



# Ankara ayı rneğinde Kentsel Alanlardaki Akarsuların Ekolojik erevede İrdelenmesi\*

## *An Ecological Status Analysis of Urban Streams Using the Example of Ankara River\*\**

### Zeynep ÇETİNER

Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara, Türkiye  
Ankara University, Graduate School of Naturel and Applied Sciences Department of Landscape Architecture, Ankara, Turkey  
zeynecetiner@gmail.com  
ORCID ID: 0000-0002-0731-4673

### Őukran ŞAHİN

Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara, Türkiye  
Prof. Dr., Ankara University, Graduate School of Naturel and Applied Sciences Department of Landscape Architecture, Ankara, Turkey  
sukransahin.tr@gmail.com  
ORCID ID: 0000-0002-3730-2534

DOI: 10.5505/jas.2020.88528

### z

Hızlı, düzensiz ve doğanın arzından yararlanmak yerine doğayı tahrip eden kentleşme yaklaşımı nedeniyle kentlerde yer alan su sistemlerinin yapısı değiştirilmekte, bozulmakta ve kentten koparılmaktadır. Bunun sonucunda; akarsu akış rejimi değişmekte, infiltrasyon azalmasıyla taşkın artmakta, yeraltı taban suyu seviyesi düşmekte, akarsu biyolojisi bozulmakta ve rekreasyonel değeri azalmaktadır. Bu alışma ile Ankara ayı rneğinde kent içinde baskıya maruz kalmış akarsuların fonksiyonlarının sürdürülebilirliği için ekolojik yönden incelenip kentten koparılmış olan akarsuların doğaya ve kente yeniden kazandırılması hedeflenmiştir. Akarsu, ekolojik yönden su zonu ve kenar zonu olarak iki bölümde incelenmiştir. Su zonundaki değerlendirme kanal yapısı ve doğal akarsu yatağı incelenerek yapılmıştır. Kenar zonu ise kentsel yoğunluğa göre beş farklı bölgeye ayrılmış ve alan kullanımlarının ekolojik göstergeler üzerindeki etkileri hesaplanmıştır. Arazi kullanımlarından yola çıkılarak gerçekleştirilen sayısal değerlendirme ve kilit süreç analizleri, hızlı kentleşme ve yoğun tarımsal faaliyetler nedeniyle Ankara ayı'nın niteliklerinin doğal fonksiyonlar bakımından yetersiz olduğunu ortaya koymuştur. Kısa dönem onarım planı için ekolojik potansiyel %21, uzun dönem onarım planı için ise %65'dir. Sonuç olarak, Ankara ayı'nın doğaya ve kente yeniden kazanımı için çevresel planlama ve yönetim stratejileri ortaya konulmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Ankara ayı, Akarsu koridoru, Ekoloji, Peyzaj onarımı, Kentsel tasarımı, Havza, Ankara

\* Bu alışma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Őukran Şahin danışmanlığında gerçekleştirilen "Ankara ayı rneğinde Kentsel Alanlardaki Akarsuların Ekolojik erevede İrdelenmesi" adlı yüksek lisans tezine dayandırılarak hazırlanmıştır.

\*\* This article is based on master thesis titled "Ecological Status Analysis of Urban Streams in the Example of Ankara River" under the supervision of Prof. Őukran Şahin, Ankara University, Graduate School of Naturel and Applied Sciences Department of Landscape Architecture.

## Abstract

A consequence of erratic and rapid urbanization has been to destroy nature instead of taking advantage of it. This has meant that the structure of water systems in urban areas has become degraded and detached from the city, which in turn has led to stream flow regime changes, flood increases with infiltration decrease, groundwater level decreases, deterioration in stream biology and reduction in recreational value. The aim of the study is to reemphasize, taking an ecological viewpoint, the sustainable value of the rivers, following the pressure they have undergone due to urbanization. In this reevaluation, the river was considered as having two components: a water zone and an edge zone, within which the evaluation channel structure and the natural riverbed in the water zone were examined. The edge zone was divided into five different regions, according to urban density, and the effects of the uses of the land in terms of ecological indicators were calculated. Quantitative evaluation and key process analysis, based on land uses, have revealed that rapid urbanization and intensive agricultural activities have had a detrimental effect on the ecological qualities of Ankara Stream. It has been determined that the ecological potential for recovery is 21% for the short-term restoration plan, and 65% for the long-term restoration plan, and, as a result, environmental planning and management strategies have been introduced for the recovery of Ankara River for the benefit of both the environment and the city.

**Keywords:** Ankara river, Stream corridor, Ecology, Landscape restoration, Urban design, Watershed, Ankara

## Giriş

Ankara'nın temel vadi sistemini kuzeybatıdan gelen Çubuk Çayı, güneyden gelen İmrahor Deresi, doğudan gelen Hatip Çayı ve batıda Ankara Çayı oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında Ankara Çayı ve çevresi incelenmiştir. Hızlı, düzensiz ve doğanın arzından yararlanmak yerine doğayı tahrip eden kentleşme yaklaşımı nedeniyle kentlerde yer alan su sistemlerinin yapısı değiştirilmekte, bozulmakta ve kentten koparılmaktadır. Bu bağlamda kent içinde baskıya maruz kalmış Ankara Çayı'nın fonksiyonlarının sürdürülebilirliği için ekolojik yönden incelenip kentten koparılmış olan akarsuyun doğaya ve kente yeniden kazandırılması hedeflenmektedir. Bu tür çalışmaların kentlerdeki yaşam kalitesine olumlu etki edeceği ve gözle görülür biçimde bu kaliteyi artıracığı öngörülmektedir.

Kentsel alanlardaki akarsular ve çevrelerinin ekolojik kapsamda irdelenmesi ve mevcut durumun ekolojik potansiyelinin saptanması amacıyla yapılan çalışmada peyzaj fonksiyonları ve ekolojik kriterlere göre alan kullanım durumlarının incelemesi yapılmıştır. Peyzaj fonksiyonları ve alan kullanımları arasındaki doğrudan etkileşim mekânsal olarak ortaya konulmuştur.

## Kavramsal Temeller

**Akarsu Peyzajları:** Kırsal ve kentsel alanlarda akarsular ve bağlantılı oldukları sulak alanlar, peyzajın karakterine ve niteliğine mühim katkılar sağlarlar. Akarsu vadileri genellikle yakın çevrelerindeki peyzaj desenine

göre belirgin ve zıt bir farklılık ortaya koymaktadır. Birçok akarsuyun peyzaj karakteri rekreasyon ve koruma değerleri açısından önemlidir (Şahin, Kurum, Perçin ve Memlük, 2014, s.1). Akarsular, suyun taşınması, depolanması, erozyon ve sediment taşınması dâhil jeomorfolojik, hidrolojik ve biyolojik süreçleri yerine getirmektedir (Perini ve Sabbion, 2017, s. 76) ve özel jeolojik, hidrojeolojik ve jeomorfolojik yapıları nedeniyle farklı arazi kullanımlarından etkilenebilen hassas ekosistemlerdir (Şahin ve diğ., 2014, s.1). Isı, sediment ve yüzey akışı toplayan topografik alçak noktalar olduğundan dolayı sahip oldukları doğal çeşitlilik sebebiyle akarsu peyzajları bir yandan insan kullanımları için uygun alanları oluştururken bir yandan da değişime karşı son derece savunmasızdır (Wiederkehr, Wilkinson, Zeng, Yeo ve Ewers, 2020, s.1; Şahin ve diğ., 2014, s.1). Bu nedenle, akarsuların etkin yönetiminde herhangi bir arazi kullanım kararı öncesinde peyzaj envanterinin çıkarılıp, ardından onarım, iyileştirme ve geliştirmeye yönelik analiz ve değerlendirmelerin yapılması gereklidir (Şahin ve diğ., 2014, s.1).

Hidrolojik döngünün önemli bir parçası olan akarsular diğer kaynaklara göre çok daha az miktarda su barındırmasına rağmen, çizgisel yapıları dolayısıyla dünyanın her yerine su ve besin taşınmasında; ayrıca jeolojik, biyolojik, tarihsel ve kültürel açıdan da oldukça önemli kaynaklardır (Yıldırım, Yılmaz ve Benliay, 2013, s. 52). Akarsular, peyzaj matrisinde bulunan yamaları birbirine bağlayan önemli unsurlardır ve bir yandan canlı-cansız madde akışı ve öte yandan da habitatlar arası bağlantılılığı sağlamada



koridor işlevini üstlenmektedirler (Yıldırım ve diğ., 2013, s. 52; Şahin ve diğ., 2014, s.1). Bu bağlamda koridorlar biyolojik çeşitlilik açısından arzu edilen bir durumdur. Koridorlar sayesinde, türlerin farklı habitat yamalarında yaşayan bireyleri arasında güvenli bir bağlantı kurulmuş olur (Yıldırım ve diğ., 2013, s. 52). Bozulmamış akarsu ortamları, soğutma etkisi, hava kalitesini artırma, sel ve taşkın önleme, habitat sağlama, vb. çeşitli ekosistem hizmetleri (destekleme, düzenleme, sağlama ve kültürel hizmetler) sağlamaktadır (Perini ve Sabbion, 2017, s. 77; Wiederkehr ve diğ., 2020, s. 9). Akarsu koridorları, türlerin yaşamasına, üremesine, beslenmesine, barınmasına ve hareketine olanak sağlamalarının yanı sıra, madenin, enerjinin ve organizmaların girişlerini filtreler veya durdurur. Filtre ve bariyer olarak akarsu koridoru, su kirliliğini azaltır, insan kullanımları, bitki toplulukları ve daha az hareketli yabancı türler için doğal sınır oluşturur (FISRWG, 1998).

Akarsu vadi peyzajları, morfolojik yapıları gereği çevrelerine bakıldığında farklı iklimsel karaktere sahiptirler. Vadiler lokal hava akımlarının oluşmasına sebep olmaktadır ve ayrıca günlük hava akımları da üretmektedirler. Sabah erken saatlerde vadi tabanından yukarıya doğru oluşan hava hareketleri, geceleri tersine yukarıdan tabana doğrudur. Akşam üzeri hava akımları akarsu koridoru boyunca yukarı havza yönünde ve gecenin ilerleyen saatlerinde ise akarsu koridoru boyunca aşağı havza yönünde ilerlemektedir (Şahin, 1996, s.19). Kentlerin hava temizliği bakımından bu hava hareketleri hayati önem taşımaktadır. Gün boyu kent üzerinde oluşan kirli hava, akarsu vadilerindeki bu hava hareketleri ile dış bölgelere taşınabilmekte ve bu sayede kentteki hava kalitesi korunabilmektedir (Yılmaz, 2008, s.109). Küresel iklim değişikliği ve kentleşmenin sel, sıcak hava dalgaları, ısı adası oluşumu ve kuraklık gibi olumsuz etkileri, doğa temelli çözümlerin önemini artırmıştır (Khirfan, Mohtat ve Peck, 2020, s.1). Kent içinde yer alan akarsuların bu etkileri önlemedeki doğal mikroklimatik özellikleri nedeniyle Almanya'da akarsu vadileri kullanılarak bir uygulama gerçekleştirilmiştir. 1960 yıllarında Stuttgart (Almanya), hava kirliliği ve yeşil alanların azalması nedeniyle sorunlu yerleşimler arasında yer almıştır. Kent içindeki hava kirliliğinin önlenmesi ve giderilmesi amacıyla iklim planlama çalışmaları yapılmıştır. Kent üzerindeki kirli havanın, kent merkezinden çevresine doğru vadi ve yamaçlar boyunca ışınal olarak planlanan yeşil alanlar sayesinde uzaklaştırılması ve havanın sirkülasyonu ile

kent merkezine giren havanın temizlenmesini sağlamak hedeflenmiştir. Kentin imarı meteorolojik bir haritaya göre sürdürülmekte, yapıların yeri, yüksekliği ve yönleri bu haritaya göre belirlenmektedir. Yaklaşık 40 yıllık bu uygulama ile kentteki hava kirliliği düşük seviyelere indirilmiştir (Özcan, 2004, s. 98).

**Kentsel Alanlarda Akarsu:** Kent içindeki akarsular, farklı canlı türlerine habitat sağlamaları, kent kimliğini şekillendirmeleri, çevresel kalite ve mikroklimatik konfor üzerine etkileri, kentlilerin rekreasyonel ihtiyaçlarını karşılamaları gibi ekolojik, sosyal ve kültürel dinamikler üzerindeki katkılarından dolayı kentsel alanların önemli bileşenlerindedir. Kentsel doku içinde yer alan akarsular, yoğun kentleşme baskısı altında açık-yeşil alanlara duyulan gereksinimin yüksek olduğu kent mekânlarının yeşil sisteminin oldukça önemli bir ögesi durumundadırlar (Özeren ve Hepcan, 2013, s.839). Hammadde kaynağı olması, içme suyu temin edilmesi, sulama suyu ve besin sağlama, su döngüsünü sağlama, ulaşım, tarımsal faaliyetlere, rekreasyonel etkinliklere olanak vermesi gibi (O'Donnell, 2006, s.1; Kılıçaslan ve Özkan, 2005, s.180) önemli kullanımlara olanak sağlama nedeniyle akarsu kıyılarındaki gelişme hızlanmıştır. İnsanlar elverişli mikroklimaya sahip, topografik yapısı, kendine özgü bitki ve hayvan yaşamıyla çevresine göre oldukça farklı alanlar sunan akarsu kıyılarında barınacakları, enerjisinden yararlanacakları tesisler, binalar kurmuşlar ve kurmaya devam etmektedirler. Bu bağlamda toplumun şekillendirdiği akarsu kıyısı çevresi ortaya çıkmaktadır. Yanlış kullanımlar sonucu kit olan bu doğal kaynağın niteliğinin kentsel mekânlarda daha fazla bozunuma uğradığı, sanayileşme ve kentleşmeye paralel olarak çevresel kullanımların akarsuları, akarsuların da çevresel kullanımları olumsuz etkilediği görülmektedir (Kılıçaslan ve Özkan, 2005, s.180).

“Sağlıklı bir hidrolojik sistemin temel işlevleri suyu tutmak, yağmur suyu akış düzenlemesini, yeraltı suyunun yeniden dağıtılmasını ve yeniden doldurulmasını sağlamaktır. Doğal su döngüsü, yağmurun toprağa nüfuz etmesini ve yavaş yavaş nehirlerle ve yeraltı sularına süzülmesini gerektirir“ (Perini ve Sabbion, 2017, s. 27). Bu nedenle su döngüsü, kentleşmeye karşı en düşük toleranslı yaşamsal süreçtir. Bu bağlamda kentsel doku içinde en riskli alanlar akarsu koridoru, kaynak suyu bölgesi ve beslenme alanıdır. Geçirimli zonların geçirimsiz yüzeylerle kaplanmasının bir sonucu olarak yer altı taban suyu azalmaktadır. Yer altı taban suyunun düşmesi ile kaynak-

ları azalan akarsularda su varlığının azalması, kentleşmenin su döngüsü üzerinde en çabuk algılanabilen etkisidir. (Şahin ve diğ., 2014, s.13). Perini ve Sabbion'a (2017, s. 27) göre "Bitki örtüsüyle kaplı ormanlar ve arazi tipik bir sünger etkisine sahiptir (yapraklar, dallar, çalılar ve toprak suyu tutar ve hareketini yavaşlatır). Aksine, geçirimsiz kentsel yüzeyler genellikle yağmur suyu akışını artıran "şemsiyeler" görevi görür. Su, daha düşük geçirgenlik, nehir yapaylığı ve yüzey akışının miktar ve oranının artmasına, hidrojeolojik istikrarsızlığa ve taşkın riskine neden olan düzeltme nedeniyle daha hızlı akma eğilimindedir."

Modern kentlerde su altyapısı, yağmur sularını ve atıkları doğrudan ve hızlı bir şekilde kentten drene etmek için doğrusal toplayıcılarla sağlanmaktadır ve bu da ekolojik yaşamsal süreçlerin aşırı fakirleşmesine neden olmaktadır. Geçen yüzyılda, hemen hemen her yerde, kentsel büyüme alanını artırmak için su yolları yeniden düzenlenmiş ve yapay hâle getirilmiştir (Perini ve Sabbion, 2017, s. 26). Bu bağlamda akarsu sistemlerinin bozunumu, kentlerde geçirimsiz yüzeylerin artması ve iklim değişikliğinin neden olduğu ani ve yoğun sağanak yağışlarla yağmur sularının yüzey akışa geçen kısmındaki büyük artışlar sebebiyle sel ve taşkın olayları da artmaktadır. Ayrıca yüzey akışa geçen suyun, bulunduğu ortamdaki toksik maddeleri ve kirleticileri toplayarak ilerlemeyle alıcı ortam da kirlenmektedir.

Akarsu bütünlüğü, orijinal ekosistem işleyişi ile uyumlu olmayan ve su yollarının akışını, kalitesini ve yapısını etkileyen insan faaliyetleri nedeniyle risk altındadır. Bu nedenle birincil ekosistem süreçleri bu durumdan olumsuz etkilenir ve bozulmuş akarsular daha az ekosistem hizmetleri sağlar (Perini ve Sabbion, 2017, s. 77). "Bununla birlikte, bir akarsu ekosistemi bozulduğunda, duyarlı türler azalır veya ortadan kaybolur ve kirletici maddelere karşı en dirençli olan hüküm sürerek daha az biyolojik çeşitlilik ve stabilite ile sonuçlanır" (Perini and Sabbion, 2017, s. 29). Akarsu ekosistemleri; baraj yapımı, akış rotaları ve yataklarının yeniden düzenlenmesi, kirlenme, bitki örtüsünün tahribi ve erozyon gibi sebeplerle büyük zarar görmektedir. Taşıma kapasitelerini yükseltme, taşkınları önleme ve drenajı artırma nedeniyle akarsu yataklarının kazılarak derinleştirilmesi, diplerinin ve kıyıların düzleştirilmesi, by-pass kanallarının açılması, akarsu sisteminin doğal yapısına zarar vermektedir (Yıldırım ve diğ., 2013, s. 53). Bu nedenlerle akarsu, doğal karakterini kaybetmekte, ekolojik fonksi-

yonlarını yerine getirememekte, kirlilik ve taşkınlar önlenememektedir (Sarıçam ve Coşkun Hepcan, 2015, s. 8) ve bu tip hidrolojik afetler ve seller büyük sağlık sorunlarına ve ekonomik zararlanmalara neden olmaktadır (Perini ve Sabbion, 2017, s. 27).

21. yüzyılda, akarsu fonksiyonlarının ve bunlar tarafından sağlanan ekosistem hizmetlerinin değerine artan vurgu ile birlikte akarsu restorasyonuna olan ilgi önemli ölçüde artmış, özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'da büyüyen bir endüstri hâline gelmiştir. Akarsu restorasyonu için sadece ABD'de bir yılda 1 milyon dolar harcanmıştır (Perini ve Sabbion, 2017, s. 28; Roni ve Becchie, 2013, s.1). Artan vurgu ile birlikte akarsu koşullarının değerlendirilmesinde yeni teknik ve rehberlere ihtiyaç duyulmuştur (Roni and Becchie, 2013, s.1). Sürdürülebilir su yönetimi ile ilgili güncel yaklaşımlardan bazıları; Avustralya kökenli "Su Duyarlı Kentsel Tasarım (Water Sensitive Urban Design)", İngiltere kökenli "Sürdürülebilir Drenaj Sistemleri (Sustainable Drainage Systems)" ve Amerika kökenli "Yeşil Altyapı (Green Infrastructure)" ile "Düşük Etkili Gelişim (Low Impact Development)"dir (Müftüoğlu, 2016, s.60). Sel ve taşkınların önlenmesinde sadece yapısal savunmaların kurulmasına değil, aynı zamanda afetlere karşı dirençliliğin geliştirilmesine de değinilmektedir. Akarsuları ve havzaları daha doğal bir duruma döndürmenin, çevre ve biyolojik çeşitliliğin kalitesini iyileştirmek için anahtar bir strateji olduğu küresel olarak kabul edilmektedir. Akarsu rehabilitasyonu, bozulmuş ve kaybedilmiş ekosistem hizmetlerini geri yükleme fırsatı sunmaktadır ve bununla birlikte akarsu havzalarının doğal işlevleri daha dengeli hâle gelir. Akarsu rehabilitasyonu biyolojik çeşitliliğin korunmasıyla ilgili (destekleyici); sürdürülebilir taşkın yönetimi (düzenleyici); fiziksel habitat kalitesi restorasyonu (düzenleyici); balıkçılık geliştirme (kültürel / tedarik); kirlilik kontrolü (düzenleyici); ve ayrıca kültürel farkındalık (kültürel) sağlamaktadır (Perini and Sabbion, 2017, s. 29).

'*Over Forty Years of Lowland Stream Restoration: Lessons Learned?*' adlı araştırmada, 40 yılı aşkın süredir yapılan akarsu restorasyon çalışmaları incelendiğinde geçen yüzyılın seksenlerinde belgelenecek ilk restorasyon projelerinden bu yana Hollanda tarafından yürütülen projelerde artış gözlemlenmiştir. 2009–2015 yılları arasında Hollanda'da yılda yaklaşık 30–35 yeni restorasyon projesi gerçekleştirilmiştir, proje sayılarındaki bu artış, 2009–2015 döneminde yılda yaklaşık 20 ve 2016–2019 yılları arasında 14 yayına ulaşan uluslararası bilimsel yayınla-





rın sayısındaki artışla da desteklenmektedir (dos Reis Oliveira, Geest, Kraak, Westveer ve R.C.M. Verdonschot., P.F.M. Verdonschot, 2020, s. 2). Akarsuların özne olduğu çalışmalar, zaman, emek ve geniş bütçeler gerekirse de dünyada akarsu kıyılarının iyileştirilmesi, rehabilitasyonu, canlandırılması gibi çeşitli perspektiflerde çalışmaların proje bazında olduğu kadar uygulamada da başarılı örneklerini görmek mümkündür. Akarsuların koridor mantığı ile ele alındığı ve canlandırılması ile ilgili olarak yapılan çalışmalara bir örnek; Los Angeles Nehri Canlandırma Amaçlı Master Planı'dır (Özere ve Hepcan, 2013, s. 844). Yaklaşık 80 km. uzunluğundaki Los Angeles Nehri'nin 50 kilometrelik bir bölümünde nehrin her iki kıyısından yaklaşık 75 kilometrelik bir koridor için stratejiler ve planlama-tasarım alternatifleri geliştirilmiştir. Plan ile çevreye duyarlı arazi kullanımı, tasarımı ve gelişimi ile ilgili, ekonomik gelişime yönelik fırsatlar yaratacak bir zon oluşturmak, çevreyi olumlu yönde geliştirmek, su kalitesini iyileştirmek, nehir kıyısını sosyal bir alana dönüştürmek, nehre toplu taşıma imkanlarıyla ulaşılmasını sağlamak, rekreasyonel alanlar ile yeni güzergahlar ve açık alanlar üretmek, doğal habitatların ve dolayısıyla yaban yaşamının korunmasını sağlamak, taşkın kontrolü önlemlerini geliştirmek gibi pek çok ekolojik, sosyal, ekonomik hedef uygulamaya

konulmuştur (LARRMP, 2007). Cheonggyecheon projesi (Şekil 1) kentsel alanlardaki akarsu planlama ve tasarımı için önemli bir örnektir. Güney Kore'de yapılmış olan bu çalışma aynı zamanda büyük bir kentsel dönüşüm projesi kapsamında ele alınmıştır. Üzeri kapatılıp otoyol olarak kullanılan akarsu, 2003 yılında bir proje ile günışığına çıkarılmıştır. 8.14 km<sup>2</sup> olan alanın yaklaşık 6 km'lik bir bölümü yeşil bir koridora çevrilmiş, tematik ve ekolojik parklar oluşturulmuştur (Özdede, 2011, s. 59).

Hızlı kentleşme ve yoğun tarımsal faaliyetlere bağlı olarak akarsuların çevresel ve fiziksel niteliklerinin doğal fonksiyonlar bakımından yetersizleşme eğiliminde olduğu görülmektedir. Akarsuların korunarak iyileştirilmesi ve kent ekosistemine olan katkılarının artırılabilmesi amacıyla, akarsu sistemlerinde bozulan alanların öncelikle restore edilmesi ve akarsuların bir ekolojik ağ bütünü içerisinde kent dokusuna entegre edilmesi gerekmektedir (Zülkadiroğlu ve Doygun, 2016, s.21). Peyzaj ölçeğinde akarsu işleyişinin önemi hakkındaki ekolojik bilgiye sahip olmak, akarsu restorasyon başarısını iyileştirmek için bu alandaki hedeflerin tüm akarsu vadisine ve havzaya doğru genişletilmesine destek sağlamak için önemlidir (dos Reis Oliveira ve diğ., 2020, s. 3).



**Şekil 1.** Cheonggyecheon nehri çevresinde oluşturulan yeşil alanlar, Seul.

Kaynak: Cheonggyecheon, t.y.

## Amaç ve Kapsam

Kentleşme ve endüstrileşme nedeniyle baskıya maruz kalmış kentsel akarsuların, çevresel baskılardan korunarak doğal fonksiyonlarının sürdürülebilirliğinin sağlanması için farklı ölçeklerde çalışmalar yapılmalı ve önlemler alınması gerekmektedir. Bu bağlamda Ankara Çayı örneğinde havza ve akarsu koridoru sisteminin ekolojik yönden irdelenmesi ve kente yeniden kazandırılması için peyzaj iyileştirme ve yönetim stratejileri geliştirilmesi yönünde öneriler getirmek bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Yapılan çalışma, konu hakkındaki mevcut yazın taramasını, Ankara Çayı'nın başkent için önemini ve baskıya maruz kalan kent içindeki akarsuların ekolojik durumlarının nasıl irdelenebileceği ile ilgili yöntem ve değerlendirmeleri kapsamaktadır.

## Gereç ve Yöntem

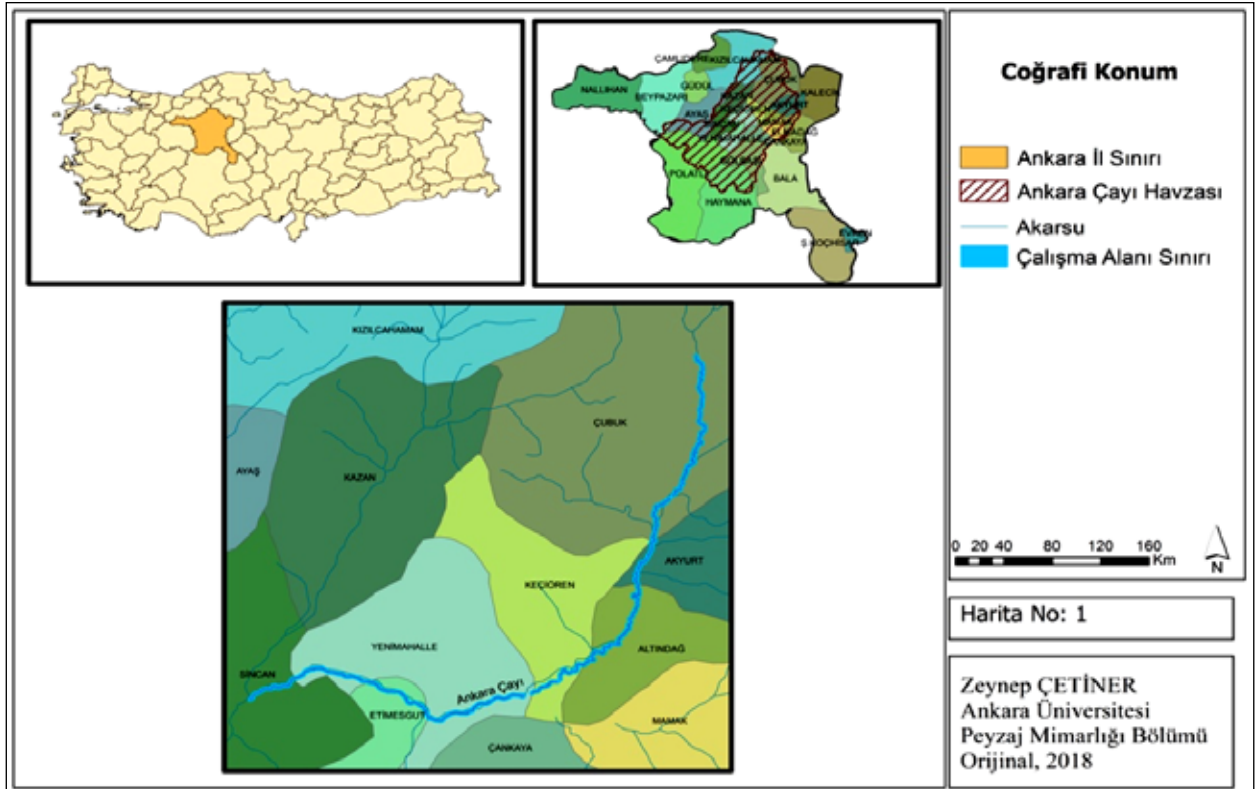
### Gereç

Çalışmanın ana materyalini, Ankara'nın jeomorfolojik yapısının biçimlenmesinde önemli rol oynayan ana akar-

suları; Ankara Çayı, Çubuk Çayı ve yakın çevreleri oluşturmaktadır. Çubuk Çayı, Ankara Çayı'nın bir parçası niteliğinde olduğu ve kentsel geçişteki suyun yapısını etkilediği için çalışma kapsamına alınmıştır. Ayrıca konu ile ilgili yazın, araştırma alanı ve yakın çevresi ile ilgili çeşitli yazılı ve görsel kaynaklar, uydu görüntüleri ile haritalar, yapılan gözlem ve incelemeler diğer materyalleri oluşturmaktadır. Araştırma alanı, Çubuk Barajı ve Ova Çayı'nın Ankara Çayı'na katıldığı noktalar arasında 80 kilometre uzunluğundadır. Yapılan yazın taraması temelinde akarsuların her iki kıydan 250 metre yakın çevresi çalışma alanı sınırı olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının coğrafi konumu Şekil 2' de gösterilmiştir.

### Yöntem

McGarigal ve Marks'a (1994) göre peyzaj ekolojisi peyzaj deseni çalışmalarını, peyzaj mozaïği içerisindeki lekeler arasındaki etkileşimleri ve bu desenlerin ve etkileşimlerin zamanla nasıl değiştiklerini içermektedir. Peyzaj ekolojisi arazi yönetimi yaklaşımlarını organize etmek için çok kullanışlı birçok düşünceyi barındırmaktadır ve özellikle peyzajın 3 karakteristiği üzerinde (yapı, fonksiyon, deði-



Şekil 2. Çalışma alanının coğrafi konumu.



şim) odaklanmaktadır (Uzun, 2003, s. 52). Bu bağlamda akarsuların ekolojik irdelenmesi; su süreçlerini etkileyen temel peyzaj fonksiyon analizleri ile kent dokusu yoğunluğuna göre ayrılmış olan bölgelerin alan kullanımının puanlaması Zülkadiroğlu ve Doygun'un (2016) sayısal değerlendirme yöntemi ile sentezlenerek yapılmış ve Başkaya'nın (2013) yöntemiyle çalışma alanı sınırı belirlenmiş ve ekolojik potansiyel ortaya konulmuştur.

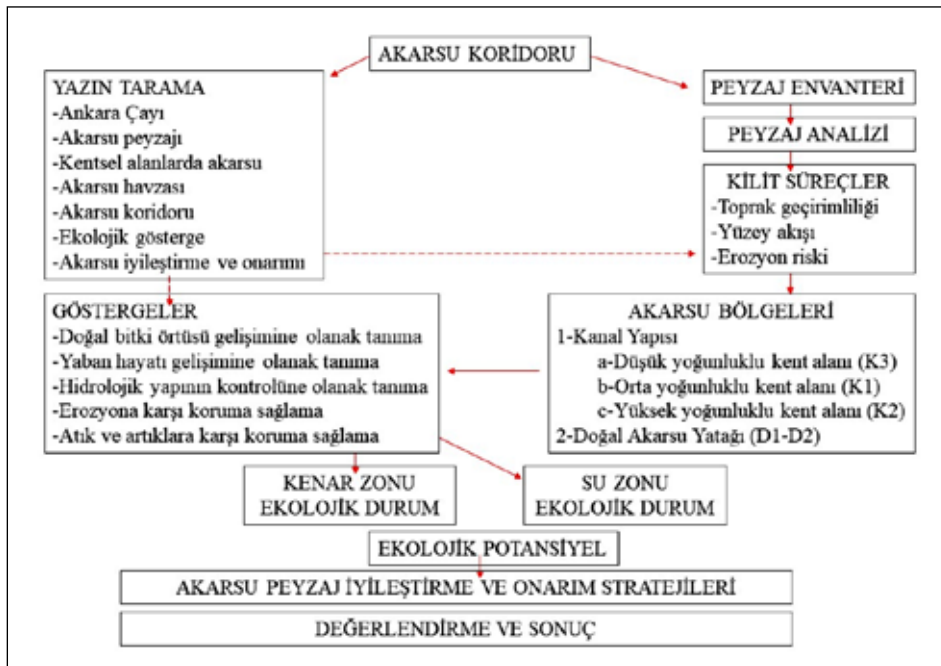
Çalışmanın ilk ve temel aşamasını yazın taraması oluşturmaktadır. İkinci aşamada; alan ile ilgili veri toplama, çalışma alanı sınırının belirlenmesi, daha sonra amaca uygun yöntem araştırmasının yapılması, üçüncü aşamada yapılan yazın taraması temelinde çalışma alanı için kilit süreçleri etkileyen peyzaj fonksiyon analizleri ve ekolojik kriterlere göre alan kullanımının ve akarsuların puanlaması yapılmıştır. Akarsu, su zonu ve kenar zon olarak düşünülmüş, kenar zonda ilk olarak; su süreçlerini etkileyen peyzaj fonksiyonlarının analizi yapılmıştır. Daha sonra akarsu, kenar zondaki kent dokusu yoğunluğuna göre 3 bölgeye ayrılarak alan kullanımının etkisi saptanmıştır. Su zonundaki değerlendirme ise, doğal akarsu yatağı ve kanal yapısı olmak üzere 2 bölgede yapılmıştır. Dördüncü aşama; yapılan analizler temelinde arazi deseni ve peyzaj fonksiyonları arasındaki etkileşim, baskı ve etki değerlendirmesi yapılarak peyzaj fonksiyonlarını iyileştirme amaçlı akarsuyun doğaya ve

kente yeniden kazanımı için tasarıma temel oluşturacak çevresel planlama ve yönetim stratejileri geliştirilmesi ve ekolojik potansiyelin ortaya konulmasıdır.

Arazi desenlerine puan verilmesinde kullanılan ekolojik göstergeler;

- Doğal bitki örtüsü gelişimine olanak tanıma
- Yaban hayatı gelişimine olanak tanıma
- Hidrolojik yapının kontrolüne olanak tanıma
- Erozyona karşı koruma sağlama
- Atık ve artıklara karşı koruma sağlama

kapsamında değerlendirilmiştir. Etkileri "1 çok düşük - 5 çok yüksek" aralığında değerlendirilerek, alan kullanımının bu 5 göstergeden aldıkları puanlar toplanmış, böylece her göstergenin akarsular üzerindeki etki düzeylerini mekânsal olarak belirten haritalara ulaşılmıştır (Zülkadiroğlu, 2015, s. 52). Yapılan yazın taraması temelinde, su süreçlerini etkileyen; geçirimsizlik, yüzey akışı ve erozyon riski fonksiyon analizleri kullanılmıştır. Peyzaj fonksiyonlarının alan kullanımları ile etkileşimleri değerlendirilmiş ve arazi desenlerinden yola çıkılarak ekolojik potansiyel hesaplanmış, akarsuların çevrelerinde yapılacak olan çalışmalara yön vermesi amaçlanmıştır (Şekil 3). Yapılan analizler ve haritaların oluşturulmasında ESRI ArcGIS 10.2 programından yararlanılmıştır.



Şekil 3. Yöntem akış diyagramı.



Su süreçlerine ilişkin peyzaj fonksiyon analizleri yapılırken; büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre hidrolojik toprak grupları elde edilmiş ve toprak geçirimsizliği haritası oluşturulmuştur. Toprak geçirimsizliğinin belirlenmesinde, 1972 yılında ABD Toprak Koruma Servisi (SCS: Soil Conservation Service) su ve toprak kaynaklarının etkin kullanımını amaçlayan geliştirilen Curve Number (Yüzey Akışı Eğri Numarası) yönteminden yararlanılmıştır. Curve Number (CN), arazi üzerindeki yağmur sırasında akışı geçen su miktarını bulmaya yarayan bir parametredir. CN değeri yükseldikçe yüzey akışı artmakta, düştükçe de azalmaktadır. Toprak geçirimsizliği (Şekil 6), arazi örtüsü/kullanımı ile doğrudan ilişkilidir. Yüzey akış potansiyeli (Şekil 7) belirleyebilmek amacıyla çalışma alanı kapsamında, Peyzaj Deseni Haritası ve Hidrolojik Toprak Sınıfları Haritası çakıştırılmış ve CN değerleri elde edilmiştir. Çalışma alanına ait erozyon riski haritası (Şekil 8) toprak verilerinden elde edilmiştir.

## Bulgular

### Araştırma Alanı ile İlgili Bilgiler

Ankara Çayı, İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Sakarya Bölümü'nde, Sakarya Nehri havzasında yer almaktadır. Çubuk Çayı ve Hatip Çayı'nın, İncesu Deresi ile Akköprü civarlarında birleşmesi ile oluşan Ankara Çayı yaklaşık 140 km yol alarak Sakarya Nehrine dökülmektedir (Eker ve Özkan 2017, s. 209). Ankara (Engürü), Ankara Çayı'nın geçtiği ovanın doğu kenarında kurulmuştur. Ankara'nın doğusundan gelen Hatip Çayı, kuzeyden gelen Çubuk Çayı ile birleşip kıvrılarak güney batıya yönelmekte ve güneyden gelen İncesu (Bülbülderesi) ile birleşerek Ankara Çayı'nı oluşturmaktadır. Ankara'da İncesu Deresi, Hatip Çayı, Çubuk Çayı ve Dikmen Deresi olmak üzere dört büyük akarsu vardır ve bunlar birleşerek Ankara Çayı'nı oluşturmaktadır (Günel ve Kılıç, 2015, s. 81).

Hasanoğlan'ın kuzeyinden doğan Hasanoğlan Deresi, Hatip Çayı'nın başlangıcını oluşturmaktadır. Ankara'ya kadar devam eden Hatip Çayı, Ankara içinden geçerken Akköprü (Şekil 4 ve Şekil 5.) civarında güneyden gelen İncesu Deresi ile kuzeydoğudan Çubuk havzasından gelen Çubuk Çayı ile birleşerek Ankara Çayı'nı oluşturur (Ankara Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi

Başkanlığı, 2006, s.112). Ateş (1985), iklim faktörlerine bağlı olarak yapılan akarsu tiplemesine göre Ankara Çayı ve kollarını oluşturan derelerin tamamının "sel tipi akarsular" sınıfına girmekte olduğunu belirtir. Mevsimsel ve iklimsel olaylara bağlı olarak ise "düzensiz rejimli" akarsulardır.

Eker ve Özkan (2017, s.217) tarafından yapılan "Ankara Çayı Dere Yatağı Sedimanlarının Zararlı Element İçeriği" adlı çalışmada dere yatağının içerdiği zararlı element miktarı ve kaynağı değerlendirilmiş ve "Ankara Çayı'nın korunabilmesi ve zamanla oluşacak daha fazla kirliliğin önüne geçilebilmesi için özellikle sanayi sitelerinde arıtma tesislerinin kurulması, kurulan tesislerin özenli ve düzenli bir şekilde işletilmesi ve bunun yanı sıra evsel atık su deşarjlarının önüne geçilmesi gerekmektedir"sonucuna ulaşılmıştır. Ankara'da arazi örtüsü değişiminin kuzeydoğu-güneybatı yönünde gerçekleştiği görülmektedir. Artan nüfusa bağlı olarak arazi örtüsündeki değişim yerleşim alanlarının artması şeklinde görülmektedir. 2000 yılında 75.361 km<sup>2</sup>lik yerleşim alanları, 2006'da %11,45 artarak 83.994 km<sup>2</sup>'ye yükselmiştir. 2000-2006 döneminde tarım alanları ve otlak alanları azalmakta iken diğer arazi örtüsü sınıflarında az miktarda da olsa artış görülmektedir. 2012 yılında ise, diğer bitki örtüsü alanları ve diğer alanlar da azalma eğilimine girmiştir. Yerleşim alanları %6.84 artmış ve arazi örtüsü içerisinde en fazla gelişen alanlar olmuştur. Tarım alanları ve otlak alanlarının bu artışta büyük katkısı olmuştur (Bayar ve Karabacak, 2017, s. 70).

### Elde Edilen Bulgular

Whitford, Ennosa ve Handley'den (2001) edinilen bilgiye göre, yapılaşmanın hidroloji üzerine en büyük etkisi ormanlar ve çayırlar gibi bitki örtüsünün yol ve binalar gibi geçirimsiz yapılarla yer değiştirmesinden kaynaklanmaktadır. Bu değişim ile yeşil alanlar azaldığından yağmur suları toprağa sızamamakta, dolayısıyla yeraltı suyu beslenimi engellenmektedir. Sonuç olarak yağmur suyunun önemli miktarı yüzey drenajı ile kanalizasyon sistemine ya da akarsulara boşalmaktadır. Bu durum, akarsu yataklarının taşmasına ve su baskınlarına sebep olurken aynı zamanda akarsu kıyısı erozyonunu da olumsuz yönde etkilemektedir. Yeşil alanın azalması, bitki yapraklarında evapotranspirasyon<sup>1</sup> ile kaybedilen

1 Evapotranspirasyon; evaporasyon ve transpirasyon kelimelerinin birleşmesinden oluşan, bitkinin su tüketimi ve buharlaşma ile birlikte su toplamıdır.





su miktarı da azalmakta, dolayısıyla kentsel iklim konfor ölçütleri bağlamında bundan olumsuz yönde etkilenebilmektedir (Dilek İlke, Yılmaz, Tekin, Baki, Güneş, Akkaya ve diğ., 2015, s. 25). Peyzaj koruma, peyzaj onarım, peyzaj iyileştirme ve insan faaliyetlerine ilişkin mekânsal kararların sürdürülebilir ve tutarlı olmasını, peyzaj fonksiyon analizleri temelinde gerçekleştirilecek bir değerlendirme

sağlamaktadır. Peyzaj fonksiyon analizinde irdelenecek süreçlerin belirlenmesinde, öncelikle o peyzajı biçimlendiren kilit süreçler ele alınmalıdır (Şahin ve diğ., 2014, s. 37). Koruma değerinin saptanmasında ekolojik işlevliliğin derecesini ortaya çıkaracak doğal süreçler incelenebilir, konu su havzası kapsamında ele alındığında iki önemli süreç dikkati çeker. Bunlar erozyon ve su sürecidir (Şahin,



Şekil 4. 1900'lü yıllarda Akköprü.  
Kaynak: VEKAM Kütüphanesi ve Arşivi, Env. No: 2413.



Şekil 5. Akköprü, 2019  
Fotoğraf: Zeynep Çetiner, Ocak 2019.

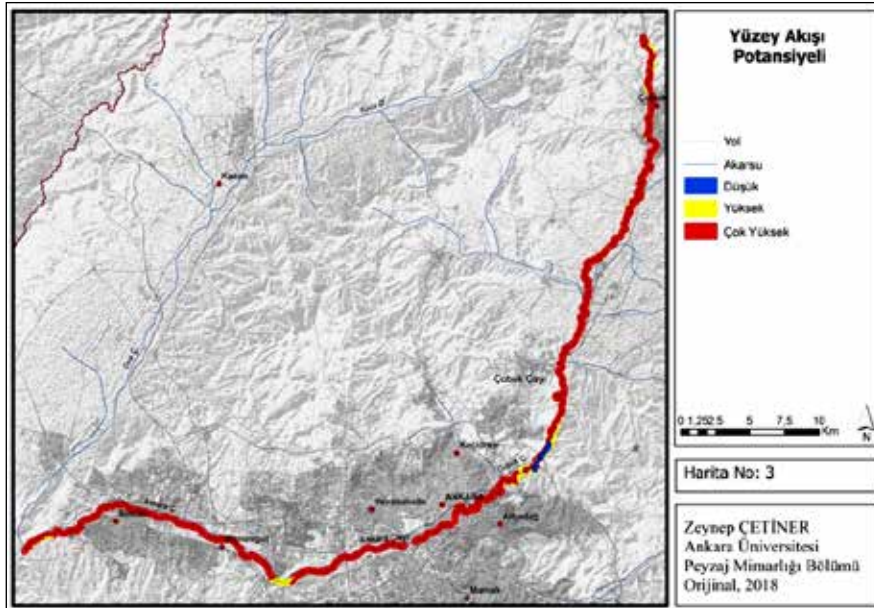
1996, s. 58). Bu nedenle yapılan yazın taraması temelinde aşağıdaki peyzaj fonksiyon analizleri gerçekleştirilmiştir:

- Yüzeysel akışı (Şekil 6)
- Toprak geçirimsizliği (Şekil 7)
- Erozyon riski (Şekil 8)

Toprak geçirimsizliği analizi, yöntem bölümünde açıklanmıştır. Akarsuyun kanala alınmış olduğu kent mekânında geçirimsiz yüzeylerin hâkim olduğu ve akarsuyun doğal

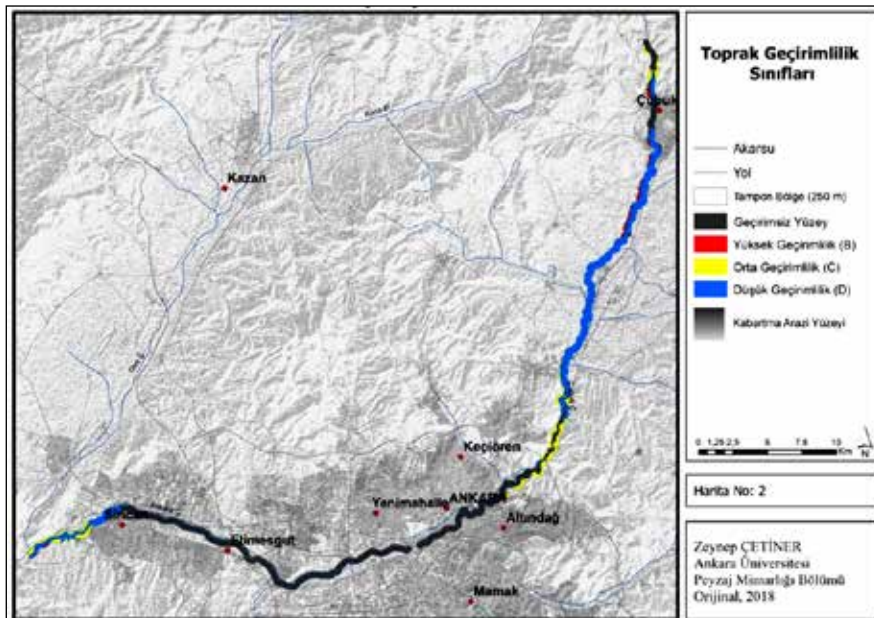
akışta olduğu düşük yoğunluklu kent mekânında ise düşük geçirimsiz toprakların yoğun olduğu görülmektedir. Yüksek geçirimsiz toprak özelliğine sahip hassas peyzajlar düşük yoğunluklu kent mekânında yer yer görülmektedir.

Yöntem bölümünde açıklanan yüzeysel akışı potansiyeli hesaplamaları sonucu çalışma alanının bütününde yüzeysel akışının yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum sel ve taşkın olaylarının yaşanma ihtimalinin yüksek olduğunu göstermektedir.



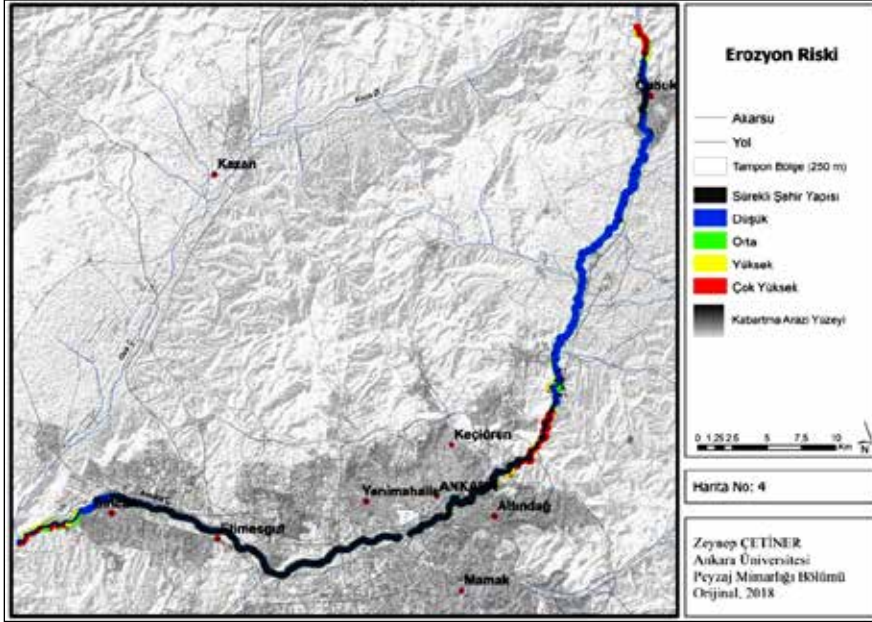
Şekil 6. Yüzeysel Akışı Potansiyeli haritası.

Kaynak: Harita, yazar tarafından ArcGIS programı kullanılarak hazırlanmıştır.



Şekil 7. Toprak geçirimsizliği haritası.

Kaynak: Harita, yazar tarafından ArcGIS programı kullanılarak hazırlanmıştır.



**Şekil 8.** Erozyon riski haritası.  
Kaynak: Harita, yazar tarafından ArcGIS programı kullanılarak hazırlanmıştır.

Toprak verilerinden elde edilen erozyon riski haritasında, çalışma alanında erozyon riskinin genel olarak düşük olduğu fakat bazı bölgelerde çok yüksek risk olduğu görülmektedir.

Kentsel gelişimlerin akarsular üzerindeki etkilerini mekânsal olarak ortaya koymak amacıyla, çalışma alanı sınırlındaki alan kullanımları 1/10.000 ölçekli 5 metre çözünürlüklü Copernicus Land Monitoring Service – Urban Atlas verileri kullanılarak belirlenmiş ve uydu görüntüleri yardımıyla verilerin doğrulaması yapılmıştır. Değerlendirmede kullanılan arazi desenleri şunlardır:

- Kentsel Doku
- Tarım Alanları
- Ağaçlandırma Alanları
- Akarsu Bitki Örtüsü
- Rekreasyon
- Doğal Otsu Alan

Araştırma alanı, ekolojik olarak iki aşamada incelenmiştir. İlk aşamada akarsu koridoru su zonunun, doğal akarsu yatağında akışta olduğu bölge ve kanal yapısı içinde akışta olduğu bölge olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Kanal yapısı içindeki bölge, kenar zonunun kent yoğunluğuna göre tekrar sınıflandırılmasıyla üçe ayrılmıştır (Şekil 9). İkinci aşamada ise; oluşturulan beş bölge için ilk olarak kenar zonda ekolojik göstergeler kullanılarak

her bölgenin kendi puanı elde edilmiştir. Daha sonra su zonunda her bölge için puanlama yapılmıştır.

#### 1. Aşama: AKARSU KORİDORU BÖLGELERİ

##### 1. Kanal Yapısı

- a. Düşük yoğunluklu kentsel alan (K3)
- b. Orta yoğunluklu kentsel alan (K1)
- c. Yüksek yoğunluklu kentsel alan (K2)

##### 2. Doğal Akarsu Yatağı (D1 ve D2)

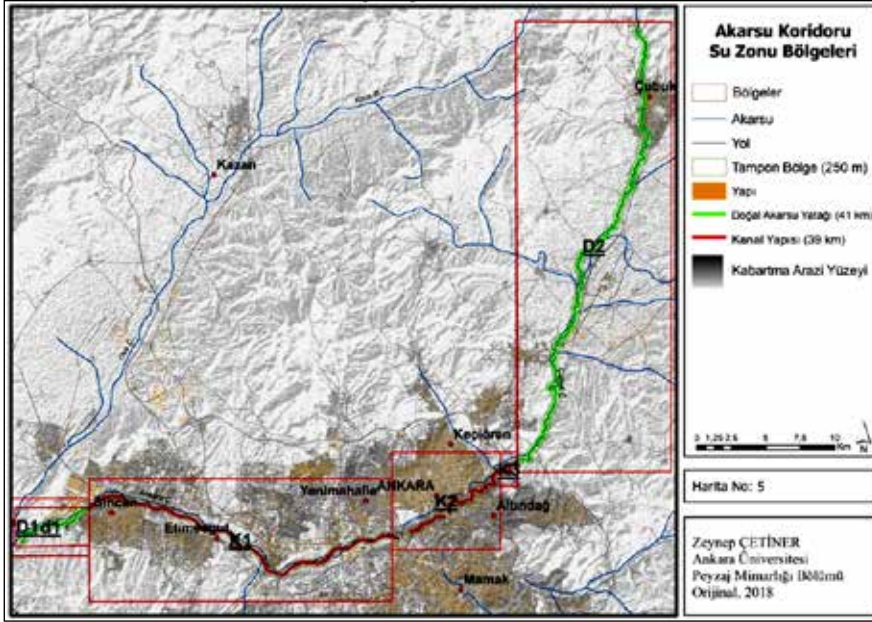
#### 2. Aşama: HER BÖLGE İÇİN;

1. Kenar Zonu Toplam Puanı
2. Su Zonu Toplam Puanı

Şekil 9'da görüldüğü gibi akarsuyun doğal yatağında akışta olduğu uzunluk 41 km ve kanal yapısı içinde akışta olduğu uzunluk 39 km'dir. Geçmişte yaşanan taşkınlar neticesinde geleneksel su yönetimi kapsamında akarsuyun kent içerisinde kanala alınmış olduğu görülmektedir.

Peyzaj fonksiyonlarını etkileyen en önemli etkenlerden arazi deseninin, kentsel alanlar içerisinde yer alan akarsu çevrelerindeki baskı ve etki durumlarının ortaya konulması için sayısal değerlendirme yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem ile akarsu ve çevresindeki her alan kullanım tipi için puanlama yapılmıştır. Alan kullanım tiplerinin puanlaması yapılırken, alan kullanımlarının akarsuyun çevresel ve ekolojik yapısına yönelik etkileri göz önünde





Şekil 9. Akarsu koridoru bölgeleri ve su zonu.

Kaynak: Harita, yazar tarafından ArcGIS programı kullanılarak hazırlanmıştır.

bulundurulmuştur. Alan kullanım tiplerinin puanlamasında kullanılan göstergeler (Zülkadiroğlu ve Doygun, 2016) şunlardır:

- Doğal bitki örtüsü gelişimine olanak tanıma
- Yaban hayatı gelişimine olanak tanıma
- Hidrolojik yapının kontrolüne olanak tanıma
- Erozyona karşı koruma sağlama
- Atık ve artıklara karşı koruma sağlama

Akarsu ve yakın çevresindeki alan kullanım tipleri her bir gösterge açısından 1-5 puan aralığında değerlendirilmiş ve ekolojik göstergelerden aldıkları toplam puan hesaplanmıştır (Zülkadiroğlu ve Doygun, 2016). Örneğin, kentsel doku doğal bitki örtüsü gelişimine olanak tanıma açısından 1 puan alırken, ağaçlandırma alanları 3 puan almıştır. Buna göre, bir alan kullanım tipinin alabileceği en yüksek puan 24 (akarsu bitki örtüsü), en düşük puan ise 4 (kentsel doku) olarak belirlenmiştir. Bir sonraki aşamada alan kullanımlarının akarsu çevresindeki alan-sal büyüklüğü hektar olarak ölçülmüş ve toplam çalışma alanı içerisindeki oranı yüz üzerinden hesaplanmıştır. Daha sonra alan kullanımlarının göstergelerden aldıkları puanlar ile çalışma alanı içerisindeki oranları çarpılmış ve bir akarsu için toplam puana ulaşılmıştır.

Şekil 10'da akarsuyun kanal içinde akışta olduğu ve orta yoğunlukta kent yapısına sahip K1 bölgesindeki arazi

kullanımları gösterilmiştir, kentsel doku ve tarımın en yüksek yüzölçümüne sahip olduğu görülmektedir. Akarsuyun kanal içinde akışta olduğu ve orta yoğunlukta kent yapısına sahip K1 bölgesindeki toplam 1076 ha alandaki akarsu puanı 7,93 olarak hesaplanmıştır.

Bu işlemler ve haritalar bütün bölgeler için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Her bölge için yapılan akarsu puan hesabı sonunda elde edilen sayısal sonuçlara göre;

$$D2 = 10,16$$

$$K3 = 9,62$$

$$D1 = 8,77$$

$$K1 = 7,93$$

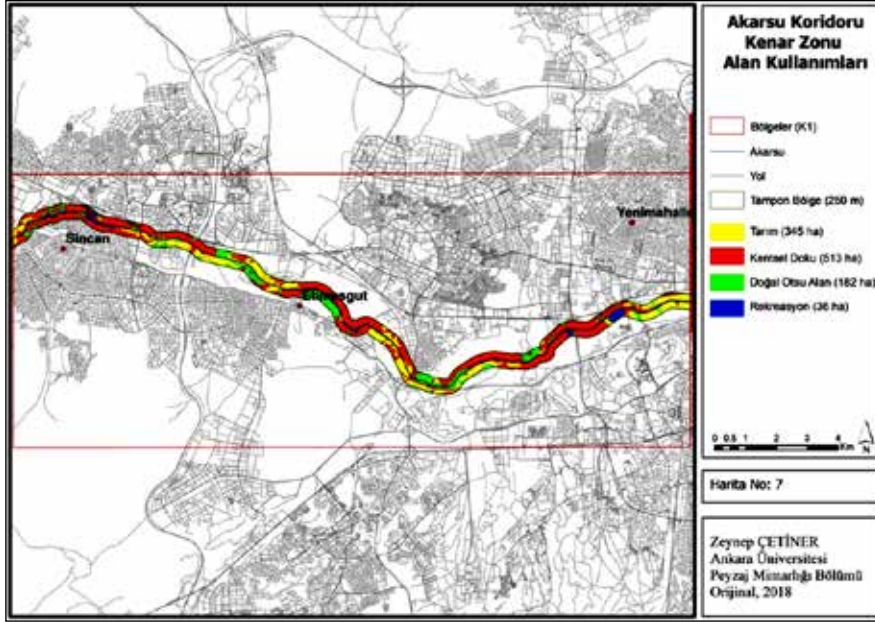
$$K2 = 6,81' \text{ dir.}$$

Değerlendirme tablosu, arazi desenlerinin ekolojik göstergelerden aldığı en düşük ve en yüksek puan baz alınarak oluşturulmuştur. Tablo 1'e göre Ankara Çayı kenar zonu düşük değerdedir.

Tablo 1. Akarsu Puanı Sonuç Değerlendirme Tablosu

Puan Aralığı	Değer
4 - 10	Düşük
11 - 17	Orta
18 - 24	Yüksek





Şekil 10. 2. Bölge (K1) arazi kullanımları.

Kaynak: Harita, yazar tarafından ArcGIS programı kullanılarak hazırlanmıştır.

Akarsu koridoru su zonu, doğal akarsu yatağı ve kanal yapısı olmak üzere ikiye ayrılmış (Şekil 9) ve bu zondaki müdahalenin ekolojik puanlaması yapılırken kanal yapısı 0 puan, doğal akarsu yatağı ise 5 puan olarak değerlendirilmiştir. Akarsuyun doğal yatağında akışta olduğu alan 41 km uzunluğundadır, kanal yapısı içinde olduğu alan ise 39 km uzunluğundadır. 5 puan üzerinden değerlendirilen doğal akışta olan bölge sayısal olarak 0,51 oranını ifade etmektedir. Bu oran 5 ile çarpılarak su zonunun ekolojik puanına ulaşılmıştır ( $0,51 \times 5 = 2,55$ ). Aşağıda değerlendirme tablosu verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Akarsu Su Zonu Değerlendirme Tablosu

Puan Aralığı	Açıklama
0 - 1	Çok Düşük
1,1 - 2	Düşük
2,1 - 3	Orta
3,1 - 4	Yüksek
4,1 - 5	Çok Yüksek

Tabloya göre Ankara Çayı su zonu ekolojik puanı 2, 55 puanda, orta değerdedir.

### Sonuç ve Tartışma

Her geçen gün daha da çok betonlaşan kentlerimizde özellikle su döngüsünün devamlılığının sağlanması

sağlıklı ve yaşanabilir kentler için oldukça önemli bir konu haline gelmektedir, geleneksel drenaj çözümleri sel ve taşkınları önlemede yetersiz kalmakta ve sürdürülebilir su yönetimi ön plana çıkmaktadır (Müftüoğlu, 2016, s. 56). Su Çerçeve Direktifi maddeleri kapsamında; taraf ülkeler akarsu havzası karakterizasyonu, baskı ve etki analizi ve çevresel hedeflerin oluşturulması konularında çalışmalar yapmayı hedeflemektedir. Bu kapsamda araştırmada yapılan analizler sonucu; peyzaj fonksiyonu yüksek alanlarda koruma ve onarım stratejileri ile ekolojik göstergelerin iyileştirilmesine yönelik onarım stratejileri önerilmiştir. Araştırma sonucunda Ankara Çayı ve çevresi için önerilen stratejilerin sürdürülebilir su yönetimi yaklaşımları kapsamında su döngüsünün devamlılığını sağlamada bir adım olması hedeflenmiştir.

Bir ve/veya birden fazla peyzaj fonksiyonunun yüksek olduğu riskli alanlar koruma değeri yüksek alanlardır. Akarsu koridoru kenar zonunda erozyon riski, toprak geçirimsizliği ve yüzey akışının yüksek olduğu bölgeler peyzaj koruma değeri yüksek bölgelerdir. Araştırma alanında toprak geçirimsizliğinin yüksek olduğu yerlerde; tarımsal faaliyetlerde kimyasal madde kullanılmaması ve organik tarım uygulamalarının geliştirilmesi, bu alanların kentsel gelişime açılmaması önerilmektedir. Arazi yüzey akışının yüksek olduğu yerlerde ise önemli yüzey akışı kontrol önlemleri alınması, geçirimsiz yüzeyle

kaplanmış olan kentsel doku içinde gözenekli ve geçirgen yüzey kaplamaları kullanımı önerilmektedir. Erozyon riskinin yüksek olduğu vadi yamaçlarında ise; mevcut bitki örtüsünün erozyon önleme amaçlı iyileştirme ve geliştirme çalışmaları ile birlikte eğim kırıcılar kullanılarak düzenli bakımı yapılmalıdır.

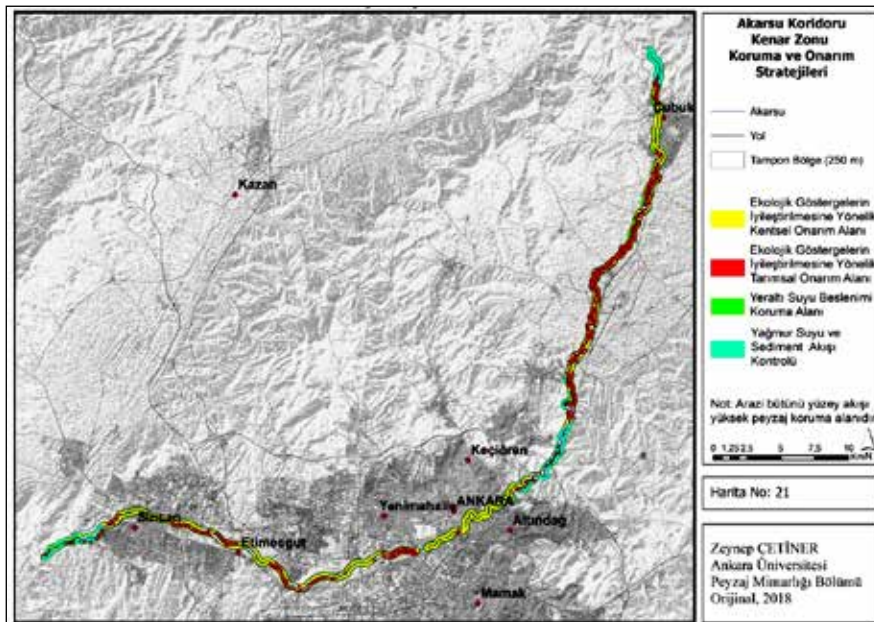
**Akarsu Koridoru Peyzaj Koruma ve Onarım Planı:** Yapılan çalışma sonucunda elde edilen peyzaj fonksiyonu yüksek alanlarda koruma ve onarım stratejileri ile ekolojik göstergelerin iyileştirilmesine yönelik onarım stratejileri haritası Şekil 11'de gösterilmiştir.

Çalışma alanı toplam 3573 hektardır. Bu alanın 1225 hektarını kentsel doku, 1603 hektarını tarım alanları, 101 hektarını ağaçlandırma alanları, 25 hektarını akarsu bitki örtüsü, 122 hektarını rekreasyon alanları ve 497 hektarını ise doğal otsu alanlar oluşturmaktadır. Ankara Çayı'nı çevreleyen arazi kullanım yapısının %45'i tarım, %34'ü kentsel doku, %14'ü doğal otsu alanlar, %3'ü ağaçlandırma alanı, %3'ü rekreasyon ve %1'i ise akarsu bitki örtüsünden meydana geldiği görülmektedir. Arazi kullanımlarından yola çıkılarak gerçekleştirilen sayısal değerlendirme ve kilit süreç analizleri, hızlı kentleşme ve yoğun tarımsal faaliyetler nedeniyle akarsuyun niteliklerinin doğal fonksiyonlar bakımından yetersiz olduğunu ortaya koymuştur.

Başkaya Türer (2013), açık alanların yeşil altyapı için çok büyük ekolojik potansiyele sahip olduklarını vurgula-

mış ve akarsu kenar zonu ile bu bölgenin içerisinde yer alan açık alanları oranlayarak bu oranı yüzdelik dilimde ekolojik potansiyel olarak belirtmiştir. Buna göre; tarım alanlarını da ekolojik iyileştirmeye dâhil eden ve akarsuyun ilk 50 metrelik zonunda koruma alanı öneren ideal uzun dönem onarım planı için, Ankara Çayı'nda toplam alan 3573 ha ve açık alanlar 2348 ha'dır ( $3573-1225=2348$  ha), bu durumda Ankara Çayı'nın ekolojik potansiyeli % 65'dir ( $2348/3573=65$ ). Mevcut arazi desenini bozmayan, fakat akarsu üzerindeki baskıyı azaltmaya ve iyileştirmeye yönelik kısa dönem onarım planı için, Ankara Çayı'nda toplam alan 3573 ha ve açık alanlar (AA,ABÖ,RA,DOA) 745 ha'dır ( $101+25+122+497=745$  ha), bu durumda Ankara Çayı'nın ekolojik potansiyeli % 21'dir.

- Uzun Dönem Onarım Planı: Akarsuyun ilk 50 metresinde yer alan tarım alanlarında doğal bitki türleri yetiştiriciliği ve kentsel dokunun koruma ve rekreasyon zonuna dönüştürülmesi.
- Kısa Dönem Onarım Planı: Mevcut kentsel doku içinde, yol ağaçlandırmalarının artırılıp doğal türler ile yapılması. Geçirimli yüzey kaplamalarının kullanımı. Yeşil dokunun artırılması, yeşil çatı ve yağmur bahçeleri uygulamaları yapılması. Tarım alanlarında pestisit kullanımının azaltılması ve organik tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması önerilmektedir.



**Şekil 11.** Akarsu koridoru kenar zonu koruma ve onarım stratejileri.

Kaynak: Harita, yazar tarafından ArcGIS programı kullanılarak hazırlanmıştır.



Kentsel dokunun olduğu bölgelerde akarsu yatağı, yaşanan taşkınlar nedeniyle beton kanallar ve istinat duvarları ile kanal içine alınmıştır, bu nedenle doğal bitki örtüsü ve yaban hayatının gelişimi için gerekli olan çevresel koşullar ortadan kalkmıştır. Oysa ki doğal yaşamda nehir taşkınları tüm canlılar için hayati önem taşımaktadır. Taşkın alanları, birçok bitkinin yetişmesine olanak sağlayarak yaban hayatını destekler. Taşkınlar ayrıca, alanı sediment ve besin maddeleriyle besler; omurgasızlar, amfibiler ve sürüngenler için yaşam alanı sağlar (Yıldırım ve diğ., 2013, s. 53) . Kanal içine alınmamış, doğal akarsu parçaları bu tür müdahalelerden uzak tutulmalı, doğal akarsu yatağının kıyısında ortalama 50 m (kıyı şeridi) veya 100 m genişliğinde koruma bantları oluşturulmalıdır. Bu tampon bölge, doğal bitki örtüsünün gelişmesine olanak tanıyacak açık ve yeşil alanlar biçiminde planlanmalı, kısıtlı rekreasyonel kullanımlara izin verecek düzenlemeler yapılmalıdır. Bu sayede akarsu ve çevresi kentleşmenin olumsuz etkilerinden korunmuş ve ekolojik yapının iyileştirilmesiyle kentsel yaşantıya olan katkılar artırılmış olur.

3621 sayılı Kıyı Kanunu Yönetmeliği'nin 4. maddesinde deniz ve göllerin kıyı kenar çizgisinden itibaren kara yönünde birinci elli metresi yapılaşmaya kapatılmış ve kamu yararı kararı getirilmiştir. İkinci elli metresinde ise sadece günübirlik tesislerin yapımına izin verilmiştir. Yönetmelikte önemli tatlı su kaynakları olan 16 adet büyük akarsu için bu hükmün geçerli olduğu belirtilmiş fakat diğer akarsular bu hükmün dışında bırakılmıştır. Mevcut yasal yönetsel çerçevede akarsuların ekolojik değerlerinin korunması mümkün görülmemektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında kıyı kanununda olduğu gibi, akarsular için de ilk 50 metrenin koruma bandı olarak belirlendiği, yapılaşmaya kapalı, ekolojik dengenin gözetilerek kamu yararına açıldığı alanlar olması önerilmektedir. Çevre Düzeni Planı, Nazım İmar Planı ve Uygulama İmar Planı, bölge ve kent planlama faaliyetlerinde akarsu ve havza sistemlerinin kent ile bütünleşmiş olarak kurgulanmasını sağlayacak stratejik araçlardır. Akarsuların havza ve mikro havza ölçeğinde planlama çalışmalarına katılmaları Çevre Düzeni Planları ile sağlanıyorken, daha alt ölçeklerde Nazım İmar Planı ve Uygulama İmar Planları da kent makroformu ile akarsuların bütünleşik planlamasında stratejik öneme sahiptir. Üst ölçeklerde doğal ve doğala yakın ekosistemler ile akarsuyun etkileşim içinde olması, akarsuların kente ve kentliye olan katkılarını çok yönlü olarak artırabilir. Bu

yaklaşım ile hem ekosistemler insan yararına kullanılmış hem de ekolojik denge bozulmamış olur. Akarsular gibi çizgisel açık alanlar başta kent içinde koridor oluşturma fonksiyonu olmak üzere kentsel yaşama birçok katkıda bulunurlar. Akarsu koridorları, kent içerisinde hava koridoru işleviyle ısı adası oluşum ve etkisini azaltmaları, mikroklimatik alanlar olmaları, çevrelerinden daha farklı ve zengin ekosisteme sahip olmaları, biyolojik yaşam ortamlarının korunması, yeniden oluşturulması, yaşam ortamları arasındaki bağlantıları sağlamaları nedeniyle stratejik planlama elemanlarıdır (Zülkadıroğlu, 2015).

### Ekolojik Göstergelere Dayalı İyileştirme ve Onarım Eylemleri

Birinci gösterge olan doğal bitki örtüsü gelişimine olanak tanıma açısından çalışma alanında ekolojik iyileştirme için; akarsuyun 50 metre yakınındaki tarım alanlarında doğal bitki örtüsüne ait türlerin yetiştirilmesi, kentsel doku içindeki yol ağaçlandırmasının yine doğal bitki örtüsüne ait türlerle yapılarak kent içindeki yeşil dokunun artırılması ve yine kentsel doku içinde yer alan rekreasyon alanı sayısının artırılması (büyüklüklerine göre yeşil alan bileşenlerine - cep parkları, komşuluk ünitesi düzeyinde parklar, mahalle parkı, semt parkı, kent parkı - nazım imar planı ve uygulama imar planı ölçeğinde mutlaka yer verilmeli) ve yeşil çatılar, yağmur bahçeleri gibi hem kent içindeki yeşil dokuyu artıracak hem de yağmur suyu yönetimine katkı sağlayacak sistemler önerilmektedir (Şekil 12).

Kent içinde birinci ekolojik gösterge olan doğal bitki örtüsü oranını artırma çalışmaları gerçekleştirildiğinde, yabani hayat için gerekli olan habitat lekeleri oluşmuş olacaktır. Ayrıca akarsu ıslah çalışmaları gerçekleştirilerek su içindeki fauna için de yaşam ortamı sağlanacaktır. Akarsu kıyısından itibaren 50 metrelik kıyı bölgesindeki tarım alanlarında önerilen doğal bitki örtüsü yetiştiriciliği için yapılacak faaliyetlerde yaban hayatını olumsuz etkileyecek pestisit kullanımı sakıncalı görülmektedir.

Kentsel doku içinde hidrolojik yapının kontrolünü sağlamak amacıyla kent içindeki yeşil dokunun artırılması ve yine kentsel doku içinde yer alan rekreasyon alanı sayısının artırılması (büyüklüklerine göre yeşil alan bileşenlerine - cep parkları, komşuluk ünitesi düzeyinde parklar, mahalle parkı, semt parkı, kent parkı- nazım imar planı ve uygulama imar planı ölçeğinde mutlaka yer verilmeli) önerilmekle birlikte kentsel alanlarda geçirimsiz yüzeylerin fazla oluşu ve buna bağlı olarak yüzey akışına geçen





Şekil 12. Kent içinde yer alan akarsu modelleri.

Kaynak: 7 Cities Transforming, 2016.

suyun miktarının da çok fazla olması nedeniyle kentsel doku içerisinde su geçiren yüzey kaplamaları kullanılması öngörülmektedir. Bu tür kaplamalar, yüzey suyu akış miktarının ve debisinin azaltılmasını, kentsel kirlenmelerin uzaklaştırılmasını, yağış sularının geçici olarak depolanmasını ve yer altı suyunun takviyesini sağlamaktadır. Su geçiren kaplamalar, gözenekli ve geçirgen kaplamalar olarak ikiye ayrılmaktadır. Gözenekli kaplamalar çim veya çakıl yüzeyli gözenekli beton veya asfalttan oluşurken, geçirgen kaplamalar beton bloklardan oluşmaktadır. Gözenekli ve geçirgen kaplamaların kullanılmasıyla yüzey akışında %42'ye varan bir azalma gözlenmiştir. Geçirimli yüzey kaplamalarının yaygın kullanılması ve diğer sürdürülebilir drenaj sistemleri ile birlikte tasarlanması durumunda yağmur suyunun yağışın düştüğü yerde çözüme ulaştırılması sağlanmaktadır (Yağmur bahçeleri, 2020). Yerüstü drenajı ile, yüzeydeki göllenmeler engellenir, toprağın uzun süre doymun hâlde kalması önlenir, erozyona ve sediment birikimine yol açmadan fazla suyun tahliyesi sağlanır. Suyun arazi yüzeyinden boşaltılma hızı, toprak, topoğrafya, iklim, bitki türü, arazi kullanımı gibi faktörlere bağlıdır.

A.B.D. Çevre Koruma Ajansı, su kalitesini iyileştirmek ve taşkınları kontrol altına alabilmek için yağmur bahçeleri, yağmur varilleri, bitki şeritleri ve geçirimli yüzey kaplamaları gibi yağmur suyu yönetimi ve düşük etkili gelişim uygulamaları önermektedir (U.S. E.P.A, 2003, 2007; Shin and McCann, 2018, s. 1). Su kalitesini artırmak amacıyla yapılan yağmur bahçeleri (Şekil 13), yağmur suyunun çatılar, araç yolları, yürüyüş yolları, otopark gibi alanlar-

dan akışını sağlayarak suyu bünyesinde absorbe etmektedir. Bu yöntem, diğer yöntemlerin aksine yağmur suyunun yeraltında toplanarak akışını azaltmaktadır. Akarsulara ulaşan kirliliğin bu yöntemle %30 civarında azaltılması mümkün olmaktadır. Yağmur bahçeleri için bölgeye has doğal bitkiler önerilmektedir. Bu bitkiler gübreye ihtiyaç duymadan çok daha kolay şekilde gelişmekte ve iklime, toprağa, su şartlarına daha toleranslıdır. Ayrıca doğal faunanın da bu bitkilerden yararlanması mümkün olmaktadır. Bu bahçelerdeki su, toprağın doğal katmanları sayesinde filtrelenerek yeraltı suyu sistemine karışmaktadır (Sünger Şehirler, 2017).

“Su kaynaklarının yönetimi ve/veya su kaynaklarına etki eden arazi kullanım ve kalkınma kararlarının birbirlerinden bağımsız olarak alınması ve önceliğin çoğunlukla kalkınma odaklı olması su kaynaklarının korunmasını zorlaştırmaktadır” (Ulusal Su Planı, 2019-2023, s.20). Yapılan çalışmada akarsu koridorlarının su süreçlerine ilişkin fonksiyonları ile arazi desenine dayalı ekolojik özelliklerinin irdelenmesi yapılmıştır. Peyzaj fonksiyonları ve ekolojik göstergeler birbiri ile entegre biçimde ve akarsu bölgelere ayrılarak değerlendirilmiştir. Çalışma ile 1/10.000 – 1/25.000 ölçekli planlama ve yönetim çalışmalarında kent ekolojisine sağladığı desteğe bağlı olarak akarsuların koruma önceliklerinin belirlenmesinde kullanılabilir bir metodoloji ortaya konulması planlanmıştır. Bu bağlamda aynı ölçekli peyzaj politikaları üretilmesine ve onarım alanlarının belirlenmesine ışık tutması hedeflenmiştir. Peyzaj analizleri 1/25.000 ölçekli veriler ile gerçekleştirilmiştir. Alt ölçeklerde, hassas veri-





Şekil 13. Yol kenarı yağmur bahçesi örnekleri.

Kaynak: Ocean friendly gardens, t.y.

lerin ayrıntılı çalışması yapılmalı ve her ekolojik analiz ayrıntılı veri temini ile yinelenmeli ve yeni zonlamalara gidilmelidir. Biyoçeşitlilik, toprak, jeoloji, kentsel altyapı (yol ağı, elektrik gerilim hatları, kanalizasyon, vb.) analizleri değerlendirilmelidir. Örneğin yol yoğunluğu arttıkça peyzaj üzerine baskı da artacaktır, yol ağının parçalayıcı etkisi alt ölçeklerde çalışmalıdır. Yan dereler ve bağlantılı yeşil alanlar araştırma kapsamında değerlendirilmemiştir, ekolojik bağlantılılık bütün olarak havza kapsamında çalışmalıdır. Çalışma alanı sınırı, Başkaya Türer'in (2013) çalışması örnek alınarak ve akarsuyun kanal içine alınmış olması nedenleri ile her iki kıyıda 250 metre yakın çevre olarak belirlenmiştir ancak, peyzajın yapısı ve fonksiyonları doğrultusunda belirlenecek olan peyzaj tipleri ve doğrudan drenaj hattı sınır olmalıdır Bu bağlamda, geleceğe yönelik olarak çalışma;

- 1- Akarsu tipolojisinin,
- 2- Ekolojik süreçlerin (doğrulanmış ve zamansal değişim eklenmiş)
- 3- Alan kullanımlarının

akarsuyun özelliklerine olan etkilerine ilişkin göstergeleri entegre eden bir yöntem geliştirilmesi ile birlikte mevzu-

ata yönelik değerlendirmelerin yapılmasına ışık tutmayı ve bu kapsamda su kaynaklarının korunarak sürdürülebilir yönetimini hedeflemektedir.

### Kaynakça

- 7 Cities transforming their rivers from blights to beauties. (2016). *Wired* web sitesinden erişildi: <https://www.wired.com/2016/08/7-cities-transforming-rivers-blights-beauties/>.
- Akköprü. (1925). (Env. No: 2413). Koç Üniversitesi VEKAM Kütüphanesi ve Arşivi, Ankara.
- Ankara Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı. (2006). 2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı, Plan Açıklama Raporu, Etüdlere ve Müdahale Biçimleri, Doğal yapı.
- Ateş, T. (1985). *Ankara Kenti yeşil alan sisteminin planlanmasında Mogan Gölü- Akköprü arasındaki göl-akarsu sistemi çevresine ilişkin potansiyel ağırlığın saptanması ve değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Başkaya Türer, F.A. (2013). Urban stream enhancement-revitalising urban streams of İstanbul. *ITU The Journal Of Faculty Of Architecture*, 10(2), 148-160.

- Bayar, R. ve Karabacak, K. (2017). Ankara İli arazi örtüsü değişimi (2000-2012). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 15(1), 59-76.
- Cheonggyecheon. (t.y.). *Expedia* web adresinden erişildi: <https://www.expedia.com/pictures/south-korea/seoul/cheonggyecheon.d6159314?view=large-gallery&photo=249914>
- Dilek İlke, E. F., Yılmaz, F. Ç., Tekin, C., Baki, E., Güneş, M., Akkaya, G. Ay, A., Yiğit, S., Perçin, H., Yılmaz, O., Şahin, Ş., Arslan, B., Tarım, B., Kadı, C., Dehmen, E., Yapmış, E., Dinç, G., Erbaş, İ., Çetinkaya, M., Solmaz M., Akpınar, O.M. ve Ardıçoğlu, R. (2015). *Bilecik Pelitözü Gölpark Peyzaj Karakter Analizi ve Rekreatif Peyzaj Tasarımı*. Bilecik: Bilecik Belediyesi Yayınları.
- dos Reis Oliveira, P.C., Geest, H.G., Kraak, M.H.S., Westveer, J.J., Verdonschot, R.C.M. ve Verdonschot, P.F.M. (2020). Over forty years of lowland stream restoration: Lessons learned?. *Elsevier, Journal of Environmental Management*, 264. [110417]. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110417>
- Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG). (1998). *Stream corridor restoration: principles, processes, and practices*.
- Günel, G. ve Kılçı, A. (2015). Ankara Şehri 1924 haritası: eski bir haritada Ankara'yı tanımak. *Ankara Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 78-104.
- Khirfan, L., Mohtat, N. ve Peck, M. (2020). A systematic literature review and content analysis combination to "shed some light" on stream daylighting (Deculverting). *Elsevier, Water Security*, 10.
- Kılıçaslan, Ç. ve Özkan, M.B. (2005). Akarsuların kentsel gelişme - dönüşüm süreci içinde çeşitli kullanımlar yönünden etkileşimlerinin İzmir kenti örneğinde ortaya konulması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(2), 179-190.
- LARRMP. (2007). *Los Angeles River revitalization master plan*. [http://boe.lacity.org/larivermp/CommunityOutreach/pdf/LARRMP\\_Final\\_05\\_03\\_07.pdf](http://boe.lacity.org/larivermp/CommunityOutreach/pdf/LARRMP_Final_05_03_07.pdf). Erişim Tarihi: 13.02.2019.
- McGarigal, K. ve Marks, B. (1994). *Fragstats spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Version 2.0. Forest Science Department, Oregon State University.
- Müftüoğlu, V. (2016). *Kentsel tasarım rehberlerinin peyzaj mimarlığı açısından ekolojik çerçevede irdelenmesi üzerine bir yöntem araştırması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ocean Friendly Gardens. (t.y.) *Sandiego Surfrider* web sitesinden erişildi: <https://sandiego.surfrider.org/world-water-day-march-22nd/>
- O'Donnell, T.K. (2006). *River restoration in the upper Mississippi River basin*. Unpublished Master of Science Thesis. University of Missouri-Columbia, The Faculty of the Graduate School.
- Özdede, S. (2011). *Düzce Asarsuyu deresi ve yakın çevresinin kentsel peyzaj kullanımı yönünden irdelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özeren, M. ve Hepcan, Ş. (2013). Kent içi akarsu koridorlarının canlandırılması: İzmir kent merkezi örneği. *TMMOB 2. İzmir Kent Sempozyumu*, 28-30 Kasım içinde (ss. 839-849). İzmir.
- Öztaş, Y. (2004). *Yaşadığımız çevre ve peyzaj mimarlığı*. Ankara: Tisamat Basım Sanayii.
- Perini, K. ve Sabbion, P. (2017). *Urban Sustainability and River Restoration Green and Blue Infrastructure*.
- Roni, P. ve Beechie, T. (2013). *Stream and watershed restoration a guide to restoring riverine processes and habitats*.
- Sarıçam, S. ve Coşkun Hepcan, Ç. (2015). Porsuk Çayı Adalar mevkii ve çevresinin rekreatif kullanımının belirlenmesine yönelik bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(1), 1-11.
- Shin, D.W. ve McCann, L. (2018). Analyzing differences among non-adopters of residential stormwater management practices. *Elsevier, Landscape and Urban Planning*, 178, 238-247.
- Su Çerçeve Direktifi (Water Framework Directive)*. (2000).
- Şahin, Ş. (1996). *Dikmen Vadisi peyzaj potansiyelinin saptanması ve değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şahin, Ş., Kurum, E., Perçin, H., Memlük, Y. (2014). *Akarsu koridorlarında peyzaj onarımı ve doğaya yeniden kazandırma teknik kılavuzu*. Ankara: T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, BEL-DA Belde Proje ve Dan. Tic. Ltd. Şti.
- Ulusal Su Planı*. (2019-2023). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA). (2003). *Protection water quality from urban runoff*.
- U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA). (2007). *Developing your stormwater pollution prevention plan, A guide for construction sites*.
- Uzun, O. (2003). *Düzce Asarsuyu havzası peyzaj değerlendirmesi ve yönetim modelinin geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Wiederkehr, F., Wilkinson, C. L., Zeng, Y., Yeo, D.C.J. ve Ewers, R.M. (2020). Urbanisation affects ecosystem functioning more than structure in tropical streams. *Elsevier, Biological Conservation*, 249.
- Whitford, V., Ennosa, A.R. ve Handley, J.F. (2001). "City form and natural process" indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. *Elsevier, Landscape and Urban Planning*, 57, 91-103.



- Yağmur bahçeleri. (2017). *Sünger Şehirler* web sitesinden erişildi: <http://www.sungersehirler.com/6118-su-geciren-yuzey-kaplamalari> SungerSehirlerHaberDetayi.aspx
- Yıldırım, E., Yılmaz, T. ve Benliay, A. (2013). Peyzaj planlamada akarsu ekolojisinin önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6(1), 51-54.
- Yılmaz, T. (2008). *Büyükesat Vadisi'nin kent peyzajı ve tasarımı kapsamında incelenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zülkadiroğlu, D. (2015). *Kentsel akarsuların korunmasına yönelik peyzaj planlama ve tasarım ilkeleri geliştirilmesi: Kahramanmaraş kenti örneği*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Zülkadiroğlu, D. ve Doygun, H. (2016). Kentsel akarsuların korunmasına yönelik peyzaj planlama ve tasarım ilkeleri geliştirilmesi: Kahramanmaraş kenti örneği. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 6(13), 11-24.

