., Haddad, A. N. ve Miguez, M. G. (2019). The urban river restoration index (URRIX)—A supportive tool to assess fluvial environment improvement in urban flood control projects. *Journal of Cleaner Production*, 239, 118058. doi:[10.1016/j.jclepro.2019.118058](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118058)

- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. ve Melillo, J. M. (1997). Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science*, 277(5325), 494-499. doi:[10.1126/science.277.5325.494](https://doi.org/10.1126/science.277.5325.494)
- Voldera, A., Watson, T. ve Viswanathan, B. (2009). Potential use of pervious concrete for maintaining existing mature trees during and after urban development. *Urban Forestry & Urban Greening*, 8, 249-256.
- Voogt, J. A. ve Oke, T. R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), 370-384. doi:[10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8)
- Voskamp, I. M. ve Van De Ven, F. H. M. (2015). Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. *Building and Environment*, 83, 159-167. doi:[10.1016/j.buildenv.2014.07.018](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.07.018)
- Walsh, C. J., Booth, D. B., Burns, M. J., Fletcher, T. D., Hale, R. L., Hoang, L. N., ... Wallace, A. (2016). Principles for urban stormwater management to protect stream ecosystems. *Freshwater Science*, 35(1), 398-411. doi:[10.1086/685284](https://doi.org/10.1086/685284)
- Walsh, C. J., Fletcher, T. D. ve Ladson, A. R. (2005). Stream restoration in urban catchments through redesigning stormwater systems: Looking to the catchment to save the stream. *Journal of the North American Benthological Society*, 24(3), 690-705. doi:[10.1899/04-020.1](https://doi.org/10.1899/04-020.1)
- Walsh, C. J., Imberger, M., Burns, M. J., Bos, D. G. ve Fletcher, T. D. (2022). Dispersed Urban-Stormwater Control Improved Stream Water Quality in a Catchment-Scale Experiment. *Water Resources Research*, 58(12), e2022WR032041. doi:[10.1029/2022WR032041](https://doi.org/10.1029/2022WR032041)
- Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M. ve Morgan, R. P. (2005). The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a

- cure. *Journal of the North American Benthological Society*, 24(3), 706-723.
doi:[10.1899/04-028.1](https://doi.org/10.1899/04-028.1)
- Wantzen, K. M., Piednoir, T., Cao, Y., Vazhayil, A. M., Tan, C., Kari, F. G., ... Sommerhäuser, M. M. (2022). Back to the surface – Daylighting urban streams in a Global North–South comparison. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 838794.
doi:[10.3389/fevo.2022.838794](https://doi.org/10.3389/fevo.2022.838794)
- Ward, J. V., Tockner, K., Arscott, D. B. ve Claret, C. (2002). Riverine landscape diversity. *Freshwater Biology*, 47(4), 517-539. doi:[10.1046/j.1365-2427.2002.00893.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00893.x)
- Ward, James V. (1997). An Expansive Perspective of Riverine Landscapes: Pattern and Process Across Scales. *GIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 6(1), 52-60. doi:[10.14512/gaia.6.1.6](https://doi.org/10.14512/gaia.6.1.6)
- Warner, J. F. (2012). Making Space for the River: Governance Experiences with Multifunctional River Flood Management in the US and Europe. *Water Intelligence Online*, 11. doi:[10.2166/9781780401133](https://doi.org/10.2166/9781780401133)
- Water Cycle Fact Sheet. (t.y.). https://oehha.ca.gov/media/downloads/ecotoxicology/factsheet/watercyclefacts_0.pdf adresinden erişildi.
- Watershed Wonders, the Los Angeles River and the Adventures of the Cola Kayak Teacher Resource Guide. (2024).
- Weith, T., Barkmann, T., Gaasch, N., Rogga, S., Strauß, C. ve Zscheischler, J. (Ed.). (2021). *Sustainable Land Management in a European Context: A Co-Design Approach*. Human-Environment Interactions (C. 8). Cham: Springer International Publishing.
doi:[10.1007/978-3-030-50841-8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50841-8)
- West 8. (t.y.). Madrid Río: Twelfth Veronica Rudge Green Prize in Urban Design. Harvard Graduate School of Design. <https://www.gsd.harvard.edu/2015/11/madrid-r-o-wins-2015-veronica-rudge-green-prize-in-urban-design/> adresinden erişildi.

- White, G. F. (1957). A Perspective of River Basin Development. *Law and Contemporary Problems*, 22(2), 157. doi:[10.2307/1190252](https://doi.org/10.2307/1190252)
- Wild, T. C., Dempsey, N. ve Broadhead, A. T. (2019). Volunteered information on nature-based solutions—Dredging for data on deculverting. *Urban Forestry & Urban Greening*, 40, 254-263. doi:[10.1016/j.ufug.2018.08.019](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.08.019)
- Williams, J., Uhernik, B., Hillhouse, J., Pulsipher, D., Phillips, T. ve LeVeque, K. (2018). THE HEALTHY RIVER CORRIDOR STUDY. Dave Jula, Department of Transportation & Infrastructure, Morgan Lynch, Department of Transportation & Infrastructure.
- Winiwarter, V., Haidvogel, G., Hohensinner, S., Hauer, F. ve Bürkner, M. (2016). The long-term evolution of urban waters and their nineteenth century transformation in European cities. A comparative environmental history. *Water History*, 8(3), 209-233. doi:[10.1007/s12685-016-0172-z](https://doi.org/10.1007/s12685-016-0172-z)
- Wolf, S., Esser, V., Schüttrumpf, H. ve Lehmkühl, F. (2021). Influence of 200 years of water resource management on a typical central European river. Does industrialization straighten a river? *Environmental Sciences Europe*, 33(1), 15. doi:[10.1186/s12302-021-00460-8](https://doi.org/10.1186/s12302-021-00460-8)
- Wolfe, D. L. (2006). Los Angeles County Department of Public Works HYDROLOGY MANUAL. Water Resources Division January 2006.
- Wolman, M. G. ve Leopold, B. L. (1957). River flood plains: Some observations on their formation. *Physiographic and Hydraulic Studies of Rivers, Geological Survey Professional Paper 282-C* içinde . Washington: United States Government Printing Office.
- World Bank. (2021). A CATALOGUE OF NATURE-BASED SOLUTIONS A CATALOGUE OF NATURE-BASED SOLUTIONS. The World Bank Group, 1818

H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2625; e-mail: pubrights@worldbank.org.

Wu, F., Shi, Q., Hasan, S., Shi, C. ve Gibson, J. (2018). Urbanization and Industrial Transformation for Improved Water Management. X. Deng ve J. Gibson (Ed.), *River Basin Management* içinde , Ecohydrology (ss. 1-29). Singapore: Springer Singapore. doi:[10.1007/978-981-10-0841-2_2-1](https://doi.org/10.1007/978-981-10-0841-2_2-1)

Xianbin, Z. (2016). Urban Waterfront Landscape Planning and Design to Explore in Lanzhou City, Gansu Province, China. *American Journal of Civil Engineering*, 4(6), 376. doi:[10.11648/j.ajce.20160406.26](https://doi.org/10.11648/j.ajce.20160406.26)

Yağmur Bahçeleri. (2021). www.pleasanthilliowa.org/681/Rain-Garden-Benefits adresinden erişildi.

Yağmur Bahçesi Uygulama Kılavuzu. (2018). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü Kentsel Tasarım Dairesi Başkanlığı.

Yang, W., Wang, X. ve Zhang, D. (2010). Evaluation and prospect of research on the quality of urban life and living space. *Human Geography*, 03, 22-23.

Yaşar Korkanç, S. (2005). Sel ve taşkınlardan korunmada erken uyarı ve önemi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 55(1), 123-134. doi:[10.17099/jffiu.32003](https://doi.org/10.17099/jffiu.32003)

Yıldırım, T. ve Altungök, A. (2016). Nil, Fırat ve Dicle su yollarının Ortaçağ dünyası açısından önemi. *Firat University Journal of Social Sciences*, 25(1), 317-337. doi:[10.18069/fusbed.00509](https://doi.org/10.18069/fusbed.00509)

Yıldız, S., Namal, O. Ö. ve Çekim, M. (2013). Atık su arıtma teknolojilerindeki tarihsel gelişimler. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 55-67.

Zhang, L. (2002). *AN EVALUATION OF AN URBAN RIVERFRONT PARK RIVERFRONT PARK, SPOKANE, WASHINGTON EXPERIENCES AND*

LESSONS FOR DESIGNERS. WASHINGTON STATE UNIVERSITY The Department of Horticulture and Landscape Architecture.

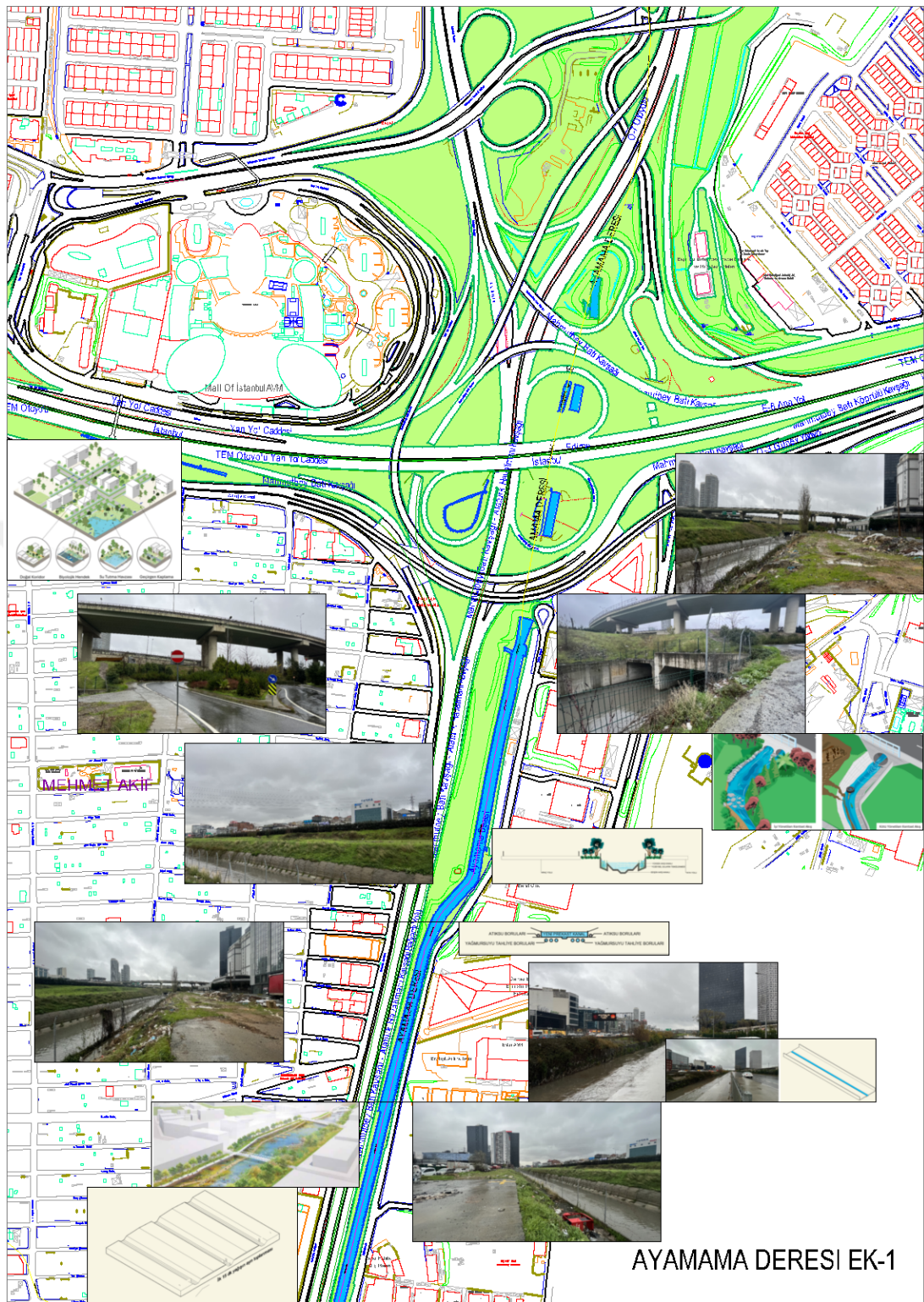
Zhao, Z., Allen, H., Zhang, Y., Deng, C., Xie, Q. ve Wang, C. (2020). Problems and Countermeasures of River Management in the Process of Rapid Urbanization in China. *Water*, 12(8), 2260. doi:[10.3390/w12082260](https://doi.org/10.3390/w12082260)

Zurich. (t.y.). 21 Temmuz 2023 tarihinde <https://en.wikipedia.org/wiki/Z%C3%BCrich> adresinden erişildi.

1997-1999: Development Pressure. (t.y.).*The River Project*. 10 Kasım 2023 tarihinde <https://www.theriverproject.org/taylor-yard/development-pressure> adresinden erişildi.

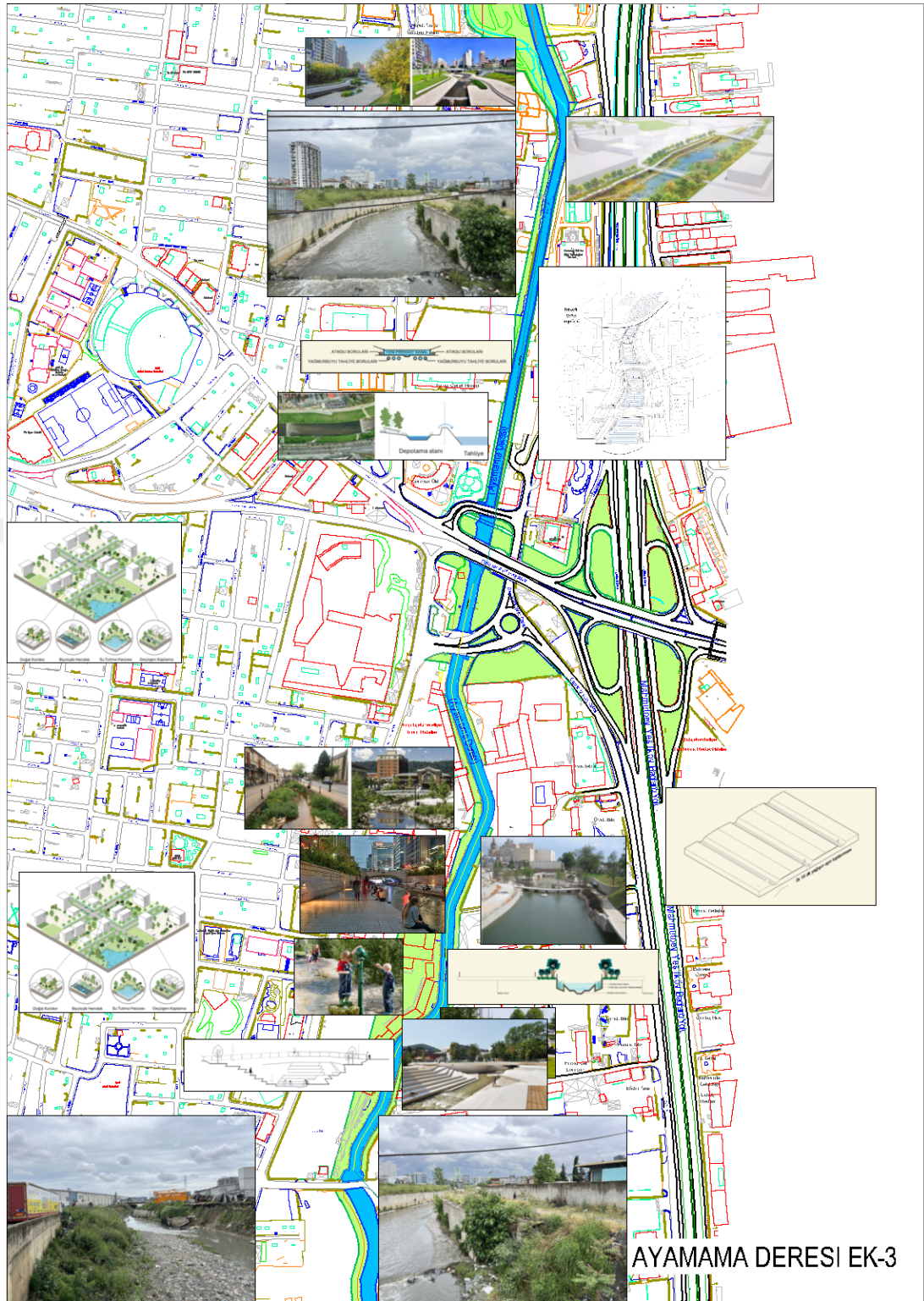
(2022a, 10 Mayıs). 15 Temmuz 2024 tarihinde www.worthingam.gov.uk adresinden erişildi.

(2022b, 10 Haziran). International Water History Association. <http://www.iwha.ewu.edu/> adresinden erişildi.



AYAMAMA DERESI EK-1





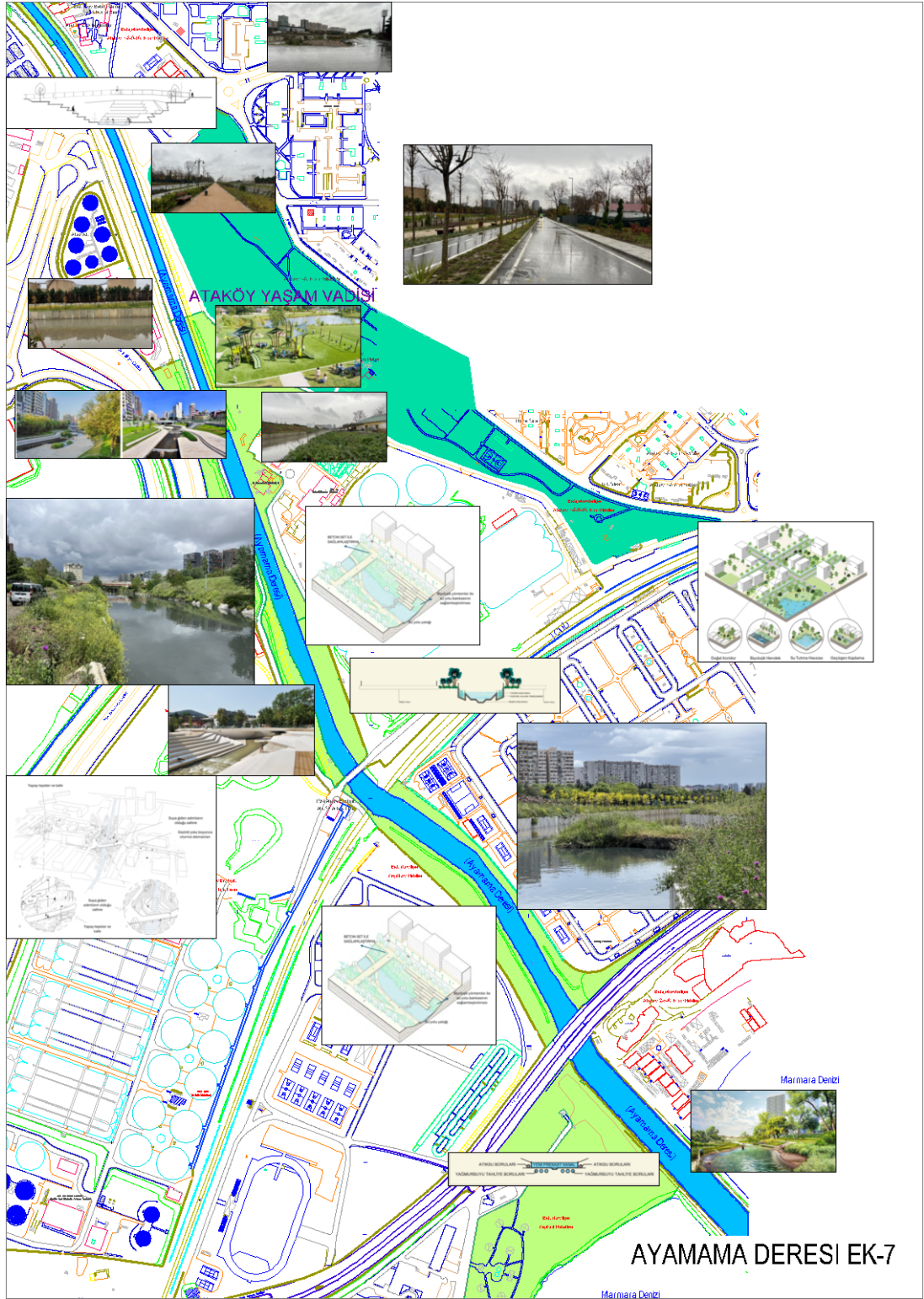
AYAMAMA DERESİ EK-3





BAKIRKÖY

AYAMAMA DERESİ EK-6



ÖZGEÇMİŞ

Nazmiye ERMEYDAN

Peyzaj Y. Mimarı

EĞİTİM

Lisans: 1991 – 1994, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölüm
2. Olarak mezun oldum.

Yüksek Lisans: 1991 – 1994, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman
Botaniği Bölümü Tezli

Doktora: 2018 – 2025, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim
Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Şehircilik ve Kentsel Dönüşüm Bölümü