Geographies, Planning & Tourism StudioS

Year 2025 Vol.5 Issue:2 e-ISNN: 2791-7460

Afetlere Karşı Doğa Temelli Çözümler: Kırıkkale Örneği

Nature-Based Solutions for Disaster Resilience: The Case of Kırıkkale

Osman Sarı[a*], Özge Yalçıner Ercoşkun[b]

[a] Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama ABD, Ankara, Türkiye. ORCID: 0009-0000-6848-2913

[b] Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama ABD, Ankara, Türkiye. ORCID: 0000-0003-2734-0374

Makale Bilgisi / Article Info

Geliş/Received: 26.08.2025
Kabul/Accepted: 11.11.2025

Anahtar Kelimeler

Doğa temelli çözümler (DTÇ)
Afet risk analizi
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)
Kırıkkale
Dirençli kent

Keywords

Nature-based solutions (NBS)
Disaster risk analysis
Geographic Information Systems (GIS)
Kırıkkale
Resilient city

Makale Türü/Type of Article

Araştırma / Research

Sorumlu Yazar/ Corresponding Author

O. Sarı
25831201014@gazi.edu.tr

www.gpt-studios.org

BY-NC

Abstract / Öz

Günümüzde hızlı kentleşme ve iklim değişikliğinin etkileriyle afetlerin sıklığı ve yarattığı tahribat artmaktadır. Bu durum kentlerin afet dirençli şekilde planlanması gerekliliğini göstermektedir. Geleneksel çözümlerin etkisini kaybetmesi ve yetersiz kalması nedeniyle doğa temelli çözümler (DTÇ) kavramı önem kazanmaktadır. DTÇ'nin başlıca hedefi ise sosyal, ekonomik ve çevresel sorunları bütüncül bir şekilde ele alıp sürdürülebilir çözümler üretmektir. Dirençlilik kavramı ise; afet sonrasında kentlerin uyum sağlayarak hızlı toparlanma ve sürdürülebilir gelişimini devam ettirebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır. Afetlere karşı doğa temelli çözümler oluşturmak, dirençli kentler inşa edebilmek için büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmada da DTÇ kavramının gelişimi ve uygulamaları ele alınıp dirençli kent oluşturmadaki rolü tartışılmıştır. İlgili literatür incelendiğinde afet risklerinin belirlenmesi ve kentlerdeki riskli alanların tespit edilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Kriterli Karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin etkili bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. ÇKKV yöntemleri, birçok değişkenin bir arada bulunduğu ve/veya çok sayıda aktörlü karar alma süreçlerinde en iyi seçeneği belirlemek için kullanılmaktadır. CBS ise, çok katmanlı mekânsal analizlerin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışma CBS tabanlı ÇKKV yöntemlerinden ağırlıklı çakıştırma kullanarak Kırıkkale ili için afet risklerinin tespit edilerek bu risklere karşı yerleşik alanlarda doğa temelli çözümler üretmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, Kırıkkale ili için öncelikli olarak afet riskleri tanımlanmış, ikinci olarak afet türlerine göre risk analizleri yapılmıştır, risk analizi bulgularına göre yüksek riskli alanların Bahşılı, Sulakyurt, Delice ve merkez ilçelerdeki dik yamaçlarda yoğunlaştığı görülmüştür. Son olarak afet türlerine göre riskli alanlarda doğa temelli çözüm önerileri getirilmiştir.

The frequency and impacts of disasters are increasing due to rapid urbanization and climate change, underscoring the need to plan cities in a disaster-resilient manner. As conventional solutions have lost effectiveness and proved inadequate, the concept of Nature-based Solutions (NBS) has gained prominence. The primary aim of NBS is to address social, economic, and environmental problems holistically and produce sustainable solutions. Resilience is defined as the capacity of cities to adapt, recover rapidly after disasters, and sustain their development. Developing NBS against disasters is therefore crucial for building resilient cities. This study examines the evolution and applications of the NBS concept and discusses its role in creating resilient cities. A review of the literature shows that Geographic Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods are effectively used to identify disaster risks and delineate hazardous areas in urban settings. MCDM methods are employed to determine the optimal option in decision-making processes involving numerous variables and/or multiple stakeholders, while GIS enables multi-layer spatial analyses. Using the weighted overlay method—one of the GIS-based MCDM approaches—this study aims to identify disaster risks for Kırıkkale Province and to develop NBS for built-up areas to address these risks. In this context, disaster risks were first defined for Kırıkkale; second, risk analyses were conducted by disaster type. According to the findings, high-risk areas are concentrated on steep slopes in the districts of Bahşılı, Sulakyurt, Delice, and the central district. Finally, NBS proposals were developed for the hazard-prone areas by disaster type.

Alıntı/To cite: Sarı, O. & Yalçıner-Ercoşkun, Ö. (2025). Afetlere karşı doğa temelli çözümler: Kırıkkale örneği. *Geographies, Planning & Tourism*, *5*(2): 101-119. https://doi.org/10.5505/gpts.2025.46330

1. Giriş

Günümüzde kentler sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarda bir dizi karmaşık ve birbiriyle bağlantılı sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır. Afetler kentlerin karşılaştığı çok yönlü ve uzun süreli etkiye sahip başlıca sorunlardandır. Afetler, toplumun tamamını veya belirli bir kısmını etkileyen, fiziksel, ekonomik ve sosyal boyutlarda hasarlara yol açarak insan

faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan olaylardır. İnsan, doğa veya teknoloji kaynaklı olabilen afet olayın kendisi değil doğurduğu sonuçtur (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı [AFAD], 2025). Kentlerde oluşan bu çok yönlü sorunlara karşı yanıt olarak, planlama ve tasarım alanlarında doğa kaynaklı yeni çözümler ihtiyacı oluşmuştur. Bu bağlamda, Doğa Temelli Çözümler (DTÇ) kavramı özellikle son yıllarda literatürde ve planlama çalışmalarında etkili bir yer edinmiştir (Bush&Doyon, 2019). DTÇ, en basit tanımıyla "doğadan esinlenen, doğa tarafından desteklenen veya doğadan kopya edilen eylemler" olarak ifade edilmektedir (European Commission, 2015). Bu kavram, kentsel planlamada ekosistem temelli yaklaşımları önermektedir.

Avrupa Komisyonu'na göre DTÇ, doğal yapıyla oluşturulmuş çözüm uygulamalarıdır. Benzer şekilde Frantzeskaki (2019), DTÇ'yi "doğal süreçler ve yapılarla desteklenen, farklı çevresel sorunları çözerken ekonomi, toplum ve ekolojiye çoklu faydalar sunan yaşayan çözümler" olarak tanımlamıştır. Kentsel boyutta DTÇ kavramı; yeşil altyapı ve mavi altyapı gibi çeşitli yaklaşımları kapsayan geniş bir bağlam sunar. DTÇ, Geleneksel yaklaşımlar yerine ekosistemleri koruma, geliştirme, yeniden oluşturma ve tasarlama boyutlarını içerir. Bu kapsamda, kent içinde parklar, yeşil koridorlar, kentsel ormanlar, yeşil çatılar, yağmur bahçeleri ve geçirgen yüzeyler gibi pek çok uygulama DTÇ kavramı altında değerlendirilebilir.

DTÇ uygulamaları sayesinde kentlerin iklim değişikliğine karşı kırılganlığı azalmakta ve dirençliliği artmaktadır. Sosyal bağlamda ise, kent sakinlerinin sağlık ve refahının yükseltilmesi estetik değerlerin ve rekreasyon imkanlarının artması, toplumsal kaynaşma ve çevre bilincinin güçlenmesi gibi katkılar öne çıkmaktadır. Ekonomik faydalar da dolaylı ve doğrudan biçimlerde görülmektedir. Doğa temelli çözümlerin genellikle gri altyapıya kıyasla maliyeti düşük olabildiği gibi, yeşil alanların artması sonucunda gayrimenkul değerlerini artırması veya rekreasyon yoluyla ekonomik hareketlilik yaratması söz konusu olmaktadır (Kabisch vd., 2017).

DTÇ kavramı uygulanabilirliği ve yayılması karmaşık bir süreçtir. Kentsel alanda bir DTÇ projesi, birden fazla ekosistem hizmetini aynı anda sağlamaya çalışırken, farklı faydalar arasında önceliklendirme ihtiyacı doğar. Örneğin, bir yeşil çatı uygulaması hem yağmur suyu yönetimine hem biyoçeşitliliğe katkı sağlarken, bir sokak ağaçlandırma projesi daha çok ısı adası etkisini azaltmaya ve estetik değere hizmet edebilir. Bu çok işlevlilik durumu, planlama aşamasında mekânsal boyutta çeşitli seçimleri (trade-offs) yönetmeyi gerektirir (Bush & Doyon, 2019).

Bu çalışma, Coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak Kırıkkale ili için afet risklerini belirleyip kent içinde bu risklere karşı doğa temelli çözümler üretmeyi amaçlamaktadır. Kırıkkale; Kızılırmak nehrininin bir bölümünü içeren, çeşitli jeolojik birimler, dik yamaçlar, akarsu ağları ve diri fay hatlarını kent içinde barındıran çoklu afet risklerinin birlikte gözlemlendiği orta ölçekli İç Anadolu kentidir. Bu özellikler DTÇ uygulamalarının uygulanabilirliğinin sınanması için uygun bir altlık sunmaktadır. Bu bağlamda da incelenen konuya yönelik belirlenen araştırma soruları şunlardır:

1-Kırıkkale'de belirlenen afet risklerinin mekansal dağılımı nasıldır? Öncelikli risk alanları nerelerdir?

2-Belirlenen yüksek riskli alanlar için hangi doğa temelli çözüm uygulamaları en önceliklidir?

Belirlenen bu araştırma soruları doğrultusunda; "Kırıkkale'de çoklu afet riski mekânsal olarak rastgele dağılmamaktadır; risk, Kızılırmak çevresinde, eğimli yamaçlarda, alüvyon zeminde ve diri faylara yakın kesimler üzerinde anlamlı kümelenme gösterir. CBS tabanlı DTÇ senaryoları mevcut duruma göre model oluşturulan afet analizindeki yüksek risk göstergelerinde anlamlı azaltma üretir." Hipotezi oluşturulmuştur ve CBS tabanlı ÇKKV yöntemleri kullanılarak irdelenmiştir. Elde edilen veriler ve üretilen analizler sayesinde araştırma gerçekleştirilmiştir.

1.1. Doğa Temelli Çözümler ve Afetlere Dirençli Kentler

Günümüzde kentlerin karşılaştığı başlıca riskler; plansız büyüme, imar mevzuatına uygun olmayan yapılaşma, yönetim hataları, ekonomik varlıkların kent merkezi, turizm alanları gibi sadece belli noktalara aktarılması ve bu nedenle çeperlerin veya kırsal yerleşimlerin atıl kalması ve artan nüfus yoğunluğudur. Bu noktada kentlerin yaşam kalitesini artırma ihtiyacı doğmaktadır. Ekolojik ayak izinin azaltılması, suyun yeniden kullanımı, sürdürülebilir yapı malzemeleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yeşil teknolojiler aracılığıyla kent sistemlerine entegrasyonu gibi doğa temelli uygulamalar yaşam kalitesini artırma araçlarına örnek verilebilir (Yalçıner Ercoşkun, 2020).

DTÇ kavramı doğuşuyla birlikte ekosistem temelli yaklaşımları bir çatı altında toplayan bir kavram olarak gelişmiştir. İlk olarak doğa koruma ve iklim uyum politikalarında kullanılan bu terim, planlama çalışmalarında da hızla yaygınlaşmıştır (European Commission, 2015).

Dünya Bankası, Birleşmiş Milletler ve IUCN gibi kuruluşlar 2010'lu yılların ortalarında DTÇ'yi sürdürülebilir kalkınma ve iklim stratejilerine dâhil etmeye başlamıştır. 2015 yılında Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan bir rapor, DTÇ'yi "aynı anda çevresel, sosyal ve ekonomik yararlar sunan, yerel koşullara uyarlanmış ve kaynak-etkin müdahaleler" olarak tanımlayarak kavramın çerçevesini oluşturmuştu. Bu tanım, DTÇ'nin geleneksel "gri" altyapı çözümlerine kıyasla

çok işlevli ve esnek bir alternatif olduğunu vurgular.

Literatürde DTÇ kavramına yaklaşım zamanla doğanın şehirlerde sorun çözücü unsur olduğu yönünde evrilmiştir. Artık DTÇ, sadece yeşil alanları artırmak değil, kentsel ekosistemleri yeniden yapılandırarak kenti daha dirençli ve yaşanabilir hale getirmek için stratejik bir yaklaşım olarak görülmektedir.

Afet kavramı ise klasik yaklaşımda olağanüstü doğa olayları olarak tanımlanmaktaydı. Bu yaklaşımda odak tehlikenin fiziksel özellikleri üzerindeydi (Alexander, 2018). Zamanla klasik yaklaşım yerini sosyolojik bir bakışa bıraktı. Bu bağlamda 1980'li yıllardan itibaren afet, olaydan çok toplumsal süreçlere de odaklanan ve yalnızca doğa kaynaklı olmayacağı anlaşılan bir kavrama dönüştü. Bu yaklaşımda afetlerin etkisinde toplumsal birlikteliğin, koordinasyonun ve hazırlık evrelerinin de belirleyici olduğu vurgulanmaktadır (Perry & Quarantelli, 2005).

Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi (UNDRR)'ne göre ise afet; tehlikenin, tehlikeye maruz kalan varlıkların kırılganlık düzeylerine göre etkisinin değişkenlik göstererek toplumsal işleyişi bozmasıdır. Kırılganlık ise afete maruz kalan varlıkların olaydan etkilenme düzeyleridir (UNDRR, 2021).

Günümüzde afetlerin doğurduğu tahribatlar çoğu zaman insani tercihlerin ve yönetimde yapılan hataların sonucunu yansıtmaktadır. Bu noktada kentlerde ele alınması gerekli dirençli kent kavramı öne çıkmaktadır.

Dirençli kent, katılımcılık ilkesini planlama anlayışında benimseyen, sürdürülebilir kentleşmeyi vurgulayan, yetkin ve şeffaf bir yerel yönetime sahip, güçlü bir veri tabanı sayesinde fiziksel ve sosyal kayıpları en aza indiren; afetin öncesi-sırası-sonrası için yeterli kaynaklara sahip ve yedekli olan kent modelidir (Yalçıner Ercoşkun, 2020).

Afet dirençlilik bir sistemin afet öncesinde afet anında ve sonrasında işlevini koruması veya hızla geri kazanması olarak tanımlanır. Kentsel dirençlilik, altyapı sağlamlığı dışında sosyal ve kurumsal dayanıklılığı da kapsayan bütüncül bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, literatürde ekosistem temelli afet risk azaltımı (eco-DRR) olarak da adlandırılmaktadır. Ekosistem temelli yaklaşımlar, afet risklerini azaltırken aynı zamanda ekolojik faydalarda üretmektedir. Bu yönüyle dirençliliğin çok boyutlu yapısına hizmet etmektedir.

Doğa temelli çözümlerin afet dirençliliğine katkıları somut örnekler üzerinden de anlaşılabilir. Yağmur bahçeleri ve biyolojik arıtma hendekleri, ani sağanak yağışlarda suyu toprakta tutarak taşkın riskini azaltır. Amerika Birleşik Devletleri Federal Acil Durum Yönetim Ajansı (FEMA) tarafından yayınlanan bir rehbere göre, korunan doğal taşkın alanları ve sulak alanlar taşkın sularını depolayıp yavaşlatarak erozyonu azaltmakta ve suyu filtreleyerek su kalitesini iyileştirmektedir; bu da sel baskınlarının yerleşimlere ulaşma riskini düşürür (FEMA, 2023). Özetle, doğa temelli çözümler ve afet dirençliliği kavramları beraber ele alındığında kentleri daha güvenli ve yaşanabilir hale getirebilirler.

1.2. Doğa Temelli Çözümlerin Planlamaya Entegrasyonu

Planlama disiplini, geleneksel olarak arazi kullanımı, ulaşım ve altyapı gibi bileşenleri düzenlemeye odaklanmıştır. Ancak iklim krizinin şiddetinin artması ve kent ekosistemlerinin kırılganlığının artması, planlama yaklaşımlarında da bir değişimi zorunlu kılmıştır. Doğa temelli çözümlerin planlamaya entegrasyonu, şehirlerin daha dirençli ve sürdürülebilir bir geleceğe hazırlanmasında kritik bir nokta olarak kabul edilmektedir (Bush & Doyon, 2019). Planlama çalışmaları; arazi kullanım kararları, yönetmelikler ve paydaşların katılımıyla doğa temelli çözümlerin hayata geçirilmesini kolaylaştıracak kritik bir araçtır.

Günümüzde birçok kentin planlama çalışmalarında ve politikalarında doğa temelli yaklaşımlara yer verdiği görülmektedir. Örneğin, Rotterdam, Kopenhag (Şekil 1. Kopenhag Ani Sağanak Yönetim Planı), Singapur, New York gibi öncü şehirler, yağmur suyunu yönetmek için yeşil altyapı ağları kurmakta, kentsel ısı adasını hafifletmek için parklar ve ağaçlandırma programları uygulamakta ve biyolojik çeşitliliği artırmak için ekolojik koridorlar planlamaktadır. Bu tür uygulamalar, kent planlarında uzun vadeli çalışmalar gerektirse de sonuçları itibariyle çok boyutlu artılar sunmaktadır (Kabisch vd., 2017). Sponge City (sünger şehir) gibi kavramlar, özellikle Çin'de, kentsel planlamaya entegre su yönetimi ve yeşil altyapı uygulamalarının önemini vurgulayan yaklaşımlar olarak yaygınlaşmıştır.

Kent planlama bağlamında DTÇ'nin etkili olabilmesi için, planlama süreçlerinin katılımcı ve uzun vadeli bir bakış açısıyla yürütülmesi gerektiği literatürde vurgulanmaktadır (Frantzeskaki et al., 2019; Meerow & Newell, 2019). Aksi halde, doğa temelli projelerin kısa ömürlü olma riski söz konusudur.

Planlama yoluyla DTÇ uygulamalarında dikkate alınması gereken bir diğer boyut da sosyal adalet ve kapsayıcılık ilkeleridir. Doğa temelli çözümler her ne kadar ekolojik faydalar sağlasa da kentsel mekânda dağılımları adil olmazsa mevcut eşitsizlikleri artırabilir (Anglo-Amerikan literatürde "yeşil ayrışma" olarak anılan kavram). Bu nedenle, kent planlamasında yeşil alanların ve DTÇ altyapısının farklı sosyal gruplar ve mahalleler arasında dengeli dağılımı önem taşır (Kabisch & Haase, 2014; Wolch et al., 2014). Adil ve kapsayıcı doğa temelli kent kavramı, planlama kararlarının hem insan topluluklarının ihtiyaçlarına hem de ekolojik gerekliliklere duyarlı olmasını gerektirir.

Şekil 1. *Kopenhag Ani sağanak yönetim planı*
Kaynak: https://interlace-hub.com/cloudburst-management-plan-copenhagen. (Görsel yazarlarca Türkçe'ye çevrilmiştir, 2025).

Planlama; doğa temelli projelerin kent dokusu içinde uygun yerlerde konumlandırılması ve mekânsal entegrasyonu bağlamında etkilidir. Aynı zamanda ölçekler arası uyumu da gözeterek stratejik planlardan uygulama imar planlarına kadar her ölçeğe göre DTÇ uygulamalarının uygunluğunu gözetir. Çok işlevli yapısıyla planlama DTÇ uygulamalarına yasal bir dayanak sağlar ve katılımcı yaklaşımla tüm paydaşları sürece dahil eder. Sonuç itibariyle, kentsel planlama alanı doğa temelli çözümlerin uygulanabilirliği için kritik bir öneme sahiptir.

1.2.1. Yeşil Altyapı ve Mavi-Yeşil Sistemler

Yeşil altyapı, kentsel mekânda açık alanların planlı bir ağ (network) şeklinde ele alınmasını ifade eder. Yeşil altyapı unsurları; parklar, kent ormanları, nehir kenarı yeşil bantları, yeşil çatı ve yağmur bahçeleri gibi çok çeşitli elemanları kapsar. Mavi-yeşil altyapı ise, su öğelerinin yeşil alanlarla entegre biçimde yönetilmesini vurgulayan bir sistemdir. Bu sayede kent ekosisteminin su döngüsünü desteklemesi hedeflenir (Coşkun Hepcan, 2022). Geleneksel gri altyapının aksine, mavi-yeşil altyapı doğanın suyu emme, depolama, filtreleme ve iletme işlevlerini kullanarak sürdürülebilir bir su yönetimi sağlar.

Avrupa Komisyonu'nun 2013 yılında yayımladığı Yeşil Altyapı Stratejisi, üye ülkelere arazi kullanım planlarında yeşil ağları öngörme ve ekosistemleri birbirine bağlama çağrısı yapmıştır. Yeşil altyapı, doğa temelli çözümlerin mekânlara uygulanmasında bir "planlama arayüzü" işlevi görür. Bu nedenle, yeşil altyapı planlaması kentsel ölçekte doğa temelli çözümlerin ana omurgasını oluşturan kritik bir etkendir (Benedict & McMahon, 2006).

Yeşil ve mavi-yeşil altyapı sistemlerinin faydaları literatürde geniş bir yer kaplamaktadır. Ekolojik olarak, şehir ekosisteminin parçalanmış halde bulunan açık alanlarını birbirine bağlayarak sürekliliği sağlar. Bu sayede türlerin şehir içinde hareketine imkân tanır (ekolojik koridor etkisi). Hidrolojik olarak, yağmur suyunu tutarak taşkın riskini azaltır ve suyun kalitesini iyileştirir. İklimsel olarak, gölgelenme ve terleme yoluyla kent sıcaklıklarını düşürerek ısı adası etkisini azaltır ve hava kalitesini iyileştirir. Sosyal açıdan, yeşil alanlar estetik değer katar ve ruh sağlığı açısından yüksek faydalar sunarak kentsel yaşam kalitesini artırır. Ekonomik olarak ise, yeşil dokusu fazla olan estetik mahalleler arsa ve konut değerlerini yükselterek ekonomik hareketlilik sağlar (Coşkun Hepcan, 2022). Nitekim yapılan çalışmalar, yeşil altyapı sistemlerine yapılan yatırımların, klasik gri altyapıya kıyasla daha az maliyetli olduğunu ve uzun vadede belediyelere tasarruf sağladığını ortaya koymaktadır (European Commission 2019; Foster et al., 2011).

Sonuç olarak, yeşil ve mavi-yeşil altyapı sistemleri doğa temelli çözümlerin kentteki vizyonunu güçlendiren kritik bir araçtır. Kurgusu iyi oluşturulmuş yeşil altyapı ağı kent bütününde ekolojik denge sağlarken kenti afetlere karşı dirençli hale getirerek yaşam kalitesini artırır.

1.2.2. Ekolojik Koridorlar ve Kentsel Biyolojik Çeşitlilik

Ekolojik koridorlar, kentsel ve kırsal alanlarda ayrı kalmış doğal habitatları birbirine bağlayan lineer yeşil alanlardır. Bu sayede flora ve faunanın hareketine de olanak sağlanır. Ekolojik koridorlar kent bütününde parkları, ormanları, su kenarlarını ve diğer yeşil alanları birbirine bağlayarak bir kent ekolojisi ağı oluşturur. Bu ağ, yaban hayatının kent içinde yaşam alanı bulabilmesi ve popülasyonların sürdürülebilmesi için kritik önemdedir. Bu sayede kuşlar, tozlaştırıcı böcekler veya küçük memeliler, koridor etkisiyle kentin bir ucundan diğerine kadar yayılabilir, beslenme ve barınma olanaklarına ulaşabilir (Anderson et al., 2014).

Kentlerde ekolojik koridorların en yaygın örneklerinden biri, nehir ve dere koridorlarıdır. Bir kentin içinden geçen nehir, etrafındaki yeşil alan şeridiyle birlikte doğal bir koridor işlevi görür. Bu alan hem sucul hem karasal habitatları birbirine bağlayarak çift ekolojik işleve sahiptir. Günümüzde birçok şehirde "nehir canlandırma" (ör. Seul'de Cheonggyecheon Deresi projesi) ve "ıslah edilmiş derenin doğal haline kavuşturulması" gibi ekolojik koridor girişimleri başarıyla gerçekleşmiştir. Bu sayede geçmişte beton kanallara hapsedilmiş akarsu yatakları tekrar doğal hale gelerek ekolojiye katkı sağlamıştır.

Ekolojik koridorlar sadece su kenarları ile sınırlı değildir; eski demiryolu hatlarının yeşil yola (greenway) dönüştürülmesi ve otoyol kenarlarında geniş yeşil bantlar oluşturulması gibi uygulamalar da kentsel koridorları oluşturur. Ekolojik koridorların faydaları sadece biyolojik çeşitlilik ile sınırlı kalmaz. Bu koridorlar, genellikle uzun yeşil yürüyüş yolları, bisiklet rotaları veya rekreatif alanlar olarak da kullanılır.

Literatürde kentsel ekolojik koridorların başarılı olabilmesi için süreklilik, yeterli genişlik, doğru bitki türleriyle donatma ve bozulmadan korunma gibi kriterlerin altı çizilmektedir (Jongman et al., 2011). Planlama kararları bu kriterleri sağlamaya yönelik olmalıdır. Bir otoyol projesi tasarlanırken yabani hayvan geçişine imkân verecek ekolojik köprüler veya altgeçitler de düşünülmelidir. Böylece, kentler iklim değişikliğine uyum ve dirençlilik kazanırken aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin de korunduğu bölgeler haline gelebilir.

Sonuç olarak, ekolojik koridorlar kentleri daha "yaşanabilir" ve "doğayla bütünleşik" kılmanın etkili bileşenlerinden biridir. Günümüzde kentler yalnızca insanlar için değil biyolojik çeşitliliğe fayda sağlayan tüm canlılara yaşam hakkı sunacak şekilde tasarlanmalıdır aksi halde biyolojik çeşitlilik krizi daha da artacaktır.

1.2.3. Su Yönetimi ve Yağmur Suyu Çözümleri

Kent içinde yaşanan taşkınlar yetersiz altyapı ve su yönetimi eksikliği nedeniyle can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Diğer yandan ise su kıtlığı iklim krizi etkisiyle kurak dönemlerde kent yaşamını tehdit etmektedir. Kent yaşamını doğrudan etkileyen bu problemlerin çözümü için geleneksel yaklaşımlar yerine doğa temelli çözümlere ihtiyaç vardır.

Geleneksel kentsel su yönetimi, yağmur suyunu mümkün olan en hızlı şekilde uzaklaştırmayı ve kullanma suyunu uzak mesafelerden taşımayı hedefleyen gri altyapıya dayanır. Oysa doğa temelli su yönetimi çözümleri, suyu bir kaynak olarak görüp yerinde yönetmeyi, yeraltına sızdırarak veya depolayarak faydaya dönüştürmeyi ve ekosistemlerle uyumlu hale getirmeyi amaçlar.

Yağmur bahçeleri, biyolojik yağmur hendekleri, geçirimli yüzeyler, su çukurları ve yağmur suyu hasadı gibi uygulamalar, kentsel yağmur suyu yönetiminde doğa temelli çözüm araçlarıdır. Yağmur bahçesi, genellikle yol kenarlarında veya açık alanlarda hafif çukurlaştırılmış ve su tutabilen toprak ve bitki karışımıyla oluşturulmuş küçük bahçelerdir. Bu alanlar yağış anında yüzeysel akışı bu bahçede toplayıp kısa sürede infiltre eder ve bitkiler aracılığıyla suyu kullanır. Bu sayede hem yüzey akış hızı ve hacmi azalır hem de suyun bir kısmı bitkiler tarafından tutulur (European Commission, 2022).

Geçirimli (permeable) zemin kaplamaları, otoparklar, kaldırımlar veya az kullanılan yol yüzeylerinde suyun alt toprak katmanına sızmasına izin veren malzemelerin kullanılmasını içerir. Bu sayede yağmur suyu yüzeyde birikmez, doğrudan zemine geçer ve yeraltı suyunu besler. Biyolojik hendekler, yol kenarlarında boylu boyunca uzanan ve çakıl, kum, bitki gibi malzemelerle doldurulmuş kanal benzeri yapılardır. Bu yapılar suyun akış yönünde ilerlerken filtrelenmesini ve yavaşlamasını sağlar. Yağmur suyu hasadı ise, binaların çatı yüzeylerinden akan yağmurun depolanarak bahçe sulama, tuvalet rezervuar besleme gibi ikincil su ihtiyaçlarında kullanılmasını kapsar. Bu yöntem hem şebeke suyu talebini azaltır hem de ani yağışlarda şebeke yükünü hafifletir.

Daha büyük ölçekli doğa temelli su yönetimi çözümleri arasında taşkın depolama alanları ve yapay sulak alanlar önemli yer tutar. Taşkın depolama alanları, nehir kenarlarında ya da kentin uygun alanlarında, taşkın anında suyun yayılmasına izin verecek rezerv alanlar bırakılmasıdır. Bu alanlar normal zamanda park, oyun alanı gibi kullanılabilirken, aşırı yağışta kontrollü biçimde su altında kalmaları sağlanır. Doğal ve yapay sulak alanlar, kentsel atık suyun arıtılmasında ve yağmur suyunun depolanmasında kullanılan başka bir DTÇ aracıdır (Urban Nature Labs [UNalab], 2019).

Su yönetiminde doğa temelli çözümler geleneksel yaklaşımların aksine çoklu fayda üretirler. Örneğin bir yağmur bahçesi sadece suyu yönetmez; aynı zamanda estetik bir yeşil alan oluşturur, bulunduğu sokaktaki sıcaklığı düşürür ve gürültü kirliliğini bile bir nebze azaltır. Bu nedenle, tek fonksiyonlu beton altyapılar yerine çok fonksiyonlu yeşil altyapılar tercih etmek, kentsel dirençliliği artırırken aynı anda kentin yaşanabilirliğini de geliştirmektedir. Doğa temelli su yönetimi, şehirleri bir sünger gibi tasarlayarak suyu yakalayıp faydaya dönüştürmeyi hedefler. Bu yaklaşım sayesinde kentler iklim değişikliğe karşı dirençli olup esneklik ilkesini benimseyecektir. Suyun fazla olduğu zamanlarda zararı azaltıp az olduğu zamanlarda da rezerv sağlayarak esnek yapısını kanıtlayacaktır.

1.2.4. Kentsel Tarım ve Gıda Güvenliği

Kentsel tarım, tarımsal üretimin kent içindeki boşluklarda veya kent çevresinde gerçekleştirilmesidir. İklim değişikliğine uyum, gıda güvenliği ve sürdürülebilir kentleşme gibi faydaları sayesinde kentsel tarım günümüzde kentlerde uygulanan doğa temelli çözümler arasında yer almaktadır (Yaman & Yenigül, 2022). Kentsel tarım uygulamaları, boş veya atıl durumdaki arsaların topluluk bahçelerine dönüştürülmesi, çatıların ve terasların tarım yapılacak alanlar olarak kullanılması, şehir çeperlerindeki tarım arazilerinin korunup geliştirilmesi, dikey tarım gibi yeni teknolojilerle kapalı alanlarda üretim yapılması gibi çeşitli biçimlerde ortaya çıkabilir.

Literatürde kentsel tarımın pek çok çevresel ve toplumsal faydası belirlenmiştir. İklimsel açıdan, şehirde bitkisel üretim alanlarının artması, karbon yutaklarının çoğalması ve şehir içi yeşil alan miktarının yükselmesi anlamına gelir; bu da kentsel ısı adasının hafiflemesine ve hava kalitesinin iyileşmesine katkı yapar. Sosyal açıdan, kentsel tarım alanları kent sakinlerinin bir araya gelerek üretim yaptığı, sosyalleştiği, doğayla temas kurduğu mekanlar olarak toplumsal bağları güçlendirebilir. Ekonomik boyutta ise, küçük ölçekli de olsa kent içi tarımsal üretim, mahalle pazarlarında taze ve uygun fiyatlı ürünlerin bulunmasını sağlar ve ev ekonomilerine destek olur. Kentsel tarımın en iyi sonuca ulaşması için, kentsel planlama, tarım politikaları ve toplumsal katılımın entegre şekilde işlemesi gerekmektedir.

Sonuç olarak kentsel tarım hem ekolojik hem de sosyal boyutta kente fayda sağlayan etkili bir doğa temelli çözümdür. İklim değişikliğine uyum boyutunda ele alındığında kentsel tarım şehirlerde gıda üretimini artırarak oluşabilecek gıda krizine karşı kenti dirençli hale getirmektedir.

1.3. İklim Değişikliğine Uyum, Afet Risk Azaltma ve DTÇ

Doğa temelli çözümlerin önemli bir boyutu, iklim değişikliğine uyum ve afet risk azaltma hedeflerine katkılarıdır. İklim değişikliğinin şehirlerde yol açtığı sorunlar geleneksel yöntemlerle yönetilmesi zor, karmaşık ve birbirine bağlı risklerdir. DTÇ, bu risklerin etkilerini azaltmada yenilikçi ve esnek araçlar sunar.

Isı dalgaları ve aşırı sıcaklık iklim değişikliğinin kentlerde yarattığı en önemli sorunlardandır. Doğa temelli yaklaşımlar, kent ormanları, parklar ve yeşil çatı/duvar uygulamalarıyla gölgeleme ve soğutma etkileri yaratarak kentsel ısı adası etkisini azaltır (Coşkun Hepcan, 2022). Bu, özellikle kırılgan nüfus grupları için hayati öneme sahiptir; çünkü aşırı sıcaklar bu gruplar için ölümcül sonuçlar doğurabilmektedir.

Kuraklık ve su kıtlığına uyum açısından bakıldığında, DTÇ hem su tasarrufu sağlayan çözümler sunar hem de alternatif su kaynakları yaratır. Yağmur suyu hasadı, gri su geri kazanımı gibi uygulamalar su döngüsünü kentin içinde kısmen kapatarak dışa bağımlılığı azaltır. Kent çeperlerindeki orman ve yeşil alanların korunması, yeraltı suyu beslenimini destekleyerek kurak dönemlerde şehirlerin su rezervlerini güçlendirir (Locatelli et al., 2015).

Afet risk azaltma (Disaster Risk Reduction, DRR) bağlamında, Birleşmiş Milletler ve diğer uluslararası kuruluşlar doğa temelli çözümlere stratejik bir rol çıkarmışlardır. 2015 Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi, ekosistem temelli yaklaşımların afet yönetiminin her aşamasına entegre edilmesi çağrısında bulunmuştur (UNalab, 2019).

Doğa temelli çözümlerin afet dirençliliğine katkısı sadece fiziksel risk azaltmayla sınırlı değildir; aynı zamanda toplumsal dirençliliği de artırır. Örneğin, mahalle ölçeğinde oluşturulan bir topluluk bahçesi veya yağmur bahçesi, o mahalle sakinlerini bir araya getiren, çevre bilincini ve iş birliğini güçlendiren bir unsur haline gelir. Afet durumlarında güçlü sosyal bağlara sahip toplulukların daha hızlı toparlandığı bilinmektedir (Aldrich & Meyer, 2015). Bu nedenle, DTÇ projeleri aynı zamanda birer toplum geliştirme projesi olarak değerlendirilebilir.

Sonuç olarak, iklim uyumu ve afet yönetimi için doğa temelli çözümler önleyici bir yaklaşımı temsil eder. Geleneksel olarak, afetlere karşı önlem olarak sert yapılar inşa etmek veya kriz anında tepki vermek üzerine kurulu anlayış yerine, doğayla uyumlu yaşamayı öğrenmek ve riskleri doğanın yardımıyla en aza indirmek fikri öne çıkmaktadır (Renaud et al., 2016). Sağlıklı bir orman, sağlam bir sulak alan veya geniş bir yeşil kıyı şeridi, birçok durumda felaketlerin zarar verici etkilerini yumuşatan doğal bir kalkan görevi görmektedir.

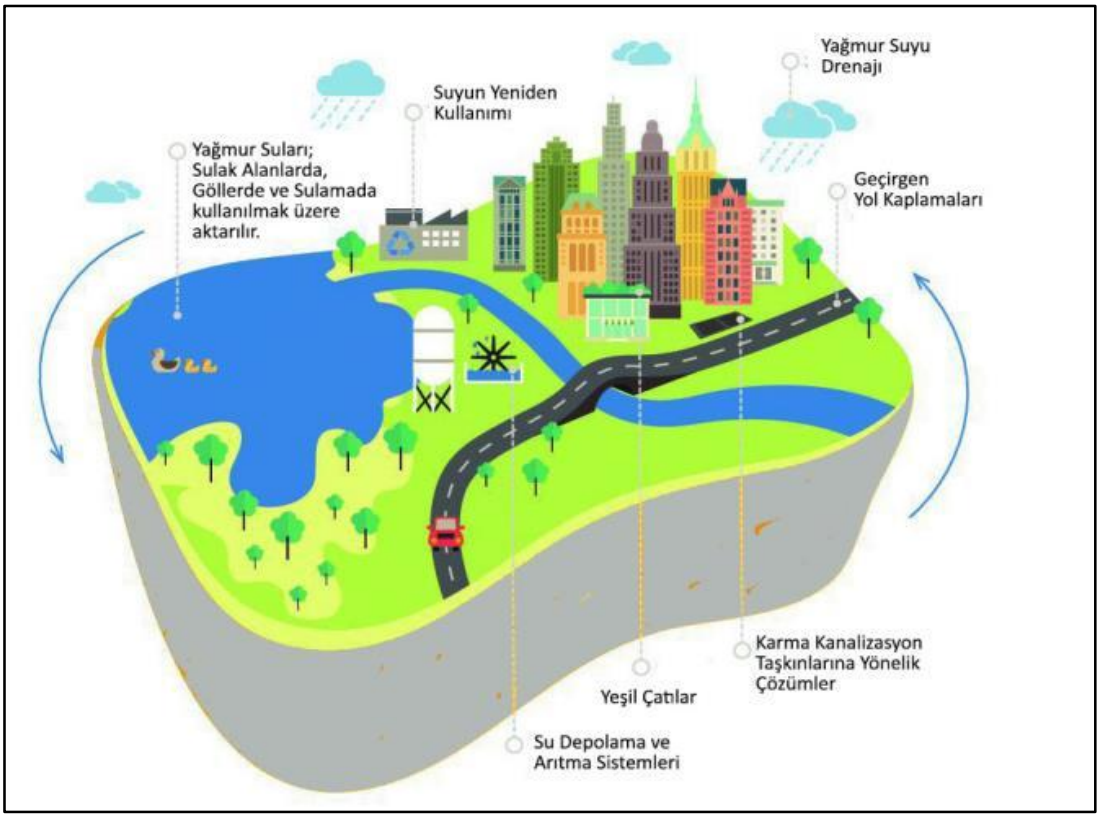
1.3.1. Kent Bütünü Ölçeğinde Uygulama Örnekleri

DTÇ şehir geneline ilişkin farklı stratejiler ortaya koymaktadır. Avrupa örneklerinde genellikle şehir master planlarına entegre edilmiş yeşil altyapı stratejileri dikkat çekerken, Avustralya örneğinde ayrı bir kentsel orman planı söz konusudur.

Avrupa Şehirleri: Barselona, Malmö ve Utrecht şehirlerini ele alan Cortinovis et al., (2022) çalışması, kent bütününde farklı DTÇ senaryoları simüle etmiştir. Bu kapsamlı senaryolar sonucunda elde edilen bulgu, her senaryonun kendine özgü bir fayda kombinasyonu ürettiğidir. Örneğin, tam ölçekli yeşil çatı senaryosu Barselona'da yüzey akışını en çok azaltan yöntem olmuş; ağaçlandırma ise Malmö'de sıcaklık azaltımında en etkili senaryo olarak bulunmuştur. Ancak, her bir DTÇ türünün uygulanabilirliği kentsel yapıya göre değişmektedir. Barselona'nın yoğun tarihi dokusunda yeşil çatı potansiyeli yüksekken, daha geniş cadde ve düşük yoğunluklu alanlara sahip Malmö'de sokak ağaçları ve yeşil alan genişletme daha büyük etki yaratabilmektedir. Bu durum, kent formunun DTÇ potansiyeline etkisini ortaya koyar. Cortinovis et al.'nin (2022) çalışması ayrıca, farklı arazi kullanım türlerine göre DTÇ fırsatlarının değiştiğini göstermiştir; konut, ticaret ve sanayi alanları için farklı DTÇ kombinasyonları önerilmektedir. Avrupa şehirlerinden bir diğer örnek, Londra veya Kopenhag gibi şehirlerin geliştirdiği iklim uyum planlarıdır; bu planlarda yeşil ve mavi altyapı projeleri şehir genelinde haritalanmış ve önceliklendirilmiştir. Örneğin Kopenhag, sel riskine karşı mahalle ölçekli yağmur suyu meydanları ve sokak dönüşümleri planlarken, aynı zamanda bu müdahaleleri birbirine bağlayarak şehir çapında bir su yönetim ağı oluşturmuştur.

Avustralya (Melbourne) Örneği: Melbourne kenti, 32 yerel yönetimi kapsayan metropoliten bir ölçekte "Yaşayan Melbourne: Kentsel Ormanlarımız" adlı stratejiyi 2019 yılında benimsemiştir. Bu strateji, kentin genelinde ağaç sayısını artırmayı, mevcut doğal alanları korumayı ve farklı belediyeler arası bir yeşil bağlantılar ağı kurmayı hedeflemektedir. Strateji 6 eylem alanı tanımlamaktadır; 1) ekolojik bağlantıyı sağlamlaştırma ve türleri koruma, 2) hedefler oluşturma ve hedeflere yönelik yapılacak adımları izleyerek değerlendirme, 3) özel mülkiyetteki alanlarda yeşillendirmeyi teşvik etme, 4) sektörler arası bağlantıyı güçlendirme ve işbirliği oluşturma 5) uygulamayı destekleyen araçlar oluşturma ve 6) kentsel ormanları korumaya ve iyileştirme yönelik ekonomik destek verme. Bu stratejiler ile ısı adasında azalma, taşkın riskinde azalma ve biyolojik çeşitlilikte artma gibi sonuçlar öngürülmektedir (Resilient Melbourne, 2019).

Diğer Örnekler: Dünya genelinde DTÇ'nin kent ölçeğinde uygulanmasına dair çeşitli örnekler bulunmaktadır. Çin'deki "Sünger Şehirler" programı, 30'dan fazla pilot kentte doğal su döngülerini taklit eden kentsel tasarım çözümlerini (geçirgen yüzeyler, yağmur bahçeleri, sulak alan parkları vb.) entegre etmiştir (Şekil 2.)



Şekil 2. *Sünger Şehir şeması*

Kaynak: https://greenblue.com/gb/are-sponge-cities-the-future-of-urban-resilience/ (Görsel yazarlarca Türkçe'ye çevrilmiştir, 2025).

Bu program, merkezi hükümet desteğiyle yürütülmüş ve kentlerin %70 yağmur suyunu yerinde yönetebilmesi gibi somut hedefler koymuştur. Bir diğer dikkat çekici örnek, Singapur'un "Şehir içinde Bahçe" vizyonudur. Singapur, son 30 yılda kent genelinde yeşil alan miktarını kararlılıkla artırmış, binalarda yeşil çatı/cephe uygulamalarını teşvik etmiş ve bir biyolojik çeşitlilik ağı oluşturmuştur.

2. Yöntem

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), yaşamımızdaki detaylara ilişkin mekânsal referanslı bilgilerin elde edilmesi, depolanması, güncellenmesi, kullanılması, analizi ve görüntülenmesi için, bilgisayar donanımı, yazılımı, personel ve çeşitli yöntemlerin organize olarak bir arada toplandığı karar destek sistemleridir. CBS tabanlı karar vermede; basit toplamlı ağırlıklandırma, ağırlıklı çarpım, topsis, electre ve analitik hiyerarşi yöntemi (AHY) gibi toplamlı karar kuralları literatürde tanımlanmış ve uygulama alanı bulmuştur (Güneş, 2011).

CBS sistemleri dirençli kentler için afet öncesi ve sonrası aşamalarında karar vericilere veri odaklı destek sunarak riskli alanların belirlenmesi, acil yol güzergâhlarının oluşturulması, hasar tespitinin yapılması ve bina denetimi gibi çok sayıda işlevi tek bir platformda bütünleştirmektedir (Yalçıner, 2002).

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) metotları ile hedeflenen belirli alternatifler içerisinden en iyi alternatifi bulmaya çalışmaktır. En iyi alternatifin bulunmaya çalışılması süreci de karar vericilerin önceden belirlemiş olduğu değerlendirme kriterlerinin dikkate alınmasıyla gerçekleşir. Karar vericiler belirlemiş oldukları değerlendirme kriterlerini baz alarak kendi değer yargılarına göre bu kriterlere ağırlık atar ve bu ağırlıklandırmaya göre en yüksek puanı alan alternatif en iyi alternatif olarak CKKV sureci sonucunda elde edilir. CBS ile CKKV surecinin gerçekleştirilmesi dahilinde ÇKKV sonucu mekânsal olarak CBS aracılığıyla görselleştirilerek elde edilmiş olur (Yavaşoğlu, 2017; Yavuz, 2013). Ağırlıklı Çakıştırma (Overlay) İşlemi ise tüm katmanlarn belirlenen ağırlıklarla çarpılarak Ağırlıklı Toplam Endeksi oluşturulmasıdır.

Bu çalışmada kentin mekânsal gelişiminin zaman içindeki değişimlerinin gözlenebilmesi ve çalışmanın konusuna uygun gerekli veri erişiminin mümkün olmasından ötürü Kırıkkale ili örnek alan olarak seçilmiştir. Kent, büyüklüğü ve sosyo-ekonomik yapısıyla araştırma için temsil gücü yüksek bir örnek teşkil etmektedir ve ulaşılan veriler çalışmanın yöntemine uygun şekilde analiz edilebilmektedir.

2.1. Amaç

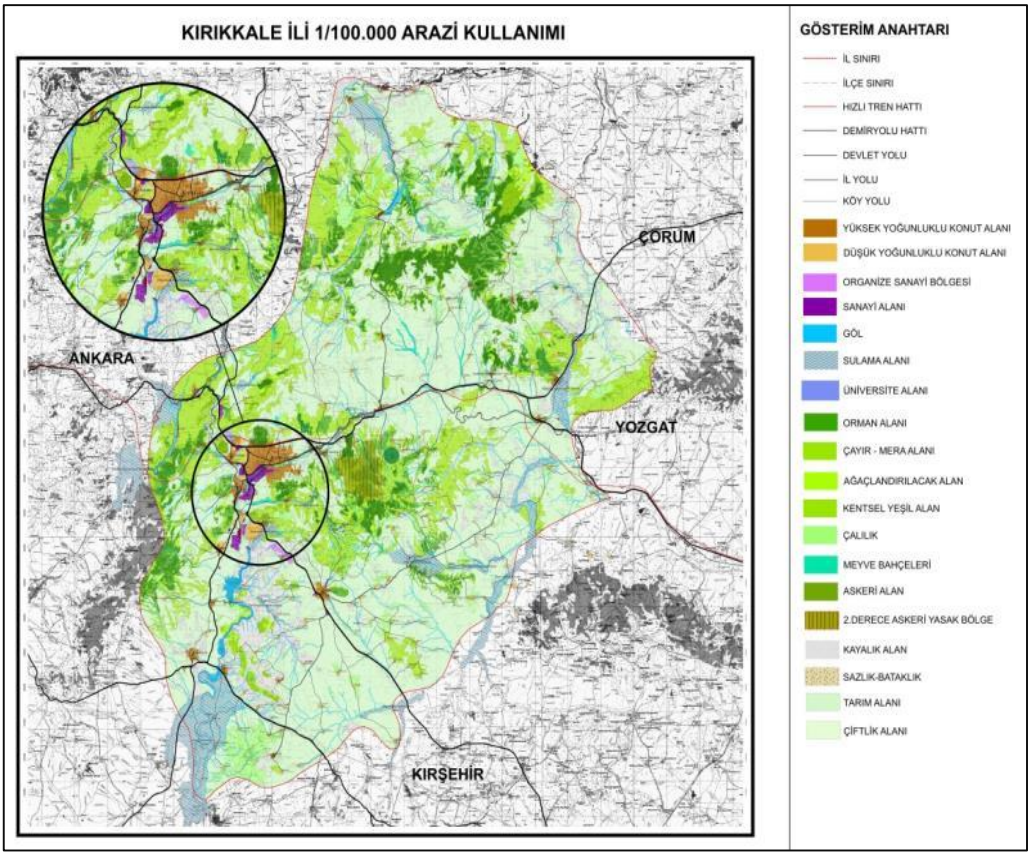
Bu çalışma Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanarak Kırıkkale ili için afet risklerini belirleyip bu risklere karşı kent bütününe yönelik doğa temelli çözümler üretmeyi amaçlamaktadır.

3. Bulgular

Projenin örneklem alanı, kuzey yarım kürede 330 20'-340 25' doğu meridyenleri ve 390 20'-400 20' kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 700 m, yüzölçümü ise 4.630 km2 dir. Ülkemiz topraklarının binde 6,2'sini, İç Anadolu Bölgesi topraklarının da yüzde 3,1'ini kaplar. İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak bölümünde yer alan önemli bir geçiş sahasıdır. Doğusunda; Çorum, Yozgat, Kırşehir, güneyinde; Kırşehir, Ankara, kuzeyinde; Çankırı İli yer almaktadır (Kırıkkale İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021).

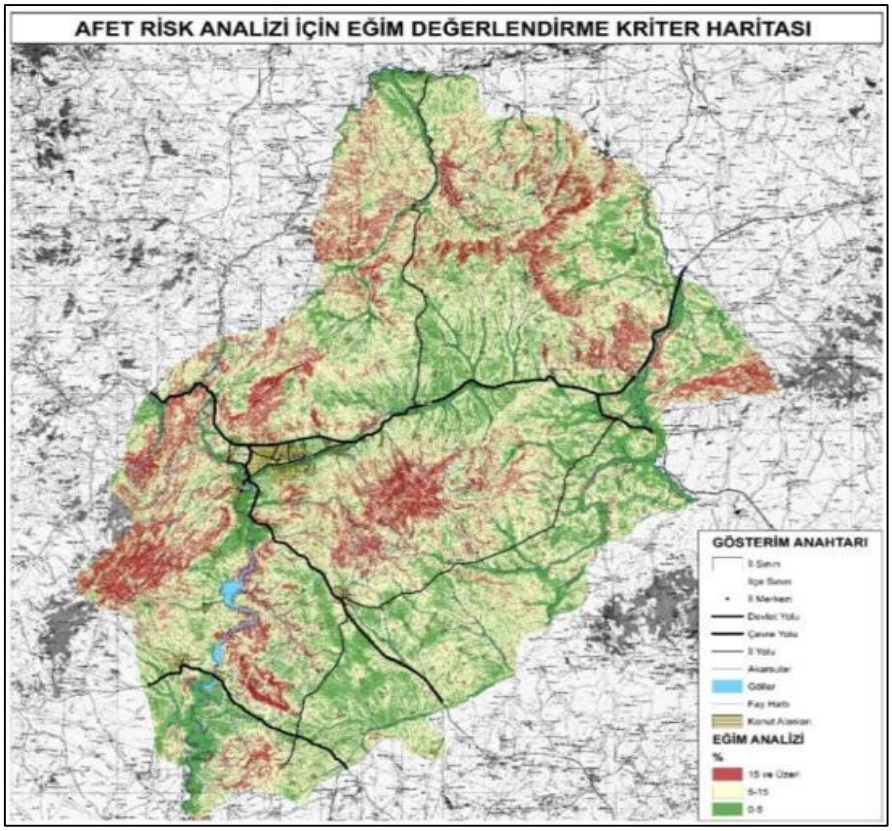
Kırıkkale'de geçmişte sel/taşkın, heyelan–kaya düşmesi, deprem ve endüstriyel kazalar sürekli biçimde yaşanmıştır. Bölgeyi etkileyen en büyük sarsıntı 1938 yılında meydana gelen 6.6 büyüklüğündeki depremidir; yakın geçmişte ise 5.6–5.5 büyüklüklerinde depremler oluşmuş ve il genelinde hasar bildirilmiştir. AFAD arşivlerine göre Merkez'de heyelan riski yüksek olarak saptanmış; Delice, Sulakyurt ve Bahşili'de su baskını olayları kaydedilmiştir. Kütle hareketlerinde il genelinde 132 heyelan alanı belirlenmiş, kaya düşmesi için 3 Afete Maruz Bölge kararı bulunmaktadır (Kırıkkale İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021). Bu tarihsel afet deneyimi ve tehlikelerin çeşitliliği nedeniyle, çalışmada Kırıkkale ili seçilmiş ve kent ölçeğinde afet risk analizi gerçekleştirilmiştir.

Kırıkkale ilinin 1/100.000 ölçekli arazi kullanımı haritası incelendiğinde (Şekil 3.), il genelinde arazi kullanımının büyük ölçüde doğal karakterli ve tarımsal faaliyetlere dayalı olduğu görülmektedir. Harita üzerinde en geniş alanı kaplayan arazi türü tarım arazileridir; bu durum, ilin kırsal yapısının ve tarıma dayalı ekonomik yapısının belirgin bir göstergesidir. Bununla birlikte, özellikle ilin güneybatısında ve merkez çevresinde yerleşim alanları yoğunlaşmaktadır. Sanayi bölgeleri, OSB (Organize Sanayi Bölgesi) ve sanayi alanları kentin batı ve güneybatı kesimlerinde kümelenmiştir; bu da sanayileşmenin özellikle ulaşım aksları etrafında geliştiğini göstermektedir. Ayrıca göl ve sulama alanları, özellikle güneyde ve tarım arazilerinin yoğun olduğu bölgelerde su kaynaklarının verimli kullanıldığını ortaya koymaktadır. Ormanlık alanlar, ilin kuzeydoğusu ve güneydoğusunda yayılmış durumdadır ve bu bölgeler aynı zamanda mera (çayır) alanlarıyla da iç içedir. Üniversite kampüs alanı Kırıkkale şehir merkezine yakın bir konumda planlanmıştır. Ulaşım altyapısı da dikkate alındığında, ilin batısında Ankara ile olan bağlantıların etkisiyle gelişimin bu yönde daha dinamik olduğu anlaşılmaktadır.



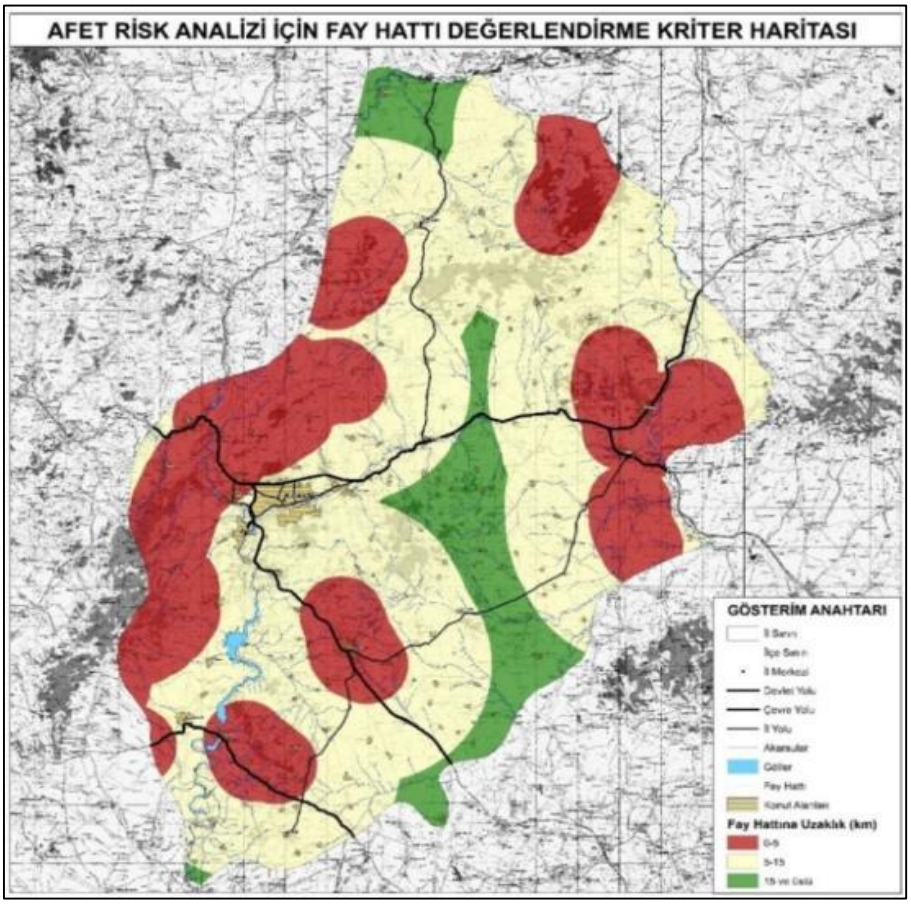
Şekil 3. *Kırıkkale İli Arazi Kullanımı*
Kaynak: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023 verileri kullanılarak ArcGIS ortamında yazarlarca üretilmiştir, 2025.

Kırıkkale İli eğim analizi incelendiğinde (Şekil 4.) özellikle merkez ve batı kesimlerinde eğimin yüksek olduğu görülmektedir. Bu bölgeler afet riski kapsamında riskli bölgelerdir. Kentin doğu ve kuzeydoğu kesimlerinde düşük eğimli alanlar yoğunlaşmaktadır. Bu bölgeler tarım, konut ve sanayi gelişimi açısından en avantajlı alanlardır.



Şekil 4. *Kırıkkale İli Eğim Haritası*
Kaynak: DEM verileri kullanılarak ArcGIS ortamında yazarlarca üretilmiştir, 2025.

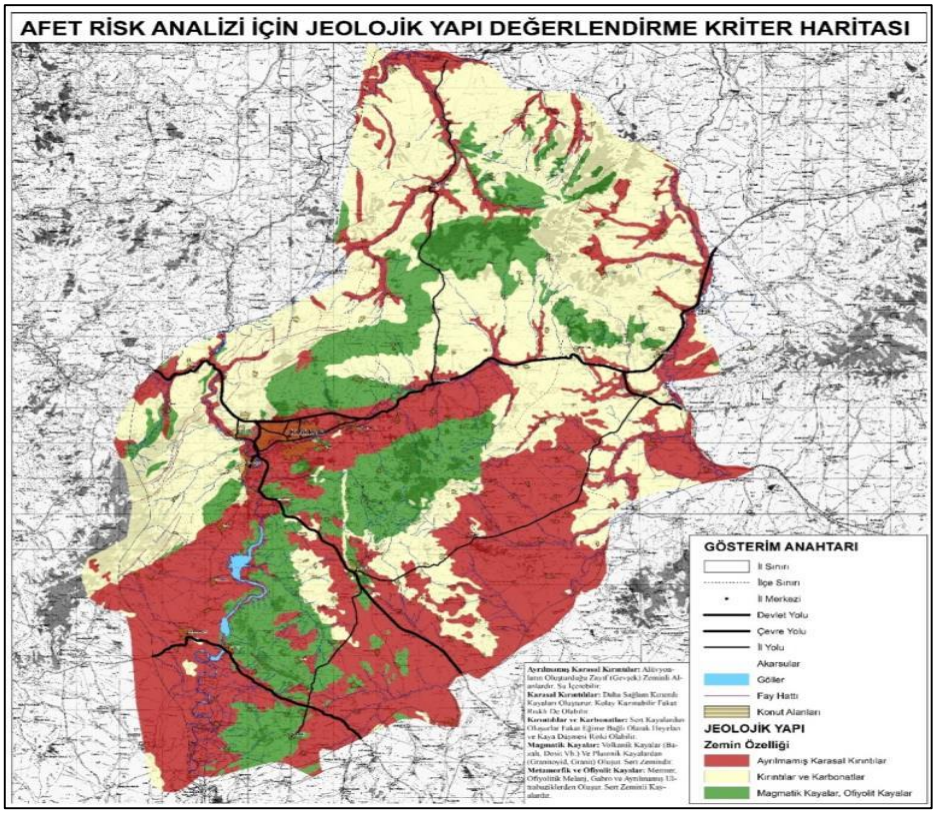
Oluşturulan fay hatları haritasında (Şekil 5.) kırmızı ile gösterilen alanlar, fay hattına 0–5 km mesafede yer almakta olup, en yüksek deprem riskine sahip bölgeleri temsil etmektedir. Bu alanların yoğunluğu özellikle ilin batı, güneybatı ve doğu kesimlerinde dikkat çekerken, bazı konut alanları ve ulaşım güzergâhlarının da doğrudan bu yüksek risk zonları içerisinde yer alması ciddi bir tehdit unsuru oluşturmaktadır.



Şekil 5. *Kırıkkale İli Fay Hatları Haritası*
Kaynak: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023 verileri kullanılarak ArcGIS ortamında yazarlarca üretilmiştir, 2025.

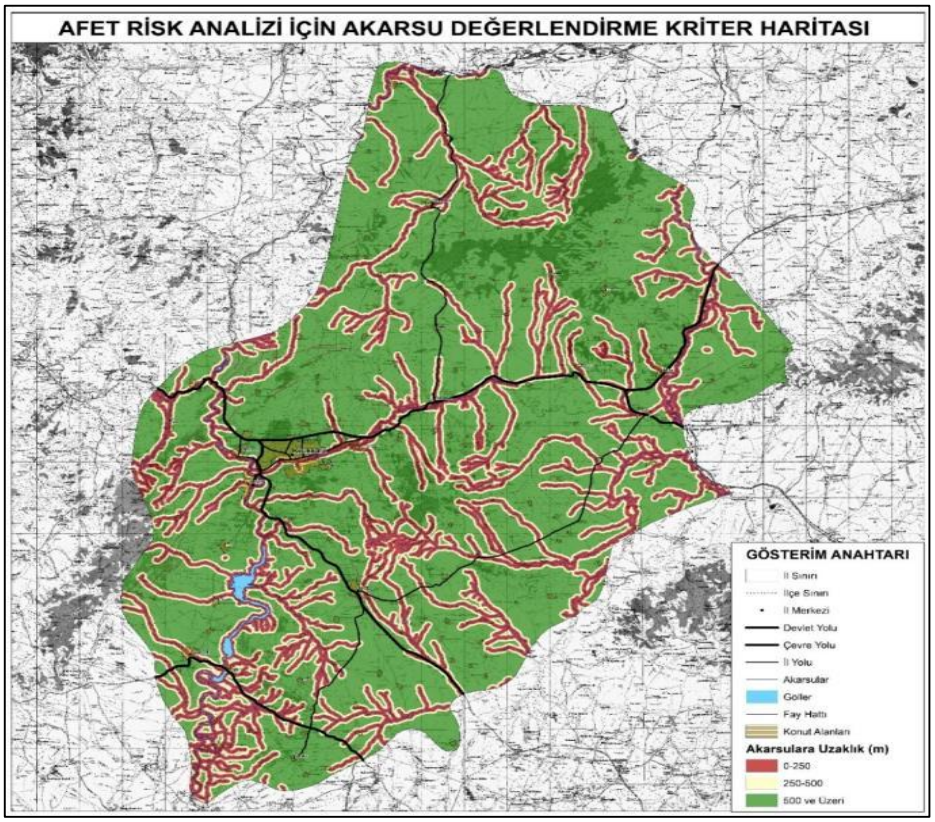
Afet risk analizi kapsamında hazırlanan Jeolojik Yapı Değerlendirme Kriter Haritası (Şekil 6.), bölgenin zemin özelliklerini ayrıntılı biçimde ortaya koyarak, doğal afetlere karşı hassasiyet taşıyan alanları belirlemede önemli bir araç sunmaktadır.

Haritada yer alan zemin türleri; ayrılmamış karasal kırıntılar, karasal kırıntılar, kırıntılılar ve karbonatlar, magmatik kayaçlar ile metamorfik ve ofiyolitik kayaçlar olarak beş temel sınıfa ayrılmıştır. Ayrılmamış karasal kırıntılar, alüvyonların oluşturduğu gevşek yapılı, zayıf ve yüksek geçirgenliğe sahip zeminlerdir; bu özellikleri nedeniyle su içerebilirler ve zemin sıvılaşması, oturma ve erozyon gibi afet riskleri açısından son derece hassas alanlardır. Karasal kırıntılar ise daha sağlam yapılı olsa da kolay kazılabilirlikleri ve yapılar üzerinde yeterli taşıma gücünü her zaman sağlayamamaları nedeniyle dikkatle değerlendirilmesi gereken bölgeler arasında yer alır. Kırıntılılar ve karbonatlar sert kayaçlardan oluşmakla birlikte, eğimli alanlarda bulunduklarında heyelan ve kaya düşmesi gibi kütle hareketleri bakımından önemli tehlikeler yaratabilirler; bu durum bu zeminleri potansiyel riskli alanlar haline getirir. Magmatik kayaçlar; bazalt, dasit gibi volkanik kökenli ve granit gibi kayaçlardan oluşur; sert yapıları sayesinde zemin açısından görece daha güvenilir alanlar sağlarlar. En sağlam zemin türlerinden biri olan metamorfik ve ofiyolitik kayaçlar ise mermer, ofiyolitik melanj, gabro ve ayrılmamış ultrabazik kayaçlardan oluşur; bu sert ve dayanıklı yapıları nedeniyle yapılaşma için en uygun zemin türleri arasında gösterilir (Kırıkkale İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 2021).



Şekil 6. *Kırıkkale İli Jeolojik Yapı Haritası*
Kaynak: (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023 verileri kullanılarak ArcGIS ortamında yazarlarca üretilmiştir, 2025.

Harita üzerinde yer alan akarsular, bölgenin neredeyse tamamına yayılmış bir ağ yapısı şeklinde konumlanmakta ve bu su yollarına 0–250 metre mesafede yer alan alanlar yüksek riskli bölgeler olarak belirlenmiştir. Bu kesimler, akarsu taşkınlarının doğrudan etkileyebileceği kritik alanlardır ve özellikle güneybatı, güneydoğu ve orta kesimlerde yoğunluk kazanmaktadır. Şekil 7'de Kırıkkale İli Akarsular Haritası görülmektedir.



Şekil 7. *Kırıkkale İli Akarsular Haritası*
Kaynak: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023 verileri kullanılarak ArcGIS ortamında yazarlarca üretilmiştir, 2025.

Alana özel yapılan analizler, kent içindeki doğal ve yapay bileşenlerin mekânsal farklılaşmasını ortaya çıkararak hem afet risk analizinde hem de doğa temelli çözümlerde verilecek kararların konuma özgü verilmesini sağlar. Bu bağlamda eğim, zemin türü, akarsulara uzaklık gibi katmanlar CBS yardımıyla çakıştırılarak DTÇ stratejilerinin oluşturulmasına doğrudan katkı sağlar. Böylece yağmur bahçeleri, hendekler, taşkın depolama alanları, ağaçlandırma çalışmaları ve yeşil çatı gibi DTÇ stratejileri doğru yere doğru ölçekte uygulanabilmektedir. Sonuç olarak alan analizleri, tehlike ile çözüm tasarısını birbirine bağlayan bir katman görevi görmektedir. Elde edilen veriyi mekana indirger, çok ölçekli bir planlama anlayışını benimser ve DTÇ'nin etkisini izlenebilir hedeflere (sıcaklık düşüşü, erişilebilir yeşil alan vb.) bağlayarak kentsel dirençliliği artırır.

3.1. Kriter Haritaların Ağırlıklandırılması

Kriterler ve ağırlık puanları literatür taraması ve araştırma alanının yerel özellikleri dikkate alınarak hibrit bir yaklaşımla belirlenmiştir.

Afet risklerine doğrudan etki eden, CBS ortamında ölçülebilen ve birbirini tamamlayan kriterler seçilir: jeolojik birimler, eğim, fay hatlarına uzaklık ve akarsuya uzaklık en temel kriterlerdendir. Bu dört gösterge, heyelan, taşkın ve deprem risklerini etkiler (Ayalew & Yamagishi, 2005; Guzzetti et al., 1999).

Tablo 1'de görüldüğü üzere çalışmada kullanılan kriterler afet riski analizlerinde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinin mantığına uygun biçimde yapılandırılmıştır.

Tablo 1. *Kriterlerin Ağırlıklandırma Tablosu*

Kriterler	Alt Kriterler	Etki Değerleri	Ağırlık Puanı	Kriterler	Alt Kriterler	Etki Değerleri	Ağırlık Puanı
Jeolojik Birimler	Ayrılmamış Karasal Kırıntılar	1	**0,30**	**Fay Hatlarına Uzaklık (km)**	0-5	1	**0,20**
	Kırıntılar ve Karbonatlar	2			5-15	2	
	Sert Kayaçlar	3			15 ve üstü	3	
Eğim	%15 ve üzeri	1	**0,25**	**Akarsulara Uzaklık (m)**	0-250	1	**0,25**
	%5-15	2			250-500	2	
	%0-5	3			500 ve üstü	3	
1; Yüksek Riskli Alan 2; Orta Riskli Alan 3; Düşük Riskli Alan							

Jeolojik yapı, eğim, fay hattına uzaklık ve akarsulara yakınlık gibi fiziki risk belirleyicileri dikkate alınarak oluşturulan bu ağırlık yapısı hem mekânsal analizin doğruluğunu artırmakta hem de karar sürecine bilimsel bir temel kazandırmaktadır.

Jeolojik birimler %30'luk oran ile en yüksek ağrılığı almaktadır. Zemin özelliklerinin hem afet oluşumlarında birincil etken olması hem de sıvılaşma gibi etkilerle hasarı artırması en yüksek ağırlığın verilmesinin en önemli nedenlerindendir. İncelenen literatür çalışmalarında da zemin özelliklerinin birincil etkenler arasında yer aldığı gözlemlenmiştir (Ayalew & Yamagishi, 2005; Guzzetti et al., 1999). Kırıkkale özelinde de alüvyon zeminlerin risk üretme potansiyeli çalışmada detaylı olarak ele alınmıştır.

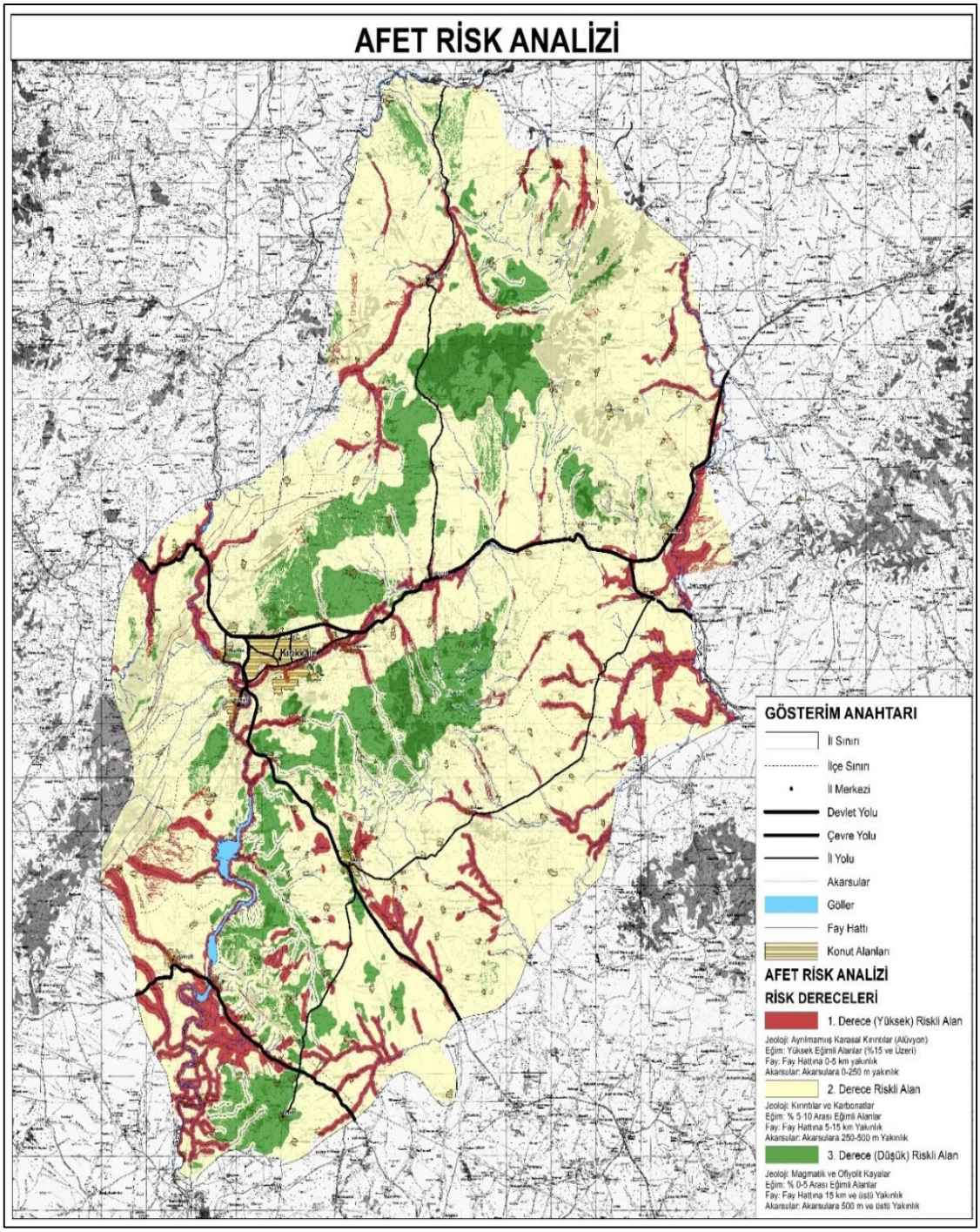
Eğim ve akarsuya uzaklık kriterlerinin her biri %25'lik ağırlıkla değerlendirilmiş, böylece topografyanın taşkın ve heyelan riski üzerindeki etkisi güçlü şekilde yansıtılmıştır. Eğimin hem kütle hareketleri için etkili rolü hem de yüzeysel akış hızına yaptığı baskı ile heyelan riskini artırması literatürde sıkça ele alınan konulardandır (Guzzetti et al., 1999). Kırıkkale'de dik yamaçların varlığı eğim faktörünün yüzdesinin artırılmasında etkili olmuştur.

Fay hatlarına uzaklığa %20 verilmesi, afet riskinin değerlendirilmesinde fay uzaklığının önemi vurgular ancak afetlerin riskini artıran çoğunlukla fayların zemin koşullarındaki risk artıcı etkenlerle bir arada bulunmasıdır. Başka bir deyişle fay hattının varlığı alüvyon zeminde veya dik yamaçlarda ele alınınca afet riski artmaktadır (Kramer, 1996). Bu nedenle afet riski değerlendirmesinde fay uzaklığının ağırlığı, jeoloji ve eğimin altında konumlandırılmıştır.

Bu dağılım, çalışmanın yerel bağlamına uygun bir önceliklendirme mantığı içermekte; fiziksel mekânın doğal tehditlere açıklığını doğru şekilde sınıflandırmaktadır.

3.2. Kırıkkale İli Afet Risk Analizi

CBS ile oluşturulan afet risk haritası, Kırıkkale ili genelinde risk seviyelerinin coğrafi dağılımını ortaya koymuştur (Şekil 8'de Kırıkkale İli Afet Risk Analizi Haritası görülmektedir. Haritaya göre yüksek riskli bölgeler genellikle dik yamaçların ve akarsu kenarlarının kesiştiği alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu sonuçlar, tarihsel afet kayıtlarıyla da örtüşmektedir. Örneğin Kırıkkale Merkez, Delice ve Sulakyurt'un kırsal kesimlerinde daha önce heyelanlar meydana gelmiş; Sulakyurt (Yeşilli) ve Bahşılı (Büyüksarıkaya) kırsallarında ise taşkın ve su baskınları gözlenmiştir. Afet Risk Haritası'nın ağırlıklı çakıştırması, Bahşılı, Sulakyurt, Delice ve Merkez ilçelerini özellikle yüksek riskli olarak belirlemiştir. CBS ile hesaplanan risk modeli, söz konusu yerleşim birimlerini öncelikli risk bölgeleri olarak tespit etmiştir. Bulgular, ÇKKV yöntemiyle tanımlanan risk derecelerinin yerinde doğrulanabileceğini; geçmişte afet yaşamış alanların analiz sonucunda da yüksek riskli çıktığını göstermektedir.

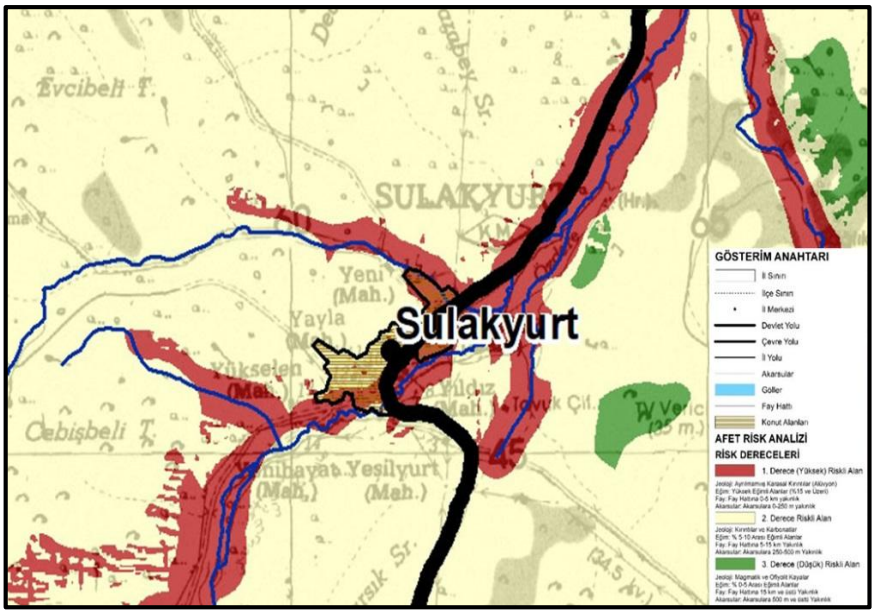


Şekil 8. *Kırıkkale İli Afet Risk Analizi Haritası*
Kaynak: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023 verileri kullanılarak ArcGIS ortamında yazarlarca üretilmiştir, 2025.

3.2.1. Riskli Alanlar İçin DTÇ ve Permakültür Tabanlı Çözümler

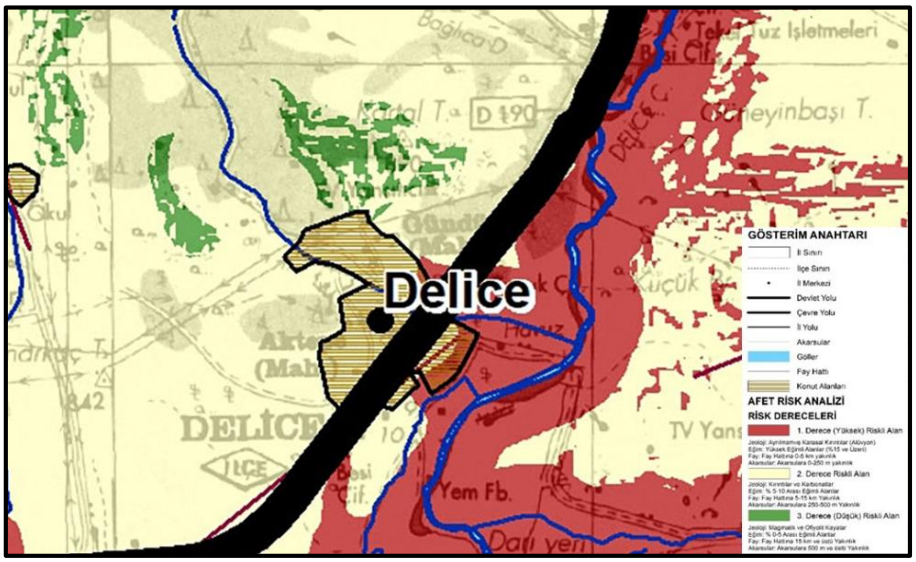
Yapılan analiz sonucunda riskli alan olarak belirlenen ilçeler bazında öneriler şunlardır:

Bahşılı ve Sulakyurt: Bu ilçeler özellikle taşkın ve düşük heyelan riski taşımaktadır.Şekil 9'da Kırıkkale İli Sulakyurt İlçesi Afet Risk Analizi Haritası görülmektedir. Burada yağmur suyu tutucu küçük göletler ve dere başlarında kontrol yapıları kurulabilir. Eğimli tarım alanlarında su hendekleri ve biyolojik barajları oluşturarak akışı yavaşlatmak ve toprağı tutmak mümkündür. Sulak alan bandı genişletilerek Kızılırmak taşkın anlarında doğal bir tampon oluşturulabilir.



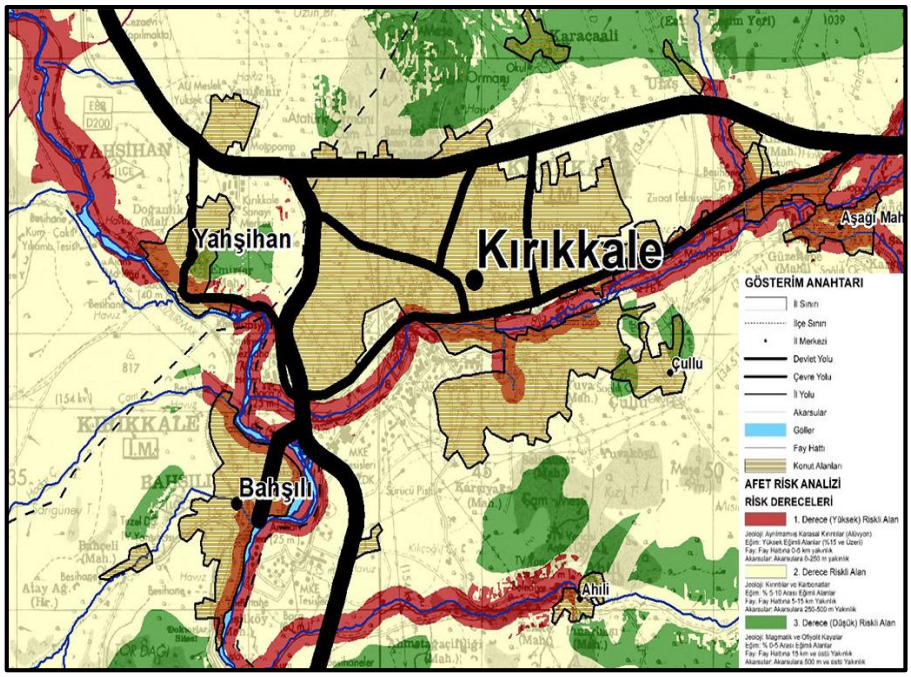
Şekil 9. *Kırıkkale İli Sulakyurt İlçesi Afet Risk Analizi Haritası*
Kaynak: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023 verileri kullanılarak ArcGIS ortamında yazarlarca üretilmiştir, 2025.

Delice: Heyelan riskinin görece yüksek olduğu bu ilçede eğimli yamaçların yeniden ağaçlandırılması önceliklidir. Şekil 10'da Kırıkkale İli Delice İlçesi Afet Risk Analizi Haritası görülmektedir. Ayrıca tarım arazilerinde teraslama ve dikey bahçecilik teknikleriyle toprağın stabilize edilmesi sağlanabilir. Yerel permakültür bahçeleri kurulup bu bahçelerde doğal gübreleme ve fidan kullanımı teşvik edilerek toprak kalitesi arttırılabilir.



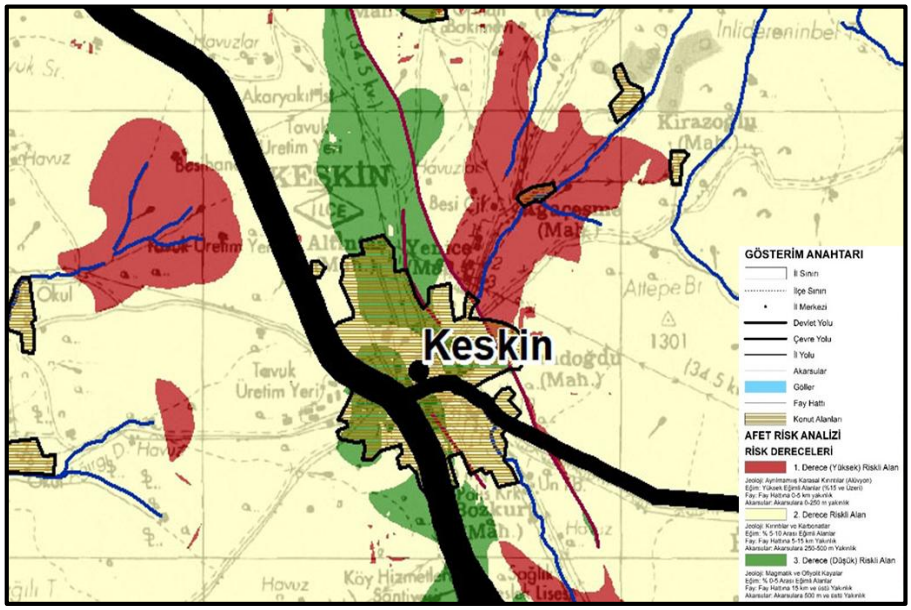
Şekil 10. *Kırıkkale İli Delice İlçesi Afet Risk Analizi Haritası*
Kaynak: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023 verileri kullanılarak ArcGIS ortamında yazarlarca üretilmiştir, 2025.

Kırıkkale Merkez: Kentsel taşkın riskine karşı yeşil altyapı projeleri hayata geçirilmelidir. Şekil 11'de Kırıkkale İli Merkez, Yahşihan ve Bahşılı İlçeleri Afet Risk Analizi Haritası görülmektedir. Yağmur bahçeleri, su toplayan parklar ve geçirgen kaldırım sistemleri tasarlanmalıdır. Merkezdeki eğimli mahallelerde küçük su biriktirme havuzları ve sık ağaçlandırılmış kuşaklar oluşturulabilir. Okul ve kamu binaları çevresinde yağmur suyu toplama sistemleri kurularak hem kullanıma sunulur hem de aşırı akış azaltılır. Bu uygulamalar, toplumsal farkındalık ve gönüllü permakültür gruplarının katılımıyla desteklenmelidir.



Şekil 11. *Kırıkkale İli Merkez, Yahşihan ve Bahşılı İlçeleri Afet Risk Analizi Haritası*
Kaynak: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023 verileri kullanılarak ArcGIS ortamında yazarlarca üretilmiştir, 2025.

Keskin, Yahşihan, Karakeçili: Bu ilçelerde göreli olarak daha düşük risklidir, ancak su yönetimi uygulamaları ve kırsal yerleşim çevresi ağaçlandırması yapılmalıdır. Şekil 12'de Kırıkkale İli Keskin İlçesi Afet Risk Analizi Haritası görülmektedir. Köylerde tarım alanlarının permakültür prensiplerine uygun olarak yeniden planlanması erozyonunu önler. Keskin yakınlarındaki Karakeçili bölgesinde ise, sert kayalı alanlarda bitki örtüsü arttırılarak toprak stabilitesi güçlendirilmelidir.



Şekil 12. *Kırıkkale İli Keskin İlçesi Afet Risk Analizi Haritası*
Kaynak: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023 verileri kullanılarak ArcGIS ortamında yazarlarca üretilmiştir, 2025.

Afet risk analizi haritasına dayalı olarak geliştirilen mekânsal değerlendirmeler ve bu değerlendirmelere entegre edilen doğa temelli çözümler (Nature-Based Solutions) kentsel mekânın yalnızca afetlere karşı fiziksel olarak dayanıklı hale getirilmesini değil, aynı zamanda sürdürülebilir, ekolojik ve sosyal bakımdan dirençli bir yapıya kavuşturulmasını hedeflemektedir.

Planlama ölçeğinde geliştirilecek bu stratejiler, yalnızca fiziksel risk azaltımı sağlamaz; aynı zamanda doğanın sunduğu hizmetleri kent yaşamına entegre ederek çok işlevli mekânsal sistemler oluşturur. Tüm bu önerilerin planlama sürecine etkin biçimde entegre edilebilmesi için, imar planlarına özel plan notlarının eklenmesi, mekânsal stratejilere yönelik kentsel yönetmeliklerin güncellenmesi ve DTÇ çözümlerinin uygulanmasını destekleyecek yerel politika ve teşvik sistemlerinin geliştirilmesi önemlidir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, Kırıkkale ili özelinde geliştirilen CBS tabanlı modeliyle afet riski yüksek alanların özellikle Bahşılı, Sulakyurt ve Merkez ilçelerdeki dik yamaçlar boyunca yoğunlaştığını ortaya koymuştur. Aynı zamanda doğa temelli çözüm önerileriyle riskli alanlara yönelik mekânsal müdahaleleri de mümkün kılmıştır. Elde edilen bulgular, ölçek, topoğrafya ve sosyo-ekonomik yapı bakımından benzer nitelikler gösteren Orta Anadolu'nun orta ve küçük ölçekli kentleri (ör. Çankırı, Kırşehir, Yozgat, Nevşehir, Çorum) için tekrarlanabilir bir "model çalışma" niteliği taşımaktadır.

Modelin planlamaya yansıması ölçekler arası değişkenlik göstermektedir. 1/100.000 Çevre Düzeni Planı'nda ekolojik ağlar ve afet bölgelerinin işlenmesi, 1/5000 ölçekli nazım planlarda risk azaltma stratejilerinin ve yeşil ağ omurgasının tanımlanması, 1/1000 uygulama imar planlarında ise parsel ölçekli yağmur suyu hasadı ve yeşil çatı uygulamaları gibi çözümlerin zorunlu kılınması gerekmektedir (Tablo 2. Doğa Temelli Çözüm Önerileri).

Tablo 2. *Doğa Temelli Çözüm Önerileri*

Ölçek	DTÇ	Amaç	Ana bileşenler / Uygulamalar	Beklenen etkiler	Kaynak
Makro (Kent/ Havza)	Kentsel Yeşil Altyapı	Kent genelinde ekolojik ağın sürekliliğini sağlamak; büyük açık-yeşil alanları korumak ve bağlamak	Kent parkları, ormanlar, vadiler, kıyılar ve tarım alanlarının belirlenmesi ve ekolojik bağlantıların planlanması	Isı adası etkisinin azalması, biyolojik çeşitlilik artışı, erişilebilir yeşil alan sistemi	European Commission (2013)
	Havza Bazında Entegre Su Yönetimi	Taşkın riskini azaltmak ve mevcut su dengesini iyileştirmek	Üst havzalarda ormansızlaşmanın önlenmesi; dere yataklarının doğal morfolojiye kavuşturulması; taşkın ovalarında yapılaşmanın sınırlandırılması	Taşkın riskinde azalma, su kalitesinde iyileşme, mavi-yeşil altyapı entegrasyonu	Benedict & McMahon (2006); City of Melbourne (2012)
	Bölgesel Ekolojik Koridorlar	Kent içi koridorları bölgesel ağlarla bütünleştirmek	Kuş göç yolları ve büyük memeli geçişlerinin dikkate alınması; komşu il/ilçelerle yeşil bağlantıların planlanması	Tür hareketliliği ve gen akışının artması; bölgesel ölçekli iklim uyum kapasitesi	European Commission (2013)
Mezzo (İlçe/Mahalle)	Yeşil Mahalleler & Cep Parkları	Her mahallede yürüme mesafesinde nitelikli yeşil alana erişim	Kişi başına yeşil alan standartlarının belirlenmesi; boş parsellerin mahalle parkına dönüştürülmesi; dönüşüm projelerinde yeşil alanların artırılması	Yerel ısı adası etkisinin azalması, sosyal bütünleşme, fiziksel aktivite artışı	City of Copenhagen (2012)
	Yağmur Suyu Yönetimli (Yeşil) Sokaklar	Yağmur suyunu kaynağında tutma/yavaşlatma; yaya ve bisiklet öncelikli serin koridorlar oluşturma	Yağmur bahçeleri, geçirgen kaldırımlar; yol ağaçlandırması; şerit daraltma/yeşil bant; gerektiğinde bisiklet yolu	Yüzey akışının ve kentsel ısı adasının azalması; yaya–bisiklet konforu ve güvenliği	City of Copenhagen (2012)
	Topluluk Bahçeleri & Kentsel Tarım	Gıda dayanıklılığı ve sosyal etkileşimi güçlendirmek	Kamu/özel arazilerde parsel bazlı üretim; yerel yönetim–mahalle işbirliği; eğitim ve uygulama alanları	Sosyal bağların güçlenmesi, mikro ölçekte gıda güvenliği, ekolojik bilginin yayılması	European Commission (2013)
Mikro (Parsel /Bina)	Yeşil Çatılar, Duvarlar (Dikey Bahçeler)	Yağmur suyunu tutmak; enerji verimliliği, cephelerde ısı konforu ve estetik değer	Modern çatı sistemleri; bitkilendirme seçimi; drenaj ve taşma tasarımı. modüler sistemler; sulama-besleme altyapısı; uygun yönlenme	Yıllık yüzey akışının azalması, cephe ısı yükünün düşmesi, hava kalitesi ve gürültü düzenleme katkısı	Oberndorfer et al., (2007); Davis et al., (2009)
	Geçirimli Zeminler & Otoparklar	Sızdırma ve geciktirme ile yüzey akışını azaltmak	Çim taşı, gözenekli parke, geçirgen asfalt/beton	Su baskınlarının azalması; yeraltı suyu besleniminin artması	Davis et al., (2009)
	Yağmur Suyu Hasadı	Çatı sularını yeniden kullanım için depolamak	Oluk–varil/tank bağlantısı; filtre ve kullanım (sulama/temizlik)	Şebeke suyu talebinde azalma; su geri dönüşümün artması	Oberndorfer et al., (2007)

Bu çalışmanın bulguları göstermektedir ki kent planlamasında doğa temelli çözümler, kentsel dirençliliği artırmak ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek için kritik bir araçtır. Doğa temelli yaklaşımlar, altyapı yatırımlarının ötesine geçerek, kentleri birer canlı ekosistem gibi ele alan kapsamlı bir dönüşüm vizyonu sunmaktadır. Kent ölçeğinden bina ölçeğine kadar, planlama süreçlerine entegre edilen DTÇ uygulamaları sayesinde şehirler, iklim değişikliği ve hızlı kentleşmenin getirdiği meydan okumalara karşı daha hazırlıklı ve uyumlu hale gelebilir.

Sonuç olarak Kırıkkale'de oluşturulan doğa temelli bu model, benzer Anadolu kentlerinde de afet risklerinin azaltılması ve dirençliliğin oluşturulması için planlama çalışmalarında ele alınabilecek, uygulanabilir, izlenebilir ve ölçeklenebilir bir yol haritası sunmaktadır.

Araştırma sonucunda önerilen çok ölçekli stratejiler, teoriden pratiğe geçiş yolunda somut adımlar tarif etmektedir. Makro ölçekteki yeşil altyapı ağları ve havza yönetimi politikaları, kentin ekolojik ana yapısını koruyup güçlendirmeyi hedeflerken; mezzo ölçekteki mahalle bazlı müdahaleler kent sakinlerinin günlük yaşamlarında doğanın faydalarından yararlanmasını mümkün kılacaktır. Mikro ölçekteki bina ve parsel uygulamaları ise, kentsel ekosistemin en küçük hücrelerine kadar doğa temelli çözümlerin nüfuz etmesini sağlayarak, genel sistemin dayanıklılığını pekiştirecektir. Bu ölçekler arası stratejiler bir arada uygulandığında, kentin su döngüsü, iklimi, biyolojik çeşitliliği ve toplumsal yapısı birbirini destekleyen bir dengeye kavuşacaktır.

Elbette, doğa temelli çözümlerin kent bütününde hayata geçirilmesi belirli zorluklar da barındırmaktadır. Yönetişim mekanizmalarının etkin kurulması, kurumlar arası iş birliği, finansman kaynaklarının yaratılması ve kamuoyu desteğinin

sağlanması, bu yaklaşımların başarısı için şarttır. Bu noktada, politika yapıcılara düşen görev, DTÇ uygulamalarını stratejik plan ve yatırımların ayrılmaz bir parçası haline getirmek ve gerekli teşvikleri sunmaktır. İmar mevzuatından kentsel tasarım rehberlerine, altyapı yatırım planlarından afet yönetimi stratejilerine kadar her alanda doğa temelli bir bakış açısının hâkim kılınması gerekmektedir. Bu değerlendirmeler ışığında, şehirlerimizi doğanın gücüyle yeniden tasarlamak ve geleceğe hazırlamak üzere tüm paydaşlara önemli görevler düşmektedir. Kent bütününde doğa temelli çözümler, bir tercih olmanın ötesinde, yaşanabilir ve dirençli bir kent inşa etmenin ön koşulu haline gelmiştir.

Sonuç olarak, afetlere karşı dirençli bir kentsel yapı için doğa temelli çözümlerin stratejik bir planlama aracı olarak görülmesi gerekmekte; bu yaklaşımların bütüncül, ölçekler arası uyumlu ve kurumsal destekli biçimde hayata geçirilmesi önerilmektedir.

Etik Kurul İzni / Ethics Committee Permission:

Bu çalışma etik kurul kararı gerektiren bir çalışma değildir.

This study does not require an ethics committee decision.

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest:

Yazarlar, kendileri ve/veya diğer üçüncü kişi ve kurumlarla çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

The authors declare that they have no conflicting interest.

Yazar katkısı/Authors' contribution:

Fikir/Kavram -O.S,Ö.Y.E.; Tasarım ve Dizayn - O.S.; Denetleme/Danışmanlık – Ö.Y.E.; Kaynaklar - O.S,Ö.Y.E.; Veri Toplama ve/veya İşleme - O.S.; Analiz ve/veya Yorum - O.S,Ö.Y.E.; Literatür Taraması - O.S,Ö.Y.E.; Yazı Yazan - O.S,Ö.Y.E.; Eleştirel İnceleme – Ö.Y.E.

Idea/Concept -O.S,Ö.Y.E.; Design and Design - O.S.; Auditing/Consultancy – Ö.Y.E.; Sources - O.S,Ö.Y.E.; Data Collection and/or Processing; - O.S.; Analysis and/or Interpretation - O.S,Ö.Y.E.; Literature Review - O.S,Ö.Y.E; Writing O.S,Ö.Y.E.; Critical Review – Ö.Y.E.

Proje Desteği/Financial Support:

Yazarlar, bu çalışma için herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmiştir.

The author declared that she did not receive any financial support for this study.

Kaynakça

AFAD. (2025). *Açıklamalı afet yönetimi terimler sözlüğü.* https://www.afad.gov.tr/

Alexander, D. (2018). Natural disasters (1st ed.; orig. 1993). *Routledge*. https://doi.org/10.4324/9781315859149

Aldrich, D. P., & Meyer, M. A. (2015). Social capital and community resilience. *American Behavioral Scientist, 59*(2), 254-269. https://doi.org/10.1177/0002764214550299

Anderson, P. M. L., Avlonitis, G., & Ernstson, H. (2014). Ecological connectivity in urban landscapes: Function and implementation. *Landscape and Urban Planning, 130*, 234-244. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.07.006

Ayalew, L., & Yamagishi, H. (2005). The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda–Yahiko Mountains, Central Japan. *Geomorphology, 65*(1–2), 15–31. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.06.010

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green infrastructure: Linking landscapes and communities*. Washington, DC: Island Press.

Bush, J., & Doyon, A. (2019). Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute? *Cities, 95*, 102483. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102483

City of Copenhagen. (2012). *Cloudburst Management Plan*. Copenhagen: Technical and Environmental Administration. https://international.kk.dk/sites/default/files/2021-09/Cloudburst%20Management%20plan%202010.pdf

City of Melbourne. (2012). *Urban Forest Strategy: Making a great city greener* 2012–2032. Melbourne: Melbourne City Council. https://mvga-prod-files.s3.ap-southeast-4.amazonaws.com/public/2024-07/urban-forest-strategy.pdf

Coşkun Hepcan, Ç. (2022). Doğa temelli çözümler ve kentsel dirençlilik. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi, 1*(2), 19-40. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2470625

Cortinovis, C., Olsson, P., Boke-Olén, N., & Hedlund, K. (2022). Scaling up nature-based solutions for climate-change adaptation: Potential and benefits in three European cities. *Urban Forestry & Urban Greening, 67*, 127450. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127450

Davis, A. P., Hunt, W. F., Traver, R. G., & Clar, M. (2009). Bioretention technology: Overview of current practice and future needs. *Journal of Environmental Engineering, 135*(3), 109–117. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2009)135:3(109)

European Commission. (2013). *Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural* Capital (COM(2013) 249 final). Brussels: European Commission.https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0014.03/DOC_1&format=PDF

European Commission. (2015). *Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities: Final report of the Horizon 2020 Expert Group on Nature-Based Solutions*. Brussels: European Commission. https://doi.org/10.2777/479582

European Commission. (2019). *The European Green Deal*. Brussels: European Commission (COM/2019/640 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2019:640:FIN

European Commission. (2022). *The vital role of nature-based solutions in a nature-positive economy*. Brussels: European Commission. https://doi.org/10.2777/307761

FEMA. (2023). *Building community resilience with nature-based solutions.* U.S. Department of Homeland Security. https://www.cakex.org/sites/default/files/documents/fema_nature-based-solutions-guide-2-strategies-success_2023.pdf

Foster, J., Lowe, A., & Winkelman, S. (2011). *The value of green infrastructure for urban climate adaptation*. Washington, DC: Center for Clean Air Policy. https://savetherain.us/wp-content/uploads/2011/10/Green_Infrastructure_Urban_Climate_Adaptation.pdf

Frantzeskaki, N., Dumitru, A., Anguelovski, I., Connolly, J., Kentilauskaite, R., & Noble, K. (2019). Pluralizing the transition pathways of urban experimentation: Insights from five cities on the governance of urban sustainability innovations. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, *32*, 210-230. https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.02.001

Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M., & Reichenbach, P. (1999). Landslide hazard evaluation: A review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. *Geomorphology*, *31*(1–4), 181–216. https://doi.org/10.1016/S0169-555X(99)00078-1

Güneş, U. A. (2011). *Coğrafi bilgi sistemi yatırımlarının analizi ve bir uygulama* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Jongman, R., Bouwma, I., Griffioen, A., Jones-Walters, L., & Van Doorn, A. (2011). The Pan European Ecological Network: PEEN. *Landscape Ecology, 26*(3), 311-326. https://doi.org/10.1007/S10980-010-9567-X

Kabisch, N., & Haase, D. (2014). Green justice or just green? Provision of urban green spaces in Berlin, Germany. *Landscape and Urban Planning, 122*, 129-139. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.11.016

Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (Eds.). (2017). *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5

Kırıkkale İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü. (2021). *Kırıkkale İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP). https://kirikkale.afad.gov.tr/kurumlar/kirikkale.afad/e-kutuphane/Kirikkale-IRAP-Raporu-07102021.pdf*

Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical earthquake engineering*. Prentice Hall. https://istasazeh-co.com/wp-content/uploads/2022/05/Geotechnical-Earthquake-Engineering.pdf

Locatelli, B., Pavageau, C., Pramova, E., & Di Gregorio, M. (2015). Integrating climate change mitigation and adaptation in agriculture and forestry: Opportunities and trade-offs. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 6*(6), 585-598. https://doi.org/10.1002/wcc.357

Meerow, S., & Newell, J. P. (2019). Urban resilience for whom, what, when, where, and why? Urban Geography, 40(3), 309–329. https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1206395

Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K. K. Y., & Rowe, D. B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services. BioScience, 57(10), 823–833. https://doi.org/10.1641/B571005

Perry, R. W., & Quarantelli, E. L. (2005). *What is a disaster*. Handbook of Disaster Research, New York. https://www.researchgate.net/profile/Ronald-Perry/publication/265842756_What_is_a_Disaster/links/541c74200cf2218008c922d3/What-is-a-Disaster.pdf

Renaud, F. G., Sudmeier-Rieux, K., Estrella, M., & Nehren, U. (Eds.). (2016). *Ecosystem-based disaster risk reduction and adaptation in practice.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43633-3

Resilient Melbourne. (2019*). Living Melbourne: Our metropolitan urban forest*. The Nature Conservancy. https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/australia/2019LivingMelbourne_Strategy_online.pdf

UNaLab. (2019). *Nature based solutions – Technical handbook Part II*. UNaLab Project. https://unalab.eu/system/files/2020-02/unalab-technical-handbook-nature-based-solutions2020-02-17.pdf

UNDRR. (2021). *Nature-based solutions for disaster risk reduction: Words into action*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.

https://www.undrr.org/words-action-nature-based-solutions-disaster-risk-reduction

Yalçıner Ercoşkun, Ö. (2020). Resilience, sustainability and quality. In *International Congress of Architecture and Planning (ICONARCH IV): Space and process in architecture and planning* (pp. 389–390). Konya Technical University, Faculty of Architecture and Design. https://iconarch.ktun.edu.tr/index.php/iconarch/article/view/260/224

Yalçıner, Ö. (2002). Depreme dayanıklı kentler için coğrafi bilgi sistemleri. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi / Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 17*(3). https://dergipark.org.tr/tr/pub/gazimmfd/article/89018#article_cite

Yaman, Ö., & Yenigül, S. B. (2022). İklim değişikliğine uyum ve etkilerinin azaltılması için doğa temelli çözümler: Kentsel tarım. *İdealkent*, *14*(Özel Sayı), 75-101. https://doi.org/10.31198/idealkent.1197013

Yavuz, K. B. (2013). *Deprem duyarlı planlamada coğrafi bilgi sistemleri odaklı çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanması: Yalova kent merkezi örneği* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi

Yavaşoğlu, F. (2017). *Afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi kanunu kapsamında yapılan uygulamaların değerlendirilmesi: İstanbul Kadıköy örneği* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi