

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

SEL VE TAŞKINLARA DİRENÇLİ YERLEŞMELER İÇİN BİR YÖNTEM
ÖNERİSİ ‘ SEL KIRILGANLIK ENDEKSİ ‘: ÇARŞAMBA /SAMSUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şeyda Gülsüm ŞAHİN

EKİM 2025
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

SEL VE TAŞKINLARA DİRENÇLİ YERLEŞMELER İÇİN BİR YÖNTEM
ÖNERİSİ “ SEL KIRILGANLIK ENDEKSİ “: ÇARŞAMBA /SAMSUN

Şeyda Gülsüm ŞAHİN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
" YÜKSEK ŞEHİR VE BÖLGE PLANCISI"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 18 / 09 / 2025

Tezin Savunma Tarihi : 17 / 10 / 2025

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yelda AYDIN TÜRK

Trabzon 2025

ÖNSÖZ

“ Sel ve Taşkınlara Dirençli Yerleşmeler İçin Bir Yöntem Önerisi ” Sel Kırılabilirlik Endeksi “: Çarşamba /Samsun “ başlıklı bu tez, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı kapsamında hazırlanmıştır.

Öncelikle, tez sürecim boyunca kıymetli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, bilimsel bakış açımı şekillendiren ve her aşamada desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yelda AYDIN TÜRK’e en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmamı yapıcı değerlendirmeleri ve katkılarıyla değer katan jüri üyelerim Sayın Prof. Dr. Neslihan KULÖZÜ’ye ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Hüseyin ERKAN’a teşekkür ederim.

Bununla birlikte, hayatımın her aşamasında koşulsuz sevgi ve destekleriyle yanımda olan aileme minnettarım. Bugünlere gelmemde en büyük paya sahip rahmetli annem Fatma ŞAHİN’i özlem ve rahmetle anıyorum. Hayatın her döneminde bana güç, sabır ve güven veren; emekleri ve fedakârlıklarıyla varlığımın en büyük temeli olan babam İlyas ŞAHİN’e gönülden teşekkür ediyorum. Sevgili kardeşim Furkan Emre ŞAHİN’e de destekleri için teşekkür ederim; onların varlığı, bu süreçte karşılaştığım zorlukları aşmamda en kıymetli güç kaynağım olmuştur.

Bu süreçte manevi desteklerini hep hissettiğim, sabır ve anlayışlarıyla yanımda olan tüm dostlarıma; özellikle bu yolculuk boyunca bana büyük moral ve motivasyon sağlayan çok değerli arkadaşım Aybike Yaren Demir’e ve ailesine ayrıca teşekkür ederim.

Son olarak bu tezin, yalnızca akademik alanda değil; sel ve taşkın risklerinin azaltılması, dirençli yerleşmelerin geliştirilmesi ve bu konuda yapılacak gelecek çalışmalara katkı sunmasını gönülden temenni ederim.

Şeyda Gülsüm ŞAHİN

Trabzon 2025

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Sel ve Taşkınlara Dirençli Yerleşmeler İçin Bir Yöntem Önerisi “ Sel Kırılabilirlik Endeksi “: Çarşamba /Samsun” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Yelda AYDIN TÜRK’ün sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 17 /10/2025

Şeyda Gülsüm ŞAHİN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı	3
1.3. Hipotezler	7
2. LİTERATÜR	9
2.1. İklim Değişikliği.....	9
2.1.1. İklim Değişikliği Kavramının Uluslararası Gündemdeki Yeri	13
2.1.2. İklim Değişikliğinin Kentsel Alanda Etkileri	16
2.1.3. Tezin Ana Konusu Kapsamında; Sel ve Taşkın.....	18
2.2. İklim Değişikliği ile Mücadele.....	22
2.2.1. Uyum ve Azaltım	23
2.2.2. Yol Gösterici Yaklaşımlar: Ekolojik Ayak İzi ve Kent Metabolizması.....	24
2.2.3. Kent Odaklı Çözümler	26
2.3. Dirençli ve Kırılgan Kent	27
2.3.1. Dirençlilik	27
2.3.2. Kentsel Dirençlilik	29
2.3.3. Risk ve Risk Azaltma.....	32
2.3.4. Kırılganlık/ Zarar Görebilirlik	33
2.3.5. Uluslararası Kuruluşlar ve Dirençli Kentler	34
2.3.6. Türkiye ve Dirençli Kentler	39
2.3.7. Dirençli Kent Olmanın Yolları	40
2.3.8. Sele ve Taşkına Karşı Dirençli Kentlere Örnekler.....	46
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	53

3.1. Sele ve Taşkına Karşı Dirençlilik Endeks Çalışmaları	53
4. YÖNTEM	65
5. ÇALIŞMA ALANI: SAMSUN/ÇARŞAMBA.....	80
5.1. Çarşamba İlave ve Revizyon Uygulama İmar Planı Kararları	86
6. BULGULAR VE İRDELEME	88
7. SONUÇ.....	101
8. KAYNAKLAR.....	107
ÖZGEÇMİŞ	



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

SEL VE TAŞKINLARA DİRENÇLİ YERLEŞMELER İÇİN BİR YÖNTEM ÖNERİSİ ‘‘ SEL KIRILGANLIK ENDEKSİ ‘‘: ÇARŞAMBA /SAMSUN

Şeyda Gülsüm ŞAHİN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Yelda AYDIN TÜRK
2025, 118 Sayfa

Bu tez çalışması, iklim değişikliği kaynaklı afetler arasında önemli bir yer tutan sel ve taşkın olaylarının, kentler üzerindeki etkilerini kentsel dirençlilik çerçevesinde değerlendirmeyi ve bu etkileri nicel olarak ölçmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, dirençli kent kavramı hem teorik hem de pratik boyutlarıyla ele alınmış; kentsel kırılabilirlik, altyapı dayanıklılığı, sosyal eşitsizlik ve yönetim gibi bileşenler dikkate alınarak çok boyutlu bir analiz yapılmıştır. Bu bağlamda, Sel Kırılabilirlik Endeksi (SKE) adlı özgün bir yöntem geliştirilmiş ve bu yöntem Samsun’un Çarşamba ilçesinde test edilerek mekânsal kırılabilirlik haritaları oluşturulmuştur. Bulgular, kentlerin sel riskine karşı dirençli hale gelmesi için sosyal, ekonomik ve çevresel boyutların birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, geliştirilen endeksin planlama süreçlerine entegre edilebilir bir araç olduğu ve erken uyarı, müdahale ve stratejik karar alma aşamalarında kullanılabileceği görülmüştür. Bu çalışmanın özgün değeri, sel ve taşkın afetlerinin kent üzerindeki etkisini sayısal olarak değerlendiren ve planlama disiplinine entegre edilebilecek uygulamalı bir yöntem sunmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Kentsel Dirençlilik, Kentsel Kırılabilirlik, İklim Değişikliği, Sel Kırılabilirlik Endeksi

Master's Thesis

SUMMARY

A METHODOLOGICAL APPROACH FOR FLOOD-RESILIENT URBAN AREAS:
“FLOOD VULNERABILITY INDEX” : THE CASE OF ÇARŞAMBA, SAMSUN”

Şeyda Gülsüm ŞAHİN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Urban and Regional Planning Master's Program

Advisor: Prof. Dr. Yelda AYDIN TÜRK

2025, 118 Pages

This thesis aims to evaluate the impacts of flood and inundation disasters—among the most significant consequences of climate change—on urban areas within the framework of urban resilience and to quantitatively measure these impacts. The concept of resilient cities is examined both theoretically and practically, incorporating components such as urban vulnerability, infrastructure robustness, social inequality, and governance. In this context, an original method called the Flood Vulnerability Index (FVI) was developed and applied in the Çarşamba district of Samsun, Turkey, resulting in spatial vulnerability maps. The findings reveal that enhancing urban resilience to flood risk requires an integrated approach that considers social, economic, and environmental dimensions. Furthermore, the developed index proves to be a practical tool that can be integrated into urban planning processes and utilized for early warning, emergency response, and strategic decision-making. The originality of this study lies in its proposal and implementation of a quantitative method that assesses the impact of flood events on cities and offers an applicable tool for urban planners.

Key Words: Urban Resilience, Urban Fragility, Climate Change, Flood Vulnerability Index

SEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. İklim Değişikliği Gündeminin Yükselişi	13
Şekil 2. Türkiye Sel-Taşkın Tehlike Haritası (DAKİK. (2020).	22
Şekil 3. Endeks Hiyerarşisi.....	43
Şekil 4. Van Beek'in (2005) Sistemsel Yaklaşımı	55
Şekil 5. Kırılgenlik Endeks Formülü (Van Beek,2005)	55
Şekil 6. Çay Mahallesi Taşkın Alanı Mekânsal Analizi.....	73
Şekil 7. Çay Mahallesi Irmak Koruma Alanı Mekânsal Analizi.....	74
Şekil 8. Çay Mahallesi Kıyı Uzunluğu Mekânsal Analizi.....	74
Şekil 9. Çay Mahallesi Riskli Yapı Sayısı Mekânsal Analizi	76
Şekil 10. Çay Mahallesi Tescilli Yapı Sayısı Mekânsal Analizi.....	76
Şekil 11. Çay Mahallesi Hastaneye Uzaklık Mekânsal Analizi	78
Şekil 12. Çay Mahallesi Yeşil Alanlar Mekânsal Analizi	78
Şekil 13. Çay Mahallesi Tarım Alanı Mekânsal Analizi.....	79
Şekil 14. Çarşamba'nın Konumu	80
Şekil 15. Çarşamba SKE Değerlendirmesi İçin Seçilen Alan	85
Şekil 16. Sel Kırılgenlik Endeksi (Samsun-Çarşamba).....	96
Şekil 17. Çarşamba 1/1000 Ölçekli İlave ve Revizyon Uygulama İmar Planı'nın SKE kapsamında irdelenmesi	99

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Araştırmanın Ana Başlıkları, Soruları ve Hipotezleri.....	7
Tablo 2. İklim Değişikliğinin Etkileri	17
Tablo 3. İklim Değişikliği ile Mücadele Yöntemleri	23
Tablo 4. Sele Ve Taşkına Karşı Dirençli Kent Örnekleri.....	47
Tablo 5. Kırılabilirlik İçin Genel Göstergeler, Bileşenler ve Faktörler	57
Tablo 6. Balica ve Wright (2012) FVI Çalışması.....	60
Tablo 7. Aktar v.d (2021) Çalışmasında Belirlenen FVI Göstergeleri.....	62
Tablo 8. FVI Değerlendirme Aralığı	63
Tablo 9. SKE Göstergeleri ve Kırılabilirlikle İlişkileri.....	69
Tablo 10. SKE Değerlendirme Ölçütleri	71
Tablo 11. Çay Mahallesi Verileri	72
Tablo 12. Maruz Kalma Bileşeni: Göstergeler, Veri Kaynakları ve Elde Edilme Yöntemleri	73
Tablo 13. Duyarlılık Bileşeni: Göstergeler, Veri Kaynakları ve Elde Edilme Yöntemleri	75
Tablo 14. Dirençlilik Bileşeni: Göstergeler, Veri Kaynakları ve Elde Edilme Yöntemleri	77
Tablo 15. Çarşamba'da yaşanan sel ve taşkın olayları	82
Tablo 16. Maruz Kalma Gösterge Verileri.....	88
Tablo 17. Duyarlılık Gösterge Verileri	90
Tablo 18. Dirençlilik Göstergesi Verileri.....	93

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Uluslararası Kuruluşlar ve Raporlar

AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
CRED	: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (Afet Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi)
DAKİK	: Doğal Afet Arama Kurtarma İlk Yardım Kulübü
ICLEI	: Local Governments for Sustainability (Sürdürülebilirlik için Yerel Yönetimler)
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
UNDRR	: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (Birleşmiş Milletler Afet Risklerini Azaltma Ofisi)
UNEP	: United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi)
UNISDR	: United Nations International Strategy for Disaster Reduction (Birleşmiş Milletler Afet Risklerinin Azaltılması Uluslararası Stratejisi)
WEF	: World Economic Forum (Dünya Ekonomik Forumu)
WMO	: World Meteorological Organization (Dünya Meteoroloji Örgütü)

Endeksler ve Metodolojiler

CCFVI	: Coastal City Flood Vulnerability Index (Kıyı Şehri Sel Kırılabilirlik Endeksi)
FVI	: Flood Vulnerability Index (Sel Kırılabilirlik Endeksi)
FVIH	: Flood Vulnerability Index – Human (İnsani Etkiler Sel Kırılabilirlik Endeksi)
FVIM	: Flood Vulnerability Index – Material (Ekonomik Etkiler Sel Kırılabilirlik Endeksi)
SKE	: Sel Kırılabilirlik Endeksi

Sel Kırılabilirlik Endeksinde Kullanılan Göstergeler

BN	: Bağımlı Nüfus
DR	: Dirençlilik Göstergeleri
DU	: Duyarlılık Göstergeleri
EK	: Eğitimsiz Kişi Sayı

EP	: Eğitimli Kişi Sayısı
HG	: Hane Geliri
HH	: Hanehalkı Sayısı
HU	: Hastaneye Uzaklık
IKA	: Irmak Koruma Alanı
KU	: Kıyı Uzunluğu
MK	: Maruz Kalma Göstergeleri
NY	: Nüfus Yoğunluğu
RY	: Riskli Yapı Sayısı
TA	: Taşkın Alanı
TRA	: Tarım Alanı
TYS	: Tescilli Yapı Sayısı
YA	: Yeşil Alan

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Kent tanımı yalnızca fiziksel alan ve nüfus ile sınırlı kalmayıp, kentteki bireyleri çevreleyen ve etkileyen tüm unsurları da kapsar. Bu kapsamda yapılan çalışmalar ve araştırmalar, kentlerde köklü bir yapılandırma sürecinin var olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, kent kavramını tek bir çerçevede tanımlamak zordur çünkü kent çok boyutlu bir yapıya sahiptir ve farklı zaman dilimlerinde, toplumdan topluma değişiklik göstermektedir (Hayta, 2016). Harvey'e (1989) göre ise kent, insanların yaşam alanlarını genişleterek, ekonomik faaliyetlerini artırarak ve sosyal ilişkilerini geliştirerek tarih boyunca oluşturdukları yerleşim yerleridir.

Kentlerin oluşumu tarihsel süreçte çeşitli dinamiklerin etkisiyle şekillenmiştir. Antik çağlardan itibaren tarımsal üretimin yoğun olduğu bölgeler, ticaret yollarının kesişim noktaları ve stratejik konumlara sahip alanlar kentleşmenin merkezleri olmuştur. İlk kentleşme hareketi M.Ö. 3500'lerde Mezopotamya, Mısır ve İndus Vadisi'nde ortaya çıkmış; bu yerleşimler sosyal ve ekonomik organizasyonun temelini oluşturmuştur (Wilbanks ve Kates, 1999). Ortaçağ'da Avrupa kentleri ticaretle büyürken, Sanayi Devrimi ile birlikte modern kentlerin temelleri atılmıştır (Graham ve Marvin, 2001).

Kentleşme, gelişmiş altyapı, ekonomik fırsatlar ve daha yüksek yaşam standartları nedeniyle kentlerde yaşayan nüfusun artışı ifade eder. Ancak bu süreç, aşırı kalabalıklaşma, altyapı üzerindeki baskı ve kaynaklara olan talebin artması gibi önemli sorunları da beraberinde getirir. Yerleşim alanlarının genişlemesi genellikle gayri resmi yerleşim yerlerinin artmasına neden olur ve bu da kötü sanitasyon ve yetersiz yaşam koşulları gibi sorunlara yol açar. Kentlerdeki insanların, malların ve etkinliklerin yoğunluğu, afetler karşısında oluşabilecek zararları artırmakta; bu da kentsel risklerin daha görünür ve karmaşık hale gelmesine neden olmaktadır. Bu durum, kentleri iklim değişikliği, doğal afetler ve çevresel bozulma gibi çeşitli tehlikelere karşı savunmasız hale getirir.

İklim değişikliği, atmosferdeki sera gazlarının artışı sonucu dünya genelinde sıcaklıkların yükselmesi, deniz seviyelerinin yükselmesi ve hava koşullarında aşırı değişiklikler meydana gelmesidir. Bu süreç, kentlerde su baskınları, sıcak hava dalgaları, kuraklık ve deniz seviyesi yükselmesi gibi yeni kentsel sorunlara yol açmaktadır. Kentleşme

ile birleşen bu etkiler, özellikle düşük gelirli bölgelerde altyapı yetersizliklerine, yaşam alanlarının daralmasına ve toplumsal eşitsizliğin derinleşmesine neden olmaktadır. Kentlerin iklim değişikliğine uyum sağlaması, doğal afetlere karşı daha dayanıklı hale gelmesi için sürdürülebilir altyapı ve afet hazırlıklarının güçlendirilmesi gerekmektedir.

Kentsel riskler, kent sakinlerinin maruz kaldığı tehlikeler ve bu tehlikelerin olumsuz etkileri olarak tanımlanabilir. Smith'e (1996) göre, bu tehlikeler arasında doğal afetler (deprem, sel, heyelan vb.), çevresel tehlikeler (hava ve su kirliliği), sosyal tehlikeler (yoksulluk, artan suç oranları) ve ekonomik tehlikeler (işsizlik, gelir dağılımındaki eşitsizlik) yer almaktadır. Bu tür tehlikelerin artışı, kent sakinlerinin yaşam kalitesini düşürür ve kentlerin sürdürülebilirliğini tehlikeye atar. Öte yandan, iklimle ilgili sorunlar da kentsel riskler arasında yer almakta olup, sıcak hava dalgaları, su baskınları ve yükselen deniz seviyeleri gibi sorunlar özellikle marjinal toplulukları orantısız bir şekilde etkileyebilir (IPCC, 2022).

Afetlere karşı savunmasızlık, özellikle plansız yapılaşmanın yoğun olduğu, altyapı hizmetlerinin yetersiz kaldığı ve riskli alanlarda yer alan kentsel bölgelerde daha belirgindir. Bu tür kentleşme biçimlerinde karşılaşılan afet riskleri, genellikle kentleşme sürecinde oluşan tehlikelerle doğrudan ilişkilidir. Bu tehlikeler arasında yalnızca doğal afetler değil, aynı zamanda endüstriyel kazalar, altyapı çökmeleri ve hatta pandemiler gibi teknolojik ve biyolojik tehditler de yer almaktadır. Kentsel alanlarda artan nüfus yoğunluğu, karmaşık altyapı sistemleri ve sosyal eşitsizlikler, bu tür felaketlerin etkilerini daha da ağırlaştırmakta; toplumsal, ekonomik ve çevresel sistemler üzerinde riskler oluşturmaktadır (Birkmann, 2013). Kentlerin bu risklere karşı dirençli hale gelmesi de kritik bir gereklilik haline gelmiştir. Kentsel dirençlilik, bir şehrin doğal afetlere, ekonomik şoklara ve sosyal bozulmalara karşı dayanıklılık gösterebilme yeteneğini ifade eder. Kentsel dirençliliğin oluşturulması, toplumların ve kurumların temel işlevlerini koruyarak bu tür şoklara karşı dayanma ve toparlanma kapasitelerini artırmayı içerir (Meerow, Newell ve Stults, 2016).

Kent tarihinin her aşamasında dirençlilikten bahsedilebilir. İlk yerleşim yerlerinin dirençliliği genellikle güvenlik temelli iken, 21. yüzyıl kentleri, nüfus yoğunluğuna bağlı sorunlara karşı direnç geliştirmeye çalışmaktadır. Hızla artan kentleşme ve iklim değişikliği, şehirleri şoklara ve streslere karşı daha savunmasız hale getirmektedir. Risklerle karşılaşan bu kentsel alanlarda, riskleri azaltmaya yönelik çabalar giderek artmaktadır. Kentsel dirençliliğin kentsel ve afet riskleriyle mücadeledeki rolü büyüktür; zira bu, etkili kentsel planlamayı, altyapı geliştirmeyi ve kırılganlıkların azaltılmasını öncelikli kılar.

Dirençli şehirler, sadece afet hazırlığına değil, aynı zamanda genel yaşam kalitesini artıran sürdürülebilir kalkınma uygulamalarına da odaklanmaktadır. Bu uygulamalar, yeşil altyapının entegrasyonu, sosyal eşitliğin teşvik edilmesi ve kapsayıcı yönetişimin desteklenmesi gibi unsurları içermekte olup, hızlı kentleşme ile ilişkili risklerin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır (Leichenko, 2011). Kentler, hem fırsatlar hem de riskler getiren kentleşme hızına göre şekillenen karmaşık varlıklardır. Kentsel riskler ve afet riskleri nüfusun yoğun olduğu bölgelerde daha belirgindir. Kentsel dirençlilik kavramı, kapsamlı planlama ve uyarlanabilir stratejiler aracılığıyla bu risklerin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kentleşme hızı arttıkça, bu zorluklara dayanabilen ve bunlardan kurtulabilen dirençli kentler inşa etmenin önemi, sürdürülebilir kentler inşa etme sürecinde giderek daha büyük bir öncelik haline gelmektedir.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Kentsel afet riskleri, kentlerde yaşayan nüfusun maruz kaldığı, doğal veya insan kaynaklı afetlerin potansiyel zararlarını ifade eder. Bu riskler, yoğun nüfus, yetersiz altyapı, plansız kentleşme, çevresel bozulmalar ve sosyal eşitsizlikler gibi birçok faktörün bir araya gelmesiyle artmaktadır (Smith, 1996). Deprem, sel, kasırga ve heyelan gibi doğal tehlikeler, insanların ve varlıkların yoğunlaşması nedeniyle şehirler üzerinde yıkıcı etkilere sahip olabilir. Endüstriyel kazalar, yangınlar ve altyapı arızaları gibi insan yapımı riskler de kentsel ortamlarda önemli tehditler oluşturmaktadır (Birkmann, 2013). Dahası, iklim değişikliği aşırı hava olaylarının sıklığını ve yoğunluğunu artırarak bu riskleri daha da kötüleştirir ve kentsel alanları daha da zorlar (IPCC, 2014). Bu tür olaylar, can kayıplarının yanı sıra ekonomik kayıplar ve toplumsal düzenin bozulmasına da yol açabilir (Alexander, 2000).

İklim değişikliği ve kentsel afet risklerine karşı direnç oluşturma önemi, bu tür olumsuz etkileri en aza indirme kapasitesiyle doğrudan ilişkilidir. Dirençli kentler, afetlerin etkilerine karşı daha dayanıklı olup can ve mal kayıplarını azaltabilir, kriz sonrası toparlanma sürecini hızlandırabilir ve uzun vadeli sosyal ve ekonomik zararları sınırlayabilir. Ancak pek çok kentte, dirençlilik konusu hâlâ kent planlama politikalarında yeterince önceliklendirilmemektedir. Oysaki kentsel nüfus artmaya devam ettikçe; afet risklerine maruz kalma da artmakta ve bu durum şehirlerin daha hazırlıklı, kapsayıcı ve sürdürülebilir hale gelmesini zorunlu kılmaktadır. Dirençli bir kent, afetler karşısında ayakta

kalabilen, hızlı bir şekilde toparlanabilen ve kriz durumlarına adaptasyon gösterebilen bir yapıya sahip olmalıdır (Vale ve Campanella, 2005). Bu, sadece fiziksel altyapının güçlendirilmesi değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik yapının da dirençli hale getirilmesi anlamına gelir. Örneğin, etkin bir afet yönetim sistemi, erken uyarı sistemleri ve afet sonrası iyileştirme stratejileri, kentsel dirençliliğin kritik bileşenleridir (Godschalk, 2003). Kentsel dirençlilik, şehirlerin karmaşıklığını ve dinamik yapısını göz önünde bulundurarak, tüm bileşenlerin (altyapı, topluluklar, ekonomi vb.) bir arada çalışmasını gerektirir.

Kentsel dirençliliği artırmak için geliştirilebilecek yöntemler arasında, risk değerlendirmesi, topluluk katılımı, afet planlaması ve sürdürülebilir kent tasarımı yer almaktadır. Risk değerlendirmesi, kentin hangi alanlarının ve topluluklarının en fazla risk altında olduğunu belirlemek için kullanılır. Bu, olası tehlikelerin ve bu tehlikelere maruz kalma durumunun belirlenmesi yoluyla yapılır (Cutter, 2003). Örneğin, New Orleans'ta yapılan araştırmalar, sel ve fırtına gibi afetlerin düşük gelirli bölgelerde daha yıkıcı etkiler yarattığını ve bu bölgelerdeki toplulukların afet sonrası toparlanma kapasitesinin oldukça sınırlı olduğunu göstermiştir (Immergluck & Lee, 2008).

Topluluk katılımı, dirençliliği artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Toplulukların afet yönetimi süreçlerine dâhil edilmesi, yerel bilgi ve deneyimlerin kullanılmasını sağlar ve afet sonrası toparlanma sürecini hızlandırır. Özellikle, afet riskine maruz kalan toplulukların eğitim ve bilinçlendirilmesi, bu toplulukların afetlere karşı daha hazırlıklı olmasını sağlar (Ahern, 2011). Örneğin, Japonya'da topluluk temelli afet hazırlık programları, afet sonrası toparlanma süreçlerinde büyük başarı sağlamıştır (Shaw ve Goda, 2004).

Afet planlaması, kentsel dirençliliğin artırılmasında temel unsurlardan biridir. Bu süreç, afetlere karşı önleyici tedbirlerin alınması, risk azaltma politikalarının uygulanması ve afet sonrasında iyileştirme ile yeniden yapılanma stratejilerinin geliştirilmesini kapsamaktadır (Eraydin & Taşan-Kok, 2013; Şen, 2024). Örneğin, İstanbul'da yapılan çeşitli çalışmalar, kentin ciddi bir deprem riski altında olduğunu ve bu riskin azaltılması için kentsel dönüşüm projeleri ile yapı stokunun güçlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (JICA & İBB, 2002; Gökçe vd. , 2008). Bu tür projeler, riskli alanlarda yaşayan nüfusun daha güvenli alanlara taşınmasını ve kentin fiziksel yapısının güçlendirilmesini hedefler.

Sürdürülebilir kent tasarımı da kentsel dirençliliği artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu, kentin doğal kaynakları koruyan, çevresel bozulmayı azaltan ve enerji verimliliğini artıran bir yapıya sahip olmasını sağlar. Yeşil alanların artırılması, su yönetim sistemlerinin geliştirilmesi ve enerji verimli binaların inşa edilmesi gibi uygulamalar,

kentlerin iklim değişikliği gibi uzun vadeli tehditlere karşı daha dirençli hale gelmesine katkıda bulunur (Beatley, 2012).

İklim değişikliğine ve kentsel afet risklerine karşı direnç oluşturmanın önemi, kentlerin sürdürülebilirliği ve toplumsal refahı için kritik bir rol oynamaktadır. Kentsel dirençliliğin artırılması, sadece fiziksel yapıları güçlendirmekle kalmaz, aynı zamanda sosyal ve ekonomik dayanıklılığı da artırır. Bu nedenle, kentsel dirençliliği hesaplamak ve artırmak için geliştirilen yöntemler, kentlerin hangi alanlarda zayıf olduğunu ve bu zayıflıkları nasıl giderebileceğini belirlemek açısından büyük önem taşır. Dirençliliğin doğru bir şekilde ölçölmesi, afetlere karşı alınacak önlemlerin daha etkili olmasını sağlar ve kaynakların en verimli şekilde kullanılmasına yardımcı olur. Ayrıca, dirençlilik değerlendirmeleri, şehirlerin uzun vadeli planlamalar yapmasına ve afetlere karşı daha hazırlıklı olmasına olanak tanır. Kentler dirençliliği düzenli olarak değerlendirerek ilerlemelerini takip edebilir, ortaya çıkan riskleri belirleyebilir ve stratejilerini buna göre ayarlayabilirler. Bu sürekli iyileştirme süreci, şehirlerin iklim değişikliği veya kentleşme gibi gelişen tehditler karşısında dirençli kalmasını sağlamak için hayati önem taşır (Ahern, 2011). Son olarak, dirençlilik değerlendirme yöntemleri kentler arasında en iyi uygulamaların ve öğrenilen derslerin paylaşılmasını kolaylaştırır. Kentler, standartlaştırılmış yöntemler kullanarak dayanıklılıklarını başkalarıyla karşılaştırabilir, başarılı stratejileri belirleyebilir ve dayanıklılıklarını artırmak için benzer yaklaşımlar benimseyebilir. Bu iş birliği, şehirlerin paylaşılan riskleri ele almak için birlikte çalışması gereken iklim değişikliği gibi küresel zorluklar bağlamında özellikle önemlidir (Rosenzweig vd., 2010).

Bu bağlamda, kentsel dirençliliğin nicel olarak ölçölmesine olanak sağlayan kentsel dirençliliği hesaplamak için geliştirilebilecek yöntemler arasında, kentsel dirençlilik endeksleri, senaryo analizi ve simölasyon teknikleri yer almaktadır. Kentsel dirençlilik endeksleri, bir kentin dirençliliğini ölçmek için çeşitli göstergelerin bir araya getirilmesiyle oluşturulur (UNISDR, 2017). Örneğin, Dirençlilik İndeksi (Resilience Index), bir şehrin farklı bileşenlerini (fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel) değerlendirerek genel bir dirençlilik skoru verir. Örneğin, New York City’de geliştirilen dirençlilik endeksi, kentin çeşitli afet senaryolarına karşı ne kadar dirençli olduğunu değerlendirmek için kullanılmıştır (Zimmerman ve Faris, 2011). Yaygın olarak kullanılan bir yöntem, altyapı, yönetişim ve sosyal sistemler gibi farklı sektörlerde çeşitli dayanıklılık göstergelerinin değerlendirilmesini içeren dirençlilik puan kartı yaklaşımıdır. Örneğin, BM Afet Riskini Azaltma Ofisi (UNDRR), şehirlere risk azaltma, sağlık ve sosyal uyum dahil olmak üzere

10 boyutta dayanıklılıklarını değerlendirmek için kapsamlı bir çerçeve sağlayan bir Şehir Dayanıklılığı Profilleme Aracı geliştirmiştir (UNDRR, 2019). Bu araç, şehirlerin dayanıklılıklarındaki boşlukları belirlemelerine ve bu boşlukları gidermek için eylemleri önceliklendirmelerine olanak tanır.

Tez çalışmasının temel amacı da; Sel ve taşkın afetinin kent üzerindeki etkisini nicel olarak ölçecek bir yöntem geliştirmek, uygulamak ve kentsel dirençlilik ve planlama kapsamında değerlendirmektir.

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda; afete yönelik çalışmalarda sel ve taşkın konusuna yönelik kentsel dirençliliği nicel olarak ölçmeye odaklı yöntemsel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Tez çalışması kapsamında sel ve taşkın afetinin kent üzerindeki etkisini nicel olarak ölçecek bir yöntem önerisinde bulunarak seçilen alan özelinde de uygulayarak sonuçlarının dirençli kent planlaması bağlamında tartışılması yapılacaktır. Bu çerçevede çalışmanın özgün değeri olarak değerlendirilebilir. Tezin amacı sel ve taşkın afetine karşı dirençlilik düzeylerini belirlemeye yönelik bir yöntem tanımlamak, örnek alan üzerinde uygulayarak sonuçlarının kent planlama bağlamında tartışılmasıdır.

Çalışmanın amaçları ile ilgili hedefler;

- Çalışmanın temel amacı ile ilgili olarak aşağıdaki hedeflere ulaşılması amaçlanmaktadır:
- Sel ve taşkın afetlerinin kentsel alanlardaki etkilerini değerlendirerek, bu tür olayların hangi faktörlerden etkilendiğini ve şehirlerin nasıl savunmasız hale geldiğini belirlemek.
- Sel ve taşkın afetlerine karşı kentsel dirençlilik düzeylerini ölçmek için, bilimsel verilere dayanan nicel bir yöntem (Sel Kırılganlık Endeksi) geliştirmek.
- Geliştirilen yöntemi seçilen alan üzerinde uygulayarak alanın dirençlilik durumunu ortaya koymak ve dirençliliğin düşük olduğu alanların daha dirençli hale gelmesi için planlama bağlamında öneriler geliştirmek
- Elde edilen genel ve alana özgü bulgular ışığında, kentsel alanların sel ve taşkın afetlerine karşı dirençlerini artırmaya yönelik öneriler geliştirmek.
- Sel ve taşkın risklerini ve dirençlilik düzeylerini belirlemeye ilişkin olarak tez kapsamında geliştirilen yöntemin ve sonuçlarının literatüre kazandırılması,

ilgili paydaşlarla (plancılar, kent yöneticileri, araştırmacılar) paylaşarak sel ve taşkın afetleri konusundaki farkındalığın artırılmasına katkıda bulunmak.

1.3. Hipotezler

Tablo 1. Araştırmanın Ana Başlıkları, Soruları ve Hipotezleri

Araştırmanın Ana Başlıkları	Araştırma Soruları	Hipotezler
İklim değişikliği ve etkileri; afetler; sel ve taşkın afeti, iklim değişikliği gündeminin yükselişi, iklim değişikliği ile mücadele de kent odaklı çözümler	- Sel ve taşkın afetlerine karşı kentsel dirençlilik nedir ve planlama süreçlerinde nasıl ele alınmalıdır? - Kentsel dirençliliğin artırılması için hangi planlama araçları kullanılabilir?	H1: Kentsel dirençlilik kavramının planlama süreçlerine entegre edecek araçların geliştirilmesi (endeksler, simülasyon ve analiz teknikleri vb.), ekonomik kaynakların etkin kullanımını sağlayarak; sürdürülebilir, afetlere karşı daha dirençli kentlerin oluşumunu destekler.
Afetlere karşı dirençli kentler ve kentsel alanlar geliştirmek odaklı yöntem ve teknikler, Kentsel dirençlilik analiz ve yöntemlerinin incelenmesi	-Kentsel dirençliliğin ölçülmesi için geliştirilen endeks ve analiz yöntemleri planlama kararlarını nasıl etkiler? - Dirençlilik ve kırılganlık arasındaki ilişki nasıldır?	H2: Kentsel dirençlilik endeksleri, kırılgan alanların belirlenmesini sağlayarak planlama kararlarına yön verir. H3: Kentsel dirençlilik arttıkça kırılganlık azalır (ters yönlü ilişki vardır).

Tablo 1'in devamı

Sel kırılabilirlik endeksinin (SKE) tanımlanması, uygulanması ve mahalle ölçeğinde uygulanabilirliği (SKE=Maruz Kalma + Duyarlılık – Dirençlilik)	-SKE planlama süreçlerine dâhil edilebilir mi ve mahalle ölçeğinde etkin bir değerlendirme aracı mıdır? - Maruz kalma, duyarlılık ve dirençlilik arasındaki etkileşim kırılabilirliği nasıl belirler?	H4: SKE, mahalle ölçeğinde kırılabilirliği belirlemede etkili bir planlama aracıdır. H5: Maruz kalma ve duyarlılık arttıkça kırılabilirlik artar; dirençlilik göstergelerinin güçlenmesi kırılabilirliği azaltır.
---	---	---

Bu çalışmada, iklim değişikliğinin etkisiyle artan sel ve taşkın afetlerine karşı kentsel dirençliliğin artırılmasına yönelik yaklaşımlar ele alınmaktadır. Bu kapsamda belirlenen araştırma soruları, kentsel dirençliliğin planlama süreçleriyle ilişkilendirilmesi, ölçümüne yönelik araç ve yöntemlerin değerlendirilmesi ve Sel Kırılabilirlik Endeksi'nin (SKE) uygulanabilirliğinin test edilmesini amaçlamaktadır.

Tablo 1'de sunulan sorular, araştırmanın genel çerçevesini ortaya koymakta olup çalışma boyunca yanıtlanması hedeflenen temel problemlere işaret etmektedir. Aynı şekilde, araştırma sürecinde ampirik olarak sınanacak hipotezler de tablo 1'de açıkça ifade edilmiştir. Bu hipotezler aracılığıyla, kırılabilirlik–dirençlilik ilişkisi ile geliştirilen endeksin planlama açısından uygulanabilirliği incelenerek bilimsel katkı sunulması hedeflenmektedir.

2. LİTERATÜR

Kentler, insan yaşamının en yoğun şekilde sürdürüldüğü, ekonomik, sosyal ve kültürel faaliyetlerin merkezi olan karmaşık yapılardır. Tarih boyunca kentler, hem kendi iç dinamiklerinden kaynaklanan sorunlarla hem de çevresel etkilerden doğan tehditlerle mücadele etmek durumunda kalmıştır. Bu sorunların başında, son yıllarda etkisini giderek artıran iklim değişikliği gelmektedir. Yerkürenin jeolojik tarihi boyunca süregelen iklimdeki değişimler, 19. Yüzyılım ortalarına kadar kendiliğinden gelişim göstermiştir. İnsan etkinliklerinin iklimi etkilemeye başlamasıyla ise yeni bir döneme girilmiştir (Türkeş, 2008). Kentler ise iklim değişikliğinin başlıca sebepleri olmasına rağmen de iklim değişikliğinden en çok etkilenen alanlardır. Artan küresel sıcaklıklara bağlı olarak deniz seviyelerinin yükselmesi, sel, kuraklık, fırtına gibi aşırı hava olaylarında ve salgın hastalıklarda artış gibi iklim değişikliği emareleri kendini kentsel alanda yüksek darbeler yaratarak göstermektedir. Dünya üzerinde kamuoyunu bir çatı etrafında birleşmeye zorlayan iklim değişikliği ile mücadelede kent odaklı çözüm arayışları başlamıştır. Çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları ile sürdürülebilir kentler olgusu içerisinde kompakt kent, ekolojik kent/ eko-kent, yeşil kent, düşük karbonlu kent, yavaş kent, akıllı kent, yaşanabilir kent ve dirençli kent kavramları bu çözüm arayışı sonucu ortaya çıkan kavramlar olmuşlardır. Dirençlilik kavramı, ekosistemlerden topluluklara ve bireylere kadar geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir ve tarihsel olarak çok çeşitli alanlarda ele alınmıştır; Ancak, modern şehirlerin karmaşıklığı ve karşılaştığı çeşitli tehditler, dirençlilik kavramını daha spesifik bir şekilde ele almayı gerektirmiştir (Holling, 1973; Adger, 2000).

Bu bölümde, iklim değişikliği ve etkileri, iklim değişikliği ile mücadele de kent odaklı çözüm arayışları, dirençlilik ve kentsel dirençlilik kavramlarına yönelik literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Kentsel sorunlar ve bu sorunlar ile mücadele etmede kentsel dirençlilik, kentleri dirençli hale getirmek için kullanılan araç ve yöntemler ve bu konuda yapılan çalışmalar analiz edilmiştir.

2.1. İklim Değişikliği

Günümüz dünyasında artan afetler, çevresel bozulmalar ve toplumsal eşitsizlikler, kentlerin karşı karşıya olduğu riskleri giderek karmaşıklaştırmaktadır. Bu durum, insanlığın

kendi gelişme süreçleriyle ürettiği riskleri yönetmekte zorlandığını göstermektedir. Balamir'e (2015) göre, "afet risklerinin azaltılması yalnızca mühendislik önlemleriyle değil, toplumsal ve yönetsel dirençliliğin artırılmasıyla mümkündür". Bu bakış açısı, özellikle küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi geri dönüşü zor süreçler karşısında, kentlerin sürdürülebilir bir geleceğe hazırlanmasının önemini vurgulamaktadır. Günümüzde küresel ısınma, yalnızca çevresel bir tehdit olmaktan çıkmış; ekonomik, toplumsal ve mekânsal etkileriyle kentlerin sürdürülebilirliğini doğrudan etkileyen karmaşık bir sorun haline gelmiştir. İklim değişikliğinin yol açtığı sıcaklık artışları, kuraklık, sel ve taşkın gibi olaylar, özellikle altyapı kapasitesi sınırlı kentlerde yaşam kalitesini ve ekonomik istikrarı olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, afet risklerini artırmakta ve kentlerin dirençlilik kapasitelerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Kadioğlu, 2019).

Kentler dünya yüzeyinin yalnızca küçük bir bölümünü (%3) kaplamalarına rağmen iklim değişikliğinin hem nedeni hem de en çok etkilenen alanlarıdır. Artan sera gazı emisyonları, küresel sıcaklıkların yükselmesi, deniz seviyesindeki artış, kuraklık, sel ve fırtına gibi aşırı hava olaylarının sıklaşması ile birlikte salgın hastalıkların yayılması, kentleri doğrudan etkilemektedir. Dolayısıyla iklim değişikliği, özellikle kentsel mekânlarda daha belirgin sonuçlar doğurmaktadır.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (UNFCCC, 1992; akt. Tuğaç, 2022) iklim değişikliği; doğal süreçlerden kaynaklanan uzun vadeli iklim dalgalanmalarının yanında, insan faaliyetleri sonucu atmosfer bileşiminin değişmesiyle ortaya çıkan küresel bir sorun olarak tanımlanmıştır. Kamuoyunda genellikle "küresel ısınma" ile eş anlamlı görülse de, akademik literatürde "iklim kargaşası" (Baer ve Singer, 2014) veya "küresel çevresel değişim" (Fiske vd., 2014) gibi farklı terimlerle de ifade edilmektedir.

Bilimsel açıdan iklim değişikliği kavramı ilk kez 19. yüzyılın ortalarında, Nobel ödüllü kimyager Svante Arrhenius'un atmosferdeki karbondioksit yoğunluğunun artmasının yüzey sıcaklıklarını yükseltebileceğini ortaya koymasıyla literatüre girmiştir (Appenzeller ve Dimick, 2009; akt. Kılıç, 2009). Konuya ilişkin çalışmalar ise 19. yüzyılın başlarına kadar uzanmaktadır (Dispensa ve Brulle, 2003).

1980'lerden bu yana her on yılın bir önceki on yıla göre daha sıcak geçtiği tespit edilmiştir. 2021'de yayımlanan IPCC Birinci Çalışma Grubu Raporu, bu eğilimi doğrulamış ve iklim değişikliğinin etkilerinin daha hızlı, yaygın ve şiddetli bir şekilde hissedileceğini ortaya koymuştur (IPCC, 2021). Benzer biçimde, Dünya Ekonomik Forumu'nun 2022

Küresel Riskler Raporu'nda da "iklim eylemlerindeki başarısızlık", "aşırı hava olayları" ve "biyolojik çeşitlilik kaybı" önümüzdeki dönemin en önemli riskleri arasında gösterilmiştir (WEF, 2022a). Son olarak, Dünya Meteoroloji Örgütü'nün COP27 kapsamında yayımladığı "Küresel İklimin Geçici Durumu" raporunda, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının iklim değişikliğinin temel nedeni olduğu güncel verilerle ortaya konmuştur (WMO, 2022; akt. Yaylı ve Arslan, 2022).

- Atmosferdeki karbondioksit, metan ve nitroz oksit seviyeleri rekor düzeye ulaşmıştır. Sanayi öncesi dönemle karşılaştırıldığında karbondioksitte %149, metanda %262, nitroz oksitte ise %124 oranında artış gözlemlenmiştir. Isı tutma kapasitesi karbondioksite göre 25 kat daha fazla olan ve doğal kaynağı genellikle sulak alanlar olan metan gazı, önceki yıla kıyasla en büyük artışı göstermiştir.
- Sera gazı konsantrasyonlarının artışıyla küresel yüzey sıcaklığı da yükselmektedir. Ocak-Eylül 2022 dönemindeki sıcaklık, 1850-1900 yılları ortalamasının (sanayi öncesi dönem referans değeri) $1,15 \pm 0,13$ °C üzerinde seyretmiştir.
- Art arda iki yıl etkili olan La Niña(ekvatorial Pasifik'in merkezi ve doğu-ortasındaki okyanus yüzey sıcaklıklarının periyodik olarak soğumasını ifade eder) koşullarına rağmen, 2022 yılı, küresel sıcaklık açısından kayıt altına alınan en sıcak 5. ya da 6. yıl olarak değerlendirilecektir. Son sekiz yıl ise kaydedilen en sıcak yıllar arasında yer alacaktır.
- 2022 yılında, dünya genelinde hem kuraklık hem de aşırı yağışlar meydana gelmiştir. Örneğin, Hint Alt Kıtası'ndaki şiddetli yağışlar Pakistan'a kadar uzanmış ve geniş çaplı sellere yol açmıştır.
- Artan sera gazı birikimi nedeniyle dünya sistemindeki fazla enerjinin yaklaşık %90'ı okyanuslarda depolanmış ve bu durum, okyanus ısınma oranlarının son on yılda benzeri görülmemiş bir artış göstermesine neden olmuştur. Bu ısınmanın, tür kayıplarına ve ekosistem açısından kritik öneme sahip mercanların beyazlamasına yol açtığı vurgulanmıştır.
- 2022 yılında küresel deniz seviyesi yükselmeye devam etmiş, Ocak 2020'den itibaren yaklaşık 10 mm artmıştır. Bu artış, La Niña koşulları göz önüne alındığında iki yıldan kısa bir sürede gerçekleşmiştir.

- Küresel ortalama okyanus pH seviyesinde, son 26.000 yılın en hızlı düşüşü yaşanmaktadır.
- Antarktika'daki deniz buzı genişliği, 25 Şubat 2022 itibarıyla, uzun dönem ortalamasının (1981-2010) yaklaşık 1 milyon km² altına düşmüş ve 1,92 milyon km² ile şimdiye kadar kaydedilen en düşük seviyeye ulaşmıştır. Grönland buz tabakası 26 defa kütle kaybı yaşamıştır ve 2022 Eylül ayında ilk kez kar yerine yağmur yağışı görülmüştür
- İsviçre'de ise, 2021 ve 2022 yılları arasında buzul buz hacminin %6'sının kaybolduğu belirlenmiştir.
- 2022'de hissedilen ortalama sıcaklığın, sanayi öncesi dönem olan 1850-1900 yıllarında görülen ortalamanın 1,15 derece üzerinde olduğu tespit edilmiştir.
- Bu olumsuz gelişmeler dışında, hava durumunda da olağanüstü gelişmeler yaşanmıştır. Örneğin, Doğu Afrika'da görülen yağış miktarı son kırk yılda görülen yağış miktarının altında seyretmiştir. Kalıcı kuraklık vb. nedenlerden dolayı 18,4 ila 19,3 milyon insan gıda krizine maruz kalmış; Kenya, Somali ve Etiyopya'daki gıda krizi derinleşmiştir.
- Pakistan'da yaşanan sel felaketi nedeniyle 1700 kişi ölmüş ve 33 milyon kişi olumsuz yönde etkilenmiştir. 7.9 milyon kişi göç etmek zorunda kalmıştır. Güney Afrika, Küba ve güney batı Florida kasırga felaketine maruz kalmış, Madagaskar adasında kasırga ve sel nedeniyle can ve mal kaybı yaşanmıştır.
- Çin en kurak ikinci yaz mevsimini yaşamıştır. Birleşik Krallık'ta sıcaklık ilk kez 40 derecenin üzerine çıkmış ve orman yangınları görülmüştür. Ren, Loire ve Tuna gibi nehirlerde su seviyesi en düşük seviyeye ulaşmıştır.

Bu bulgular ve daha önce yayımlanmış raporlar, insan kaynaklı küresel ısınmanın önlenmesi veya yavaşlatılması gerektiğini açıkça göstermektedir. Aksi halde, iklim değişikliği dünyayı yaşanmaz bir hale getirme riski taşımaktadır. Bu durum, doğa ve canlı yaşamı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Sadioğlu ve Ağralan, 2020).

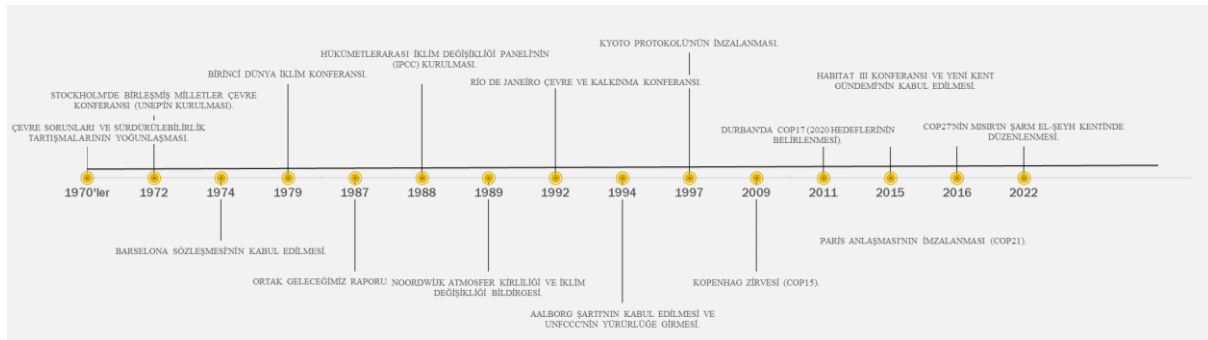
İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) ortaya koyduğu bulgulara göre, iklim krizinin yaklaşık %95 oranında insan faaliyetlerinden kaynaklandığı kabul edilmektedir. Bu krizi tetikleyen başlıca unsurlar; hızlı nüfus artışı ve kentleşme, sanayi üretimindeki yoğunlaşma, enerji tüketimindeki yükseliş, plansız yerleşimlerin yayılması, ekosistemlerin tahrip edilmesi ve sera gazı salımlarının kontrolsüz biçimde atmosfere bırakılmasıdır. Söz konusu

faaliyetlerin büyük bölümü doğrudan kentsel alanlarda gerçekleşmektedir (Tyler ve Moench, 2012; akt. Gültekin, 2021).

Kentler, iklim değişikliğinden en fazla etkilenen mekânlar arasında yer aldığı için, uyum politikalarının büyük bir kısmı da kentsel düzeyde geliştirilmektedir. İnsan faaliyetlerinin en yoğun olduğu yerleşim alanları olan kentler, iklim değişikliğinin etkilerini doğrudan hissetmektedir. Günümüzde dünya nüfusunun çoğu kentlerde yaşamaktadır ve 2050 yılı itibarıyla nüfusun 9 milyarı aşacağı, bunun yaklaşık %70'inin ise kentsel alanlarda ikamet edeceği öngörülmektedir (OECD, 2012). Bu öngörüler dikkate alındığında, kentlerin iklim değişikliğine karşı uyum sağlaması kritik bir gereklilik haline gelmektedir. Bu doğrultuda, birçok yerel yönetim iklim değişikliğine yönelik kentsel eylem planlarında uyum politikalarına yer vermekte ve uygulamaya geçirmektedir (akt. Aydın vd., 2017).

2.1.1. İklim Değişikliği Kavramının Uluslararası Gündemdeki Yeri

Sürdürülebilir kent, sürdürülebilir çevre ve iklim değişikliğiyle mücadele kavramları özellikle 1970'lerden sonra çevre sorunlarının insan yaşamını tehdit edecek boyutlara ulaşmasıyla öne çıkmıştır. Ancak çevreyi korumaya yönelik ilk girişimler daha eski dönemlere dayanmaktadır. Tarihsel olarak çevre sorunlarına ilişkin örnekler Roma döneminde rastlanmakta (Kaypak, 2012), ilk kent planlama faaliyetleri ise Orta Çağ'da surlarla çevrili yapılar içerisinde görülmektedir (Keleş, 2013). Rönesans ile başlayan aydınlanma süreci ve 18. yüzyıldan itibaren hızlanan sanayileşme, doğanın sınırsız bir kaynak olarak görülmesi anlayışıyla birleşince pek çok çevresel sorunu beraberinde getirmiştir.



Şekil 1. İklim Değişikliği Gündeminin Yükselişi

20. yüzyılın başlarında ekoloji alanındaki gelişmeler, doğanın korunmasına yönelik yaklaşımların şekillenmesini sağlamıştır. Bu dönemde Ebenezer Howard'ın "Bahçe Kent"

modeli, Clarence Perry'nin "Planlanmış Komşuluk Üniteleri" ve CIAM'ın Atina Antlaşması gibi girişimler, sürdürülebilir kentleşme açısından önemli adımlar olmuştur (Tuğaç, 2018). Yüzyılın ikinci yarısında ise çevresel sorunlar, 1952'de Londra'da yaşanan hava kirliliği nedeniyle binlerce kişinin hayatını kaybetmesi gibi olaylarla uluslararası gündeme taşınmıştır. Ayrıca Rachel Carson'ın 1962'de yayımlanan Sessiz Bahar adlı kitabı, çevre sorunlarının kamuoyunda tartışılmasına öncülük etmiştir. Henri Lefebvre'nin Kent Hakkı, Victor Olgyay'ın Design with Climate, Ian McHarg'ın Design with Nature ve Paul Ehrlich'in Nüfus Bombası gibi eserleri de kentlerdeki çevresel sorunlara dikkat çeken önemli bilimsel çalışmalar arasında yerini almıştır (Tuğaç, 2018).

1970'li yıllardan itibaren hızla artan kentleşme ve çevresel problemler, sürdürülebilirlik konusundaki tartışmaları yoğunlaştırmıştır. 1972'de Roma Kulübü tarafından yayımlanan Büyümenin Sınırları raporu, bu tartışmaların dönüm noktası olmuştur (Keleş, Hamamcı ve Çoban, 2012). Aynı yıl Stockholm'de düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı'nda Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) kurulmuş, 1974'te UNEP tarafından başlatılan "Bölgesel Denizler Programı" kapsamında ise Barselona Sözleşmesi kabul edilerek Akdeniz'in korunmasına yönelik önemli bir adım atılmıştır (MFA, 2022).

1979'da Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) ev sahipliği yaptığı Birinci Dünya İklim Konferansı, iklim değişikliğinin uluslararası ölçekte ele alındığı ilk toplantılardan biri olmuştur. 1987'de Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan Ortak Geleceğimiz raporunda ise sürdürülebilir kalkınma, "gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama kapasitesini riske atmadan, günümüzün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmıştır (Demircan ve Sezen, 2018).

İklim değişikliği konusunda kurumsal düzeyde ilk büyük adım, UNEP ve WMO tarafından kurulan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) oluşturulmasıyla atılmıştır. 1988'de Kanada'da gerçekleştirilen "Dünya Atmosfer: Küresel Güvenlikte Yeni Yaklaşımlar Konferansı"na 300'den fazla delege katılmış, 1989'da Hollanda'da düzenlenen İklim Değişikliği Konferansı ve aynı yıl Almanya'da yayımlanan Noordwijk Bildirgesi, sürecin önemli dönemeçleri olmuştur (Tekeli vd., 2010).

1990'lı yıllardan itibaren sürdürülebilir kentleşme ve iklim değişikliği ilişkisini ele alan çok sayıda rapor ve çalışma yayımlanmıştır. Robert ve Brenda Vale'in Green Architecture: Design for an Energy-Conscious Future kitabı bu dönemde öne çıkmıştır. 1992'de Rio de Janeiro'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma

Konferansı, Rio Deklarasyonu, Gündem 21 ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi gibi belgelerle sürdürülebilir kalkınma tartışmalarına önemli katkılar sunmuştur.

1994'te kabul edilen Aalborg Şartı, Avrupa kentlerinin sürdürülebilirlik anlayışını geliştirmesinde dönüm noktası olmuştur. 1992'de imzalanan ve 1994'te yürürlüğe giren BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC), 1997 Kyoto Protokolü ile somutlaştırılmış, ancak protokol gelişmiş ülkelerin yükümlülükleri yerine getirmemesi nedeniyle hedeflerine ulaşamamıştır (Şahin, 2014). 1996'da İstanbul'da düzenlenen HABITAT II Konferansı da sürdürülebilir kentler için önemli bir uluslararası adım olmuştur.

2009'daki Kopenhag Zirvesi (COP15) yeni bir bağlayıcı anlaşma üretememiştir. Ancak 2011'de Durban'da gerçekleştirilen COP17'de, 2015 yılına kadar yeni bir anlaşma hazırlanması ve 2020'de yürürlüğe girmesi kararlaştırılmıştır. Bu süreç, 2015'te Paris'te yapılan COP21'de küresel sıcaklık artışını 1,5 °C ile sınırlandırmayı ve 2 °C'nin altında tutmayı hedefleyen Paris Anlaşması'nın kabul edilmesiyle sonuçlanmıştır. Bu anlaşma, 196 ülke ve Avrupa Birliği'nin katılımıyla oy birliğiyle kabul edilmiştir (United Nations, 2017).

Paris Anlaşması'nın uygulama boyutunu desteklemek amacıyla, 2016'da Ekvador'un başkenti Kito'da düzenlenen HABITAT III Konferansı'nda "Yeni Kent Gündemi" kabul edilmiştir. Bu toplantıya 167 ülkeden yaklaşık 36 bin kişi ve 120'den fazla yerel lider katılmış, böylece yerel yönetimlerin iklim değişikliği sürecindeki rolü daha da öne çıkmıştır (ICLEI, 2016-2017; UN General Assembly, 2016).

İklim değişikliğine yönelik küresel müzakereler COP27'de (2022, Şarm El-Şeyh) devam etmiş, sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik somut hedefler ve eylemler ele alınmıştır (UNEP, 2022). Yerel yönetimlerin önemi ilk kez 2002'de Buenos Aires'te düzenlenen "Yerel Liderler İklim Zirvesi" ile güçlü biçimde vurgulanmış, 582 milyondan fazla kişiyi temsil eden yerel yöneticiler, iş dünyası ve sivil toplum temsilcileri bu toplantıda bir araya gelmiştir (ICLEI, 2022). Aynı yıl New York'ta düzenlenen Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi zirvesinde ise iklim değişikliğiyle mücadelede yerel yönetimlerin karşılaştığı zorluklar uluslararası ölçekte tartışılmıştır.

Türkiye'de iklim politikalarının gelişimi de küresel süreçlerle paralel ilerlemiştir. 1985'te "Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Viyana Sözleşmesi", 1987'de "Montreal Protokolü", 1992'de Rio Zirvesi'nde UNFCCC ve 1997'de Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Türkiye, 2015'te Paris Anlaşması'na taraf olarak iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası iş birliğine katıldığını göstermiştir. Bu süreçte ulusal düzeyde de kurumsal adımlar atılmış; İklim ve Hava Yönetimi Koordinasyon Kurulu'nun oluşturulması ile Çevre,

Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hazırlanan “İklim Değişikliği Stratejisi 2010-2023” ve “İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2011-2023” bu alandaki en önemli belgeler arasında yer almıştır (Bimay, 2022).

2.1.2. İklim Değişikliğinin Kentsel Alanda Etkileri

İklim değişikliği, her ne kadar küresel bir çevre sorunu olarak karşımıza çıksa da, etkilerinin en yoğun hissedildiği yerler kentlerdir. Kentler, milyonlarca insanın yaşam alanı olarak işlev görmekle birlikte, ekonomik, sosyal ve kültürel faaliyetlerin merkezi konumundadır. Bu yönüyle, yalnızca barınma değil, aynı zamanda insan yaşamının temel dinamiklerini şekillendiren alanlardır. Ancak günümüzde kentler, hızla artan nüfus ve yoğun kentleşme oranlarıyla dikkat çekmekte ve bu durum, doğal kaynakların plansız ve sürdürülemez bir şekilde kullanımına yol açmaktadır. Plansız kentleşme ve sanayileşme süreçleri, doğal çevre üzerinde ciddi tahribatlar yaratırken, atmosferdeki ısı ve su döngüsünü de olumsuz yönde etkileyerek iklim değişikliği bağlamında kentleri, kırsal alanlara kıyasla daha savunmasız ve kırılgan hale getirmektedir. Bu kırılganlık, kentlerde farklı şekillerde kendini göstermektedir. Artan nüfus yoğunluğu ve altyapı yetersizlikleri, iklim değişikliğinin etkilerini daha da belirginleştirmektedir. Örneğin, kentlerde ani ve aşırı sıcaklık artışları, su kıtlığı, kuraklık, deniz seviyesindeki yükselmeler, düzensiz yağışlar, sel ve taşkınlar gibi çevresel sorunlar daha sık görülmekte ve etkileri daha yıkıcı olmaktadır. Bunun yanı sıra yangınlar, fırtınalar ve kasırgalar gibi doğa olayları da kentsel alanlarda büyük hasara yol açmaktadır. Bu durum, kentlerdeki yaşam kalitesini düşürmekle kalmayıp, ekonomik ve sosyal yapıyı da ciddi şekilde sarsmaktadır. Sonuç olarak, iklim değişikliği kentler üzerinde çok boyutlu etkiler yaratmaktadır. Bu etkiler, yalnızca çevresel sorunlarla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda insan sağlığı, altyapı sistemleri, ekonomik faaliyetler ve sosyal yaşam üzerinde derin izler bırakmaktadır.

Farklı çalışmalar kapsamında yapılan değerlendirmeler sonucunda ortaya çıkan iklim değişikliğinin kentsel alanlar üzerindeki temel etkilerini şu şekilde sıralamak mümkündür (Balaban,2012)(Hunt ve Watkiss,2007).

- Deniz seviyesinde yükselme ve gel-gitlerde artış
- Aşırı hava olayları ve bunlara bağlı ortaya çıkan altyapı hasarı
- Sıcak hava dalgaları ve yüksek sıcaklıklar
- Hava kirliliği ve düşük hava kalitesi

- Su kıtlığı ve su kirliliği
- Artan ortalama sıcaklıklardan ve aşırı hava olaylarından kaynaklanan sağlık üzerindeki etkiler (sıcak ve soğuğa bağlı ölüm, gıda ve su kaynaklı hastalık, virüsle bulaşan hastalık)
- Enerji kullanımı üzerindeki etkiler (ısıtma ve soğutma, su için enerji)
- Turizm ve kültürel miras üzerindeki etkiler
- Kentsel biyoçeşitlilik üzerindeki etkiler

Tablo 2. İklim Değişikliğinin Etkileri

Sağlık	-Dezavantajlı gruplarda görülen çeşitli rahatsızlıklar, yaralanma ve can kayıpları -Sıcak hava dalgaları nedeniyle artan hastalık ve ölüm oranları. -Hava kirliliğinin artışıyla solunum yolu hastalıklarında artış. -Sel ve taşkın sonrası su kaynaklı hastalıklar (ör. kolera). - Psikolojik sorunlar ve stresin artması. - Temiz suya erişim imkanlarının azalması
Sosyal Yaşam	- Toplumlar arası eşitsizliklerin derinleşmesi (ör. hassas gruplar daha çok etkilenir). - Göç ve nüfus hareketliliği (iklim göçmenleri) ve kıtlık kaynaklı huzursuzluk ve çatışmalar - Altyapının zarar görmesiyle sosyal hizmetlere erişimde sorunlar. - Sosyal,tarihi ve kültürel alan ve yapıların zarar görmesi - Tarım,ormancılık ve turizmde gerileme - Gıda Kıtlığı - Barınma alanı kaybı ya da hasar görmesi
Ekonomi	-Enerji kullanımının artması, -Altyapının zarar görmesi, -Taşınmazlarda oluşan hasar ve kayıp, -İş alanlarının kaybı -Kıyı ve denizcilik faaliyetlerinde gerileme ve ekonomik faaliyetlerinde düşüş, -Üretim maliyetlerinde artış, -Artan gıda fiyatları
Çevre	-Soğutma ihtiyacının artmasıyla aşırı enerji kullanımı ve artan sera gazı salınımı -Kıyıdaki alanların sular altında kalması ve toprak kaybı, -Kullanılabilir tatlı su kaynaklarına tuzlu su karışımı -Biyoçeşitlilikte bozulma, -Kuraklık ve Su Rezervlerinde Azalma -Aşırı hava olayları (düzensiz yağış sonucu oluşan sel ve taşkınlar, artan sıcaklıklar sonucu oluşan orman yangınları vb.) -Doğal karbon yutaklarının kaybı

Görüldüğü üzere iklim değişikliği kent ve kent sakinlerini çevreden ekonomiye, sağıktan sosyal yaşama çeşitli boyutlarda olumsuz yönde etkilemektedir. Dünyadaki toplam karbon salınımının %75'inin kent kaynaklı olduğu bilinmektedir. Üstelik bu oranın fosil yakıt kullanımının devam etmesi halinde 2050 yılında üç kat artış göstermesi beklenmektedir. Kentlerin karbon salımları içerisindeki payları kentlerin iklim değişikliğine olan etkisini gözler önüne sermektedir (IPCC.2022).

Kentler yapılaşma ve ulaşım gibi iklim değişikliğine neden olan başlıca insan kaynaklı etkenleri barındırmakta, kentlerin hızlı büyümesi iklim değişikliğinin boyutunu artırmakta ve dolayısıyla doğal afetleri de beraberinde getirmektedir (EEA Report,2012). Özellikle 21. yüzyılda iklim değişikliği nedeniyle doğal afetlerin sıklığı ve şiddeti artmış, bu durum şehir yaşamını olumsuz etkilemiştir. IPCC ve diğer çalışmalar, iklim değişikliğine bağlı olarak meydana gelen afetlerin %90'a yakınının aşırı hava olaylarıyla ilişkili olduğunu ve son yıllarda bu olayların sayısının arttığını vurgulamaktadır (UNDRR ve CRED, 2020). Son yıllarda giderek artan şiddette ve sıklıkta meydana gelen iklim değişikliği kaynaklı doğal afetler, özellikle kentleri etkilemekte ve kentlerde yaşamı giderek zorlaştırmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak doğal afetler içerisinde en sık görülen doğal afet türü sellerdir ve son dönemlerde sel afeti dünyada geniş yer tutmakta, iklim değişikliği nedeniyle sellerin etkisinin 3 kat artacağı düşünülmektedir (Luo vd, 2015). 2019 yılında sel ve taşkınlar, dünya genelinde yaklaşık 46 milyar dolarlık ekonomik kayıp ve 4,500 kişinin ölümüne yol açmıştır (WEF, 2022). Seller dünyada insanları etkileyen en yaygın doğal risklerden biri olarak gösterilmektedir. Dünya nüfusunun %19'unun (1.47 milyar insan) 100 yılda bir önemli bir sel riskine maruz kaldığı bilinmektedir (Rentschler ve Salhab,2020). Aynı zamanda 2000-2019 yılları arasında dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin %44'ü (3254 adet) sel afetidir (CRED&UNDRR,2020).

2.1.3. Tezin Ana Konusu Kapsamında; Sel ve Taşkın

Sel, büyük su kütlelerinin kontrolsüz şekilde akması ve yayılması sonucu meydana gelen sık görülen doğal afetlerden biridir. İklim değişikliği, yağış rejimlerini değiştirerek aşırı yağışların sıklaşmasına ve dolayısıyla sel ve taşkınların artmasına yol açar. Yüksek sıcaklıklar, havadaki su buharını yoğunlaştırarak daha fazla yağışa neden olabilir (Chang & Franczyk, 2008). Şiddetli yağışların kentlerde plansız yapılaşmayla birleşmesi ise sel olaylarının sıklığını, büyüklüğünü ve yayılma alanını artırır (Dale, 1997). Toprağın suya

doyum noktası, yağışın yoğunluğu ve toprak nemi gibi faktörler ani sellerin oluşumunu etkiler (Bektaş).

Kentleşme ve altyapı sorunları kentleşmenin su taşkınları üzerindeki etkisi oldukça belirgindir. Hızlı kentleşme, suyun doğal yollarla toprağa sızmasını engeller ve taşkın riskini artırır. Kentleşme sonucu azalan bitki örtüsü, terleme-buharlaşma dengesini değiştirir ve bu da yağış rejimini etkiler. Ormansızlaşma ve arazi kullanımındaki değişiklikler yüzey akışını artırır; ormanlık alanların restorasyonu bu akışları azaltmada önemlidir (Chang & Franczyk, 2008). Bradshaw vd. (2007) geliştirmekte olan 56 ülkede 1990-2000 yılları arasında büyük ölçekli havzalarda yaptığı inceleme sonucunda, doğal ormanlık alanlarda %10'luk bir azalmanın sel sıklığını %4-28 oranında artırdığını tespit etmiştir. Toplam yağış alanında su geçirmez yüzey oranlarının %10-20 sınırı aşıldığında, yüzey akışlarının ciddi oranda arttığı tespit edilmiştir (Schueler, 1994).

Kentler genişledikçe ve doğal alanlar yerleşime açıldıkça, beton ve asfalt kaplamalar yüzeylerin geçirimsiz hale gelmesine ve sel riskinin artmasına neden olur. Yanlış yerleşim kararları, tarım alanlarının arsa haline getirilmesi, kıyıların doldurulması ve akarsu yataklarının iskâna açılması bu riskleri daha da artırır (EEA Report, 2012). Drenaj sistemlerinin yetersizliği ve altyapı eksiklikleri, taşkınların daha büyük sorunlara yol açmasına neden olmaktadır (World Bank, 2011)

İklim değişikliği sonucu yağış rejimlerinin değişmesi, kentlerde aşırı yağış kaynaklı sel olaylarının artmasına yol açmaktadır. Küresel ısınmanın etkisiyle 2060 yılına kadar bir milyar kişinin sel riski altındaki şehirlerde yaşayacağı öngörülmektedir. Sel ve taşkınların sıklığı, yoğun yağışlar, ani kar ve buz erimeleri gibi iklim değişikliği kaynaklı olaylar nedeniyle artış göstermektedir (World Bank, 2011). Bu durum, iklim değişikliği ve insan kaynaklı etkilerin birleşmesiyle sel olaylarının daha sık ve yıkıcı olmasına sebep olmaktadır (Şenol Balaban, 2016).

Korunması Doğal alanların kentleşme ve insan müdahaleleri ile değişmesi, sel riskini artıran temel unsurlardandır (Chang ve diğerleri, 2020). Yeşil alanların kaybı ve geçirimsiz yüzeylerin artması, yağmur sularının toprağa sızmasını önleyerek taşkın riskini yükseltir. Yanlış arazi kullanım kararları, taşkın alanlarının işgali, altyapının bakımsızlığı ve yeşil alanların yok olması gibi faktörler sel riskini daha da artırır (Kadioğlu, 2011; Şahin ve Sipahioğlu, 2002).

Sel afetleri, kentlerde hem sosyal hem de ekonomik etkiler yaratmaktadır. Kentlerdeki yoğun nüfus, kontrolsüz gelişme ve iklim değişikliğine bağlı sıcaklık değişimleri birleşerek

can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Dünya genelinde afet kaynaklı ölümlerin önemli bir bölümünü depremler oluştururken, seller ikinci sırada yer almaktadır. The Human Cost of Disasters: An Overview of the Last 20 Years (2000–2019) raporuna göre, bu dönemde afetlerin yaklaşık %23'ü sellerden kaynaklanmış ve dünya genelinde milyonlarca insan doğrudan etkilenmiştir (UNDRR & CRED, 2020). Bu bulgular, özellikle hızla kentleşen bölgelerde iklim değişikliğini ve artan su baskınlarını dikkate alan planlama yaklaşımlarının gerekliliğini açıkça göstermektedir.

Zhao vd, tarafından 2016'da San Antonio (Teksas) Nehri havzasında yapılan "Peak Flows" çalışması, geçmiş ve gelecekteki arazi örtülerini birleştirerek 2020-2049 ile 2070-2099 dönemleri için iklim senaryolarını karşılaştırmıştır (Zhao vd, 2016). Çalışma, kentsel geçirimsiz yüzeylerin artması durumunda yıllık pik akış seviyelerinin birinci dönemden ikinci döneme %47,25 oranında artabileceğini ortaya koymuştur. Araştırmanın en dikkat çekici sonucu, kentsel gelişme ve iklim değişikliğinin birlikte etkisiyle yıllık pik akış seviyelerinde 2070-2099 döneminde, 2020-2049'a göre %58,16 oranında bir artış yaşanabileceğidir. Ayrıca, iklim değişikliği kaynaklı belirsizliklerin, kentleşmeye kıyasla üç kat daha fazla olacağı belirlenmiştir.

Dünya Bankası'nın yaptığı bir araştırmaya göre (World Bank, 2011) sel ve taşkınların ortaya çıkışında etkili olan başlıca faktörler şunlardır:

- Doğal çevrenin tahrip edilmesi (Kadioğlu, 2012),
- Doğal kaynakların aşırı ve bilinçsiz tüketilmesi (Şahin ve Sipahioğlu, 2002),
- Taşkın alanlarının yerleşim ve ulaşım amaçlı işgal edilmesi,
- Kentlerin uygun olmayan bölgelerde genişlemesi,
- Yanlış arazi kullanım kararları ve yetersiz imar uygulamaları,
- Kanalizasyon ve yağmur suyu tahliye sistemlerinin bakım ve temizliğinin yetersiz kalması,
- Yeşil alanların azalması ve geçirimsiz yüzeylerin artması,
- Kuru dere yataklarının bakımının yapılmaması,
- Menfez kesitlerinin yaya ve taşıt geçişleri için değiştirilmesi.

Tüm bu etkenler, sel afetlerinin etkilerini artırmaktadır.

Sel hasarlarının artışı yalnızca iklim değişikliği ile değil, aynı zamanda kentsel sistemlerdeki dönüşümlerle de ilişkilidir (Özcan, 2006). Doğal alanların yapılaşma ve insan müdahaleleri ile değiştirilmesi, sel risklerini daha da yükseltmektedir (Chang vd., 2020).

Kentlerdeki yoğun nüfus ve plansız büyüme, küresel ısınmayı tetiklemekte; küresel ısınma iklim değişikliğine yol açmakta; iklim değişikliği ise sıcaklık ve yağış rejimlerini değiştirmektedir. Yağış rejimlerindeki bu değişimler, sel ve su baskınlarını artırarak ciddi can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Kısacası, hem iklim değişikliği hem de hızlı kentleşme, sel ve taşkınların sıklığını ve şiddetini artıran temel etkenlerdir. Bu nedenle, şehirlerin iklim değişikliğine karşı dirençli hale getirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde taşkın riskinin, arazi kullanım planlaması gibi önleyici stratejilerle yönetilmesi gerekirken; birçok bölgede taşkın alanlarında sanayi, ticaret ve konut gelişiminin devam etmesi, iklim değişikliğinin etkisiyle birlikte taşkınları daha dinamik bir risk haline getirmiştir. Japonya ve Hollanda gibi ülkeler, taşkın kontrolüne yönelik büyük yatırımlarla önemli ölçüde koruma sağlamaktadır. Ancak düşük gelirli ülkelerde bu tür yatırımların yetersizliği, risk altındaki bölgelerin korunmasını güçleştirmektedir. Örneğin, Tayland'da 2011'de yaşanan Chao Phraya Nehri taşkını, etkileri bakımından neredeyse büyük depremler ya da tropikal siklonlarla karşılaştırılabilecek düzeyde yıkıcı olmuştur.

İsviçre Reasürans'ın 2012'de yayımladığı araştırmaya göre, sel riski en yüksek ülkeler arasında Çin, Brezilya, Rusya ve Hindistan öne çıkmaktadır. Güneydoğu Asya'da ise Myanmar, Laos ve Kamboçya nehir taşkınlarından en çok zarar gören ülkeler arasında yer almaktadır. Sel riski yalnızca düşük gelirli ülkelerle sınırlı değildir; yüksek gelirli ülkeler de önemli ekonomik kayıplar yaşamaktadır. Örneğin, Birleşik Krallık'ta sellerin neden olduğu yıllık ekonomik kayıp ortalama 250 milyon dolar iken, 2012'de yaşanan taşkınlarda bu rakam yaklaşık 1,8 milyar dolara ulaşmıştır. İngiltere'de yaklaşık 2,4 milyon mülkün herhangi bir yılda nehir veya kıyı taşkını riski altında olduğu tahmin edilmektedir (UNDRR, 2015a).



Şekil 2. Türkiye Sel-Taşkın Tehlike Haritası (DAKİK. (2020).

İklim değişikliğinin etkilerinin giderek daha belirgin hale geldiği günümüzde, hidro-meteorolojik afetler dünya genelinde artış göstermekte ve ciddi sosyo-ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu afetler arasında yer alan sel ve taşkın olayları, ani ve yıkıcı etkileriyle özellikle düşük kotlu, nehir havzalarında yer alan yerleşim alanları için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Türkiye, coğrafi konumu, topografik yapısı, akarsu rejimleri ve düzensiz yağış rejimi nedeniyle sel ve taşkın riski açısından yüksek potansiyele sahip ülkelerden biridir (AFAD, 2020).

2.2. İklim Değişikliği ile Mücadele

İklim değişikliği, dünya genelinde her geçen gün etkilerini daha fazla hissettiren küresel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunun çözümü için gerekli olan stratejilerin büyük bir kısmı, kentlerin yapısına ve işleyişine bağlıdır. Kentler, dünya nüfusunun önemli bir bölümünü barındırmakta ve sera gazı emisyonlarının büyük bir kısmını üretmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliği ile mücadelede kent odaklı çözümler geliştirmek, sürdürülebilir bir gelecek için kritik bir öneme sahiptir.

Tablo 3. İklim Değişikliği ile Mücadele Yöntemleri (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)

İklim Değişikliği İle Mücadele	Alt Başlıklar	Detaylar
Politikalar	Uyum	İklim değişikliğine karşı adaptasyon süreçleri, direnci artıran politika ve uygulamalar.
	Azaltım	Sera gazı emisyonlarını azaltma ve düşük karbon teknolojileri kullanımı.
Yol Gösterici Yaklaşımlar	Ekolojik Ayak İzi	İnsan faaliyetlerinin doğa üzerindeki etkilerini ölçen araçlar; karbon, su, enerji tüketimi analizleri.
	Kent Metabolizması	Kentlerin kaynak kullanımı ve atık üretim süreçlerinin dengelenmesine odaklanan yaklaşım.
Kent Odaklı Çözümler	Kompakt Kent (Compact City)	Dikey yapılaşma, arazi kullanımının yoğunlaştırılması, sürdürülebilir ulaşım ve enerji verimliliği sağlamak için tasarlanmış şehirler.
	Ekolojik Kent / Eko Kent (Ecological City / Eco City)	Doğal çevreyi koruyan, biyolojik çeşitliliği artıran ve sürdürülebilir kaynak kullanımı sağlayan kent modelleri.
	Yeşil Kent (Green City)	Doğal alanların korunması, enerji verimliliği, biyolojik çeşitliliğin artırılması, sürdürülebilir kentleşme.
	Düşük Karbonlu Kent (Low Carbon City)	Karbon emisyonlarını minimize eden, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve sürdürülebilir ulaşım çözümleri sunan kentler.
	Yavaş Kent (Slow City)	Yerel değerleri koruyan, sakin ve kaliteli bir yaşam odaklı kentler.
	Akıllı Kent (Smart City)	Teknoloji ve veri odaklı yönetim sistemleri; enerji verimliliği, akıllı ulaşım, yenilikçi altyapılar.
	Yaşanabilir Kent (Liveable City)	Yüksek yaşam kalitesi, sağlık, eğitim, güvenlik ve sosyal imkanları sunan, insan odaklı tasarımlarla şekillendirilmiş şehirler.
	Dirençli Kent (Resilience City)	Doğal afetlere, iklim değişikliğine ve diğer krizlere karşı esneklik ve direnç geliştiren kent modelleri.

2.2.1. Uyum ve Azaltım

Kentler, son elli yıl içinde iklim değişikliğinin yol açtığı çeşitli çevresel sorunlarla karşı karşıya kalmıştır. Bu sorunlara yönelik yerel, ulusal ve küresel ölçekte yapılan çabalara rağmen; sınırlı ekolojik kaynaklar, değişen arazi kullanımı, demografik dönüşümler, sosyo-ekonomik etkiler ve mekânsal yapıdaki değişiklikler gibi kriz alanları ortaya çıkmaktadır. Öte yandan, kentlerin ekonomik istikrarı, sürekli büyüme eğilimleri, çekiciliği ve yaşam kalitesi de bu süreçte tartışılan konular arasında yer almaktadır (Solecki vd., 2013). Ayrıca, krizler, sürdürülebilirlik temelli kentlerde bile çevresel, sosyal ve ekonomik sorunların

artmasına sebep olmaktadır. İklim değişikliğinin etkileri, küresel sosyo-ekonomik sistemlerin kırılganlığını artırırken, kentlerin bu sistemlere olan bağımlılığı ve hassasiyeti de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu nedenle iklim değişikliğiyle mücadelede farklı stratejiler geliştirilmiştir. Küresel ölçekte alınacak önlemler, aktörler kim olursa olsun iki temel başlık altında ele alınmaktadır: birincisi, sera gazı salımlarının, özellikle karbondioksit emisyonlarının azaltılması; ikincisi ise iklim değişikliğinin yol açtığı olumsuz etkiler karşısında uyum sağlanmasıdır (Bimay, 2022).

Moss ve arkadaşları (2001), uyum ve azaltım göstergelerini; yerleşim ve altyapı, gıda güvenliği, toplum sağlığı, ekosistem, su kaynakları, ekonomik kapasite, insan kaynakları, çevresel uyum kapasitesi ve zaman-mekân boyutları altında sınıflandırmışlardır. Bu başlıklar kapsamında, azaltım politikaları özellikle arazi kullanımı, enerji üretimi, atık yönetimi, sanayi ve ulaşım sektörlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının düşürülmesini hedeflemektedir. Uyum politikaları ise kentlerin gelecekte iklim değişikliğine bağlı belirsiz durumlara karşı sosyo-ekonomik ve ekolojik düzenlemeler geliştirmesini amaçlamaktadır (UN-HABITAT, 2014).

Kentlerin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden korunabilmesi için, kendi uyum stratejilerini belirlemeleri, uygun politika ve önlemleri uygulamaya koymaları ve iklim değişikliği ile uyumlu standartlara sahip plan ve altyapı yatırımlarını hayata geçirmeleri gerekmektedir. Bu süreçte, yerel yönetimlerin yönetim mekanizmalarına aktif katılımının sağlanması, finansal ve teknolojik kapasitenin güçlendirilmesi ve yeni kent modellerinin coğrafi ve kültürel koşullara uygun olarak uygulanması büyük önem taşımaktadır (İğci ve Çobanoğlu, 2019).

2.2.2. Yol Gösterici Yaklaşımlar: Ekolojik Ayak İzi ve Kent Metabolizması

Kentler, günümüzde büyük çekim merkezleri haline gelmiş ve bu durum, daha yoğun insan göçüne ve artan arazi kullanımına yol açmıştır. Artan kentleşme, çevresel kaynaklar üzerinde baskıyı yükselterek gezegenin sınırlarını zorlayan sorunlar yaratmaktadır. Özellikle ortalama sıcaklıklardaki yükselme ve ısı dalgaları gibi aşırı iklim olayları, toprak verimliliğinin azalmasına, biyolojik çeşitliliğin kaybına, su kaynaklarının azalmasına ve tarımsal üretimde düşüşe neden olmaktadır. Bu durum, kentlerin enerji tüketimi ve sera gazı

emisyonlarının büyük bir kısmını oluşturmakta ve sürdürülebilir yerleşim planlamasını zorunlu kılmaktadır (Bimay, 2022).

Yoğun arazi kullanımı, kentsel iklim değişikliği uyumu açısından başlıca sorunlardan biridir (Landsberg, 1981). Bu bağlamda, Ekolojik Ayak İzi kavramı öne çıkmaktadır. Ekolojik Ayak İzi, bireylerin, kurumların ve hükümetlerin kaynak tüketimini Dünya'nın biyolojik yenilenme kapasitesi ile karşılaştıran bir ölçüttür. Kaynak açığı yaşayan ülkeler, dünyanın diğer bölgelerindeki orman, tarım ve tatlı su kaynaklarına bağımlı hale gelmektedir. Bu nedenle, kaynak yönetimi ve geleceğe yönelik planlama için ekolojik ayak izi hesaplamaları kritik bir araç olarak değerlendirilmektedir (Çetinkaya, 2013).

Ekolojik ayak izi değerlendirmeleri, bireylerin tüketim alışkanlıklarını ve yaşam tarzlarını karbon ayak izi, gıda üretimi, orman kullanımı, balıkçılık ve yerleşim alanı gibi bileşenler üzerinden incelemektedir. Bu hesaplamalar, doğal kaynak talebinin biyolojik kapasiteyi aşp aşmadığını belirleyerek, sürdürülebilirlik açısından alınması gereken önlemlere ışık tutmaktadır. Günümüzde dünya, ekolojik açıdan aşırı tüketim seviyesinde bulunmakta ve kaynak talebi gezegenin biyokapasitesini aşmaktadır. Bu nedenle, iklim değişikliğiyle mücadelede ekolojik ayak izinin azaltılması hayati öneme sahiptir.

Kent Metabolizması kavramı, ilk kez Karl Marx tarafından 1883 yılında, sanayileşmenin toplumsal ve çevresel etkilerini açıklamak amacıyla kullanılmıştır (Zhang, 2013). Wolman (1965), bir ABD şehrinin kentsel metabolizmasını inceleyen öncü çalışmasında, kente giren malzeme ve enerjinin nasıl kullanıldığını ve sistemdeki dönüşümü göstermiştir. Daha sonra Brüksel ve Hong Kong'da yapılan çalışmalar, kenti bir ekosistem olarak ele alarak kaynak kullanımını ve üretim süreçlerini açıklamıştır. 2008'den itibaren dünya genelinde dikkat çeken bu kavram, hem sosyo-ekonomik gelişimi hem de çevresel sürdürülebilirliği dengelemeye çalışan hükümetler için bir araç haline gelmiştir. (Bimay, 2022).

Kent metabolizması, kentsel ekosistemlerdeki girdi, depolama, dönüşüm ve çıktı süreçlerini yıl bazlı izleyerek kaynak tüketimi ile atık üretimi arasındaki ilişkiyi ortaya koyar (Hendriks vd., 2000). Bu yaklaşım, mal, hizmet ve enerji akışlarının sosyal, ekonomik ve çevresel bağlamda incelenmesine olanak sağlar (Codoban ve Kennedy, 2008; Weizs ve Steinberger, 2010).

Sonuç olarak, ekolojik ayak izi ve kent metabolizması yaklaşımları, kentlerdeki insan faaliyetlerinin çevresel etkilerini görünür kılarak, politika yapımcılar ve yöneticiler için sürdürülebilir stratejiler geliştirmede rehberlik etmektedir.

2.2.3. Kent Odaklı Çözümler

İklim değişikliği, kentlerin gelişmişlik düzeyinden bağımsız olarak tüm dünyayı etkileyen en kritik küresel sorunlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu çerçevede, son yıllarda iklim değişikliğiyle mücadele ve sürdürülebilir kentleşmeyi sağlamak amacıyla farklı kent modelleri geliştirilmiştir (Bimay, 2022). Bu modeller arasında kompakt kent (compact city), ekolojik/eko kent (ecological/eco city), yeşil kent (green city), düşük karbonlu kent (low carbon city), yavaş kent (slow city), akıllı kent (smart city), yaşanabilir kent (liveable city) ve dirençli kent (resilience city) öne çıkmaktadır.

Kompakt kent modeli, 1950'lerden itibaren dağınık kentleşmeye alternatif olarak geliştirilmiş ve 1990'lardan sonra sürdürülebilirlik perspektifiyle ele alınmıştır (Tallon, 2010). Bu modelde yaşam alanları birbirine yakın konumlanmakta ve kent, merkezi bir yapının etrafında yoğunlaşmaktadır. Böylece kırsal alan korunmakta ve kent içi ulaşım ile enerji tüketimi azalırken yaşam kalitesi artmaktadır (Jabareen, 2006). Kompakt kent politikaları; kentsel yenileme, kent merkezlerinin yeniden canlandırılması, tarım alanlarının korunması, yüksek yoğunluklu yapılaşma, karışık arazi kullanımı, toplu taşıma teşviki ve konut-iş-dinlenme alanları arasında kısa mesafeler sağlanması gibi stratejileri içermektedir (Breheny, 1997; akt. Tosun, 2013).

Eko kentler, 1980'lerden itibaren kentleşmenin doğal kaynaklar üzerindeki baskısını azaltmak ve iklim değişikliğine uyumu desteklemek amacıyla ortaya çıkmıştır (Koçan ve Alp, 2006). Richard Register'in 1987'de yayınladığı Ecocity Berkeley: 'Building Cities For A Healthy Future' kitabı, eko kentlerin ilk kuramsal çerçevesini sunmaktadır (Lehmann, 2010). Bu kentler, doğal kaynakların korunmasını, atık yönetimini, enerji ve su tasarrufunu önceliklendirerek ekolojik sürdürülebilirliği hedeflemektedir (Çetinkaya, 2013; Premalatha vd., 2013).

Yeşil kentler, tarihsel süreçte iklim değişikliğine uyum ve sürdürülebilirlik çerçevesinde önemli bir model olarak gelişmiştir (Lehmann, 2010). Bu kentler, yeşil altyapılar, parklar ve yeşil çatılar aracılığıyla ekosistem hizmetlerini destekleyerek yaşam kalitesini artırmaktadır (Emecen ve Erdem, 2019; Zimmerman vd., 2016). 2000'li yıllarda, binaların karbon salımının toplamda %40'ı oluşturması, planlama ve enerji politikalarının öncelik kazanmasına yol açmıştır. Bu süreçte C40 İnisiyatifi gibi uluslararası girişimler, düşük karbonlu kent hedeflerini desteklemiştir (Aygün ve Kocabaş, 2011).

Yavaş kentler (Cittaslow), küreselleşmenin yarattığı homojenleşmeye karşı yerel kimlik ve yaşam kalitesini koruma amacıyla ortaya çıkmıştır (Radstrom, 2011; Toplu, 2012). Bu model, estetik, yerel üretim ve kültürel değerleri ön plana çıkararak, kentlerin sağlıklı ve özgün yapısını sürdürmeyi hedeflemektedir (Mayer ve Knox, 2007; Radstrom, 2005; akt. Ak, 2017).

Akıllı kentler, 1990'ların başından itibaren bilişim teknolojilerinin kent yönetimine entegre edilmesiyle ortaya çıkmıştır (Anthopoulos, 2017). Bu model, iletişim ağları, sensör teknolojileri ve veri temelli yönetim sistemleri aracılığıyla kentsel hizmetlerin etkinliğini artırmayı ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamayı amaçlamaktadır (Clarke, 2013; Ekici, 2022). Ulaşım, konut, altyapı ve çevre alanlarındaki akıllı uygulamalar, iklim değişikliğine karşı kentlerin direncini yükseltmektedir.

Dirençli kentler, gelecekte ortaya çıkabilecek şok ve krizlere karşı yapısal ve işlevsel olarak esnek olabilen kentlerdir (Colucci, 2014). Sürdürülebilirlik ve dirençlilik birbirini tamamlayan kavramlar olup, kentsel dirençlilik sosyal, ekonomik, fiziksel ve çevresel boyutlarda risklerin yönetilmesini kapsamaktadır (Loo ve Leung, 2017; Davis, 2018). Bu riskler, doğal afetlerden enerji krizlerine veya gıda güvenliği sorunlarına kadar geniş bir yelpazeyi içermektedir (Zhang ve Li, 2018; Özer, 2018).

Özetle, iklim değişikliği ile mücadele ve sürdürülebilir kentleşme günümüzün öncelikli sorunları arasında yer almaktadır. Kompakt kent, eko kent, yeşil kent, düşük karbonlu kent, yavaş kent, akıllı kent ve dirençli kent gibi modeller, kentlerin çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilirliğini artırmayı hedeflemekte; doğal kaynakların korunması, yaşam kalitesinin yükseltilmesi ve yerel kimliklerin korunması gibi stratejileri bir araya getirmektedir. Bu modellerin entegre uygulanması, daha yaşanabilir, dayanıklı ve sürdürülebilir kentlerin oluşumuna önemli katkılar sağlayacaktır. Yerel yönetimler, topluluklar ve bireylerin iş birliği, bu sürecin başarısı için belirleyici olacaktır.

2.3. Dirençli ve Kırılgan Kent

2.3.1. Dirençlilik

Dirençlilik (resilience), beklenmedik olaylar karşısında bir sistemin, yapının veya toplumun kendini toparlama, krizlere rağmen hayatta kalma ve yeniden yapılandırma kapasitesini ifade eder. İlk olarak 1950'li yıllarda, çocukların olumsuz yaşam koşullarına

karşı gösterdiği direnci anlamak amacıyla psikoloji alanında kullanılmıştır (Petzold ve Muller, 2002). Zamanla, bu kavram ekoloji, mühendislik, sosyal bilimler ve şehir planlama gibi birçok disiplinde geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Alexander, 2000).

Dirençlilik, bir sistemin değişime ya da ani olaylara dayanma, kendini yeniden düzenleme ve gelişimi sürdürme yeteneği olarak tanımlanır (Balsas, 2012). Bu bağlamda, yalnızca kriz anında hayatta kalma değil, aynı zamanda uyum sağlama ve dönüşme kapasitesini de kapsar. Christopher ve Peck (2004) dirençliliği, beklenmedik durumlara hızlı bir şekilde tepki verme, belirsiz ortamlarda avantaj sağlama ve istikrarı koruyarak devamlılığı sürdürebilme yeteneği olarak tanımlar.

Ekolojist Holling (1973), dirençliliği ekosistemlerin değişime karşı gösterdiği esneklik ve adaptasyon yeteneği olarak kavramsallaştırmıştır. Doğal sistemlerin krizler ve şoklar karşısında kendini yeniden yapılandırabilme kapasitesi bu kavramın temelini oluşturmaktadır. 1980'ler ve 1990'larda, dirençlilik sosyal bilimlerde ve toplumsal yapılar üzerinde de uygulanmaya başlanmıştır. Adger (2000), toplumsal dayanışma ve sosyal yapılar üzerinden dirençliliğin toplumların krizlere nasıl yanıt verdiğini incelemiştir.

20. yüzyılın sonlarına doğru, şehirlerin büyümesi ve karmaşıklığı, sadece fiziksel altyapılarıyla değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerle de etkileşim içinde olan şehirlerin krizlere karşı direnç geliştirme gerekliliğini ortaya koymuştur (Batty vd., 2012). Bu bağlamda, kentsel dirençlilik kavramı, şehirlerin karmaşık risklere ve tehditlere karşı nasıl daha dayanıklı hale gelebileceğini incelemek için geliştirildi. İlk olarak 2000'lerin başında, şehirlerin çevresel, ekonomik ve sosyal tehditlerle başa çıkabilme yeteneği olarak tanımlandı (Meerow vd, 2016).

1990'ların sonlarında, doğal afetler ve iklim değişikliği gibi çevresel tehditlerin şehirler üzerindeki etkisi artmaya başladı. Bu süreç, şehirlerin çevresel şoklar ve afetler karşısında dirençliliğini artırma ihtiyacını gündeme getirdi (Wilbanks ve Kates, 1999). Ayrıca, 2008 Küresel Finansal Krizi, şehirlerin ekonomik dirençliliğinin önemini gözler önüne serdi. Şehirlerin ekonomik şoklara karşı nasıl dayanıklı olabileceği üzerine daha fazla araştırma ve uygulama gerçekleştirildi, bu da ekonomik dayanıklılığın kentsel dirençliliğin ayrılmaz bir parçası olduğunu gösterdi (Rose, 2004).

Toplumsal dayanışma ve sosyal yapılar da kentsel dirençliliğin kritik unsurları arasında yer almaktadır. Toplumsal ağların güçlendirilmesi ve halkın kriz yönetimi süreçlerine katılımı, şehirlerin daha dayanıklı hale gelmesinde önemli bir rol oynar (Aldrich, 2012). 2000'lerin başından itibaren, kentsel planlama ve politika geliştirme süreçlerinin,

şehirlerin krizlere daha hazırlıklı olmasını sağlamak amacıyla kentsel dirençliliği artırmada oynadığı rol daha da belirgin hale geldi (Neuman ve Kolb, 2009).

Son yıllarda, akıllı şehir teknolojileri ve veri analitiği gibi teknolojik yenilikler, şehirlerin çeşitli tehditlere karşı daha etkili çözümler geliştirmesine yardımcı olarak kentsel dirençliliği artırmada önemli bir araç haline gelmiştir (Graham ve Marvin, 2001). Bunun yanı sıra, politik ve yönetsel destek de dirençlilik stratejilerinin hayata geçirilmesi açısından kritik bir rol oynar. Şehir yönetimlerinin bu stratejilere verdiği destek, krizlere daha etkili bir hazırlık yapılmasını sağlar (Comfort vd., 2004).

Eğitim ve toplumsal farkındalık da kentsel dirençliliğin artırılmasında önemli unsurlardır. Halkın kriz yönetimi ve risk bilinci konularında eğitilmesi, şehirlerin krizlere karşı hazırlıklı olmasına katkıda bulunur (Gordon vd., 2024). Gelecekte, kentsel dirençliliğin teknolojik yenilikler, toplumsal katılım ve etkili planlama ile daha da gelişeceği öngörülmektedir. İklim değişikliği ve diğer küresel tehditlere karşı daha entegre çözümler geliştirilmesi de önemini koruyacaktır (Meerow vd., 2016).

Sonuç olarak, dirençlilik kavramı ekosistemlerden toplumsal yapılara ve şehirler üzerindeki uygulamalara kadar geniş bir tarihsel gelişim süreci içinde evrilmiştir. Kentsel dirençlilik, şehirlerin karşılaştığı karmaşık tehditlere karşı daha dayanıklı hale gelme yollarını araştıran bir alan olarak gelişmiştir (Adger, 2000; Holling, 1973; Batty vd., 2012). Şehirlerin karmaşıklığı ve karşı karşıya kaldığı riskler, dirençliliğin önemini daha da artırmakta, bu alandaki anlayış ise sürekli olarak gelişmektedir (Rose, 2004; Wilbanks ve Kates, 1999).

2.3.2. Kentsel Dirençlilik

Dirençlilik, farklı disiplinlerde çeşitli anlamlar ve içeriklerle ele alınmaktadır. Örneğin, psikoloji alanında dirençlilik, bireylerin stres ve travmatik olaylar karşısında sağlıklı bir şekilde tepki verme ve uyum sağlama kapasitesi olarak tanımlanır. Bu, bireylerin zor koşullara rağmen ruhsal ve duygusal sağlıklarını koruyabilme becerisini ifade eder (Rutter, 1987). Ekolojide ise dirençlilik, ekosistemlerin dış baskılar veya bozulmalar karşısında kendini yenileyebilme ve denge durumuna geri dönebilme yeteneği anlamına gelir (Holling, 1973). Bu bağlamda, dirençlilik ekolojik sistemlerin sürdürülebilirliği açısından kritik bir kavramdır. Mühendislik ve şehir planlama alanlarında dirençlilik, bir yapının veya sistemin hasar gördükten sonra işlevini sürdürebilmesi ya da kısa sürede

toparlanabilmesi olarak ele alınır (Cutter, 2016). Bu perspektifte dirençlilik, mevcut zorluklara karşı koymayı ve gelecekte ortaya çıkabilecek tehditlere karşı hazırlıklı olmayı gerektirir.

Günümüzde dünya nüfusunun büyük bir kısmı kentlerde yaşamaktadır ve kentler çoğunlukla insan kaynaklı olumsuz etkilerin meydana geldiği yerlerdir (Da Silva ve Morera, 2015). Artan kentleşme, kentlerin iklim değişikliği, doğal afetler ve diğer çevresel tehditlere karşı kırılgan hale gelmesine yol açmaktadır. Bu nedenle, kentlerin dayanıklılığını artırmak ve bu tür olaylara karşı hazırlıklı hale getirmek önemlidir.

Kentsel dirençlilik, bir kentin, maruz kaldığı şoklara ve streslere karşı direnme, bu olaylardan hızlı bir şekilde toparlanma ve kendini yeniden organize etme kapasitesidir. Campanella ve Godschalk (2011) bu durumu, “Kentler yıkım gibi etmenlerden bile yeniden organize olma yeteneğine sahip olağanüstü dirençli ortamlardır” şeklinde ifade etmiştir. Bu bağlamda kentsel dirençlilik, kentlerin kriz durumlarında esneklik gösterme, mevcut altyapıyı koruma ve gelecekte benzer olaylarla başa çıkma kapasitesini geliştirme sürecidir.

Kentsel sistemler, çok sayıda etkileşimli bileşenden oluşur. Bu karmaşıklık, şehirlerin karşılaştığı tehditlere karşı dirençliliklerini etkiler. Şehirlerin altyapısı, toplumsal yapısı ve ekonomik sistemleri, bu karmaşıklığı oluşturmaktadır ve dirençlilik kavramını anlamada önemli bir rol oynamaktadır (Batty vd., 2012).

Kentsel dirençlilik, şehirlerin ekonomik, sosyal ve çevresel şoklara karşı gösterdiği dayanıklılığı ifade eder. Bu kavram, şehirlerin krizlere ve belirsizliklere karşı nasıl daha dirençli hale getirilebileceğini anlamak için geliştirilmiştir. Bu, şehirlerin altyapısını güçlendirmek, toplumsal dayanışmayı artırmak ve çevresel riskleri yönetmek gibi unsurları içerir (Meerow vd., 2016).

Ekonomik dirençlilik, şehirlerin ekonomik şoklara karşı koyma kapasitesidir. Bu, işsizlik oranlarının artışı, ekonomik krizler ve piyasa dalgalanmaları gibi unsurları içerir. Ekonomik dirençlilik, şehirlerin iş gücü, girişimcilik ve finansal kaynaklar gibi faktörlere dayanır (Rose, 2004). Sosyal dirençlilik, şehirlerin sosyal yapılarının ve toplumsal ilişkilerinin krizler karşısında dayanıklılığıdır. Bu, toplumsal eşitsizlik, sosyal uyum ve toplumsal ağların güçlendirilmesi gibi faktörleri içerir. Sosyal dayanışma, şehirlerin şoklara karşı daha dirençli hale gelmesinde kritik bir rol oynar (Aldrich, 2012). Çevresel dirençlilik, şehirlerin çevresel değişimlere ve doğal afetlere karşı gösterdiği dayanıklılıktır. İklim değişikliği, sel ve diğer doğal afetler bu bağlamda ele alınır. Şehirlerin çevresel dirençliliği,

sürdürülebilirlik uygulamaları ve ekosistem hizmetlerinin korunması ile desteklenir (Wilbanks ve Kates, 1999).

Şehirlerin fiziksel altyapısı, dirençlilik kavramının temel unsurlarından biridir. Altyapı, su arıtma tesisleri, elektrik şebekeleri ve ulaşım sistemleri gibi unsurları içerir. Bu altyapının güçlendirilmesi ve modernizasyonu, şehirlerin çeşitli tehditlere karşı daha dayanıklı hale gelmesini sağlamaktadır (Barro, 2003).

Kentsel planlama ve yönetim, dirençliliğin artırılmasında kritik bir rol oynar. Planlama süreçleri, şehirlerin gelecekte karşılaşılabilecekleri riskleri öngörme ve bu risklere karşı stratejiler geliştirme sürecini içerir. Etkili bir kentsel planlama, şehirlerin krizlere daha hazırlıklı olmasını sağlamaktadır (Neuman ve Kolb, 2009). Toplumsal katılım, şehirlerin dirençliliğinin artırılmasında önemli bir faktördür. Yerel halkın karar alma süreçlerine dahil edilmesi, şehirlerin karşılaştığı sorunlara daha etkin çözümler üretilmesine yardımcı olur. Toplumsal katılım, şehirlerin krizlere karşı dayanıklılığını güçlendirir (Putnam, 2000). Eğitim ve farkındalık, şehirlerin dirençliliğini artırmada önemli bir rol oynar. Halkın kriz yönetimi, acil durum planlaması ve risk bilinci konularında eğitilmesi, şehirlerin krizlere karşı daha hazırlıklı olmasını sağlamaktadır (Gordon vd., 2024).

Risk yönetimi, şehirlerin karşılaşılabileceği çeşitli tehditleri önceden belirleyerek bu tehditlere karşı stratejiler geliştirmeyi içerir. Etkili risk yönetimi, şehirlerin kriz durumlarına daha hızlı ve etkili bir şekilde yanıt vermesini sağlar (Mitchell, 2003). Kentsel dirençlilik en genel anlamıyla yaşanan sorunlardan hızla normale dönebilme kapasitesidir. Kentsel sorunların etkisini minimumda tutmak veya mümkünse önlemekse doğrudan risk azaltma kavramını karşımıza çıkarmaktadır (Özer, 2018).

TDK'nın Güncel Türkçe sözlüğünün tanımına göre kent “ nüfusunun çoğu ticaret, sanayi, hizmet veya yönetimle ilgili işlerle uğraşan genellikle tarımsal etkinliklerin olmadığı yerleşim alanı, kent, site. “ olarak tanımlanmaktadır.

Kentler dünya nüfusunun yaklaşık yarısını barındıran, ülkelerin gayri safi milli hasılasına yüksek düzeyde katkı veren ve istihdamın yoğunlaştığı alanlardır (Sanchez vd., 2017) . 2008 yılı itibariyle dünya nüfusunun yarısından fazlası kentlerde yaşamaktadır (Fischer vd. 2016). Birleşmiş Milletler verilerine göre 2016 yılı itibariyle de dünya nüfusunun %54.5'i kentsel yerleşimlerde yaşamaktadır. 2030 yılı itibariyle kentsel yerleşimlerde yaşayan nüfusun oranının %60 civarına çıkması beklenmekte ve ayrıca her üç kişiden birinin beş yüz binin üzerindeki kentlerde yaşaması öngörülmektedir. 2016 yılı itibariyle 512 kentin nüfusu bir milyon ve üzerindeyken 2030 itibariyle bir milyon ve üzeri

kent sayısının 612'ye yükselmesi beklenmektedir. On milyon ve üzeri nüfusa sahip olan ve mega kent olarak adlandırılan yerlerin sayısı ise 2016'da 31 iken 2030'da 41'e yükselmesi beklenmektedir.

Bir milyonla beş milyon arasındaki kentlerin sayısı ise 2016 itibariyle 436 iken beş yüz bin ila bir milyon arasında nüfusa sahip kentlerin sayısı 551'dir. 2030 itibariyle bir milyon ile beş milyon arasında nüfusa sahip kentlerin sayısı 559'a beş yüz bin ila bir milyon arasında nüfusa sahip kentlerin sayısının da 731'e çıkması beklenmektedir.

Bu hızlı kentleşme süreci ve megakentlerin artışı hemşehriler üzerinde sürdürülebilirlikle ilgili zararlı sonuçlar doğurabilmektedir (Mapar vd, 2017). Büyük nüfus birikimlerine sahip olan kentlerin, gelişmekte olan ya da az gelişmiş ülkelerde yoğunlaşması altyapı, ulaşım ya da birçok kentsel hizmet açısından yetersizliklerin ve yaşam kalitesi düşüklüklerinin görüldüğü yaşam alanlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Kentleşmeyi sadece nüfus hareketi olarak görmemek gerekir. Kentleşme toplumsal, siyasal ve ekonomik sonuçlar doğurabileceğinden bu sonuçların nedenlerini de irdelemek gerekir (Keleş,2015). Kentsel alanların büyümesiyle kentsel nüfus da artmaktadır. Bu durum giderek artan kentsel sorunları beraberinde getirmektedir. Barınma ihtiyacının kalitesiz ve standartlara uygun olmayan biçimde giderilmeye çalışılması, altyapının ve ulaşımın yetersiz kalması, yaşam kalitesinin düşüklüğü kentlerde riskleri belirginleştirmektedir.

Bunlara ilaveten kentlerin karşılaştıkları afetler ve afet riskleri de kentsel riskler kategorisindedir. Birleşmiş milletlere göre, 2014 itibariyle üç yüz bin nüfusun üzerindeki 1692 kentin 944'ü (%55.85) siklon, sel, toprak kayması, kuraklık, deprem ve volkan patlaması afetlerinden en az birini yüksek oranda yaşama riskine sahiptir.

2.3.3. Risk ve Risk Azaltma

Bir olayın belirli koşul ve ortamlarda doğurabileceği can, mal, ekonomik ve çevresel gibi değerlerin kaybının gerçekleşme olasılığı risk olarak tanımlanmaktadır. Risk, tehlikenin oluşma olasılığı ve muhtemel şiddetiyle ilgili olduğundan zarara uğrayacak ve hasar görecektir unsurlara ilişkin zarar görülebilirlik analizi yapmak gerektiği ifade edilmektedir(Kadıoğlu, 2011). Ulrich Beck ve Antony Giddens çağdaş toplumun gereklerini dikkate alarak risk toplumu modelini önermektedir (Ekberg,2007). Risk toplumunun parametreleri riskin her yerde olabilmesi, risklere ilişkin zaman içerisinde farklılaşan kabuller, risk tanımlarının

yaygınlaştırılması, riske dönüşen durumlar, risk ve güven ve risk politikası olarak belirlenmiştir.

Dirençlilik teorisi dikkate alındığında doğa ve insanlığın birlikte gelişmesi ve birbirlerini etkilemelerini sosyo-ekolojik sistem olarak anlamamız gerektiği ifade edilmektedir.

Eskiden risklerin yavaş gelişen ve tahmin edilebilir olduğu ancak küreselleşme dönemiyle birlikte ani ve hızlı gelişen nitelikte olduğu için kentin uyum sağlama kapasitesini tehdit etmektedir (Panagopoulos vd, 2018). Kentlerin yavaş gelişen olaylar kadar ani gelişen olaylara da hazırlıklı olması beklenir. Şok niteliğindeki olayları belki tahmin etmek güçleşmektedir fakat önemli olan normal olan duruma dönmek için en akılcı tercihin ne olması gerektiği üzerine düşünülmesinin gerekliliğidir (Sanchez vd., 2017). Bu süreçte afet yönetimi terminolojisinin öğrettiği risk azaltma kavramı karşımıza çıkmaktadır. Risk azaltma aşamasında önemli olan riskleri önceden tahmin ederek zararı asgari de tutabilmektir. Diğer bir deyişle risklerin toplum üzerindeki etkilerini en aza indirebilmek ya da ortadan kaldıracabilmektir (Atlı,2006). Bu risklerin ortadan tamamen kaldırılması için de risk analizleri hazırlamak ve bunları sürekli güncel tutmak gereklidir (Ekşi, 2015). Risk azaltma da üç ana çerçeve karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; öncelikle risklerin önlenmesi, önlenemiyorsa makul düzeylerde tutulması ve risklerin transfer edilmesidir.

Afet yönetiminden elde edilen tecrübeyle toplumda karşılaşılan sosyal, siyasal, kültürel, ekonomik, çevresel vb. Riskleri en aza indirebilmek amaçlanmaktadır. Bu da hiç şüphesiz planlama, öngörebilme, sağlıklı veri, sağlıklı analiz ve yorumlama, teknolojinin olanaklarından istifade etme, geçmiş tecrübelerden yararlanma ve en kötüsüne hazırlıklı olma temellerinde yükselecektir. Çünkü risk azaltma ve dirençliliğin artırılması günümüzde birlikte düşünülmektedir.

2.3.4. Kırılgenlik/ Zarar Görebilirlik

Kırılgenlik (Vulnerability), genellikle “zarar görebilirlik” olarak da ifade edilmektedir. Bu kavram, bireylerin, toplumların, servet unsurlarının ve sistemlerin, çeşitli tehlikeler karşısında ne ölçüde hassas olduklarını belirleyen fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel faktörler tarafından şekillendirilen durumları ifade eder (UNISDR, 2017). Bir başka tanıma göre kırılgenlik, olası bir olayın meydana gelmesi durumunda toplumun karşılaşılabileceği ölüm, yaralanma, hasar, yıkım ve diğer kayıp ve zararların bir ölçütü olarak

tanımlanmaktadır (AFAD, 2014). Bu bağlamda, farklı tür ve büyüklükteki tehlikeler karşısında bireylerin ve yaşam ortamlarının maruz kalabileceği fiziksel, toplumsal, ekonomik ve çevresel zararların düzeyi kırılganlık olarak ele alınmaktadır (AFAD, 2014). Kadioğlu (2011) ise kırılganlığı, tehlikelerin yol açabileceği sonuçlara ne derecede maruz kalındığıyla ilişkilendirmektedir.

Kırılganlık, aynı zamanda dirençlilikle de doğrudan bağlantılı olup, uyum sağlama kapasitesiyle ilişkilendirilmektedir (Joyce vd., 2018). Bu bağlamda kırılganlık/zarar görebilirlik üç ana bileşene ayrılmaktadır: fiziksel zarar görebilirlik (bireylerin fiziksel durumlarından kaynaklı riskler), sosyal zarar görebilirlik (toplumun zarar görme olasılığını tahmin edebilme ve bunlarla başa çıkabilme kapasitesi) ve ekonomik zarar görebilirlik (ekonomik kapasitenin etkilenmesiyle bağlantılı riskler) (Şen, 2017).

Megakentlerin kırılganlığı, üç ana risk kategorisinden etkilenmektedir: tekil ve ani tehlikeli olaylar, uzun süreli kronik zarar veren olaylar ve küresel ölçekte meydana gelen değişimler (Sapountzaki, 2014).

Kentlerin hedeflediği kentsel dirençlilik, risklerin azaltıldığı, ortadan kaldırıldığı veya yönetilebilir düzeye indirildiği bir durumu ifade eder. Bu gerekliliklerin karşılanmaması durumunda kentler kırılgan hale gelir ve çeşitli risklere karşı savunmasız konuma düşer.

2.3.5. Uluslararası Kuruluşlar ve Dirençli Kentler

Günümüzde iklim değişikliği, hızlı kentleşme, doğal afetler ve sosyoekonomik eşitsizlikler gibi küresel sorunlar, kentlerin sürdürülebilirliği ve dirençliliğini önemli bir gündem maddesi haline getirmiştir. Bu sorunlarla mücadelede uluslararası kuruluşlar, belirledikleri stratejiler, eylem planları ve iş birlikleriyle kentlerin risklere karşı daha hazırlıklı ve dayanıklı hale gelmesini amaçlamaktadır. Birleşmiş Milletler (BM), Dünya Bankası, Avrupa Birliği (AB), OECD gibi kuruluşlar, dirençlilik çerçevesinde risk azaltma, kentsel dönüşüm, afet yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma konularında önemli adımlar atmakta ve kapsamlı politika önerileri sunmaktadır. Bu bölümde, uluslararası kuruluşların dirençli kentler yaratma konusundaki çabaları ve çeşitli zirvelerde ortaya konan eylem planları ele alınacaktır.

Birleşmiş Milletler (BM), II. Dünya Savaşı sonrasında uluslararası barışı korumak, hak, eşitlik ve insan haklarını tesis etmek amacıyla 1945 yılında kurulmuştur. Zaman içinde BM, çevre sorunlarından çocuk haklarına, kalkınmadan afetlere kadar geniş bir yelpazede

dünya sorunlarının tartışıldığı bir platform haline gelmiştir. Ancak, BM'in aldığı kararların bağlayıcılığının olmaması, etki gücünü azaltan bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Özellikle iklim değişikliğiyle ilgili sözleşmelerin uygulanmasında bu durum belirgin bir şekilde hissedilmektedir (Özer,2018).

BM, afetlerin yol açtığı risklere dikkat çekmek, gelişmekte olan ülkelerdeki can, mal, sosyal ve ekonomik kayıpları azaltmak ve afetlere ilişkin farkındalığı artırmak amacıyla 1990-1999 yıllarını 'Uluslararası Doğal Afet Zararlarının Azaltımı On Yılı' (DAZAOY) olarak ilan etmiştir. Bu kapsamda, 1994 yılında Japonya'nın Yokohama kentinde DAZAOY konferansı düzenlenmiştir. Konferansta, afetlerin neden olduğu zararların ve yoksulluğun arttığına, toplumların daha kırılgan hale geldiğine vurgu yapılmış; bu bağlamda hazırlık ve risk azaltma aşamalarının önemi vurgulanmıştır. Risk azaltma, risk analizi ve risk yönetimi gibi kavramlar öne çıkarılmıştır.

2005 yılında Japonya'nın Kobe kentinde düzenlenen Afet Risklerini Azaltma Dünya Konferansı'nda 2005-2015 yılları arasında uygulanacak olan Hyogo Eylem Planı ortaya konmuştur (Afet Risklerinin Azaltılması Dünya Konferansı, 2005). Hyogo Deklerasyonu, toplumların ve milletlerin dirençliliğini artırmak için risk azaltmada sakınım, hazırlıklılık, acil müdahale ve iyileşme süreçlerinin yanı sıra insan merkezli erken uyarı sistemleri ve risk değerlendirme eğitiminin entegre, proaktif ve çok sektörlü yaklaşımlarla inşa edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Kalkınma planlarında risk azaltmaya önem verilmesi gerektiği, dirençlilik ve risk azaltma kültürünün bireysel düzeyden uluslararası düzeye kadar tüm alanlarda öne çıkarılması gerektiği belirtilmiştir (Hyogo Deklarasyonu, 2005). Hyogo Çerçeve Eylem Planı, 168 ülke tarafından kabul edilmiş ve üç stratejik hedef ile beş eylem önceliği belirlenmiştir.

Stratejik hedefler arasında; afetleri önleme, etkilerini hafifletme, afetlere hazırlıklılık ve zarar görebilirliği azaltma konularının bütün düzeylerde sürdürülebilir kalkınma politikalarıyla entegrasyonu, yerel topluluklar başta olmak üzere dayanıklılığın geliştirilmesine katkıda bulunacak kurumların ve mekanizmaların güçlendirilmesi, risk azaltma yaklaşımlarının acil durum hazırlığı, müdahale ve yeniden yapılandırma programlarına sistematik olarak dâhil edilmesi yer almaktadır. Eylem öncelikleri ise; afet risklerinin azaltılmasını sağlamaya yönelik güçlü bir kurumsal temel oluşturulması, risk tanıma, değerlendirme, gözlemlene ve erken uyarının geliştirilmesi, bilgi, yenilik ve eğitimi kullanarak dayanıklılık ve güvenlik kültürünün inşa edilmesi, sorunların temelindeki risk

unsurlarının azaltılması ve etkili bir müdahale için afet hazırlığının güçlendirilmesi şeklindedir.

Hyogo Çerçeve Eylem Planı, risk azaltma temeline dayanarak oluşturulmuştur. 1992’de Brezilya’nın Rio kentinde yapılan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nın 20. yıl dönümünde, dünya ülkeleri 20 yılın değerlendirmesini yapmak üzere bir araya gelmiştir. Zirvenin sonunda İstedğimiz Gelecek Deklerasyonu ilan edilmiştir. Bu deklarasyonda, iklim değişikliği ve afetler karşısında dirençliliğin artırılması, kentsel dirençliliğin iyileştirilmesi, şehir planlamasında risk azaltma ve dirençliliğin dikkate alınması gibi konular vurgulanmaktadır.

Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi, üçüncü Birleşmiş Milletler Dünya Afet Risklerinin Azaltılması Konferansı’nın ardından 2015-2030 dönemini kapsayacak şekilde BM Genel Kurulu tarafından kabul edilmiştir. Bu çerçeve, Hyogo Çerçeve Eylem Planı’na ek olarak onun devamı niteliğindedir. Sendai Çerçevesi, afet riskini anlama, yönetme, dirençlilik için yatırım yapma, etkin müdahale ve iyileştirme ile rehabilitasyon süreçlerinde ‘daha iyisini inşa etmek’ gibi dört öncelik belirlemektedir. Genel olarak, risklerin azaltılması ve dirençliliğin artırılması, bu metinlerde en nihai hedef olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi, BM’in Binyıl Kalkınma Hedefleri’nin üzerine inşa edilmiştir. Binyıl Kalkınma Hedefleri, 2015 yılına kadar yoksulluk, açlık, hastalıklar, toplumsal cinsiyet eşitsizliği ve sağlık hizmetlerine erişim gibi birçok konuyu ele almıştır. Binyıl Kalkınma Hedefleri kısmen başarılı olmuş olsa da tam anlamıyla hedeflerine ulaşamamıştır. Bu nedenle, daha kapsamlı olan Sürdürülebilir Kalkınma İçin 2030 Gündemi, 2015 yılının Eylül ayında kabul edilmiştir. Bu gündem, özellikle gelişmekte olan ülkelerde risk azaltma kapasitelerinin güçlendirilmesine odaklanmaktadır. 11. Hedef, ‘şehirlerin ve insan yerleşimlerinin kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılınması’ olarak belirlenmiştir.

Ekvador’un Quito kentinde düzenlenen HABITA-III Zirvesi sonucunda, Yeni Kentsel Gündem olarak adlandırılan bir deklarasyon ortaya çıkmıştır. Bu deklarasyonda, kapsayıcı, insan haklarının temel değer olduğu, ayrımcılığın olmadığı, sağlıklı, güvenli, ulaşılabilir ve uygun maliyetli, dirençli ve sürdürülebilir kentlerin inşa edilmesi hedeflenmektedir. Dirençlilik, bu deklarasyonun ana eksenlerinden biridir. Dirençli kentsel alanlar yaratma çerçevesinde konutların, kentsel ekonominin ve altyapının dirençliliği gibi alt başlıklar ele alınmıştır; ayrıca sektörel önerilere de yer verilmiştir.

Dünya Bankası, dirençli kentler konusunda çalışan uluslararası kuruluşlar arasında yer almaktadır. Kentsel dirençliliğin temel noktası olarak afet risklerini yönetmeyi ve iklim değişikliğini görmektedir. Bu bağlamda Kentsel Dirençlilik Programı (City Resilience Program) yürürlüğe konmuştur. Program, özellikle iklim ve adalet riskleri konularında kent yönetimlerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Avrupa nüfusunun yaklaşık %70'i kentlerde yaşamaktadır. Bu nedenle, Avrupa Birliği'nin (AB) kentleri göz ardı eden bir politika izlemesi beklenemez. Avrupa Kentsel Gündemi, üç ana başlık altında şekillenmektedir: daha iyi düzenleme, daha iyi uygulamalar için finansman kaynaklarının belirlenmesi, desteklenmesi ve bilgi temelli yaklaşımlarla iyi uygulamaların paylaşılması. AB'nin kentlere ilişkin temel stratejisi olan Yeni Kentsel Gündem, dolaylı olarak kentlerin dirençli hale gelmesine katkı sağlamaktadır. İşbirliği temelli yaklaşımlar, HABITAT III ile uyum sağlanması ve kentler arasındaki sosyo-ekonomik farkların azaltılması, dirençli kent parametreleriyle uyumlu stratejiler olarak öne çıkmaktadır.

OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) de dirençli kentler üzerine yoğun bir şekilde çalışan uluslararası bir kuruluştur. Dirençli kentleri, gelecekteki şoklar için önleme, iyileşme ve hazırlık yeteneğine sahip kentler olarak tanımlamaktadır. Sürdürülebilir kalkınmayı, esenlik ve kapsayıcı büyümeyi sağlayan kentlerin yanı sıra dört ana konu başlığında dirençliliği ele almaktadır, bunlar; ekonomi, yönetim, toplum ve çevredir. Ekonomi alanı endüstrinin çeşitliliği, büyümeyi sağlamak için dinamik ekonomi, inavasyonun oluşması için uygun ortamın varlığı, insanların istihdam, eğitim, hizmetler ve eğitime erişim alt başlıklarına sahiptir. Yönetim alanı ise liderlik ve yönetim, liderler tarafından alınan stratejik ve entegre kararlar, doğru becerilere sahip kamu sektörü ve devletin açık ve şeffaf olmasıdır. Toplum alanı ise toplumun kapsayıcı ve uyumlu olması, toplumdaki vatandaşların ağlarının aktif olması, komşuluğun güvenli olması ve vatandaşların sağlıklı yaşama sahip olmasıdır. Çevre alanı ise ekosistemin sağlam ve çeşitli olması, altyapıların temel ihtiyaçları karşılaması, yeterli doğal kaynakların varlığı ve alan kullanımına ilişkin uyumlu politikanın varlığıdır. Ayrıca OECD dirençliliği ölçmek için de bu alanlar için parametreler geliştirmiştir. Örneğin ekonomi alanı için GSMH oranı, işsizlik, start-up ve başarısız girişim sayısı, çalışanların yaş ve cinsiyetleri, yönetim alanı için sivil toplum örgütleri, kamu çalışanları ve ulus altı yönetimlerin sayısı, toplum alanı için yaş ve cinsiyete göre göç, yoksulluk seviyeleri, hanehalkı geliri, hizmetlerden 500 m uzaklıkta yaşayan nüfusun oranı gibi veriler dirençliliği ölçmek için kullanılmaktadır.

OECD'ye göre kentleri dirençli kılan yedi önemli özellik; uyum sağlama, dayanıklılık, yedekli olmak, esneklik, kaynaklara sahip olmak, kapsayıcı ve bütünleşik (entegre) olmaktır (Özer,2018 ; OECD, 2016). Dirençli kentlerin dikkate alması gereken birinci husus dirençli olmanın bir süreç olduğu gerçeğini göz önünde bulundurmalarıdır. Dirençliliğin devamı için sürekli iyileştirmeler yapılması gerekir. İkinci husus, dirençliliğin yaşanabilirlik bakışı içinde değerlendirilmesidir. Bu bağlamda dirençlilik politikaları çevrenin bozulmasını engellemeye, yoksulluk ve eşitsizlikle mücadeleye katkı sağlamalıdır (Conseil de l'Europe,2012 , akt. Şengül ve Altıntaş,2022)

2014 yılında Kolombiya'nın Medellin kentinde gerçekleştirilen 7. Dünya Kent Forumu'nda, BM, Dünya Bankası, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR), Inter-American Development Bank (IDB), Rockefeller Foundation, 100 Resilient Cities, C40 Cities Climate Leadership Group, ICLEI-Local Governments for Sustainability ve Cities Alliance tarafından 'Medellin Kentsel Dirençlilik İçin İşbirliği' taahhüdü açıklanmıştır. Bu taahhüt, kentlerin dirençliliğinin artırılması amacıyla iklim değişikliği, doğal afetler, sosyoekonomik olaylar ve hızlı kentleşme gibi durumlara karşı daha dirençli olmaları için gerekli bilgi ve finansal kaynakların akışını hızlandırmayı hedeflemektedir.

Rockefeller Foundation tarafından kurulan 100 Dirençli Kent hareketi, kentleri etkileyen çok sayıda sorunu ele almaktadır. Kentler, iklim değişikliğinden siber saldırılara kadar geniş bir sorun yelpazesıyla karşı karşıyadır. 100 RC, dirençliliği, bireylerin, toplumların, kurumların, iş dünyasının ve sistemlerin karşılaştığı sorunlara dayanıklılık ve uyum sağlama kapasitesi olarak tanımlamaktadır. 100 RC hareketinin temel rehber belgesi olan City Resilience Framework (Dirençli Kent Çerçevesi), sağlık ve zindelik, ekonomi ve toplum, altyapı ve çevre, liderlik ve strateji gibi unsurları kentsel dirençlilik bağlamında ele almaktadır.

Dirençli kentlerin oluşturulması, günümüz dünyasının karşılaştığı karmaşık ve çok boyutlu sorunlarla başa çıkabilmek için hayati bir önem taşımaktadır. Uluslararası kuruluşlar tarafından geliştirilen stratejik planlar, eylem çerçeveleri ve iş birlikleri, kentlerin afetlere, iklim değişikliğine ve diğer risklere karşı dayanıklılığını artırmayı hedeflemektedir. Birleşmiş Milletler'in öncülüğünde Hyogo ve Sendai gibi çerçevelerle başlatılan çalışmalar, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle birleşerek küresel ölçekte kentlerin geleceğini yeniden şekillendirmektedir. Aynı şekilde OECD, Dünya Bankası, Avrupa Birliği ve diğer aktörler, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla dirençliliği entegre bir yaklaşım olarak ele almakta ve somut uygulamalar sunmaktadır. Bu bağlamda, uluslararası iş birliği ve yerel

uygulamaların güçlü bir şekilde entegre edilmesi, sürdürülebilir, kapsayıcı ve dirençli kentlerin inşası için kritik bir adımdır. Kentlerin gelecekteki risklere karşı dayanıklılığını artırmak, sadece bugünün sorunlarına çözüm üretmekle kalmayıp, gelecek nesiller için de güvenli ve yaşanabilir şehirler oluşturmayı sağlayacaktır.

2.3.6. Türkiye ve Dirençli Kentler

İklim değişikliği, küresel ölçekte bir sorun olmasına rağmen etkileri kentlerde daha yoğun şekilde hissedilmektedir. TÜİK'in 2021 verilerine göre Türkiye nüfusunun %93,2'si şehirlerde yaşamaktadır. Artan sera gazı emisyonları ve buna bağlı sıcaklık yükselmeleri; sel, taşkın, kuraklık gibi doğal afetlerin yanı sıra orman yangınlarının sıklık ve şiddetinde ciddi artışlara yol açmaktadır. Bu durum, Türkiye'de 30 büyükşehir, 51 il ve 1391 ilçe belediyesinin hizmet verdiği 84 milyonu aşkın insan için iklim değişikliğine uyum ve kentlerin direnç kapasitesinin artırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadelesi, uluslararası platformlarda attığı adımlarla başlamıştır. 1992'de Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (BMİDÇS) dâhil olan ülkemiz, 2004 yılında sözleşmeye taraf olmuştur. Özel koşulları nedeniyle Ek-I ülkeleri arasında yer almasına karşın emisyon sınırlama yükümlülüğü bulunmamaktadır. Türkiye, 2009 yılında Kyoto Protokolü'nü imzalamış, Paris Anlaşması'nı ise 2016'da "gelişmekte olan ülke" statüsünde imzalamış ve 2021'de yürürlüğe koymuştur. Bu anlaşma, küresel sıcaklık artışının 2°C'nin altında tutulmasını hedeflemekte ve ülkeleri farklılaştırılmış sorumluluklar çerçevesinde mücadeleye çağırmaktadır.

Ulusal düzeyde Türkiye, iklim değişikliği ile ilgili yükümlülüklerini politika ve stratejilerle desteklemektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, iklim politikalarının koordinasyonunda öncü rol üstlenmektedir. Bu çerçevede "Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik" gibi düzenlemeler hayata geçirilmiş, Anayasa'nın 56. maddesi ve 5090 sayılı Çevre Kanunu ise çevre sağlığının korunmasını devlet ve vatandaşların ortak sorumluluğu olarak tanımlamıştır.

Türkiye'nin kalkınma planları da iklim değişikliği konusunu uzun yıllardır gündemde tutmaktadır. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005) ile sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik politikalar başlatılmış, Dokuzuncu Plan (2007-2013) döneminde Ulusal Eylem Planı oluşturulmuştur. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve afet yönetimine odaklanmış, On Birinci Plan (2019-2023) ise gıda

güvenliği, suyun etkin kullanımı ve tarımsal verimlilik gibi somut hedefleri ön plana çıkarmıştır.

Türkiye ayrıca stratejik belgelerle çalışmalarını desteklemektedir. Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2023), emisyon azaltımı, uyum, finansman ve kapasite geliştirme alanlarında kısa ve uzun vadeli hedefler belirlemektedir. İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2023) ise su yönetimi, tarım, biyolojik çeşitlilik ve afet risk yönetimi gibi alanlarda detaylı hedefler sunmaktadır. Yerel düzeyde, Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı (KENTGES), sürdürülebilir kentleşme ve iklim dostu mekânsal planlamayı amaçlamaktadır.

Kentlerin iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolü önemlidir. Türkiye'deki 30 büyükşehir belediyesinden 19'u sera gazı envanter çalışmalarını tamamlamış; Ankara, İzmir, Antalya ve Bursa gibi şehirler, yerel eylem planlarıyla enerji verimliliği, yeşil alanların artırılması ve afet risk yönetimi konularına odaklanmıştır. Konya Büyükşehir Belediyesi ise 2007'den beri Dünya Belediye Başkanları İklim Değişikliği Konseyi'ne (WMCCC) üye olarak bu alanda öncülük yapmaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye hem uluslararası taahhütleri yerine getirmeyi hem de ulusal ve yerel düzeyde iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmayı hedeflemektedir. Hızlı kentleşme, nüfus artışı ve sanayileşme gibi dinamikler, iklime dayanıklı ve sürdürülebilir kentlerin oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda enerji tüketiminin azaltılması, karbon ayak izinin düşürülmesi ve doğal kaynakların etkin yönetimi kritik öneme sahiptir. İklim değişikliğiyle mücadele, devlet, yerel yönetimler, sanayi ve bireylerin ortak sorumluluğuyla başarıya ulaşabilir.

2.3.7. Dirençli Kent Olmanın Yolları

İklim değişikliği kentlerin konumlarına göre farklı sonuçlar doğurabilmektedir. Direncin sağlanması için yerel şartların değerlendirilmesi ve yeni çözüm yollarının bulunması kentlere bağlı olarak değişmektedir (Arslan,2022). İklim değişikliğine yönelik olarak kentlerde dirençliliği sağlamak için aşağıdaki çözüm önerilerinin dikkate alınması önerilmektedir (Tuğaç,2022 ve Değirmenci vd.,2022):

- Kentlerin iklim değişikliğinden ne düzeyde etkileneceği etki, kırılganlık ve risk analizlerinin yapılması ile tespit edilmesi
- Kırılgan grupların tespit edilmesi

- Yerel paydaşları sürece dâhil etmek
- Yerel İklim Değişikliği Eylem Planlarının ve Afet Eylem Planlarının hazırlanması ve uygulanması
- Doğa temelli çözümler ve yeşil altyapıların yaygınlaştırılması, arazi kullanımının doğru yapılması
- Su yönetiminin etkili bir şekilde uygulanması
- Yerel yönetimlere iklim eylem planının ve afet eylem planının uygulanmasına ilişkin finansman kaynakların sağlanması
- Kentlerde yeşil dönüşümün ve istihdamın sağlanması için yeniliklerin teşvik edilmesi
- Yeşil tedarik zinciri sisteminin kurulması
- Geri dönüşüm ve atık yönetimi bağlamında döngüsel ekonominin geliştirilmesi
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması
- Kompakt kentleşme ve yeşil ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi

Kentsel dirençliliği sağlamak ve artırmak için uygulanabilecek yöntemler arasında risk değerlendirmesi en başta gelmektedir. Risk değerlendirmesi, kentteki hangi bölgelerin ve toplulukların en fazla tehlike altında olduğunu belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu süreç, olası tehlikelerin ve bu tehlikelere maruz kalma durumlarının tespit edilmesiyle gerçekleştirilmektedir (Cutter, 2003). Kentsel dirençliliği değerlendirmek ve artırmak için geliştirilen yöntemler, şehirlerin hangi alanlarda zayıf olduğunu ve bu zayıflıkları nasıl giderebileceğini belirlemek açısından büyük bir önem taşımaktadır.

Dirençliliğin doğru bir şekilde ölçülmesi, iklim değişikliğinin etkilerine karşı alınacak önlemlerin daha etkili olmasına katkıda bulunur ve kaynakların en verimli şekilde kullanılmasına yardımcı olur. Aynı zamanda, dirençlilik değerlendirmeleri, şehirlerin uzun vadeli planlamalar yapmasına ve afetlere karşı daha hazırlıklı hale gelmesine olanak tanır. Kentler, dirençliliği düzenli olarak değerlendirerek ilerlemelerini takip edebilir, ortaya çıkan riskleri belirleyebilir ve stratejilerini bu doğrultuda ayarlayabilirler. Bu sürekli iyileştirme süreci, şehirlerin iklim değişikliği veya kentleşme gibi gelişen tehditlere karşı dirençli kalmasını sağlamak açısından hayati öneme sahiptir (Ahern, 2011).

Dirençlilik değerlendirme yöntemleri, kentler arasında en iyi uygulamaların ve edinilen deneyimlerin paylaşılmasını kolaylaştırır. Kentler, standartlaştırılmış yöntemler

kullanarak dayanıklılıklarını karşılaştırabilir, başarılı stratejileri belirleyebilir ve dayanıklılıklarını artırmak için benzer yaklaşımlar benimseyebilirler. Bu iş birliği, şehirlerin paylaşılan risklerle başa çıkmak için birlikte çalışması gereken iklim değişikliği gibi küresel zorluklar bağlamında özellikle önemlidir (Rosenzweig vd., 2010). Kentsel dirençliliği ölçmek için geliştirilebilecek yöntemler arasında, Coğrafi Bilgi Sistemleri, senaryo analizi, simülasyon teknikleri ve kentsel dirençlilik endeksleri bulunmaktadır.

- Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak risk analizi yapılabilir ve kentsel dirençlilik haritaları oluşturulabilir. CBS tabanlı risk analizi, kentsel dirençliliğin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, coğrafi verilerin analiz edilmesi ve bu verilerin afet risklerini belirlemede kullanılması üzerine kuruludur. Örneğin, bir şehirdeki binaların yapısal özellikleri, zemin yapısı ve nüfus yoğunluğu gibi veriler bir araya getirilerek, hangi bölgelerin daha yüksek risk taşıdığı belirlenebilir. Bu tür bir analiz, şehir plancılarına ve yöneticilere, hangi bölgelerde önlemler alınması gerektiği konusunda bilgi sağlamaktadır. Örneğin, İstanbul'da yapılan bir çalışmada, bina yaşı, nüfus yoğunluğu ve acil servislere erişim gibi faktörler göz önünde bulundurularak deprem dayanıklılığının mekânsal dağılımını değerlendirmek için GIS kullanılmıştır (Eraydin & Taşan-Kok, 2013). Bulgular, kentsel dayanıklılığı artırmada mekânsal planlamanın önemini vurgulamıştır.

- Senaryo Analizi

Senaryo analizi, kentsel dirençliliği artırmada kullanılan bir diğer yöntemdir. Bu, farklı afet senaryolarının incelenmesi ve bu senaryolara karşı alınabilecek önlemlerin belirlenmesi yoluyla yapılır. Örneğin, Londra'da yapılan çalışmalar, kentin iklim değişikliği kaynaklı sel risklerine karşı ne kadar hazırlıklı olduğunu değerlendirmiştir (Thorne, Evans ve Penning-Rowsell, 2007). Bu çalışmalar, kentin sel riskine karşı dirençliliğini artırmak için alınabilecek önlemleri belirlemiştir.

- Simülasyon Teknikleri

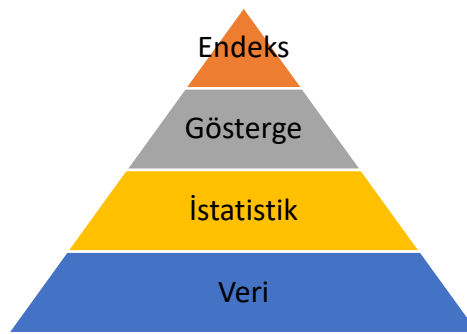
Simülasyon teknikleri, kentsel dirençliliği artırmak için kullanılan bir diğer araçtır. Bu teknikler, çeşitli afet senaryolarının bilgisayar ortamında modellenmesi yoluyla, kentin bu senaryolara nasıl tepki vereceğini değerlendirmeyi sağlamaktadır. Bu tür teknikler, kentsel plancılara, farklı afet senaryolarına karşı en etkili önlemleri belirleme konusunda yardımcı olabilir (Burby, 2006). Örneğin, Los Angeles'ta yapılan bir çalışmada, depremlere karşı

kentsel dirençliliği artırmak için geliştirilen simülasyon modelleri kullanılmıştır (Chang, 2009).

- Endeksler

Kentler, hızlı kentleşme, teknolojik ilerleme ve kültürel çeşitlilik gibi dinamik faktörlerle sürekli bir değişim sürecindedir. Bu değişim ortamında, şehirlerin performansını somut veriler üzerinden değerlendirmek, sürdürülebilir kalkınma, yaşam kalitesi ve kentsel yaşanabilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla geliştirilen çeşitli endeksler ve değerlendirme araçları, şehirlerin güçlü ve zayıf yönlerini belirlemeye, kaynak kullanımını optimize etmeye ve daha sağlıklı bir gelecek planlamaya yardımcı olur. Endeksler, şehirlerin karşılaştırmalı analizlerini mümkün kılarak, politika yapımcıların ve araştırmacıların bilinçli kararlar almasını destekler. Farklı endeksler, farklı alanlara odaklanabilir ve böylece çeşitli metodolojilere sahip çok sayıda değerlendirme aracı ortaya çıkmaktadır (Kasap ve Tozlu, 2024).

Veri-endeks üçgeni modeli, veri > istatistik > gösterge > endeks akışıyla çalışır (Şekil 1). Bu modelde “gösterge” (indicator) kavramı, Latince “indicare” kökünden türetilmiş olup “işaret etmek” veya “göstermek” anlamına gelir (Eurostat, 2017). Türkçe literatürde gösterge ve değişken terimleri bazen birbirinin yerine kullanılsa da, aslında farklı anlamlara sahiptir. Değişkenler belirli bir olgunun veya durumun özelliklerini ifade ederken, göstergeler bu değişkenlerin değerlerini ölçmeye ve değerlendirmeye imkân sağlayan araçlardır.



Şekil 3. Endeks Hiyerarşisi (Kasap ve Tozlu,2024 çalışmasından uyarlanarak yazar tarafından yapılmıştır)

Endeksler, politika üretimi veya gelişim planlaması yapılması gereken alanların genel durumunu veya ilerleme düzeyini ölçmek için tasarlanmış göstergelerden oluşur (Hall, 2001). Her bir gösterge belirli bir alanın spesifik ölçümünü sunarken, endeksler daha geniş

kapsamlı ve çok boyutlu bir perspektif sağlayarak kullanıcıya kapsamlı bilgi aktarır. Örneğin; istihdam oranı, kişi başına düşen GSYİH, kişi başı yeşil alan miktarı veya okuryazarlık oranı gibi göstergeler farklı alanları temsil ederken, bu göstergelerin bir araya gelmesiyle oluşturulan yaşam kalitesi endeksi gibi çatı endeksler, daha genel bir değerlendirme sunmaktadır.

Veri-endeks üçgeni modelinde alt katmanlardan üst katmanlara geçildikçe, veri hacmi azalır ve sadeleştirmeler yapılır. Üst katmanda yer alan endeks, üçgenin tüm özelliklerini taşıyan fakat hacim olarak daha küçük bir yapıyı temsil eder. Bu durum, veri yoğunluğunun yönetilmesi ve kapsamlı bilgilerin özetlenmesi açısından önemlidir.

Endekslerin Avantajları (Nhamo vd., 2018)

- Karmaşık ve çok boyutlu gerçeklikleri özetleme imkânı sağlar.
- Tek tek göstergelere kıyasla yorumlanması daha kolaydır.
- Zaman içindeki gelişim ve ilerleme izlenebilir.
- Sadeleştirilmiş biçimde daha fazla bilgi aktarımı sağlar.
- Paydaşlarla iletişimi güçlendirir ve hesap verebilirliği artırır.

Endekslerin Dezavantajları

- Yanlış kurgulanmış endeksler, hatalı politika kararlarına yol açabilir.
- Şeffaf olmayan yöntemler bazı sorunları gizleyebilir.
- Gösterge ve ağırlık seçimleri tartışmalara yol açabilir.
- Ölçülmesi güç performans boyutları göz ardı edilebilir.

Endekslerin etkin bir biçimde kullanılabilmesi, doğru bir tasarım sürecine bağlıdır.

Gösterge setlerinden endeks oluşturulurken izlenen adımlar şunlardır (OECD, 2008):

- Teorik çerçevenin belirlenmesi
- Veri seçimi
- Eksik verilerin tahmini
- Çok değişkenli analizler
- Normalizasyon
- Ağırlıklandırma ve birleştirme
- Sağlamlık ve duyarlılık analizi
- Göstergelerin değerlendirilmesi
- Sonuçların görselleştirilmesi

Bu adımlar, veri toplama aşamasından sonuçların görselleştirilmesine kadar olan bütüncül süreci kapsar. Endekslerin doğru ve sistematik bir şekilde tasarlanması, karar vericilere güvenilir ve etkili bilgi sunmak açısından kritik öneme sahiptir.

Yaşanabilirlik ve sürdürülebilirlik alanında çeşitli endeksler, şehir ve ülkelerin yaşam kalitesi, güvenlik, sürdürülebilirlik ve mutluluk gibi temalarda performanslarını değerlendirmek amacıyla oluşturulmaktadır. Global Liveability Index, dünya çapında şehirlerin yaşam koşullarını istikrar, sağlık, kültür, eğitim, çevre ve altyapı gibi göstergelerle ölçerek kıyaslama imkânı sunar. Sustainable Development Goals Index, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları doğrultusunda ülkelerin yoksulluk, eğitim, temiz enerji, eşitsizliklerin azaltılması gibi alanlardaki ilerlemelerini değerlendirir ve verileri ölçeklendirerek endeks oluşturmaktadır. Better Life Index, OECD tarafından ülkelerin barınma, gelir durumu, iş olanakları, sağlık, çevre, eğitim ve yaşam memnuniyeti gibi göstergeler üzerinden yaşam kalitesini karşılaştırmaya olanak sağlar. Safe Cities Index, The Economist Intelligence Unit tarafından sağlık, altyapı, dijital güvenlik, kişisel güvenlik ve çevresel güvenlik gibi boyutlardaki performansı 76 göstergeyle değerlendirir. Sustainable Cities Index, Corporate Knights tarafından hazırlanır ve şehirlerin sürdürülebilirliğini tüketime dayalı emisyonlar, ulaşım, hava kalitesi, yenilenebilir enerji politikası gibi çevresel göstergeler üzerinden analiz eder. Happy City Index ise Institute for Quality of Life tarafından şehir sakinlerinin mutluluk düzeyini eğitim, ekonomi, çevre koruma, yeşil alana erişim ve inovasyon gibi temalar üzerinden değerlendirerek yaşam kalitesine odaklanır. Bu endeksler, şehirlerin ve ülkelerin mevcut durumunu görmeye ve sürdürülebilir gelişme için politika oluşturmayı desteklemeye yönelik önemli araçlar sunmaktadır.

Kentsel dirençlilik endeksleri, bir kentin dirençliliğini ölçmek için çeşitli göstergelerin bir araya getirilmesiyle oluşturulur (UNISDR, 2017). Örneğin, Dirençlilik İndeksi (Resilience Index), bir şehrin farklı bileşenlerini (fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel) değerlendirerek genel bir dirençlilik skoru verir. Dirençlilik alanında yapılan endeks çalışmaları afet dirençliliği kapsamında başlamıştır. Bu alanda yapılan çalışmalardan ilki hasar görülebilirlik ve dirençlilik ilişkisi üzerinden kurgulanan bir modeldir (Cutter ve diğ., 2008). Bu modelde dirençlilik afet öncesi koşullar, afetin etkisi ve zaman ve dış faktör etkileriyle tanımlanan dinamik bir süreç olarak tanımlanmaktadır. DROP (Disaster Resilience of Place- Bir Mekanın Afet Dirençliliği) olarak adlandırılan bu çalışmada ekolojik, sosyal, ekonomik, kurumsal, altyapı ve toplumsal rekabet olarak 5 ana başlıkta göstergeler tanımlanmıştır (Cutter ve diğ., 2008). Bu alanda yapılan diğer bir çalışma ise

2012 yılında Arup şirketinin geliştirdiği “City Resilience Index” çalışmasıdır. Kentsel dirençlilik açısından bütüncül ilk çalışmalardandır. Hedefler ve alt hedefler şeklindeki bu endeks politika kararları düzeyinde ve 1 ile 5 arasında kentlere bir puanlama çıkartmaktadır (Arup, 2012). Kentlerde dirençlilik alanında bir diğer çalışma ise 2014 yılında yapılan Amerika kentlerindeki afet dirençliliğinin ölçüldüğü endekstir (Cutter ve diğ., 2014). Bu endekste göstergeler sosyal, kurumsal, ekolojik, toplumsal sermaye ve ekonomik olarak kategorize edilerek, normalizasyonu 0 ve 1 arasında yapılmış, gösterge setleri Cronbach’s Alfa modeli ile test edilmiştir. Sonuç ürünü olarak Amerika kentlerinin dirençlilik puanlarını haritalandırılmasıdır (Cutter ve diğ., 2014). 2014 yılında yapılan “Resilient Urban Planning: Major Principles and Criteria” isimli çalışmada ise kentsel dirençliliği ölçmek için göstergeleri temel olarak altyapı, güvenlik, çevre, ekonomi, kurumsal yapı, sosyal ve demografik yapı olarak 6 sınıfta toplayarak ve alt göstergeleri; su, enerji, mekânsal konfigürasyon ve yer seçimi, ulaşım, yeşil altyapı, sığınma, yapılaşma koşulları ve tasarımı, bilgi teknolojileri, ekosistem, planlama, yönetim ve sağlık olarak 12 başlıkta toplamıştır (Sharifi ve Yamagata, 2014). Kentsel dirençliliği endeks formülü ile ölçen bir diğer çalışma ise 2016 yılında Suárez, M.ve diğerleri yapılmıştır. Sosyo-ekolojik dirençlilik perspektifinden yapılan bu çalışma çeşitlilik kavramı üzerinden göstergeleri tanımlamıştır. Göstergeleri; ekonomik çeşitlilik, arazi kullanımı çeşitliliği, gıda çeşitliliği, yerel gündem yirmi bir süreci, ve ekolojik ayak izi’dir (Dincer, 2022).

2.3.8. Sele ve Taşkına Karşı Dirençli Kentlere Örnekler

Kentsel dirençlilik, şehirlerin çevresel, ekonomik ve sosyal zorluklara karşı dayanıklılık ve esneklik gösterme kapasitesidir. Günümüzde şehirler, iklim değişikliği, hızlı nüfus artışı ve sosyal eşitsizlikler gibi birçok kentsel sorunla karşı karşıyadır. İklim değişikliğinin neden olduğu sel ve taşkınlarda bu sorunlardan biridir. Bu sorunlarla başa çıkmak için kentsel dirençlilik stratejilerinin geliştirilmesi önemlidir. Aşağıda, dünya genelinden örneklerle kentsel dirençliliğin kentsel sorunlardan biri olan sel ve taşkın problemlerini nasıl çözdüğüne dair bazı çalışmalar özetlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 4’de dünyadan sel ve taşkın riskine karşı direnç geliştirme konusunda öne çıkan kentleri ve bu kentlerde uygulanan stratejileri özetlemektedir. Tablo incelendiğinde, söz konusu kentlerin çoğunda bütüncül bir risk yönetimi anlayışının benimsendiği görülmektedir.

Tablo 4. Sele Ve Taşkına Karşı Dirençli Kent Örnekleri

Şehir	Karşılaşılan Riskler	Dirençlilik Stratejileri	Sonuç ve Başarılar
Tokyo, Japonya	Deniz seviyesinin yükselmesi, sel riski, ısı adası etkisi	Zarar haritaları, sel risk haritası, yapay resifler, katmanlı kıyı yapıları, topografik bariyerler, mobil farkındalık uygulamaları	Kıyı bölgelerinin korunması, kentsel altyapının güçlendirilmesi, dünyanın en dirençli kenti ilan edilmesi
Kopenhag, Danimarka	Şiddetli yağışlar, sel baskınları, su taşkınları	Yeşil ve mavi altyapı, yeşil çatılar, geçirgen yüzeyler, açık yağmur suyu kanalları, sokakların yeniden tasarımı, geçici su depolama alanları	Sel riskinin azaltılması, kentsel yaşam kalitesinin artışı, sürdürülebilir ve yaşanabilir çevre oluşturulması
Amsterdam, Hollanda	Deniz seviyesinin yükselmesi, fırtına dalgaları, nehir taşkınları	"Nehre Yer Aç Projesi", bentlerin inşası ve yükseltilmesi, nehir yatağının yönlendirilmesi, kıyı ekosistem restorasyonu	Sel riskinin azaltılması, yenilikçi su yönetimi stratejileri, dönüşüm odaklı dayanıklılık politikaları
Hamburg, Almanya	Deniz seviyesinin yükselmesi, taşkın riski, fırtına olayları	Kıyı koruma hatları, minimum 7,5 metre yükseklikte inşaatlar, taşkınlara dayanıklı yollar ve altyapı, çok işlevli kamusal alanlar	Kıyı alanlarının korunması, taşkın riskine karşı güvenli altyapı oluşturulması
New York, ABD	Deniz seviyesinin yükselmesi, fırtınalar, aşırı yağışlar	Sahil koruma yapıları, dalgakıranlar, doğal ekosistemlerin restorasyonu, yağmur suyu yönetimi için yeşil çatılar ve geçirgen yüzeyler	Çok katmanlı koruma sistemleri, sel riskinin azaltılması, kentsel altyapının dayanıklılığının artırılması

- Tokyo, Japonya

Deniz seviyesi yükselmesine bağlı risklerle karşı karşıya olan en yoğun nüfuslu kıyı kentlerinden biri olan yaklaşık 9.2 milyon nüfusa sahip olan Tokyo'da, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) verilerine göre, 21. yüzyılın sonuna kadar deniz seviyesinin 0.18 ile 0.59 metre arasında yükselebileceği öngörülmektedir. En kötü senaryo olan RCP 8.5 kapsamında, deniz seviyesindeki bu yükselme 2080 yılına kadar 2 metreye ulaşabilir ve bu durum, yaklaşık 194.000 metrekarelik bir alanın sular altında kalmasına neden olabilir. Tokyo'da bu tehditlere karşı, çeşitli mekânsal ve yapısal adaptasyon stratejileri geliştirilmiştir. Bu bağlamda Tokyo dirençli kentlere örnektir. Güvenli Kentler Endeksi (SCI), Dirençli Kentler Endeksi (CRI) ve Savills Dirençli Kentler Endeksine göre dünyanın

en dirençli kenti olarak ilan edilmiştir. İklim değişikliği ile mücadele ve kentsel direncin artırılmasına yönelik uygulamaları bulunmaktadır. Kentteki ısı adası etkisini azaltmak için Tokyo Çevre Isı Haritası oluşturulmuştur. Afete Gazırlık Tokyo Uygulaması ve afet yönetimi internet sitesi kapsamında Zarar Haritası oluşturulmuştur ve dört dilde hizmet vermektedir. Afet Önleme Planlama Bürosu tarafından öngörülerini göstermeye yönelik olarak Zarar Görebilirlik Haritaları hazırlanmıştır. Cep telefonu uygulaması ise sel sırasında kişinin konum bilgisine göre selin etki alanına ve yükseklik bilgilerinin gösterildiği Sel riski haritası oluşturulmuştur ve afete hazırlık için farkındalık eğitimleri ve mobil uygulamalar hayata geçirilmiştir (Eren,2019:908-928, akt. Arslan 2022) .

Kentsel alanda dirençlilik için yapılan uygulamalara örnek vermek gerekirse; Hirai kentsel bölgesinde sel riskini azaltmak amacıyla, nehirler, yeşil alanlar ve ulaşım yollarını içeren katmanlı bir kıyı yapısı inşa edilmiştir. Ayrıca, Naka-Arakawa Nehri boyunca yapay resifler ve setler inşa edilmiştir. Bu yapılar, sel riskini hafifletmek ve kıyı şeridini korumak amacıyla planlanmış olup, şehrin coğrafi ve morfolojik koşullarına uygun şekilde tasarlanmıştır. Bunun yanı sıra, Tokyo Körfezi ve çevresindeki adalar, deniz dalgalarının yol açabileceği hasarlara karşı korunmaktadır. Bu çerçevede, 26 hassas kıyı bölgesinin restorasyonu ve korunması amacıyla yapay resiflerin inşası gibi önlemler alınmıştır. Ayrıca, nehirlerin kıyılarında topografik bariyerler oluşturulmuş ve taşkın riskine karşı yollar yükseltilmiştir. Bu tür coğrafi ve morfolojik stratejiler, kentsel dayanıklılığı artırarak, Tokyo'nun kritik altyapısının deniz seviyesindeki yükselme ve olası taşkınlardan korunmasını hedeflemektedir. Bu kapsamda Tokyo, deniz seviyesinin yükselmesine karşı hem yapısal hem de doğal unsurları birleştiren bütüncül bir yaklaşım benimsemiştir (Ercanlı, 2022).

- Kopenhag, Danimarka

Dünyada yaşanabilir şehirler endeksi, kent sakinlerinin yaşamlarına yaptığı olumlu katkıya bağlı olarak belirlenmektedir. Kullanılan temiz enerji, sağlıklı, yeşil, hava kirliliği olmayan çevre, trafik yoğunluğunun belirli oranda düzenlenmiş olduğu bilinen Kopenhag kenti ise bu endekste önder kentlerdendir (Altay ve Önal,2022).

Kopenhag'da 2011 yılı temmuz ayında şiddetli yağış sonrasında yaklaşık 50.000 evi ve 90.000 sigorta talebini etkileyen yaklaşık 1 milyar dolar zarara neden olan sel afeti yaşanmıştır. 2010,2011 ve 2014 yıllarında devam eden şiddetli yağış ardından gelen can, mal ve çevre kayıpları yağmur suyunun geleneksel yöntemlerle yönetilmesi yaklaşımının tekrar sorgulanmasına neden olmuştur. Kopenhag, iklim değişikliği nedeniyle artan sel ve

taşkın risklerine karşı proaktif bir yaklaşım benimseyerek kapsamlı bir iklim uyum planı oluşturmuştur. Bu plan, yağmur suyu yönetimi, kentsel altyapının iyileştirilmesi ve doğal sistemlerin yeniden canlandırılması gibi bileşenleri içermektedir. Temel hedef, aşırı yağışların etkilerini azaltmak ve su baskınlarına karşı kent genelinde daha dirençli bir yapı oluşturmaadır. Kopenhag'ın kentsel dayanıklılık stratejisinde, yağmur suyu yönetimine yönelik yenilikçi çözümler büyük bir öneme sahiptir. şehir, suyun depolanması ve yönlendirilmesi için yeşil ve mavi altyapı uygulamalarını bir arada kullanarak, doğal su döngüsünün desteklenmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda, yeşil çatılar, geçirgen yüzeyler, açık yağmur suyu kanalları, suyu tutabilen yeşil alanlar ve geçici su depolama sistemleri gibi çeşitli altyapı çözümleri entegre edilmiştir. Bu önlemler, kentteki suyun doğal akışını kontrol altına almayı ve olası taşkın risklerini minimuma indirmeyi hedeflemektedir. Kentsel mekânların bu plan doğrultusunda yeniden düzenlenmesi, şehrin su yönetimi kapasitesini önemli ölçüde artırmıştır. Örneğin, sokaklar ve yollar suyun belirli yönlele akışını sağlamak amacıyla yeniden tasarlanmış, parklar, meydanlar ve diğer kamu alanları sel baskınları sırasında geçici su depolama alanları olarak hizmet verecek şekilde planlanmıştır. Bu sayede, kamu alanları çok işlevli bir yapıya bürünerek hem sosyal hem de ekolojik faydalar sağlamaktadır. Ayrıca, bu altyapı projeleri, sadece sel riskini azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir ve yaşanabilir bir kentsel çevre oluşturmayı da hedeflemektedir. Sonuç olarak, Kopenhag'ın iklim uyum stratejisi, kentin mevcut doğal ve yapısal özelliklerini göz önünde bulundurarak, gelecekteki sel risklerini yönetmek için bütüncül bir yaklaşım sergilemektedir (Bektaş,2021).

- Amsterdam, Hollanda

Hollanda'nın denizden kazanılmış arazileri, küresel ısınma tartışmalarının gündemde olmadığı dönemlerde bile, gelgitler ve fırtınalarla yükselen deniz suları nedeniyle büyük sel felaketlerine sahne olmuştur. Hollandalılar yüzyıllar boyunca sel tehlikesiyle mücadele etmeyi öğrenmiş, bu süreçte farklı önlemler geliştirmiştir (Cherleri, 2012). Su seviyesinin düzenlenmesi ve taşkın setlerinin bakımından sorumlu olan tarihi kurum "Water Board", afet yönetimi alanında dünyadaki ilk kurumsal örneklerden biri kabul edilmektedir. Geçmişte yel değirmenleriyle su pompalayarak koruma sağlayan Hollanda, zamanla bu geleneksel yöntemleri ileri teknolojilerle desteklemiştir.

Uzun süre korumacı yaklaşımla politikalar geliştiren ülke, iklim değişikliğinin yarattığı yeni koşullar nedeniyle artık dönüşüm temelli dayanıklılık politikalarına yönelmektedir. Yükselen deniz seviyelerine karşı su üzerinde yaşamı mümkün kılacak

çözümler geliştirmesi, Hollanda'yı bu alanda öncü ülkelerden biri haline getirmiştir. Ayrıca, uluslararası düzeyde geç adımlar atmış olsa da, fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltarak yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş sürecini hızlandırmıştır.

Hollanda'nın yalnızca mevcut riskleri azaltmaya değil, aynı zamanda yeni koşullara uyum sağlamaya odaklanan yaklaşımına örnek olarak 2006-2015 yılları arasında uygulanan "Room for the River (Nehre Yer Aç)" Projesi gösterilebilir. Batı Avrupa'nın en büyük nehri olan Ren'in geniş delta ovasında kurulu ülkede, özellikle ilkbahar aylarında artan debi ciddi risk oluşturmaktadır (Pilarczyk, 2006). Bu proje kapsamında sadece yeni bentlerin yapılması ya da mevcutların güçlendirilmesi gibi klasik yöntemler değil; aynı zamanda nehir yatağının derinleştirilmesi veya yönünün değiştirilmesi gibi yenilikçi uygulamalar da hayata geçirilmiştir. Sürekli taşkın tehdidi altındaki yerleşim bölgelerinden nüfus tahliye edilmiş, bazı haneler ise nehir içinde oluşan adalara taşınmıştır. Böylelikle Hollanda, iklim değişikliğinin gelecekte yaratacağı kentsel riskleri önceden görerek ulusal, yerel ve uluslararası politikalarını buna göre güncellemektedir (Şahin vd., 2018).

Bunun yanında Amsterdam, iklim değişikliğine uyum için yenilikçi çözümler üretmektedir. "Amsterdam Climate Adaptation Strategy" kapsamında şehir; sel riski, ısı adası etkisi ve benzeri iklim kaynaklı sorunlara karşı daha dirençli hale getirilmek istenmektedir. Bu stratejide yeşil çatılar, su geçirmez yollar ve doğal su ağlarının yeniden entegrasyonu gibi uygulamalar öne çıkmaktadır.

- Hamburg, Almanya

Kuzey Denizi'ne kıyısı olan Hamburg, sürekli olarak fırtına olayları, seller ve erozyon gibi risklerle karşı karşıyadır. Şehirde taşkın riskleri her geçen gün artmaktadır. Hamburg'un kıyı bölgesi, özellikle HafenCity olarak bilinen alan, yoğun yapılaşmaya ve kanallarla çevrili kentsel bir dokuya sahiptir. Hamburg için gelecekte deniz seviyesinin yaklaşık 45-50 cm artması beklenmektedir. Bu durum, şehrin mevcut kıyı koruma hatlarını sürdürme stratejisini benimsemesine yol açmıştır. HafenCity'deki yapılaşma, deniz seviyesinin olası yükselmelerine uyum sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu bağlamda, binalar ve kamusal alanlar minimum 7,5 metre yükseklikte inşa edilmiştir. Bu yükseklik, şehri Kuzey Denizi'nden gelen fırtına dalgalarına ve taşkın risklerine karşı koruma amacı taşımaktadır. HafenCity'de sel riskine karşı alınan bir diğer önemli önlem, binaların zemin katlarının ticari ya da kamusal kullanıma tahsis edilmesi ve bu alanların su basmasına karşı tasarlanmasıdır. Ayrıca, yollar ve altyapı sistemleri de taşkınlara dayanıklı hale getirilmiş, yeşil alanlar ve kamusal mekânlar suyu tutma ve taşkın yükünü azaltma kapasitesine sahip şekilde

düzenlenmiştir. Bu proje, sadece Hamburg'un kıyılarını korumakla kalmayıp, aynı zamanda şehrin kentsel gelişimine katkı sağlamakta ve sürdürülebilir bir model oluşturmaktadır. HafenCity, suyla ilişkili riskleri yönetirken kentsel alanların işlevselliğini, estetiğini ve yaşam kalitesini artıran entegre bir yaklaşım sergilemektedir (Ercanlı,2022).

- New York, ABD

New York'un dayanıklılık stratejileri, özellikle 2012 yılında yaşanan ve büyük yıkıma neden olan Sandy Kasırgası'nın ardından daha da önem kazanmıştır. Kasırganın etkileri, şehrin altyapısal kırılganlıklarını ve iklim değişikliğine karşı uyum stratejilerinin yetersizliğini ortaya koymuştur. Bu süreç sonrasında, New York "OneNYC" gibi uzun vadeli planlarla daha dirençli ve sürdürülebilir bir şehir olma hedefini benimsemiş, iklim değişikliğiyle başa çıkma ve sel risklerini azaltma yönünde önemli adımlar atmıştır. New York'un stratejilerinde, sahil bölgelerinin korunması ve güçlendirilmesi önemli bir yer tutmaktadır. Kıyı alanları, deniz seviyesinin yükselmesi ve aşırı hava olaylarının etkilerine karşı daha dirençli hale getirilmek amacıyla çeşitli koruma yapılarıyla desteklenmiştir. Bu önlemler arasında, dalgakıranlar, deniz duvarları, taşkın bariyerleri gibi mühendislik çözümleri yer almakla birlikte, doğal koruma yöntemlerine de önem verilmiştir. Kıyı ekosistemlerinin restorasyonu, sulak alanların canlandırılması ve sahil erozyonunu azaltacak bitki örtüsü oluşturulması gibi ekosistem temelli uygulamalar, hem çevresel faydalar sağlamak hem de sel riskine karşı koruma sağlamaktadır. Ayrıca, New York'un sel riskine yönelik altyapı çalışmaları sadece kıyı bölgelerini kapsamamaktadır. Şehir içindeki su yönetim sistemleri de önemli ölçüde geliştirilmiştir. Yağmur suyu yönetimini iyileştirmek için geçirgen yüzeyler, yeşil çatılar ve yerel su depolama alanları gibi çözümler uygulanarak, aşırı yağışların şehirdeki etkileri azaltılmaya çalışılmıştır. Bu tür yenilikçi altyapı uygulamaları, kentin farklı bölgelerindeki suyun kontrollü bir şekilde akışını sağlamayı ve olası taşkınların etkilerini hafifletmeyi amaçlamaktadır. Böylelikle, New York'un dayanıklılık stratejisi, mühendislik çözümleri ile doğal sistemleri entegre ederek, şehir genelinde çok katmanlı bir koruma sağlamaktadır(Bektaş,2021).

Sonuç olarak, dünya genelindeki şehirler, kentsel dirençlilik stratejileri aracılığıyla iklim değişikliği ve diğer kentsel zorluklarla başa çıkma konusunda önemli adımlar atmaktadır. Tokyo, Kopenhag, Amsterdam, Hamburg ve New York gibi şehirler, yerel koşullara uygun yenilikçi çözümler geliştirerek hem yapısal hem de doğal unsurları entegre eden yaklaşımlar benimsemişlerdir. Bu şehirlerin uygulamaları, sadece mevcut sorunları çözmekle kalmayıp, aynı zamanda gelecekteki risklere karşı dayanıklılıklarını artırmayı

hedeflemektedir. Kentsel dayanıklılık, sürdürülebilirlik ve yaşam kalitesinin artırılması açısından büyük bir önem taşımakta, bu nedenle şehirlerin bu tür stratejilere yatırım yapması ve uygulamalarını sürekli geliştirmesi gerektiği açıktır. Küresel iklim değişikliği bağlamında, şehirlerin dayanıklılık stratejileri, sadece yerel değil, aynı zamanda uluslararası düzeyde de işbirliği ve bilgi paylaşımını teşvik eden bir çerçeve sunmaktadır. Bu, daha dirençli ve sürdürülebilir bir kentsel gelecek için atılacak önemli bir adımdır.



3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

3.1. Sele ve Taşkına Karşı Dirençlilik Endeks Çalışmaları

Sele ve taşkına karşı dirençlilik endeks çalışmaları, şehirlerin ve bölgelerin taşkın ve sel gibi doğal afetlere karşı dayanıklılık seviyelerini değerlendirmek amacıyla geliştirilen yöntemlerdir. Bu tür çalışmalar, doğal afetlerin etkilerini azaltmak, risk yönetimini iyileştirmek ve sürdürülebilir şehir planlama politikaları oluşturmak için yapılmaktadır. Dirençlilik endeksleri, genellikle altyapı, sosyal yapı, ekonomik faktörler, doğal çevre ve yönetim gibi çeşitli göstergeler üzerinden değerlendirme yapar.

Sele ve taşkına karşı dirençlilik üzerine yapılan ilk sistematik çalışmalar, 2000'li yıllarda Dünya Bankası ve Birleşmiş Milletler gibi uluslararası kuruluşların öncülüğünde başlamıştır. Özellikle 2005 yılında Hyogo Çerçeve Eylem Planı ve ardından 2015 Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi, sel ve taşkın gibi afetlerin etkisini azaltmaya yönelik global hedefler ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, afet riskini azaltmada dirençlilik kavramını merkezine almıştır.

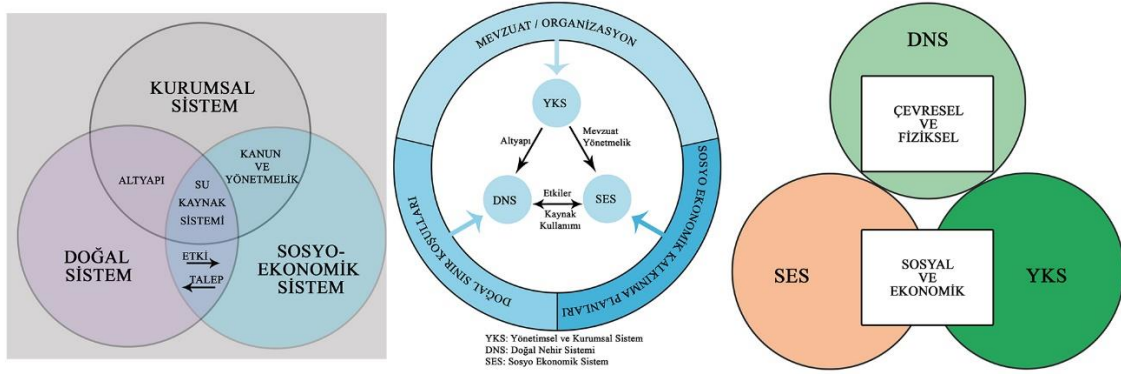
Yerel düzeyde ise birçok şehir ve ülke, bu kapsamda kendi risk haritalarını ve dirençlilik endekslerini geliştirmiştir. Özellikle Avrupa'da yapılan Flood Vulnerability Index (FVI) ve Asya-Pasifik bölgesindeki Community-Based Resilience Index gibi projeler, sele karşı toplumsal ve altyapısal hazırlıkları ölçmekte önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmalar, bilimsel verilerle desteklenerek şehirlerin risk yönetimini güçlendirmek ve taşkınlardan kaynaklanan can ve mal kayıplarını en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

IHE Delft Institute for Water Education (UNESCO-IHE), 1957 yılında kurulmuş ve UNESCO'nun su eğitimi misyonunu gerçekleştiren dünya çapında bir enstitüdür. Hollanda'nın Delft kentinde bulunan kurum, su kaynakları yönetimi, taşkın riski, hidroloji ve çevre mühendisliği gibi alanlarda yüksek lisans ve doktora programları, kısa süreli eğitimler ve araştırmalar sunmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kapasite geliştirmeyi hedefleyen IHE Delft, uluslararası kuruluşlar ve hükümetlerle iş birliği yaparak sürdürülebilir su yönetimi ve suyla ilgili kalkınma hedeflerine katkı sağlar. Dünya genelinde su uzmanı yetiştiren lider bir merkez olan enstitü, bilimsel çözümler geliştirerek toplumların su sorunlarına karşı dayanıklılığını artırmayı amaçlamaktadır (www.un-ihe.org).

Bu enstitü tarafından oluşturulmuş olan Sel/Taşkın Zarar Görebilirlik/Kırılabilirlik Endeksi (FVI) pek çok araştırmaya kaynak olurken kentlerin risk yönetimlerini güçlendirmiştir. Kırılabilirliğin tanımlanması, onu azaltmanın en etkili yollarını belirlemeye yardımcı olur ve taşkın tehlikelerine uyum sağlamak için karar vericilere rehberlik eder. Bilimsel çalışmalarda kırılabilirlik; doğal, sosyal ve ekonomik boyutlarıyla ele alınır ve Sel/Taşkın Zarar Görebilirlik/Kırılabilirlik Endeksi (FVI) çalışmaları kapsamında, maruz kalma, duyarlılık ve dayanıklılık faktörleriyle ölçülür. Taşkınların dünya genelinde artan etkisi, kırılabilirlik analizini daha önemli hale getirmiştir. FVI, yüksek kırılabilirlik taşıyan bölgeleri belirleyerek, karar vericilerin doğru önlemler almasını ve yatırım önceliklerini belirlemelerini sağlayan güçlü bir araçtır. Kırılabilirlik, maruz kalma ve duyarlılıkla artarken, dirençlilikle azalır. Bu bağlamda toplumların taşkınlara karşı kırılabilirliği, farklı koşullara ve durumlara göre değişiklik gösterir ve bu farklılıkların anlaşılması, yaşam kalitesini artıracak politika ve planlamalar geliştirmeyi mümkün kılar. Endeksin denklemi;

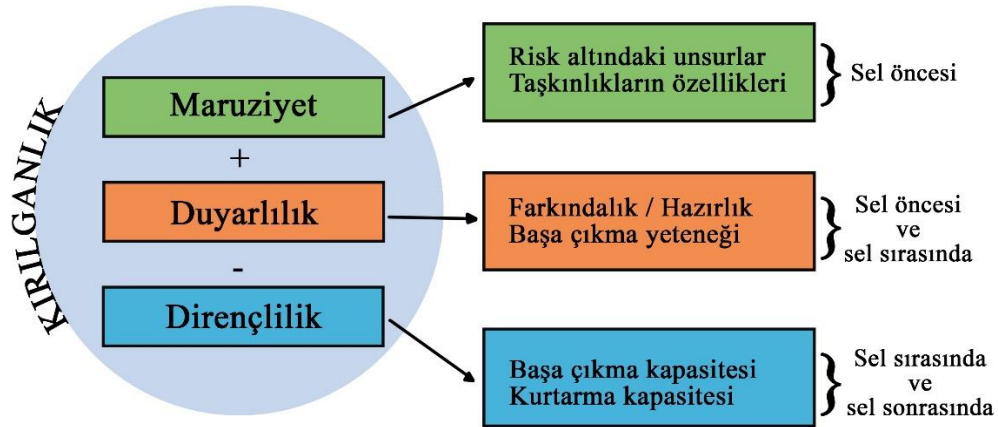
$$FVI = \text{Maruz Kalma} + \text{Duyarlılık} - \text{Dirençlilik} \quad (1)$$

Sel gibi doğal tehlikelerin hassasiyetini tanımlamada önemli bir yaklaşım olan sistem yaklaşımı, belirli sınırlar içindeki farklı aktörlerin ve bileşenlerin etkileşimlerini analiz ederek karmaşık süreçleri anlamaya yönelik bütüncül bir perspektif sunmaktadır. Van Beek (2005) su kaynakları sisteminde üç birbirine bağlı alt sistemi tanımlar: Doğal nehir alt sistemi (DNS), fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin gerçekleştiği alanı; sosyo-ekonomik alt sistem (SES), doğal nehir sisteminin kullanımına yönelik insan faaliyetlerini; ve yönetsel ve kurumsal alt sistem (YKS), yönetim ve planlama süreçlerini kapsar. Sel olayları, su kaynakları sisteminin normal işleyişinde bir bozulma olarak görülürken, bu olayların etkilediği başlıca sistemler nehir havzası, alt-havza ve kentsel sistemlerdir ve bu sistemler sosyal, ekonomik, çevresel ve fiziksel bileşenler üzerinden değerlendirilebilir (Şekil 4).



Şekil 4. Van Beek'in (2005) Sistemsel Yaklaşımı (Yazar tarafından çevrilmiştir.)

Su kaynakları sistemleri, maruziyet, duyarlılık ve dayanıklılık olmak üzere üç ana faktörden dolayı sele karşı hassastır. Maruziyet, sel olaylarının meydana gelebileceği bölgede bulunan değerleri, yani altyapı, kültürel miras, tarım alanları ve en önemlisi insanları ifade ederken, bir sistemin sel olayından etkilenme eğilimini tanımlar. Duyarlılık ise, sel hasarının oluşmasında sistemin sosyal bağlamını, özellikle sel riski yaşayan insanların farkındalığı, hazırlıklılık düzeyi ve tahliye yolları gibi önlemlerin varlığını etkileyen unsurlardır. Dirençlilik ise, yalnızca geçmiş olayların yaşandığı yerlerde değerlendirilebilen, bir sistemin sosyal, ekonomik, çevresel ve fiziksel bileşenlerinde önemli seviyelerde verimliliği sürdürme kapasitesi olarak tanımlanır.



Şekil 5. Kırılğanlık Endeks Formülü (Van Beek,2005) (Yazar tarafından çevrilmiştir.)

Kırılğanlık, göstergeler aracılığıyla yansıtılmalı ve bu göstergeler, bir sistemin durumunu niceliksel olarak değerlendiren temel özellikler olarak belirlenmelidir; hassasiyet göstergeleri, hassasiyetin azaltılmasına yönelik daha kesin ve ölçülebilir hedefler

belirlemeye yardımcı olurken, sosyo-ekonomik, çevresel ve fiziksel koşulları yansıtan sistem göstergeleri bir bölgenin durumunu analiz etmeyi kolaylaştırır. Mekânsal heterojenlik, gerçeğin daha doğru tanımlanmasını sağlarken, hassasiyet bileşenlerindeki farklılıklar ve faktörlerdeki çeşitlilik daha derin analizler gerektirir; siyasi ve idari sınırlar veri teminini kolaylaştırabilir veya zorlaştırabilir, özellikle birden fazla ülkeyi kapsayan nehir havzalarında veri toplamak güç olabilir; ayrıca kentsel alanlara ait veriler, ülke genelindeki verilerden farklılık gösterebilir ve sonuçlar, hassasiyetin nasıl dağıldığı ve dünya genelinde nasıl geliştiği hakkında bilgi birikiminin artmasıyla daha uygulanabilir ve anlaşılır hale gelir.

Tablo 5’de taşkın kırılganlığını belirleyen maruziyet (exposure), duyarlılık (susceptibility) ve dirençlilik (resilience) bileşenlerine ait göstergeler yer almaktadır. Göstergeler, sosyal, ekonomik, çevresel ve fiziksel boyutlar altında gruplandırılmıştır. Her bir gösterge, nehir havzası (N), alt havza (A) ve kentsel ölçek (K) düzeylerinde değerlendirilmiştir. Sosyal bileşen altında nüfus yoğunluğu, yaşlı nüfus oranı, eğitim düzeyi, sağlık hizmetlerine erişim gibi göstergeler yer alırken; ekonomik bileşende arazi kullanımı, gelir düzeyi, kentsel gelişme oranı ve yatırım düzeyi gibi faktörler ele alınmıştır. Çevresel ve fiziksel bileşenler ise topografya, zemin yapısı, yağış, sıcaklık, akış, sedimantasyon yükü gibi doğal süreçleri içermektedir. Bu gösterge seti, taşkın kırılganlığını çok boyutlu bir yapıda değerlendirmeye olanak sağlamak ve dirençlilik planlaması için temel bir veri çerçevesi oluşturmaktadır.

Tablo 5. Kırılğanlık İçin Genel Göstergeler, Bileşenler ve Faktörler
(Van Beek, 2005)(Yazar tarafından çevrilmiştir.)

GENEL GÖSTERGELER						
Bileşenler ve Faktörler Arasındaki İlişki						
TAŞKIN KIRILGANLIĞI =	MARUZİYET	+	DUYARLILIK	-	DİRENÇLİLİK	
Bileşen	Maruziyet (Exposure)	Ölçek	Duyarlılık (Susceptibility)	Ölçek	Direnç (Resilience)	Ölçek
Sosyal Bileşen	Nüfus Yoğunluğu	N,A,K	Geçmiş Deneyim	N,A,K	Erken Uyarı Sistemleri	N,A,K
	Taşkın Alanında Yaşayan Nüfus	N,A,K	Eğitim (Okuma Yazma Oranı)	N,A,K	Tahliye Rotaları	N,A,K
	Su Baskını Alanına Yakınlık	N,A,K	Farkındalık	N,A,K	Acil Servisler	N,A,K
	Kıyı Alanlarına Yakın Nüfus	N,A,K	Hazırlık	N,A,K	Barınaklar	N,A,K
	Kentleşmiş Alan	N,A	Kurumlara Güven	N,A,K	Kurumsal Kapasite	N,A,K
	Kırsal Nüfus	N,A	İletişim Kullanma Oranı	N,A,K		
	Kültürel Miras Alanları	A,K	Hastaneler	N,K		
	Gecekondu Alanları	K	Sanitasyona Erişimi Olan Nüfus	N,A,K		
	Genç ve Yaşlı Nüfus	A,K	İnternet Erişimi	N,A,K		
	Yoksulluk Alandaki Nüfus	N,A,K	Su Kaynağının Kalitesi	A,K		
			Enerji Kaynağının Kalitesi	A,K		
			Nüfus Artışı	A,K		
Ekonomik Bileşen	Arazi Kullanımı	N,A,K	İşsizlik	N,A,K	Önlemler için Yatırımlar	N,A,K
	Nehirlere Yakınlık	N,A,K	Gelir Dağılımı	N,A,K	Altyapı Yönetimi	N,A,K
	Kadastro Çalışmaları	N,A	Eşitsizlik	N,A,K	Barajlar ve Depolama Kapasitesi	N,A,K
	Su Baskını Alanlarına Yakınlık	N,A,K	Sağlıklı Yaşam Süresi	N,A,K	Sel Sigortası	N,A,K
	Kentleşmiş Alan Oranı	N,A	Çocuk Ölüm Oranları	A,K	İyileşme Süresi	A,K
			Kentsel Büyüme	A,K	Geçmiş Deneyim	A,K
			Kentsel Planlama	K		
			Bölgesel kişi başı GSYİH	A		
Çevresel Bileşen			Altyapının Kalitesi	N,A,K		
	Zemin	N,A,K	Doğal Rezervler	N,A,K	Sele Karşı İyileşme Süresi	N,A,K
	Arazi Kullanımı	N,A,K	Sağlıklı Yaşam Süresi	N,A,K	Çevresel Farkındalık	N,A,K
	Kentleşmiş Alan	N,A	Altyapının Kalitesi	N,A,K		
	Bozulmuş Alan	N,A,K	İnsan Sağlığı	A,K		
	Doldurulmamış Arazi Oranı	N,A	Kentsel Büyüme	A,K		
	Bitki Örtüsü Türleri	N,A	Çocuk Ölüm Oranları	A,K		
	Orman Değişim Oranı	N				
Fiziksel Bileşen	Topografya	N,A,K	Bina Kodları	K	Barajlar ve Depolama Kapasitesi	N,A,K
	Coğrafya	N,A,K			Yollar	N,A,K
	Jeoloji	N,A,K			Setler	A,K
	Şiddetli Yağış	N,A,K				
	Sel Sıklığı	N,A,K				
	Toprak Nem Seviyesi	N,A,K				
	Yıllık Ortalama Sıcaklık	N,A,K				
	Nehir Deşarjı	N,A,K				
	Sel Süresi	N,A,K				
	Sedimentasyon Yükü	A,K				
	Fırtına Dalgası	A,K				
	Gelgit	A,K				
	Nehre Yakınlık	N,A,K				
	Taşkın Su Derinliği	A,K				
	Akış Hızı	A,K				
N: Nehir Havzası Ölçeğini temsil eder		A: Alt Havza Ölçeğini temsil eder		K: Kentsel Ölçeği temsil eder		

Sel Dirençlilik Endeksi (Flood Vulnerability Index, FVI), çeşitli bileşenleri kullanarak sel kaynaklı riskleri değerlendiren kapsamlı bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu endeks, farklı araştırmacılar tarafından farklı bileşenler ve göstergelerle geliştirilmiştir. Bu bölümde, FVI'nin farklı versiyonlarının nasıl oluşturulduğu ve çeşitli coğrafi bölgelerde nasıl kullanıldığı açıklanacaktır.

Connor ve Hiroki'nin (2005) önerdiği FVI, dört temel bileşen üzerinden sel riskini değerlendirmektedir:

1. Meteorolojik Bileşen (C): Havzaya giren su miktarını ölçer.

2. Hidrojeolojik Bileşen (H): Suya giren suyun havzadan çıkmasının ne kadar zor olduğunu ölçer.
3. Sosyo-Ekonomik Bileşen (S): Nüfus ve ekonomik kalkınma açısından bir bölgenin sele karşı ne kadar hassas olduğunu belirler.
4. Karşı Tedbir Bileşeni (M): Bölgenin sel öncesi ve sonrası hazırlıklı olma durumu, örneğin nehir ıslahı ve toplumun hazırlıklı olma düzeyi gibi konuları içerir.

. 4 temel bileşen iklim (C), hidrojeolojik (H), sosyoekonomik (S) ve önlem (M) olarak belirlenirken; bunların da 11 alt bileşeni vardır. İklim bileşeni için seçilen gösterge yoğun yağışların sıklığı (I1) iken; hidrojeolojik için ortalama eğim (I2) ve şehirleşmiş alan oranı (I3); sosyo-ekonomik için televizyon sahipliği (I4), okuryazarlık oranı (I5), yoksulluk sınırının altında yaşayanların oranı (I6), sağlıklı olarak sürdürülen yaşam (I7), sel alanındaki nüfus (I8) ve bebek ölüm oranı (I9); önlem için yapısal (I10) ve yapısal olmayan yatırım miktarıdır (I11) (Connor ve Hiroki, 2005, akt. Özceylan , 2011).

$$FVI = C + H + S - M \quad (2)$$

$$FVI = (3 * I1) + (3 * I2 + I3) + (-I4 - I5 + I6 - I7 + I8 + I9) - (I10 + I11) \quad (3)$$

Connor ve Hiroki, sel tehlikesini değerlendirmek için bir sebep-sonuç şeması kullanmıştır. Bu şema, çeşitli faktörlerin sel olaylarına nasıl sebep olduğunu ve hangi faktörlerin selden nasıl etkilendiğini açıklamak için faydalıdır. Sel kaynaklı potansiyel hasar ise iki güvenlik açığı kategorisine ayrılmıştır: insani etkiler ve ekonomik etkiler. Bu ayrım, iki farklı FVI türünün (FVIH ve FVIM) geliştirilmesine yol açmıştır. FVIH, insan etkileriyle ilgili hassasiyeti temsil ederken, FVIM ekonomik etkilerle ilgilidir.

FVI hesaplamasında, belirli göstergelerden elde edilen veriler doğrusal regresyon analizi kullanılarak analiz edilir. Bu analiz sonucunda her bir havza için insan etkileri (FVIH) ve maddi hasar (FVIM) tahmin edilir.

FVIH ve FVIM değerleri, sel risklerinin bölge bazında farklılıklarını yansıtmaktadır. Örneğin, Japonya'nın kırsal bölgelerinde FVIH değeri yüksek bulunmuş; bu da kırsal alanlardaki yaşlı nüfus oranının daha yüksek olmasından ve nehir çalışmalarına daha az yatırım yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Balica ve Wright (2012) çalışmalarında kıyı şehirlerinin sel kırılganlıklarını değerlendirmek için geliştirilen bir "Kıyı Şehri Sel Kırılganlık Endeksi" (CCFVI) metodolojisini tanıtmaktadır. Çalışma, sel kırılganlığını maruziyet, duyarlılık ve dayanıklılık faktörleri çerçevesinde değerlendirerek dokuz farklı kıyı şehrine (örneğin, Şanghay, Dakka,

Manila) uygulanmıştır. Amaç, sel riskini azaltmak için karar vericilere bilgi sağlayarak kaynakların en iyi şekilde tahsis edilmesine olanak tanımaktır.

CCFVI, üç ana faktöre dayalıdır:

- Maruziyet (Exposure): Sel riskine açık olan alanlar (örneğin, deniz seviyesindeki artış, fırtına dalgaları).
- Duyarlılık (Susceptibility): Toplumların ve altyapıların zarar görme olasılığı.
- Dayanıklılık (Resilience): Toplumların ve sistemlerin sel sonrası toparlanma kapasitesi.

Her faktör, 19 gösterge üzerinden değerlendirilmiştir (Tablo 6). Göstergeler arasında ilişki kurularak karar vericilere daha etkili müdahaleler için rehberlik sağlamaktadır. Göstergeler için veriler internet kaynaklarından ve uluslararası kuruluşların raporlarından toplanmıştır. Tüm göstergeler normalize edilerek (0 ile 1 arasında) boyutsuz hale getirilmiş ve endeks hesaplamalarında kullanılmıştır.

$$FVI = \frac{E \cdot S}{R} \quad (4)$$

formülü ile hesaplanır.

Maruz Kalma (E) ve Duyarlılık (S) göstergeleri çarpılır ve Dayanıklılık (R) göstergelerine bölünür. Bu yöntemle, maruz kalma ve duyarlılığın artırdığı sel hassasiyeti, dayanıklılıkla dengelenmeye çalışılmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Balica ve Wright (2012) FVI Çalışması (Yazar tarafından çevrilmiştir.)

Kategoriler	Gösterge	Açıklama	Faktör
Hidro-Jeolojik Bileşen Göstergeleri	Deniz Seviyesi Artışı (SLR)	Yıllık bazda deniz seviyesindeki artış (mm/yıl).	Maruziyet (E)
	Fırtına Dalgası (SS)	Fırtına sırasında su seviyesinin hızla yükselmesi (cm).	Maruziyet (E)
	Kasırğa Sayısı (#Cyc)	Son 10 yılda yaşanan kasırğa sayısı.	Maruziyet (E)
	Nehir Debisi (RD)	Son 10 yılın maksimum nehir debisi (m ³ /s).	Maruziyet (E)
	Kıyı Eğimi (FS)	Kıyı şeridinin eğim oranı (%).	Maruziyet (E)
	Toprak Çökmesi (Soil)	Yıllık toprak çökme miktarı (mm/yıl).	Maruziyet (E)
	Kıyı Şeridi Uzunluğu (CL)	Şehir boyunca uzanan kıyı şeridinin toplam uzunluğu (km).	Maruziyet (E)
Sosyo-Ekonomik Bileşen Göstergeleri	Kültürel Miras (CH)	Sel tehdidi altındaki tarihi yapılar, müzeler vb. yapıların sayısı.	Maruziyet (E)
	Kıyıya Yakın Nüfus (PCL)	Kıyı tehlikesine açık olan bölgelerde yaşayan nüfus sayısı.	Maruziyet (E)
	Kıyı Nüfus Artışı (GCP)	Kıyı alanlarındaki nüfus artış oranı (%).	Maruziyet (E)
	Barınak Sayısı (S)	Sel sırasında kullanılacak barınakların sayısı (km ² başına).	Dayanıklılık (R)
	Engelli Nüfus Oranı (%Disabled)	Engelli bireyler ve 12 yaş altı/65 yaş üstü kişilerin oranı (%).	Duyarlılık (S)
	Farkındalık ve Hazırlık (A/P)	Halkın sel tehlikeleri konusunda farkındalığı ve hazırlık düzeyi.	Dayanıklılık (R)
	Toparlanma Süresi (RT)	Sel sonrası şehrin normal işleyişine dönmesi için gereken süre (gün).	Dayanıklılık (R)
	Drenaj Uzunluğu (Drain)	Şehirdeki kanalizasyon sisteminin toplam uzunluğu (km).	Dayanıklılık (R)
Politik-İdari Bileşen Göstergeleri	Sel Tehlike Haritaları (FHM)	Sel riskine açık alanların haritalanması.	Duyarlılık (S)
	Kurumsal Organizasyonlar (IO)	Sel yönetiminden sorumlu kurumsal organizasyonların sayısı.	Dayanıklılık (R)
	KontROLSÜZ Planlama Alanları (UP)	Sahil şeridinin yakınındaki kontROLSÜZ alanların yüzdesi (%).	Maruziyet (E)
	Sel Koruma Yapıları (FP)	Şehirdeki fiziksel sel koruma önlemleri (örneğin setler).	Dayanıklılık (R)

$$\bullet \text{ FVI(Hidro-Jeolojik) = f (SLR, SS, \# Cyc, FS, RD, Soil,CL) } \quad (5)$$

$$\bullet \text{ FVISosyal = f ((CH, PCL, \%Disable) / (A/P, S)) } \quad (6)$$

- $FVIEkonomik = f((GCP) / (RT, Drain))$ (7)

- $FVIPolitik-İdari = f((FHM,UP) / (IO, FP))$ (8)

- $FVITotal = ((SLR, SS, \# Cyc, FS, RD, Soil, CL) + ((CH, PCL, \%Disable) / (A/P, S)) + ((GCP) / (RT, Drainage)) + ((FHM, UP) / (IO, FP)))$ (9)

Çalışmanın sonucunda Şanghay, yüksek nüfus yoğunluğu, düşük dayanıklılık ve yoğun sel maruziyeti nedeniyle en kırılgan şehir olarak belirlenmiştir. Dakka ve Manila diğer yüksek kırılganlığa sahip şehirlerdir. Osaka ve Rotterdam, güçlü dayanıklılık faktörleri (örneğin, drenaj altyapısı ve yönetim kapasitesi) nedeniyle daha az kırılgan bulunmuştur. CCFVI, kıyı şehirlerinin kırılganlıklarını anlamalarına ve sel yönetiminde önceliklendirme yapmalarına olanak tanır. Daha kırılgan şehirler için kaynakların daha etkili bir şekilde tahsis edilmesini sağlamaktadır. Toplumlar arasında sel risklerine karşı bilinç oluşturmaktadır. Çalışma, farklı coğrafi ve sosyo-ekonomik koşullardaki şehirleri karşılaştırarak adaptasyon stratejileri geliştirilmesine katkı sağlar.

Aktar v.d (2021) çalışmalarında Bangladeş'teki Sirajganj Sadar Upazila bölgesi üzerine yapılan çalışma, FVI'nin nehir havzası, alt havza ve kentsel ölçekte nasıl uygulandığını gösterir. Bu çalışma, sel risklerinin azaltılmasına yönelik karar alma sürecini geliştirmek ve eğitim amacıyla kullanılan bir araç olarak FVI'nin kullanımını vurgular. Balica ve Wright (2012)' in çalışmalarından yola çıkarak; sosyal, ekonomik, çevresel ve fiziksel bileşenler dikkate alınmış taşkın güvenlik açığı değerlendirilmiş ve bölgenin çeşitli göstergeler üzerinden sel hassasiyeti belirlenmiş, sel riski haritaları oluşturularak en savunmasız bölgeler vurgulanmıştır.

Belirledikleri göstergeler (Tablo 7) doğrultusunda FVI endeksi üzerine yaptıkları çalışma için alan araştırmaları, anketler, odak grup görüşmeleri yapılmış ve ilgili kuruluşlardan veri toplanmıştır. Veriler, normalize edilerek FVI hesaplamaları için kullanılmıştır.

Tablo 7. Aktar v.d (2021) Çalışmasında Belirlenen FVI Göstergeleri

Boyutlar	GÖSTERGELER					
	Maruziyet (Exposure)	Kısaltma	Hassasiyet (Susceptibility)	Kısaltma	Dirençlilik (Resilience)	Kısaltma
Sosyal	Nüfus Artışı (Population Growth)	PG	Çocuk Ölüm Oranı (Child Mortality)	CM	Eğitim Durumu (Okuryazarlık Oranı) (Educational Status (Literacy Rate))	ES
	Nüfus Yoğunluğu (Population Density)	PD			Farkındalık ve Hazırlık (Awareness & Preparedness)	A/P
	Engelli Kişiler (Disabled People)	DP			Kurumsal Düzenlemeler (Institutional Arrangement)	IA
					Eğitim Programı (Training Program)	TP
					Yerel Uygulamalar (Indigenous Practices)	IP
					Uyarı Sistemi (Warning System)	WS
					Ekonomik	Hanehalkı Varlıkları (Household Assets)
Tarım Bağımlılık (Agricultural Dependency)	AD	Sel Sigortası (Flood Insurance)	FI			
Gelir Kaynağı (Income Source)	IS					
Çevresel	Arazi Kullanımı (Land Use)	LU	Nehir Kıyısı Erozyonu (River Bank Erosion)	RE	Set (Embankment)	E
	Muson Yağmurları (Monsoon Rainfall)	MR			Su Kütlesi (Water Body)	WB
Fiziksel	Nehire Yakınlık (Closeness to River)	CR	Coğrafi Konum (Geographic Location)	GL	İletişim Sistemi (Communication System)	CS
	Konut Düzeni (Housing Pattern)	HP			Hizmet ve Altyapıya Erişim (Access to Utility & Service Facility)	AUS
					Sel Sığınağı (Flood Shelter)	FS

FVI genel formülü, bileşenlerin üç grup gösterge halinde sınıflandırılmasıyla hesaplanır: maruziyet (E), duyarlılık (S) ve dayanıklılık (R).

$$FVI = \frac{E \cdot S}{R} \quad (10)$$

Göstergelerle ilgili olarak, bu denklem şu şekilde olur (Balica, 2012):

$$FVI_{sosyal} = \frac{PG \cdot PD \cdot DP \cdot CM}{ES + \frac{A}{P} + IA + TP + IP + WS} \quad (11)$$

$$FVI_{ekonomik} = \frac{HA \cdot AD \cdot IS}{ED + FI} \quad (12)$$

$$FVI_{\text{çevresel}} = \frac{LU \cdot MR \cdot RE}{E + WB} \quad (13)$$

$$FVI_{fiziksel} = \frac{CR \cdot HP \cdot GL}{CS + AUS + FS} \quad (14)$$

$$FVI_{genel} = FVI_{sosyal} + FVI_{ekonomik} + FVI_{\text{çevresel}} + FVI_{fiziksel} \quad (15)$$

Her kentsel alanın toplam FVI değeri, bu dört göstergeden türetilen FVI'lerin toplamıdır. Bu endeks değeri, Tablo 8’de belirtildiği şekilde kırılğanlık derecesini gösterir.

Sel kırılğanlık yorumu (Balica, 2012):

Tablo 8. FVI Değerlendirme Aralığı

Endeks Değeri	Tanım
<0.01	Sele karşı çok küçük kırılğanlık
0.01-0.25	Sele karşı küçük kırılğanlık
0.25-0.50	Sele karşı kırılğanlık
0.50-0.75	Sele karşı yüksek kırılğanlık
0.75-1.00	Sele karşı çok yüksek kırılğanlık

Sel riski haritaları, farklı kırılğanlık seviyelerini göstermek için oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda Mechhra Birliği, düşük dayanıklılık, yüksek maruziyet ve duyarlılık nedeniyle en kırılğan alan olarak belirlenmiştir. Bahuli, Ratankandi ve Shialkul gibi diğer bölgeler yüksek kırılğanlık seviyelerinde bulunmuştur. Çalışma, sosyal faktörlerin (örneğin, eğitim seviyesi ve farkındalık) kırılğanlık üzerindeki etkisinin büyük olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmanın faydaları ise, hangi bölgelerin daha fazla korunması gerektiğini belirleyerek sel yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunur, elde edilen veriler, yerel yönetimlerin daha etkili müdahale planları yapmasına olanak tanır. Ayrıca sel kırılğanlık haritaları, risk azaltma önlemlerinin önceliklendirilmesine yardımcı olur ve topluluklar ve yetkililer arasında sel riskleri konusunda farkındalık yaratır.

Sele ve taşkına karşı dirençlilik çalışmalarında, farklı ölçeklerde ve bağlamlarda ele alınan kırılganlık, duyarlılık ve dirençlilik analizleri, sel risklerini anlamada ve etkili politikalar geliştirmede kritik bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda incelenen çalışmalar, kırılganlık analizi konusunda ortak bir çerçeve sunarken, her birinin kendine özgü yöntemleri ve yaklaşımları, yerel ve küresel bağlamlarda çeşitlilik göstermektedir. Özellikle, farklı coğrafyalarda uygulanan yöntemlerin ve göstergelerin adaptasyonu, şehirlerin farklı sosyal, ekonomik ve çevresel koşullarını göz önüne alarak daha etkili sonuçlar üretmiştir.

Sonuç olarak, sele karşı dirençliliği artırmak için yerel ve uluslararası iş birliğine dayalı, bilimsel temelli ve göstergelerle desteklenen çalışmalar, afet risk yönetiminde başarılı bir yol haritası sunmaktadır. Bu araştırmalar, karar alıcıların daha bilinçli önlemler almasını sağlarken, toplumlar arasında sel risklerine yönelik farkındalığı artırmakta ve kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasına olanak tanımaktadır.

4. YÖNTEM

Bu çalışmada önerilen Sel Kırılabilirlik Endeksi (SKE), mevcut ulusal ve uluslararası kırılabilirlik endeksi çalışmalarından yararlanarak geliştirilmiştir. Özellikle, Connor ve Hiroki (2005) tarafından geliştirilen Flood Vulnerability Index (FVI) ve Balica ve Wright (2012) tarafından kıyı şehirleri için oluşturulan CCFVI yöntemi, kırılabilirliğin maruz kalma, duyarlılık ve dirençlilik bileşenleri temelinde analiz edilmesi açısından bu çalışmaya metodolojik bir zemin sunmuştur. Bu yaklaşımlar, kırılabilirliğin çok boyutlu doğasını yansıtan göstergelerle çalışmanın temel formülünü şekillendirmiştir: $SKE = MK + DU - DR$ ($FVI = E$ (Exposure) + S (Susceptibility) – R (Resilience)).

FVI (Flood Vulnerability Index) çalışmalarında kullanılan gösterge setleri ve analiz düzeyleri, bu araştırmada yerel ölçekte (mahalle bazında) yeniden yapılandırılmıştır fakat aynı formül uygulanmıştır. Bu bağlamda, mekânsal heterojenlik ile yerel düzeydeki kırılabilirlik farklılıkları dikkate alınarak, daha ayrıntılı ve mikro ölçekte bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Literatürde sıkça vurgulanan maruziyetin fiziksel risk alanlarıyla olan mekânsal ilişkisi, duyarlılığın demografik yapı ile bağlantısı, dirençliliğin ise sosyal, ekonomik ve çevresel kapasite unsurlarıyla nasıl geliştirilebileceği gibi kavramsal çerçeveler doğrultusunda toplam 14 gösterge;

Maruz Kalma Göstergeleri:

- Taşkın Alanı (TA – taşkın riski taşıyan yüzey alanı),
- Kıyı Uzunluğu (KU – nehir/göl kıyısına olan mesafe ve uzunluk),
- Irmak Koruma Alanı (IKA – nehir çevresindeki tampon ve koruma alanı) ;

Duyarlılık Göstergeleri:

- Nüfus Yoğunluğu (NY – birim alandaki kişi sayısı),
- Bağımlı Nüfus (BN – 0–14 yaş ve 65+ yaş nüfus oranı),
- Eğitimsiz Kişi Sayısı (EK – eğitim düzeyi düşük bireylerin sayısı),
- Riskli Yapı Sayısı (RY – taşkın ve ırmak koruma alanı içindeki bina sayısı),
- Tescilli Yapı Sayısı (TYS – koruma altındaki tarihi/kültürel alanlar),
- Hanehalkı Sayısı (HH – ortalama evde yaşayan birey sayısı);

Dirençlilik Göstergeleri:

- Eğitimli Kişi Sayısı (EP – yüksek eğitim düzeyine sahip birey sayısı),

- Hane Geliri (HG – ekonomik kapasite ve gelir düzeyi),
- Yeşil Alan (YA –yeşil alan miktarı),
- Tarım Alanı (TRA – gıda ve ekonomik güvenlik sağlayan tarım alanı büyüklüğü),
- Hastaneye Uzaklık (HU – sağlık hizmetlerine erişim mesafesi))

belirlenmiştir. Bu yönüyle çalışma, uluslararası ölçekte geliştirilen metodolojik yaklaşımları yerel veriyle bütünleştirerek, mekânsal planlama süreçlerinde kullanılabilecek, uygulanabilir ve bilimsel temellere dayanan bir kırılganlık değerlendirme modeli ortaya koymaktadır.

Afet risklerinin değerlendirilmesinde temel unsurlardan biri olan kırılganlık, üç temel bileşen üzerinden analiz edilir: maruz kalma ((Mk), E:exposure), duyarlılık ((Du), S: sensitivity) ve dirençlilik ((Dr), R:resilience). Bu bileşenler, bir toplumun veya sistemin afetlere karşı ne ölçüde etkileneneğini belirlemede önemli rol oynar.

Maruz kalma-Mk₂ bir afetin meydana geldiği coğrafi alanda bulunan insanlar, altyapılar, yapılaşma biçimleri ve ekonomik-sosyal sistemler gibi öğelerin, tehlike kaynağı ile fiziksel olarak ne ölçüde karşı karşıya kaldığını ifade eder. Örneğin, taşkın riski altındaki bir bölgede yer alan yerleşim birimleri, o tehlikeye maruz kalmış olur. Maruz kalma düzeyi arttıkça, risk altındaki unsurlar da artacağından dolayı, genel kırılganlık seviyesi yükselir.

Duyarlılık-Du, maruz kalan toplulukların ya da sistemlerin, afete karşı ne ölçüde zarar görebileceğini, yani hassasiyet düzeylerini tanımlar. Bu, sosyoekonomik durum, yapı kalitesi, yaş grupları, sağlık düzeyi gibi pek çok faktöre bağlıdır. Örneğin, yaşlı nüfus oranının yüksek olduğu veya altyapı hizmetlerinin yetersiz olduğu bölgelerde duyarlılık da yüksek olacaktır. Duyarlılığın artması, afetten doğacak zararların da artmasına neden olur.

Dirençlilik-Dr, bir topluluk ya da sistemin afete karşı hazırlıklı olma durumu, etkilenme düzeyini azaltma kapasitesi ve afet sonrası toparlanma hızıyla ilgilidir. Yani, dirençlilik yüksek olduğunda, toplum hem daha az zarar görür hem de afet sonrası daha kısa sürede eski haline dönebilir. Bu nedenle dirençlilik, kırılganlığı azaltıcı bir unsur olarak değerlendirilir ve genellikle kırılganlık analizlerinde formülden çıkarılarak azaltıcı etki şeklinde yansıtılır.

Bu üç bileşen birlikte değerlendirildiğinde, afet riskinin azaltılması için sadece maruz kalmayı azaltmak ya da duyarlılığı düşürmek değil, aynı zamanda dirençliliği artırmak da hayati önem taşımaktadır. Kapsayıcı bir kırılganlık değerlendirmesi, bu üç bileşenin dinamik ilişkisini dikkate almalıdır.

Bu kapsam da;

$$SKE = \text{Maruz Kalma (Mk)} + \text{Duyarlılık (Du)} - \text{Dirençlilik (Dr)} \quad (16)$$

formülü için alt göstergeler belirlenmiştir. (Tablo 9)

- Maruz Kalma (Mk) Göstergeleri

Taşkın alanı (ha) , belirli bir bölgede su baskını riski taşıyan yüzey alanını ifade eder. Bu alanın büyüklüğü, bölgenin doğal afetlere maruz kalma seviyesini doğrudan artırır. Taşkın alanının genişliği arttıkça, risk altındaki alan ve dolayısıyla maruz kalma da artar. Bu nedenle taşkın alanı pozitif etkiye sahiptir ve analizde pozitif normalizasyon uygulanmıştır.

Kıyı uzunluğu (m), deniz, göl veya nehir gibi su kütlelerine sınırı olan hattın uzunluğunu belirtir. Uzun kıyı şeridi, taşkın ve erozyon gibi su kaynaklı risklere maruz kalma olasılığını artırır. Bu yüzden, kıyı uzunluğunun artması maruz kalmayı yükselten pozitif bir faktör olarak değerlendirilir ve pozitif normalizasyonla kullanılır.

Irmak koruma alanı (IKA), su kütlelerinin etrafında bırakılan doğal tampon bölgeleri temsil eder. Bu alanlar, su baskınlarının etkilerini azaltmaya yardımcı olsa da, geniş ırmak koruma alanlarının varlığı, taşkın riskinin olduğu bölgelerin büyüklüğünü göstermesi bakımından maruz kalma ile pozitif ilişkilidir. Dolayısıyla, bu gösterge pozitif etkiye sahip olup normalizasyon sürecinde pozitif yönlü ele alınır.

- Duyarlılık (Du) Göstergeleri

Nüfus yoğunluğu (kişi/ha) , bir alandaki insan sayısının hektar başına düşen miktarını ifade eder. Yoğun nüfuslu bölgeler, afetlerden daha fazla insanın etkilenmesi nedeniyle yüksek duyarlılık taşır. Bu gösterge pozitif etkiye sahiptir ve pozitif normalizasyon uygulanır

Bağımlı nüfus, çalışma çağındaki olmayan çocuklar ve yaşlılar gibi ekonomik açıdan destek gerektiren bireyleri kapsar. 14 yaş altı ve 65 yaş üstü nüfus, bağımlı nüfus olarak kabul edilir. Bu grubun yüksek oranı, toplumun afetlere karşı daha hassas ve kırılgan olmasına neden olur. Bağımlı nüfusun artışı duyarlılığı artıran pozitif bir etkidir.

Eğitim seviyesi düşük bireylerin sayısı, risk farkındalığı ve afetlere hazırlık kapasitesinin düşüklüğüne işaret eder. Bu durum, toplumsal duyarlılığı yükseltir. Bu gösterge de pozitif etkiye sahip olarak pozitif normalizasyonla değerlendirilir.

Riskli yapılar, dayanıklılığı düşük ve afetlere karşı koruması az olan bina ve tesisleri ifade eder. Bu yapıların sayısının artması, afet zararlarını artırır ve dolayısıyla duyarlılığı yükseltir. Pozitif etkiye sahiptir.

Tescilli yapılar, koruma altında olan tarihi ve kültürel bölgeleri belirtir. Bu alanların varlığı, afetlere karşı koruma önlemlerini zorlaştırabilir ve risk yönetimini karmaşıktırır. Bu nedenle tescilli yapıların sayısı duyarlılığı artıran pozitif bir gösterge olarak ele alınır.

Hane halkı sayısı, ortalama bir evde yaşayan birey sayısını gösterir. Daha yüksek hane halkı sayısı, kaynakların bölünmesini ve afet durumunda müdahale ihtiyacını artırabilir. Bu nedenle pozitif etkiye sahiptir.

- Dirençlilik (Dr) Göstergeleri

Eğitimli bireylerin sayısı, toplumsal kapasitenin ve afetlere hazırlık düzeyinin artmasına katkı sağlamaktadır. Yüksek eğitim seviyesi, risk yönetimini kolaylaştırır ve direnci artırır. Bu gösterge pozitif etkiye sahiptir ve pozitif normalizasyon uygulanır.

Hane geliri, ekonomik kaynakların bolluğunu gösterir. Yüksek gelir, afetlere karşı hazırlıklı olmayı ve afet sonrası toparlanmayı kolaylaştırır. Dolayısıyla, hane geliri direnci artıran pozitif bir göstergedir.

Yeşil alanlar (ha), ekosistem hizmetleri sunarak su baskını ve sıcaklık gibi doğal afetlerin etkisini azaltabilir. Yeşil alanın artması, dirençliliği artırır ve pozitif normalizasyonla değerlendirilir.

Tarım alanları (ha), gıda güvenliği ve ekonomik istikrar için önemlidir. Bu alanların büyüklüğü, bölgenin sosyal ve ekonomik direncini olumlu yönde etkiler. Ayrıca doğru planlanmış, sürdürülebilir uygulamalarla yönetilen tarım alanları, doğal su tutma kapasitesi yüksek toprak yapıları sayesinde taşkın riskini azaltabilir ve ekosistem hizmetleri yoluyla dirençliliği destekleyebilir. Bu nedenle pozitif etkiye sahiptir.

Hastaneye uzaklık, acil müdahale ve sağlık hizmetlerine erişim açısından kritik bir göstergedir. Burada, uzaklığın artması direnci azaltır ve olumsuz etki yaratır. Bu yüzden normalizasyon sürecinde bu gösterge negatif etkiye sahip olarak değerlendirilir.

Tablo 9. SKE Göstergeleri ve Kırılgenlikle İlişkileri (Yazar tarafından hazırlanmıştır.)

GÖSTERGE	BİLEŞEN	Dirençliliğe / Duyarlılığa / Maruz Kalma'ya Etkisi	Kırılgenliğe Etkisi (Formülde)	Normalizasyon Türü	Açıklama
Taşkın Alanı	Maruz Kalma	Fazla taşkın alanı → maruz kalma artar	Pozitif	Pozitif Normalizasyon	Taşkın riski olan alan arttıkça daha fazla unsur etkilenir.
Kıyı Uzunluğu	Maruz Kalma	Uzun kıyılar → maruziyet artar	Pozitif	Pozitif Normalizasyon	Kıyıya yakın alanlar deniz taşkınlarına daha açık hale gelir.
İrmak Koruma Alanı	Maruz Kalma	Akarsuya yakınlık → maruz kalma artar	Pozitif	Pozitif Normalizasyon	Koruma alanında yapılaşma varsa sel riski artar.
Nüfus Yoğunluğu	Duyarlılık	Kalabalık yerler → daha çok insan etkilenir	Pozitif	Pozitif Normalizasyon	Yoğun nüfus, afetin etki alanını genişletir.
Bağımlı Nüfus	Duyarlılık	Yaşlı, çocuk oranı yüksek → duyarlılık artar	Pozitif	Pozitif Normalizasyon	Bu gruplar afetlerde daha kırılgenlidir.
Eğitimsiz Kişi Sayısı	Duyarlılık	Eğitim seviyesi düşük → afet bilinci zayıf	Pozitif	Pozitif Normalizasyon	Bilgi eksikliği zarar görülebilirliği artırır.
Riskli Yapı Sayısı	Duyarlılık	Güvensiz yapı → zarar görme ihtimali yüksek	Pozitif	Pozitif Normalizasyon	Dayanaksız binalar daha çok zarar görür.
Sit Alanı Sayısı	Duyarlılık	Müdahale kısıtlı → duyarlılık artar	Pozitif	Pozitif Normalizasyon	Müdahale edilemeyen alanlar afet sırasında savunmasızdır.
Hane Halkı Sayısı	Duyarlılık	Kalabalık evler → tahliye ve müdahale zorlaşır	Pozitif	Pozitif Normalizasyon	Büyük hanelerde afet yönetimi daha zordur.
Eğitimli Kişi Sayısı	Dirençlilik	Eğitimli toplum → afetle başa çıkabilir	Negatif	Pozitif Normalizasyon	Bilinçli bireyler afet öncesi/sonrası daha hazırlıklıdır.
Hane Geliri	Dirençlilik	Yüksek gelir → daha iyi yaşam koşulları	Negatif	Pozitif Normalizasyon	Gelir düzeyi arttıkça riskle başa çıkma kapasitesi artar.
Yeşil Alan Miktarı	Dirençlilik	Fazla yeşil alan → suyun toprağa sızması kolaylaşır	Negatif	Pozitif Normalizasyon	Yeşil alanlar taşkın riskini azaltır.
Tarım Alanı Miktarı	Dirençlilik	Geçirgen zemin → yüzey akışı azalır	Negatif	Pozitif Normalizasyon	Tarım alanları suyu emerek taşkını önleyebilir.
Hastaneye Uzaklık	Dirençlilik	Uzaklık fazla → sağlık hizmetine erişim zorlaşır	Pozitif	Negatif Normalizasyon	Müdahale gecikirse can kaybı ve zarar artar.

Pozitif Normalizasyon için:

$$Norm_{pozitif} = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

(17)

Yüksek değer, kırılganlık ve dirençlilik bileşenini artırıyorsa (Örneğin: taşkın alanı, nüfus yoğunluğu, yeşil alan miktarı) bu formül kullanılır.

Negatif Normalizasyon için:

$$\text{Norm}_{negatif} = \frac{X_i - X_{max}}{X_{min} - X_{max}} \quad (18)$$

Yüksek değer, kırılganlık ve dirençlilik bileşenini azaltıyorsa (Örneğin: hastaneye uzaklık), bu formül kullanılır.

Formülde dirençlilik göstergeleri çıkarıldıkları yani eksi değer aldıkları için normalizasyon işlemlerinde dirençlilik göstergeleri, dirençliliği artırıp, azaltmasına göre normalizasyon uygulanırken, maruz kalma ve duyarlılık göstergeleri kırılganlığı doğrudan etkiledikleri için kırılganlığa olan etkilerine göre normalizasyon uygulanmıştır.

Maruz Kalma Göstergeleri (MK):

- TA = Taşkın Alanı
- KU = K1y1 Uzunluğu
- IKA = Irmak Koruma Alanı

Duyarlılık Göstergeleri (Du):

- NY = Nüfus Yoğunluğu
- BN = Bağımlı Nüfus (0–14 yaş ve 65+ yaş)
- EK = Eğitimsiz Kişi Sayısı
- RY = Riskli Yapı Sayısı
- TYS = Tescilli Yapı Sayısı Sayısı
- HH = Hanehalkı Sayısı

Dirençlilik Göstergeleri (Dr):

- EP = Eğitimli Kişi Sayısı
- HG = Hane Geliri
- YA = Yeşil Alan
- TRA = Tarım Alanı
- HU = Hastaneye Uzaklık

Endekste göstergeler eşit ağırlıklı olarak değerlendirilmiştir. Her bileşen kendi içinde ortalamaya alınmıştır. Sel Kırılğanlık Endek Formülü;

$$SKE = \left(\frac{TA + KU + IKA}{3} \right) + \left(\frac{NY + BN + EK + RY + TYS + HH}{6} \right) - \left(\frac{EP + HG + YA + TRA + HU}{5} \right) \quad (19)$$

Bu yaklaşım, literatürde Basit Aritmetik Ortalama Yöntemi (Equal Weighting Method) olarak bilinir (Birkmann, 2006; Cutter et al., 2010). Ağırlıklandırma, her göstergenin kırılğanlığa eşit düzeyde katkı sunduğu varsayımına dayanır.

Alternatif olarak AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) veya PCA (Temel Bileşenler Analizi) gibi yöntemlerle ağırlıklandırma yapılabilirdi, ancak bu çalışmada veri setlerinin tutarlılığı ve erişim sınırlamaları nedeniyle eşit ağırlıklandırma yöntemi tercih edilmiştir.

Maruz Kalma, Sel tehdidine fiziksel olarak açık olmayı tanımlar. Duyarlılık; Etkilenecek nüfusun ve yapıların özelliklerini gösterir. Dirençlilik; Toplumun ve alanın sel karşısında gösterdiği dayanıklılığı ifade eder. Dirençlilik bileşeni kırılğanlığı azaltıcı olduğu için formülde çıkarılarak kullanılır. SKE Tablo 10'a göre değerlendirilir.

Tablo 10. SKE Değerlendirme Ölçütleri

SEL KIRILGANLIK ENDEKSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	
< 0.01	Çok Düşük Kırılğan
0.01 - 0.25	Düşük Kırılğan
0.25 - 0.50	Orta Kırılğan
0.50 - 0.75	Yüksek Kırılğan
0.75 - 1	Çok Yüksek Kırılğan

- Verilerin Elde Edilme Süreci

Bu çalışmada Sel Kırılğanlık Endeksi oluşturulurken kullanılan veriler; maruz kalma, duyarlılık ve dirençlilik bileşenlerini temsil eden göstergeler doğrultusunda çeşitli kurumlardan, dijital veri tabanlarından ve mekânsal analizlerden elde edilmiştir. TÜİK verileri çoğunlukla il ve ilçe düzeyinde sunulduğu için mahalle ölçeğinde güncel nüfus, demografik ve ekonomik verilere erişimde sınırlılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle, mahalle düzeyinde veri sağlayan Endeksa platformundan yararlanılmıştır. Endeksa resmi bir istatistik kurumu olmadığından, bu veriler yalnızca mahalleler arasındaki mekânsal farklılıkları karşılaştırmak amacıyla kullanılmış; resmi istatistiklerle birebir örtüşmeyebileceği metodolojik bir sınırlılık olarak dikkate alınmıştır.

Sel ve taşkın riskine ilişkin mekânsal veriler ise belediyeden temin edilen plan ve raporlardan elde edilmiş, taşkın alanları, tarım alanları, yeşil alanlar ve mahalle sınırları v.b. göstergeler Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı analizlerle hesaplanmıştır.

Veri toplama sürecinin daha anlaşılır biçimde ifade edilebilmesi amacıyla çalışma alanında yer alan Çay Mahallesi (Tablo11), örnek mahalle olarak ele alınmış ve gösterge verilerinin elde edilme aşamaları bu mahalle özelinde detaylandırılarak açıklanmıştır.

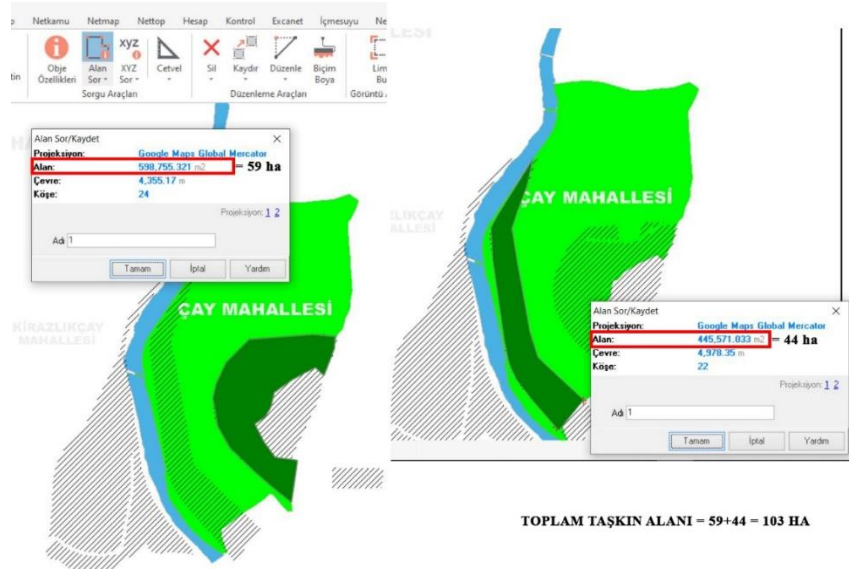
Tablo 11. Çay Mahallesi Verileri

	Göstergeler	Çay Mahallesi Verileri
Maruz Kalma	Taşkın Alanı(ha)	103
	Kıyı Uzunluğu (m)	3298
	İrmak Koruma Alanı (Ha)	74.6
Duyarlılık	Nüfus Yoğunluğu(kişi/ha)	3671
	Bağımlı Nüfus	3519
	Eğitimsiz Kişi Sayısı	7310
	Riskli Yapı	259
	Tescilli Yapı Sayısı	8
	Hane Halkı Sayısı	3.33
Dirençlilik	Eğitimli Kişi Sayısı	1383
	Hane Geliri	42208
	Yeşil Alan (Ha)	26.8
	Tarım Alanı (Ha)	143.5
	Hastaneye Uzaklık (km)	4.5

Böylece araştırmanın yöntemi daha şeffaf ve izlenebilir bir yapıya kavuşturulmuştur. Ayrıntılı veri kaynakları ve hesaplama yöntemleri çalışmanın devamında tablo (Tablo 12,13 ve 14) ve şekiller (Şekil 6,7,8,9,10,11,12 ve 13) ile sunulmuştur.

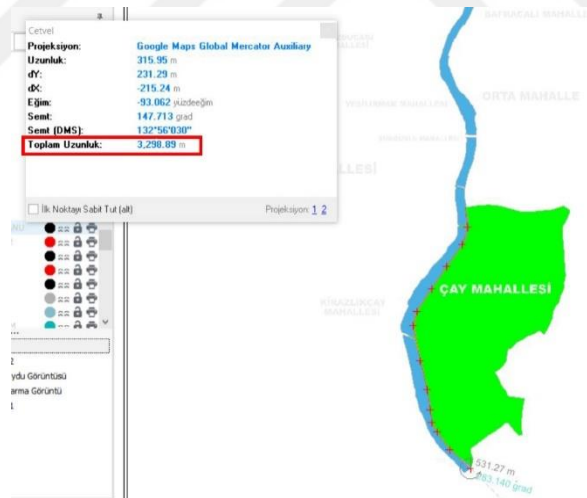
Tablo 12. Maruz Kalma Bileşeni: Göstergeler, Veri Kaynakları ve Elde Edilme Yöntemleri

MARUZ KALMA GÖSTERGELERİ	BİRİMİ	VERİ KAYNAĞI	ERİŞİM TARİHİ	ERİŞİM YÖNTEMİ
Taşkın Alanı	HA	Çalışmada kullanılan veriler, Çarşamba ilçesine ait imar planı araştırma raporlarından elde edilmiş olup ilgili belgeler Çarşamba Belediyesi'nden temin edilmiştir.	26.05.2025	Belgede yer alan taşkın alanı (Şekil 6) ve ırmak koruma alanı (Şekil 7) verisi, Netcad yazılımı kullanılarak alan hesaplama yöntemiyle ölçülmüş; elde edilen metrekare değerleri hektara dönüştürülerek analiz sürecine dâhil edilmiştir.
İrmak Koruma Alanı	HA			
Kıyı Uzunluğu	M			Belgede yer alan kıyı uzunluğu verisi, Netcad yazılımı kullanılarak cetvel yöntemiyle ölçülmüş ve elde edilen metre değeri analiz sürecine dâhil edilmiştir. (Şekil 8)



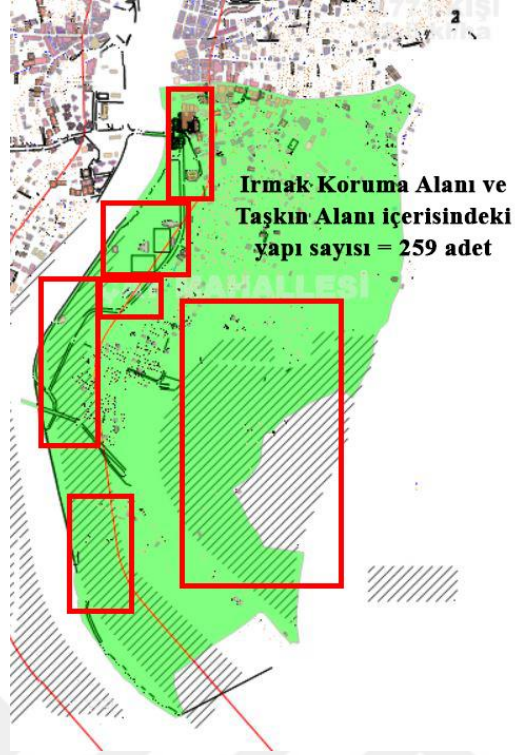
Şekil 6. Çay Mahallesi Taşkın Alanı Mekânsal Analizi

Şekil 8. Çay Mahallesi Kıyı Uzunluğu Mekânsal Analizi

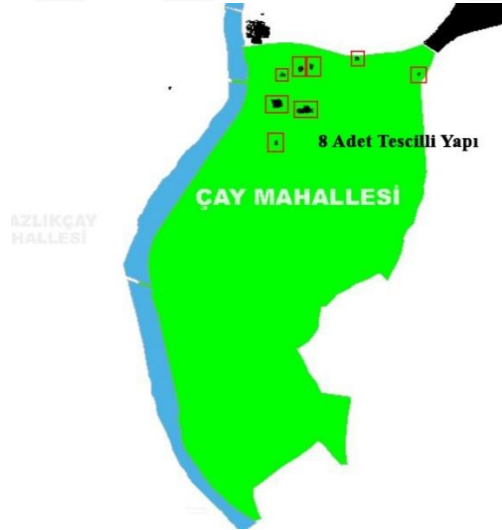


Tablo 13. Duyarlılık Bileşeni: Göstergeler, Veri Kaynakları ve Elde Edilme Yöntemleri

DUYARLILIK GÖSTERGELERİ	BİRİMİ	VERİ KAYNAĞI	ERİŞİM TARİHİ	ERİŞİM YÖNTEMİ
Nüfus Yoğunluğu	KİŞİ/HA	ENDEKSA ve Çarşamba ilçesine ait imar planı araştırma raporlarından elde edilmiş veriler	26.05.2025	Mahallenin alanı, toplam nüfusa bölünerek elde edilmiştir.
Bağımlı Nüfus	KİŞİ			15 yaş altı ve 65 yaş üstü nüfusun toplanmasıyla elde edilen veri analiz sürecine dâhil edilmiştir
Hane Halkı Sayısı				Aynı konutta birlikte yaşayan kişi topluluğu veya hane sayısı verisi analiz sürecine dâhil edilmiştir.
Eğitimsiz Kişi Sayısı				Okuryazar olmayan, okuryazar ama eğitimsiz, ilköğretim ve ortaöğretim mezunu nüfusun toplanmasıyla elde edilen veri analiz sürecine dâhil edilmiştir.
Riskli Yapı	YAPI ADEDİ	Çalışmada kullanılan veriler, Çarşamba ilçesine ait imar planı araştırma raporlarından elde edilmiş olup ilgili belgeler Çarşamba Belediyesi’nden temin edilmiştir.	26.05.2025	Taşkın alanı, ırmak koruma alanı ve mahalle yapı veriler Netcad ortamında karşılaştırılarak, bu alanlar içerisinde konumlanan yapıların sayısı belirlenmiş ve söz konusu yapılar “riskli yapı” göstergesi kapsamında analiz sürecine dâhil edilmiştir. (Şekil 9)
Tescilli Yapı Sayısı				Mahalle sınırları içerisinde yer alan tescilli yapıların sayısı belirlenmiş ve bu veriler analiz sürecine dâhil edilmiştir. (Şekil 10)



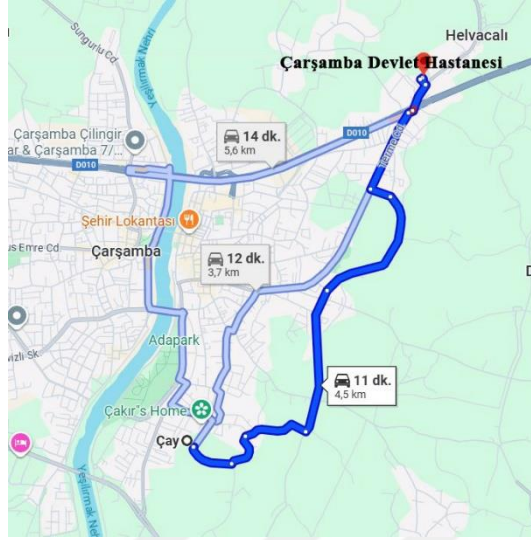
Şekil 9. Çay Mahallesi Riskli Yapı Sayısı Mekânsal Analizi



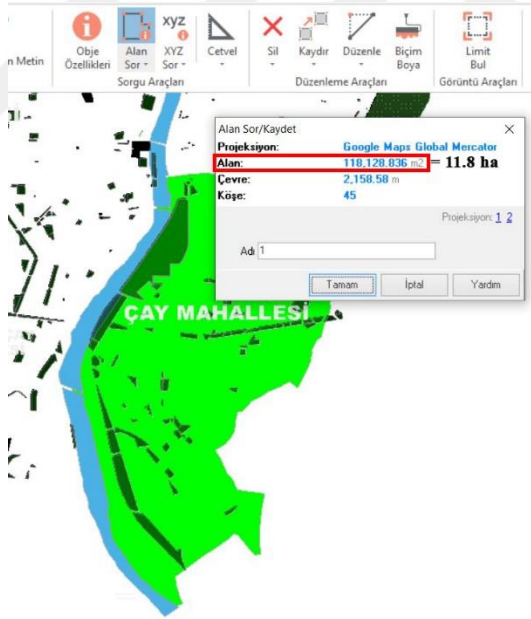
Şekil 10. Çay Mahallesi Tescilli Yapı Sayısı Mekânsal Analizi

Tablo 14. Dirençlilik Bileşeni: Göstergeler, Veri Kaynakları ve Elde Edilme Yöntemleri

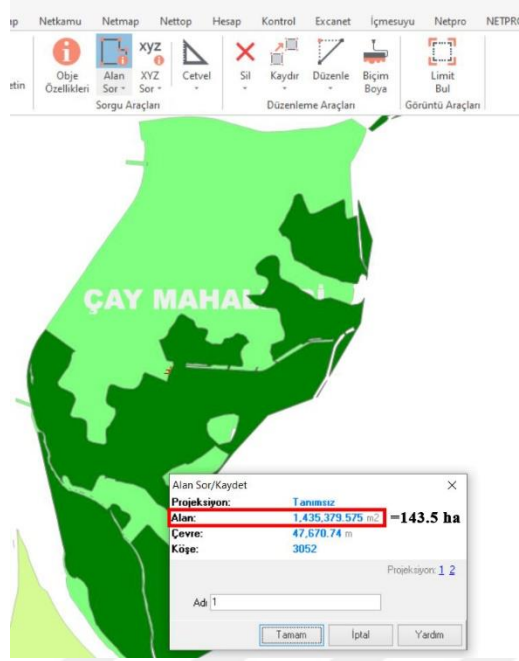
DİRENÇLİLİK GÖSTERGELERİ	BİRİMİ	VERİ KAYNAĞI	ERİŞİM TARİHİ	ERİŞİM YÖNTEMİ
Eğitimli Kişi Sayısı	KİŞİ	ENDEKSA ve Çarşamba ilçesine ait imar planı araştırma raporlarından elde edilmiş veriler	26.05.2025	Önlisans,Lisans ve Yüksek Lisans mezunu nüfusun toplanmasıyla elde edilen veri analiz sürecine dahil edilmiştir.
Hane Geliri	TL			Mahalle bazında hanehalkı gelir düzeyi verileri analiz sürecine dâhil edilmiştir.
Hastaneye Uzaklık	KM	Google Haritalar		Google Haritalar üzerinden, her mahallenin geometrik merkez noktası ile Çarşamba Devlet Hastanesi arasındaki en hızlı ulaşım güzergâhı mesafesi hesaplanmış ve kilometre cinsinden analiz sürecine dâhil edilmiştir. (Şekil 11)
Yeşil Alan	HA	Çalışmada kullanılan veriler, Çarşamba ilçesine ait imar planı araştırma raporlarından elde edilmiş olup ilgili belgeler		Mahalle sınırları içerisinde yer alan spor alanları, ağaçlık alanlar ve parklar yeşil alan olarak sınıflandırılmış; bu alanların büyüklükleri Netcad yazılımı kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen toplam alan verileri analiz sürecine dâhil edilmiştir. (Şekil 12)
Tarım Alanı	HA	Çarşamba Belediyesi'nden temin edilmiştir.		Mahalle sınırları içerisinde yer alan tarım alanları Netcad yazılımı kullanılarak alan hesaplamasına tabi tutulmuş ve elde edilen toplam büyüklükler analiz sürecine dâhil edilmiştir. (Şekil 13)



Şekil 11. Çay Mahallesi Hastaneye Uzaklık Mekânsal Analizi



Şekil 12. Çay Mahallesi Yeşil Alanlar Mekânsal Analizi
(Şekilde bir alan ile örneklendirilmiştir, Yeşil Alanların toplamı 26.8 Ha'dır.)



Şekil 13. Çay Mahallesi Tarım Alanı Mekânsal Analizi

- Gösterge Seçimindeki Sınırlılıklar ve Hariç Tutulan Veriler

Sel kırılganlığı ile ilişkili olduğu bilinen çeşitli göstergeler, veri erişilebilirliği ve ölçek uygunluğu açısından yaşanan sınırlılıklar nedeniyle analiz dışında bırakılmıştır. Özellikle afet sigortası yapmış konut sayısı, internet erişim hızı ve altyapının teknik performansına ilişkin ayrıntılı veriler, çalışma alanı özelinde mahalle seviyesinde güncel ve doğrulanabilir biçimde temin edilememiştir. Bunun yanı sıra erken uyarı sistemlerinin konum bilgileri, afet sonrası barınma alanları, tahliye güzergâhları ve afet önlemlerine ayrılan yatırım miktarları gibi kurumsal kapasiteyi temsil eden göstergeler, çoğunlukla il veya bölge ölçeğinde sunulduğundan mahalle düzeyine indirgenememiştir.

Ayrıca bazı göstergelerin planlama verileri kapsamında yasal kısıtlılık taşıması ve belediye kurumları tarafından paylaşılmaması da analiz kapsamını sınırlayan unsurlar arasında yer almıştır. Bu nedenle çalışma, mekânsal ayrıntı seviyesi yüksek, güvenilirliği doğrulanabilir ve tutarlı biçimde elde edilebilen göstergeler arasından seçilerek oluşturulmuştur. Böylece gösterge setinin endeks sonuçlarını istatistiksel olarak yanıltmaması ve analiz ölçeği ile uyumlu olması hedeflenmiştir.

Ülkemizde son yıllarda yaşanan yoğun yağışlar ve taşkın olayları, şehirleşmenin plansız gelişimi, yeşil alanların azalması ve yüzey akışının artması gibi nedenlerle daha büyük zararlara neden olmaktadır. Özellikle Karadeniz Bölgesi, hem iklimsel hem de morfolojik özellikleri nedeniyle taşkınlara karşı kırılgan bölgeler arasında öne çıkmaktadır. Bu bağlamda Samsun ili, Karadeniz kıyısında yer alması, yoğun yağış alması ve Yeşilırmak ile Kızılırmak gibi büyük akarsulara ev sahipliği yapması nedeniyle taşkın riski açısından dikkat çeken illerden biridir.



Samsun'un doğusunda yer alan Çarşamba ilçesi, Yeşilirmak Nehri'nin oluşturduğu verimli Çarşamba Ovası üzerinde konumlanmıştır. İlçe, kuzeyde Karadeniz kıyılarına

yaklaşık 10–12 km mesafededir ve bu nedenle deniz etkisinin hissedildiği ılıman bir iklime sahiptir. Çarşamba'nın yüzölçümü 774 km² olup, deniz seviyesinden ortalama 15 metre yüksekliktedir (Wikipedia, 2024). İlçenin 2024 yılı itibarıyla toplam nüfusu 141.850 kişidir. Bu nüfusun %50,15'i kadın, %49,85'i erkektir.

Çarşamba ekonomisi büyük ölçüde tarıma dayalıdır. Mısır, tütün, fındık ve şeker pancarı gibi ürünlerin üretimi yaygındır. Ayrıca ilçede bir şeker fabrikası ve üç fındık kırma fabrikası bulunmaktadır.

Çarşamba, Yeşilırmak Nehri'nin oluşturduğu delta ovasında yer aldığı için tarih boyunca taşkın riskiyle karşı karşıya kalmıştır. Bu riski azaltmak amacıyla Yeşilırmak üzerine Hasan Uğurlu ve Suat Uğurlu Barajları inşa edilmiştir. Çarşamba Ovası, Türkiye'nin Karadeniz kıyısındaki en büyük delta ovası olarak kabul edilir ve tarımsal üretim açısından stratejik öneme sahiptir (Wikipedia, 2024).

İlçede geçmişte yaşanan taşkın olayları hem yerleşim alanlarında hem de tarım arazilerinde ciddi hasarlara yol açmıştır. Bu nedenle taşkın kontrolü amacıyla kanal düzenlemeleri, setler ve baraj projeleri geliştirilmiştir. Ancak bölgenin topoğrafik yapısı ve yoğun yağış rejimi, taşkın riskini tamamen ortadan kaldırmamıştır.

Çarşamba ilçesi, Yeşilırmak Nehri'nin oluşturduğu delta ovasında yer alması nedeniyle tarihsel olarak taşkın riski taşıyan bir bölgedir. Bu risk, özellikle 50, 100 ve 500 yıllık yinelemeli periyotlarda meydana gelebilecek taşkınlarla ilişkilidir. Yeşilırmak Havzası Taşkın Yönetim Planı'nda, Çarşamba bölgesi için bu periyotlara ait taşkın tehlike haritaları hazırlanmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019).

Bu haritalar, taşkın sırasında suyun yayılabileceği alanları ve bu alanlarda bulunan yerleşim yerleri, tarım arazileri ve altyapı tesislerini göstermektedir. Özellikle 500 yıllık taşkın senaryosunda, Çarşamba ilçe merkezinin bazı bölgeleri ve çevresindeki tarım arazileri yüksek risk altındadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019).

Çarşamba'da geçmişte yaşanan taşkın olayları, bölgedeki taşkın riskinin ciddiyetini ortaya koymaktadır (Tablo 15).

Tablo 15. Çarşamba'da yaşanan sel ve taşkın olayları

Tarih	Kaynak	Debi (m ³ /s)	Etkilenen Alanlar ve Sonuçlar
28.06.1967	Yeşilırmak Nehri	1914	Boyacılı köyünde 9 kişi hayatını kaybetti. Tahta köprü yıkıldı. İlçe merkezinde ev ve tarım arazileri zarar gördü (Fikir Kazanı ,2017).
14.03.1968	Yeşilırmak Nehri	1288	Tarım arazileri zarar gördü. Bazı köylerde su baskınları yaşandı.
28.04.1969	Abdal Deresi	921	Köylerde su baskını. Tarım zarar gördü.
14.06.1975	Yeşilırmak Nehri	973	İlçe merkezi ve çevresinde tarım arazileri sular altında kaldı.
29.04.1977	Abdal Deresi	979	Köylerde su baskınları, tarım arazileri zarar gördü.
11.04.1978	Yeşilırmak Nehri	1160	İlçe merkezi ve çevresinde su baskınları.
15.05.1980	Yeşilırmak Nehri	1475	Şehir merkezine yakın araziler sular altında kaldı.
27.05.1986	Abdal Deresi	902	Bazı köylerde su baskınları, tarım arazileri zarar gördü.
01.07.1988	Yeşilırmak Nehri	1641	İlçe merkezi ve çevresinde su baskınları yaşandı.
13.05.1990	Yeşilırmak Nehri	1417	Tarım arazileri zarar gördü.
24.06.1992	Yeşilırmak Nehri	1000	İlçe merkezinde su baskınları.
05.06.1998	Yeşilırmak Nehri	-	Tarım alanlarında su baskınları.
27.05.2000	Yeşilırmak + Abdal Deresi	-	Çarşamba Havaalanı'nın pist, apron ve binaları sular altında kaldı (Şahin,2014).
13.10.2012	Aşırı yağışlar	-	Abdal Deresi taşıtı. Ev ve yollar sular altında kaldı (Dursun vd. 2013) .
18.06.2015	Aşırı yağışlar	-	Çarşamba'nın merkez mahallerinde ev ve iş yerlerini su bastı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü,2020).
28.06.2022	Aşırı yağış + Yeşilırmak	-	İki gün süren yoğun yağış sonrası merkezde 50'den fazla ev su altında kaldı (DHA, 2022).
02.12.2023	Sağanak yağışlar	-	Yeni mahalle ve Sungurlu'da ev, yol ve alt yapı hasarları oluştu (Samsun Valiliği Afet Raporu ,2023).
08.04.2024	Sağanak yağışlar		Metrekareye 118 kilogram yağış düşmesi sonucu Çarşamba ilçesinde 12 ev su baskınına uğramış ve birçok cadde ile sokak göle dönmüştür. SASKİ ve belediye ekipleri, 27 ayrı noktada su tahliye çalışmaları yapmıştır (İhlas Haber Ajansı,2024).

Taşkın riskinin azaltılması amacıyla, Yeşilırmak üzerine Hasan Uğurlu ve Suat Uğurlu Barajları inşa edilmiştir. Ayrıca, taşkın kontrolü amacıyla kanal düzenlemeleri, setler ve diğer yapılar geliştirilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019).

Çarşamba ilçesi, Yeşilırmak Nehri ve kollarının oluşturduğu alüvyal bir ova üzerinde yer almakta olup, tarihsel olarak sık sık sel ve taşkın olaylarına maruz kalmıştır. 1967'den günümüze kadar birçok taşkın olayı kaydedilmiş, bu olaylar hem can kayıplarına hem de ciddi maddi hasarlara yol açmıştır. Özellikle 27 Mayıs 2000 tarihinde meydana gelen taşkın, Çarşamba Havaalanı'nın sular altında kalmasına neden olmuştur.

Bu durum, bölgenin sel ve taşkın riskine karşı ne kadar hassas olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bölgedeki altyapı eksiklikleri ve iklim değişikliği gibi faktörler, sel ve taşkın riskini artırmaktadır. Bu nedenle, Çarşamba ilçesi, sel ve taşkınlara karşı kırılganlık endeksinin denemesi ve uygulanması için uygun bir pilot bölge olarak değerlendirilmektedir.

Kırılganlık endeksi çalışmaları, bölgedeki risklerin belirlenmesi, altyapı iyileştirmeleri ve toplumun afetlere karşı bilinçlendirilmesi gibi konuları içermektedir. Bu çalışmalar, gelecekte meydana gelebilecek sel ve taşkın olaylarının etkilerini azaltmayı ve bölgenin bu tür afetlere karşı daha dirençli hale gelmesini sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmada, sel kırılganlık endeksinin değerlendirilmesi amacıyla alan seçimi belirli fiziksel, mekânsal ve veriye erişim kriterleri doğrultusunda yapılmıştır. Çalışma alanı olarak Samsun iline bağlı Çarşamba ilçesinin Yeşilırmak Nehri'ne kıyısı bulunan mahalleleri tercih edilmiştir (Şekil 15). Bu seçim, özellikle taşkın riski ve etkilerinin nehir kenarında yoğunlaştığı bölgelerde daha anlamlı ve yerinde analizlerin yapılabilmesini sağlamaktadır.

Alan seçimi yapılırken öncelikle Yeşilırmak Nehri'nin ilçeden geçtiği güzergâh boyunca yer alan mahalleler belirlenmiş ve nehirle doğrudan ilişkili olmayan, havza dışında kalan mahalleler çalışma dışında tutulmuştur. Bu kapsamda; Bafracalı, Orta, Sungurlu, Yeşilırmak, Kirazbucağı, Sarıcalı, Kirazlıkçay, Çay ve Beyyenice mahalleleri çalışma alanına dâhil edilmiştir (Şekil 15). Bu mahallelerin önemli bir kısmı hem “Su Kenarı Koruma Bandı” içerisinde yer almakta hem de “Taşkın Alanı” ile örtüşmektedir. Dolayısıyla çalışma alanı kapsamındaki mahallelerin taşkınlara karşı kırılganlıklarının değerlendirilmesi açısından önemlidir. Ayrıca, mahalle ölçeğinde çalışılması, istatistiksel verilerin (nüfus, yapı yoğunluğu, sosyo-ekonomik göstergeler vb.) ulaşılabilirliği ve detay düzeyi açısından uygun bir ölçek sunmuştur.

Bu araştırmada mahalle düzeyinde nüfus ve sosyo-demografik göstergeler kullanılmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (T  K) verileri çoğunlukla il ve ilçe bazında sunuldu undan, çalışma kapsamında analiz için gerekli olan mahalle  l eindeki güncel verilere erişimde sınırlılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle araştırmada, mahalle düzeyinde nüfus, demografik ve ekonomik veri sunan Endeksa veri tabanından yararlanılmıştır. Endeksa, büyük veri analitiği ve yapay zekâ yöntemleriyle üretilen gayrimenkul ve demografik verileri çeşitli ölçeklerde kullanıcıya sunan bir platformdur. Ancak T  K gibi resmi istatistik üreticisi bir kurum olmadığından, Endeksa'dan elde edilen verilerin kullanımında şeffaflık ve sınırlılıkların belirtilmesi önem taşımaktadır. Bu doğrultuda araştırmada, Endeksa verileri yalnızca mahalle  l einde nüfusun mekânsal dağılımını analiz etmek amacıyla kullanılmış olup, bu sebeple, araştırmada kullanılan nüfus dağılımı sonuçlarının T  K'in resmi istatistikleriyle birebir  rt şmeyebilece i göz önünde bulundurulmalı; veriler yalnızca mahalleler arasındaki mekânsal farklılıkları karşılaştırmak amacıyla değerlendirilmiştir.

Bu tercih, araştırmanın odaklandığı mahalle  l einde sel kırılganlı ını belirleme hedefini destekleyen veri erişilebilirliği ve ölçek uygunluğu kriterlerine dayanmaktadır. Verilerin elde edildiği tarih araştırmada belirtilmiş; veri kaynağı, kapsamı ve sınırlılıkları açık biçimde ifade edilmiştir.

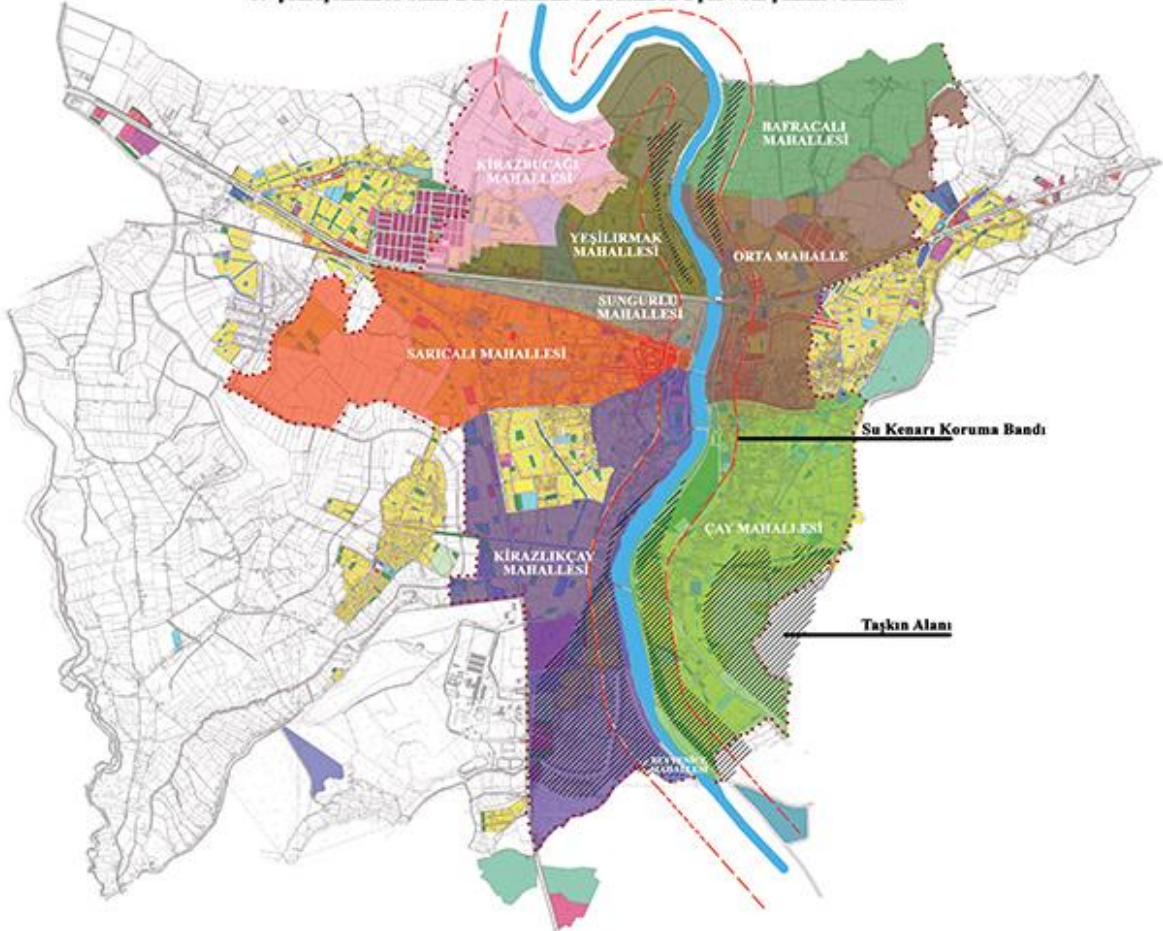
1. BÖLGESEL ÖLÇEK : ÇARŞAMBA



2. KENTSEL ÖLÇEK : ÇARŞAMBA İMAR PLANI



3. ÇARŞAMBA SKE DEĞERLENDİRMESİ İÇİN SEÇİLEN ALAN



Şekil 15. Çarşamba SKE Değerlendirmesi İçin Seçilen Alan

5.1. Çarşamba İlave ve Revizyon Uygulama İmar Planı Kararları

Belde Planlama Ltd. Şti. tarafından 2021 yılında hazırlanan Çarşamba İlave ve Revizyon Uygulama İmar Planı, ilçenin mevcut mekânsal sorunlarını çözmek, kentsel gelişim potansiyelini yönlendirmek ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Plan kararları, üst ölçekli planlara uyum ve ilgili kurum görüşlerinin (DSİ, Karayolları, BOTAŞ, ENH vb.) entegrasyonu doğrultusunda şekillendirilmiştir. Planın projeksiyon yılı 2040 olarak belirlenmiş ve bu çerçevede nüfus artışı ile sosyal donatı ihtiyacı dikkate alınarak mekânsal düzenlemeler yapılmıştır.

Plan kapsamında mevcut meskun konut alanları korunmuş, gelişme alanlarında düzenleme ortaklık payı (DOP) %45 olarak gözetilmiştir. Konut alanlarının büyüklüğü artırılmış (mevcut 68,28 ha iken plan sonrası 68,90 ha'a çıkarılmıştır). Ayrık ve blok nizam yapılaşma koşullarında maksimum 4 kat yapılaşma öngörülmüş, TAKS=0,30 ve KAKS=1,20 değerleri belirlenmiştir (bu düzenleme ile yapı yoğunluğu kontrol altına alınmıştır ve konut alanlarının daha düzenli bir biçimde gelişmesi sağlanmıştır).

Planlama sürecinde ticaret ve konut karma alanları ile turizm-ticaret-konut alanları tanımlanmıştır. Ticaret alanlarında depolama, soğuk hava deposu ve tarımsal ürün işleme tesisleri kurulmasına izin verilmiştir. Çarşamba Organize Sanayi Bölgesi, planla desteklenmiş ve sanayi faaliyetlerinin belirli bir bölgede yoğunlaşması sağlanmıştır.

Kent içi ve kent dışı ulaşımın entegrasyonu kapsamında yeni çevre yolu ve ulaşım ringi oluşturulmuştur (DSİ kanalları ile birlikte 42 m genişliğinde ve yaklaşık 16 km uzunluğunda koridor planlanmıştır). Yeşilirmak kıyısında 18 m kesitli sahil yolları öngörülmüş, bisiklet yolları ise üniversite, sanayi sitesi, hastane, OSB ve ilçe merkezine bağlantı sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu düzenlemeler, ulaşım altyapısının bütünleşik ve erişilebilir olmasını hedeflemektedir.

Park alanlarının büyüklüğü artırılmış (mevcut 105,2 ha iken plan sonrası 111,6 ha'a çıkarılmıştır). Spor alanları, rekreasyon alanları ve ağaçlandırılacak alanların sayısı çoğaltılmıştır (spor alanları 12 ha'dan 15 ha'a, rekreasyon alanları 8 ha'dan 10 ha'a yükseltilmiştir). Bu kararlarla kentin yeşil altyapısı güçlendirilmiş ve sağlıklı yaşam alanları oluşturulmuştur.

Kent merkezinde eskiyen dokunun yenilenmesi ve riskli yapıların dönüştürülmesi hedeflenmiştir. Yeni imar adaları ve daha büyük parseller oluşturularak yoğunluğun

azaltılması planlanmıştır (parsel büyüklükleri 1.200 m²'den 1.800 m²'ye çıkarılmıştır). Bu yaklaşım, kentsel mekânın daha güvenli ve fonksiyonel hâle gelmesini sağlamaktadır.

Plan kararlarında DSİ taşkın sınırları, sulama sahaları ve 1. ve 2. sınıf tarım arazileri yapılaşmaya kapatılmıştır. Ayrıca BOTAŞ enerji hattı, enerji nakil hatları (ENH), Karadeniz Sahil Yolu, havaalanı mania planı ve tescilli yapılar plan kararlarında sınırlandırıcı eşikler olarak dikkate alınmıştır. Bu önlemler, doğal ve yapay risklerin mekânsal planlamaya entegre edilmesini sağlamaktadır.

Çarşamba İlave ve Revizyon Uygulama İmar Planı, sürdürülebilir ve dengeli bir mekânsal gelişim hedeflemekte; kentsel dönüşüm, yeşil alanların artırılması, taşkın riskine duyarlı yaklaşım ve ulaşım sisteminin bütünleştirilmesi gibi kararlarla kentin dayanıklılığını ve yaşam kalitesini artırmayı amaçlamaktadır.

Bu plan kararları kâğıt üzerinde sürdürülebilir ve risk duyarlı bir gelişim yaklaşımı ortaya koyuyor gibi görünmektedir. Ancak Sel Kırılgenlik Endeksi değerlendirmesine göre; uygulama imar planı incelendiğinde taşkın tehlike alanlarında yapılaşmayı teşvik eden kararlar, ulaşım akslarının afet senaryolarına uyumsuzluğu ve hidrolojik sistem bütünlüğünü zayıflatan uygulamalar, planın sel riskine karşı dirençlilik hedefleriyle tam olarak örtüşmediğini göstermektedir. Bu durum bulgular ve irdeleme kısmında detaylandırılacaktır.

6. BULGULAR VE İRDELEME

Bu çalışmada, Samsun ili Çarşamba ilçesinde dokuz mahalleyi kapsayan Sel Kırılgenlik Endeksi (SKE), literatürde yaygın olarak kullanılan FVI (Flood Vulnerability Index), CCFVI (Coastal City Flood Vulnerability Index) ve Aktar vd. (2021) gibi çalışmalarda tanımlanan metodolojik çerçeveye dayalı olarak; maruz kalma, duyarlılık ve dirençlilik bileşenleri üzerinden analiz edilmiştir. Bulgular, mahalleler arasında önemli mekânsal kırılgenlik farklarının olduğunu ortaya koymuş, bu farklılıklar, planlama süreçlerinde dikkate alınması gereken öncelikli müdahale alanlarını tanımlama açısından kritik bir araç olarak değerlendirilmiştir. Bulgular kısmında Sel Kırılgenlik Endeksinin nasıl hesaplandığı Çay Mahallesi örneği üzerinden açıklanacak ve bulgular irdelenecektir.

Tablo 16. Maruz Kalma Gösterge Verileri

Mahalleler	Maruz Kalma					
	Taşkın Alanı(ha)	Endeks Değeri	Kıyı Uzunluğu (m)	Endeks Değeri	İrmak Koruma Alanı (Ha)	Endeks Değeri
Çay M.	103	1	3298	1	74.6	1
Orta Mah.	5	0.0476	1848	0.5424	44.1	0.5716
Bafracalı M.	7	0.067	845	0.2259	22.3	0.2654
Kirazbucağı M.	0.1	0	1265	0.3584	21.7	0.257
Yeşilirmak M.	9	0.0864	3132	0.9476	70.7	0.9452
Sungurlu M.	0.1	0	448	0.1006	10.3	0.0969
Sarıcalı M.	0.1	0	129	0	3.4	0
Kirazlıkçay M.	102	0.99	3165	0.958	73.6	0.9859
Beyyenice M.	2	0.0184	395	0.0839	5.5	0.02294

Maruz Kalma Gösterge Verileri (Tablo 16) için pozitif normalizasyon formülü;

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (20)$$

kullanılmıştır.

Taşkın Alanı, 103 Ha ile Çay Mahallesi en yüksek değer iken 0.1 Ha ile Kirazbucağı, Sungurlu ve Sarıcalı Mahalleleri en düşük değerdir. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Çay Mahallesi 1 endeks değerini alırken Kirazbucağı, Sungurlu ve Sarıcalı Mahalleleri 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon yapılır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Orta Mahalle 5 Ha değeri ile;

$$\frac{5 - 0.1}{103 - 0.1} = 0.0476 \quad (21)$$

endeks değerini alır.

Kıyı Uzunluğu, 3298 M ile Çay Mahallesi en yüksek değer iken 129 M ile Sarıcalı Mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Çay Mahallesi 1 endeks değerini alırken Sarıcalı Mahallesi 0 endeks değerini alır. Aradaki değerler için pozitif normalizasyon yapılır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Orta Mahalle 1848 M değeri ile;

$$\frac{1848 - 129}{3298 - 129} = 0.5424 \quad (22)$$

endeks değerini alır.

Irmak Koruma Alanı, 74.6 Ha değeri ile Çay Mahallesi en yüksek değer iken 3.4 Ha ile Sarıcalı Mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Çay Mahallesi 1 endeks değerini alırken Sarıcalı Mahallesi 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için pozitif normalizasyon yapılır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Orta Mahalle 44.1 Ha değeri ile;

$$\frac{44.1 - 3.4}{74.6 - 3.4} = 0.5716 \quad (23)$$

endeks değerini alır.

Çay Mahallesi Maruz Kalma Endeksi;

$$MK = \frac{1 + 1 + 1}{3} = 1 \quad (24)$$

Çalışmada elde edilen bulgular, Çay ve Kirazlıkçay mahallelerinin maruz kalma düzeylerinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 16). Özellikle Çay Mahallesi'nde 103 hektarlık taşkın alanı ve uzun kıyı cephesi, maruziyetin risk seviyesini doğrudan artırmaktadır. Bu durum, CCFVI'da Balica ve Wright (2012) tarafından tanımlanan “fiziksel maruz kalma” faktörleriyle uyum göstermektedir. Benzer şekilde, Yeşilirmak'a kıyısı olan

mahallelerde ırmak koruma alanlarının genişliği, maruz kalmayı güçlendiren bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Tablo 16’ da görüldüğü üzere, maruziyetin fazla olduğu mahallelerde kırılmalık seviyeleri yükselmekte, özellikle morfolojik yapı ile yerleşim dokusunun çakıştığı alanlarda bu etki daha da belirginleşmektedir. Literatürde (örn. Cutter 2016; Jha 2020) belirtildiği üzere, taşkın yataklarının iskâna açılması, kentleri doğrudan afet riskine maruz bırakmaktadır. Çarşamba’da da benzer bir eğilim gözlenmiştir.

Tablo 17. Duyarlılık Gösterge Verileri

Mahalleler	Duyarlılık											
	Nüfus Yoğunluğu(kişi/ha)	Endeks Değeri	Bağımlı Nüfus	Endeks Değeri	Eğitimsiz Kişi Sayısı	Endeks Değeri	Riskli Yapı	Endeks Değeri	Tescilli Yapı Sayısı	Endeks Değeri	Hane Halkı Sayısı	Endeks Değeri
Çay M.	3671	0.5505	3519	0.8566	7310	0.9392	259	0.5391	8	1	3.33	0.1893
Orta Mah.	6565	1	4087	1	7763	1	412	0.8625	7	0.875	3.16	0.0606
Bafracalı M.	186	0.0093	274	0.0376	446	0.0193	4	0	0	0	4.05	0.7348
Kirazbucağı M.	207	0.0125	125	0	302	0	18	0.0295	0	0	4.4	1
Yeşilirmak M.	2291	0.3362	1203	0.272	2441	0.2866	234	0.4862	0	0	3.82	0.5606
Sungurlu M.	5641	0.8564	1993	0.4714	3305	0.4024	108	0.2198	2	0.25	3.08	0
Sarıcalı M.	3940	0.5923	3857	0.9419	7173	0.9209	31	0.057	0	0	3.18	0.0757
Kirazlıkçay M.	3979	0.5983	4042	0.9886	6667	0.8531	477	1	1	0.125	3.3	0.1666
Beyyenice M.	126	0	195	0.0176	470	0.0225	9	0.0105	0	0	3.63	0.4166

Duyarlılık Gösterge Verileri (Tablo 17) için pozitif normalizasyon kullanılır.

Nüfus Yoğunluğu, 6565 kişi/ha ile Orta Mahalle en yüksek iken 126 kişi/ha ile Beyyenice mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Orta Mahalle 1 endeks değerini alırken Beyyenice Mahallesi 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon uygulanır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Çay Mahallesi 3671 kişi/ha değeri ile:

$$\frac{3671 - 126}{6565 - 126} = 0.5505 \quad (25)$$

endeks değerini alır.

Bağımlı Nüfus, 4087 kişi ile Orta Mahalle en yüksek iken 125 kişi ile Kirazbucağı Mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Orta Mahalle 1 endeks değerini alırken Kirazbucağı Mahallesi 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon uygulanır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Çay Mahallesi 3519 kişi değeri ile:

$$\frac{3519 - 125}{4087 - 125} = 0.8566 \quad (26)$$

endeks değerini alır.

Eğitimsiz Kişi Sayısı, 7763 kişi ile Orta Mahalle en yüksek iken 302 kişi ile Kirazbucağı Mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Orta Mahalle 1 endeks değerini alırken Kirazbucağı Mahallesi 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon uygulanır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Çay Mahallesi 7310 kişi değeri ile:

$$\frac{7310 - 302}{7763 - 302} = 0.9392 \quad (27)$$

endeks değerini alır.

Riskli Yapı Sayısı, 477 adet ile Kirazlıkçay Mahallesi en yüksek iken 4 adet ile Bafracalı Mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Kirazlıkçay Mahallesi 1 endeks değerini alırken Bafracalı Mahallesi 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon uygulanır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Çay Mahallesi 259 adet riskli yapı değeri ile:

$$\frac{259 - 4}{477 - 4} = 0.5391 \quad (28)$$

endeks değerini alır.

Tescilli Yapı Sayısı, 8 adet ile Çay Mahallesi en yüksek iken 0 adet ile Bafracalı, Kirazbucağı, Yeşilirmak, Sarıcalı ve Beyyenice Mahalleleri en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Çay Mahallesi 1 endeks değerini alırken ile Bafracalı, Kirazbucağı, Yeşilirmak, Sarıcalı ve Beyyenice Mahalleleri 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon uygulanır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Sungurlu Mahallesi 2 adet tescilli yapı değeri ile:

$$\frac{2 - 0}{8 - 0} = 0.25 \quad (29)$$

endeks değerini alır.

Hane Halkı Sayısı, 4.4 kişi ile Kirazbucağı Mahallesi en yüksek iken 3.08 kişi ile Sungurlu Mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen

endeks değeri Kirazbucağı Mahallesi 1 endeks değeri alırken Sungurlu Mahallesi 0 endeks değeri alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon uygulanır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Çay Mahallesi 3.33 kişi değeri ile:

$$\frac{3.33 - 3.08}{4.4 - 3.08} = 0.1893 \quad (30)$$

endeks değeri alır

Çay Mahallesi Duyarlılık Endeksi;

$$DU = \frac{0.5505 + 0.8566 + 0.9392 + 0.5391 + 1 + 0.1893}{6} = 0.6791 \quad (31)$$

Duyarlılık bileşeninde (Tablo 17), Orta Mahalle’de göstergelerin yüksek olduğu görülmektedir. Orta Mahalle’nin yüksek nüfus yoğunluğu (6565 kişi/ha), eğitimsiz kişi sayısı (7763 kişi) ve riskli yapı stoku (412 yapı) bu durumun oluşmasında belirleyici faktörlerdir. Çalışmanın bu bulgusu, Connor ve Hiroki’nin (2005) geliştirdiği Flood Vulnerability Index (FVI) yaklaşımında ve Aktar vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada da vurgulandığı üzere, sosyo-demografik özelliklerin kırılganlığı artırıcı etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, literatürde sosyal ve yapısal özelliklerin afet risklerini artırıcı rolü doğrudan “duyarlılık faktörleri” arasında değerlendirilmektedir. Kirazlıkçay Mahallesi’nde tespit edilen 477 adet riskli yapı ise yapı stoku kalitesinin düşük olduğunu göstermekte ve yerleşim alanlarındaki yapısal duyarlılığın afet zararlarını nasıl artırabileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu mahalledeki tescilli yapıların fazlalığı, hem fiziksel müdahale zorlukları hem de yasal kısıtlar nedeniyle risk yönetimi açısından ek bir olumsuzluk yaratmaktadır. Bu noktada, çalışmada kullanılan CCFVI (Climate Change Flood Vulnerability Index) modelinde vurgulanan “zarar görebilirlik kapasitesi” (susceptibility) boyutu da net bir şekilde gözlemlenmektedir. Literatürde Adger (2006) ve Wisner (2012), sosyal kırılganlığın afet risklerini artırıcı rolüne dikkat çekmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgular da benzer şekilde, özellikle sosyo-demografik dezavantajların ve yapısal zayıflıkların sel ve taşkın risklerini artırdığını göstermektedir.

Tablo 18. Dirençlilik Göstergesi Verileri

Mahalleler	Dirençlilik									
	Eğitimli Kişi Sayısı	Endeks Değeri	Hane Geliri	Endeks Değeri	Yeşil Alan (Ha)	Endeks Değeri	Tarım Alanı (Ha)	Endeks Değeri	Hastaneye Uzaklık (km)	Endeks Değeri
Çay M.	1383	0.2838	42208	0.646	26.8	1	143.5	0.9903	4.5	0.8035
Orta Mah.	1656	0.3444	51286	1	5.9	0.2172	77.9	0.5372	2.3	1
Bafracalı M.	126	0.0051	26257	0.024	1.4	0.0486	107.1	0.7389	2.5	0.9821
Kirazbucağı M.	103	0	28517	0.1121	3.9	0.1423	114.5	0.79	4.5	0.8035
Yeşilirmak M.	1076	0.2157	41134	0.6041	3.3	0.1198	89.8	0.6194	3.5	0.8928
Sungurlu M.	2165	0.4573	46039	0.7953	1.7	0.0599	0.1	0	2.8	0.9553
Sarıcalı M.	3946	0.8522	50165	0.9562	8.1	0.2996	144.9	1	3.3	0.9107
Kirazlıkçay M.	4612	1	48708	0.8994	15.9	0.5917	120.6	0.8321	4.9	0.7678
Beyyenice M.	115	0.0026	25641	0	0.1	0	2.1	0.0138	13.5	0

Dirençlilik Gösterge Verilerinden Hastaneye Uzaklık hariç diğer göstergeler için pozitif normalizasyon kullanılır. Hastaneye Uzaklık göstergesi için ise negatif normalizasyon kullanılır.

Eğitimli Kişi Sayısı, 4612 kişi ile Kirazlıkçay Mahallesi en yüksek iken, 103 kişi ile Kirazbucağı Mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Kirazlıkçay Mahallesi 1 endeks değerini alırken Kirazbucağı Mahallesi 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon uygulanır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Çay Mahallesi 1383 kişi değeri ile:

$$\frac{1383 - 103}{4612 - 103} = 0.2838 \quad (32)$$

endeks değerini alır.

Hane Geliri, 51286 tl ile Orta Mahalle en yüksek iken 25641 tl ile Beyyenice Mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Orta Mahalle 1 endeks değerini alırken Beyyenice Mahallesi 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon uygulanır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Çay Mahallesi 42208 tl değeri ile:

$$\frac{42208 - 25641}{51286 - 25641} = 0.646 \quad (33)$$

endeks değerini alır.

Yeşil Alan, 26.8 Ha ile Çay Mahallesi en yüksek iken, 0.1 Ha ile Beyyenice Mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Çay Mahallesi 1 endeks değerini alırken Beyyenice Mahallesi 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon uygulanır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Orta Mahalle 5.9 ha değeri ile:

$$\frac{5.9 - 0.1}{26.8 - 0.1} = 0.2172 \quad (34)$$

endeks değerini alır.

Tarım Alanı, 144.9 Ha ile Sarıcalı Mahallesi, en yüksek iken, 0.1 Ha ile Sungurlu Mahallesi en düşük değeri almıştır. Bu yüzden normalizasyon yapılarak elde edilen endeks değerinde Sarıcalı Mahallesi 1 endeks değerini alırken Sungurlu Mahallesi 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise pozitif normalizasyon uygulanır. Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Çay Mahallesi 143.5 ha değeri ile:

$$\frac{143.5 - 0.1}{144.9 - 0.1} = 0.9903 \quad (35)$$

endeks değerini alır.

Hastaneye uzaklık, 2.3 km ile en yakın mahalle Orta Mahalledir, 13.5 km ile en uzak mahalle ise Beyyenice mahallesidir. Yüksek değer dirençlilik bileşenini azalttığı için negatif normalizasyon formülü kullanılır, bu kapsamda Orta Mahalle 1 endeks değerini alırken, Beyyenice Mahallesi 0 endeks değerini alır.

Aradaki değerler için ise negatif normalizasyon formülü kullanılır;

$$X_{norm} = \frac{X_{max} - X}{X_{max} - X_{min}} \quad (36)$$

Bu duruma bir mahalle üzerinden örnek verecek olursak, Çay Mahallesi 4.5 km değeri ile;

$$\frac{13.5 - 4.5}{13.5 - 2.3} = 0.8035 \quad (37)$$

endeks değerini alır.

Çay Mahallesi Dirençlilik Endeksi;

$$DR = \frac{0.2838 + 0.646 + 1 + 0.9903 + 0.8035}{5} = 0.7447 \quad (38)$$

Dirençlilik bileşeni açısından değerlendirildiğinde ise (Tablo 18) , Orta Mahalle göreceli olarak daha güçlü konumdadır. Yüksek eğitilmiş birey oranı, sağlık hizmetlerine yakınlık ve hane geliri gibi göstergeler, Meerow, Newell ve Stults (2016) tarafından tanımlanan toplumsal kapasite ve Balica'nın tanımında yer alan kurumsal ve yapısal dayanıklılık unsurlarını yansıtmaktadır. Özellikle yeşil alan ve tarım alanlarının varlığı, doğal dirençlilik kapasitesini artırmakta, bu da hem karbon yutak alanı hem de su yönetiminde ekosistem hizmetleri açısından avantaj sağlamaktadır. Beyyeniçe Mahallesi ise dirençlilik açısından en zayıf mahallelerden biridir; yeşil alan eksikliği, düşük hane geliri ve eğitim seviyesi, hem çevresel hem sosyal direnç kapasitesini sınırlandırmaktadır ve kırılganlığı artırmaktadır. Bu bulgu, literatürdeki “dirençlilik ile kırılganlık arasında ters ilişki vardır” (Hipotez 4) yaklaşımıyla birebir örtüşmektedir.

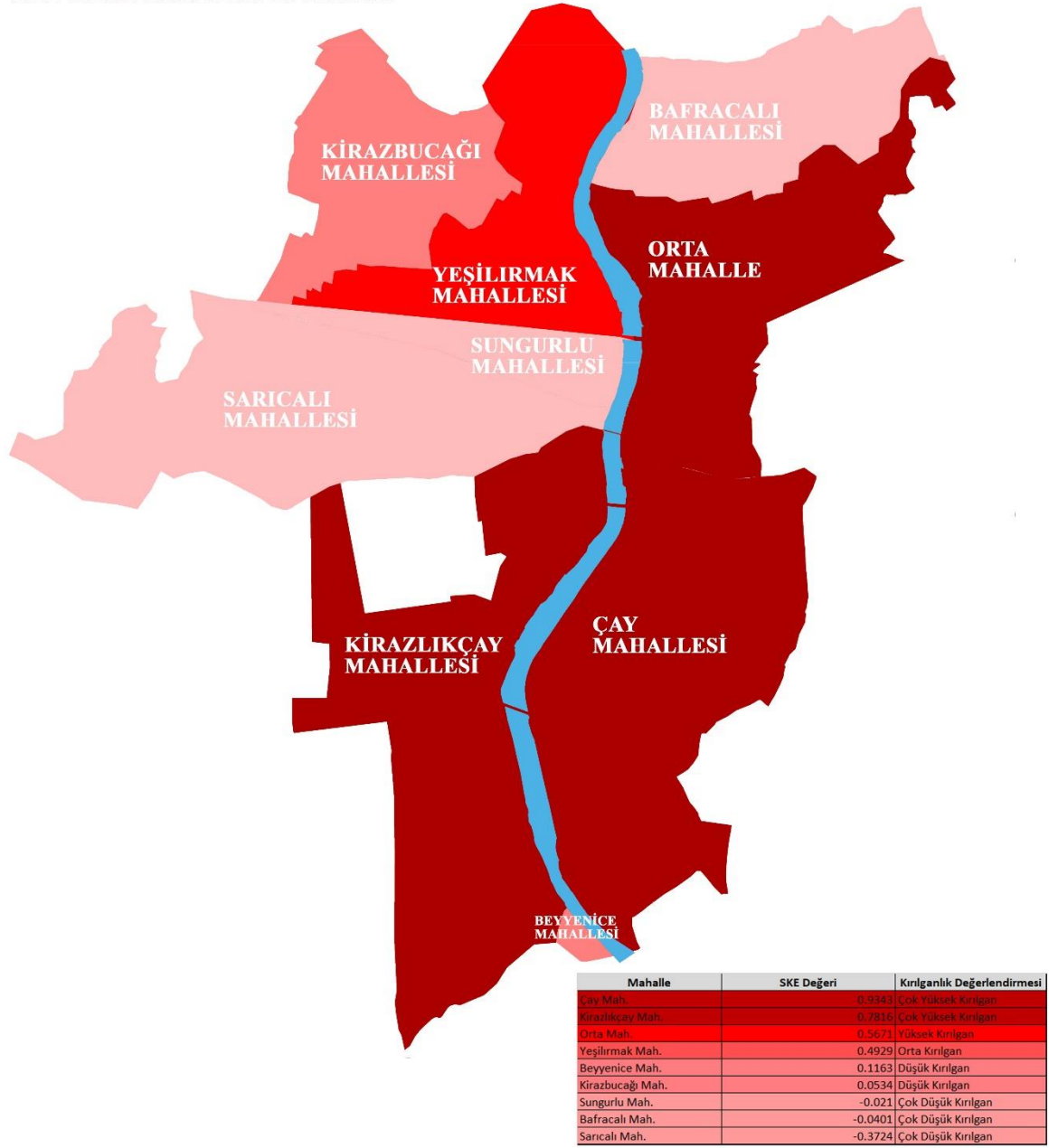
Çay Mahallesi Sel Kırılganlık Endeksi (Şekil 16);

$$SKE = MK + DU - DR$$

$$SKE = 1 + 0.6791 - 0.7447 = 0.9343 \quad (39)$$

$0.75 \leq \text{Çok Yüksek Kırılgan} \leq 1$ endeks değeri aralığında olduğu için Çay Mahallesi, Çok Yüksek Kırılgan olarak değerlendirilmiştir (Şekil 16).

SEL KIRILGANLIK ENDEKSİ



Şekil 16. Sel Kırılabilirlik Endeksi (Samsun-Çarşamba)

Sel Kırılabilirlik Endeksi (SKE) Haritası (Şekil 16), araştırma alanındaki mahallelerin sel ve taşkın tehlikesine karşı kırılabilirlik düzeylerini göstermektedir. Haritada kullanılan renk skalasında koyu kırmızı tonlar yüksek kırılabilirlik seviyesini, açık kırmızı tonlar ise düşük kırılabilirlik düzeyini temsil etmektedir. Toplam SKE skorları incelendiğinde, Çay Mahallesi (0.93) en yüksek kırılabilirlik seviyesine sahip mahalle olarak öne çıkmaktadır. Bu mahallede maruz kalma, duyarlılık ve dirençsizlik bileşenlerinin tümü yüksek risk düzeyine

işaret etmektedir. Çay Mahallesi'ni sırasıyla Kirazlıkçay (0.78) ve Orta Mahalle (0.56) izlemektedir. Bu mahallelerin Yeşilirmak Nehri'ne yakın konumlanmaları, düşük kot değerleri ve geçirimsiz yüzey oranlarının fazlalığı, kırılabilirlik seviyelerinin yüksek olmasında belirleyici olmuştur. Buna karşın, Sarıcalı (-0.37), Bafracalı (-0.04) ve Sungurlu (-0.02) mahallelerinde daha açık renk tonlarıyla ifade edilen düşük kırılabilirlik değerleri elde edilmiştir. Bu mahalleler, düşük nüfus yoğunluğu, riskli yapı azlığı ve doğal alan fazlalığı sayesinde görece olarak daha dirençli bir konumda bulunmaktadır. Elde edilen bu sonuçlar, CCFVI modelinde Şanghai ve Dakka gibi yüksek maruziyet ve düşük dayanıklılığa sahip şehirlerin kırılabilirlik düzeyiyle karşılaştırılabilir niteliktedir. Bu durum, çalışmanın mekânsal analizlerinin hem küresel ölçekteki benzer örneklerle tutarlılık gösterdiğini hem de kentsel dirençlilik planlaması açısından yerel düzeyde öncelikli müdahale alanlarının belirlenmesine önemli bir katkı sunduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, afet risk yönetiminde yerel ölçekte kırılabilirlik haritalarının çıkarılmasının ve mekânsal farklılıkların gözetilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Aktar vd. (2021) ve Balica'nın çalışmaları ile paralel biçimde, bu çalışma da karar alıcılar için öncelikli yatırım ve müdahale alanlarını belirlemede bir planlama aracı sunmaktadır. Özellikle;

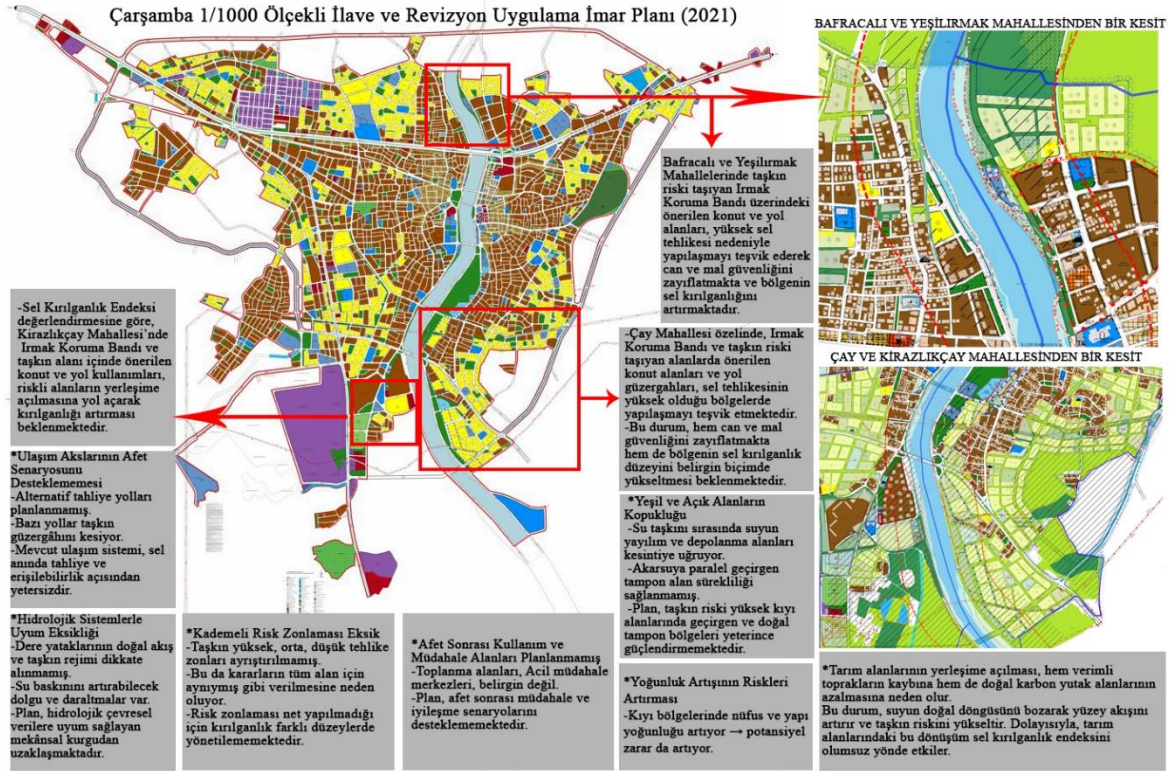
- Kentsel dönüşüm projelerinde riskli yapı stokuna öncelik verilmesi,
- Kıyı koruma önlemlerinin yoğunlaştırılması,
- Toplum temelli afet eğitimi programlarının yaygınlaştırılması,
- Ekosistem hizmetlerini artıracak yeşil altyapı yatırımlarının teşvik edilmesi gibi stratejiler bu bağlamda önerilmektedir.

Bu çalışma, yalnızca akademik bir kırılabilirlik analizi sunmakla kalmayıp, aynı zamanda mekânsal planlama, afet yönetimi ve kentsel dirençlilik politikalarının entegrasyonuna katkı sağlayan uygulamalı bir model ortaya koymaktadır. FVI ve benzeri endekslerin yerel bağlamda nasıl uygulanabilir hale getirilebileceğini göstererek, akademik literatür ile saha gerçekliğini buluşturmuştur.

Bu bulgular doğrultusunda yerel yönetimlere ve kent plancılarına yönelik bazı önerilerde bulunmak mümkündür. Öncelikle, taşkın riski yüksek olan mahallelerinde taşkın alanlarından uzak durulan planlama anlayışı benimsenmeli, (özellikle Çay ve Kirazlıkçay) yerleşim alanlarında yapısal önlemler öncelikli olarak ele alınmalıdır. Bu mahallelerde riskli yapıların dönüştürülmesi, drenaj sistemlerinin güçlendirilmesi ve kıyı koruma uygulamalarının (örneğin kıyı tahkimatı, taşkın bentleri, yeşil kıyı tamponları) hayata geçirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, Orta Mahalle gibi yüksek nüfus yoğunluğuna ve eğitim

seviyesi düşük gruplara sahip alanlarda toplum temelli afet farkındalığı eğitimlerinin yaygınlaştırılması kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte, erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi ve bu sistemlerin yerel ölçekte uygulanabilir hâle getirilmesi (örneğin belediye-bölge iletişim ağı ve mobil uyarı sistemleriyle) önerilmektedir. Bu yaklaşım, özellikle Çay ve Orta mahallelerinde ani taşkınlara karşı hızlı tepki kapasitesi oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Ekosistem temelli dirençlilik yaklaşımı kapsamında, yeşil alanların, tarım alanlarının ve ırmak kenarı koruma kuşaklarının korunması ve artırılması, doğal su tutma kapasitesini güçlendirecek ve taşkın sonrası iyileşmeyi kolaylaştıracaktır. Özellikle Sarıcalı ve Bafracalı mahallelerinde doğal alan fazlalığı bu açıdan örnek alınabilir; bu mahallelerdeki arazi kullanım biçimleri diğer mahallelere model teşkil edebilir.

Ayrıca, kentsel dönüşüm projelerinde sadece yapı güvenliği değil, toplumsal kırılmalık göstergeleri de dikkate alınmalıdır. Bu kapsamda, Kirazlıkçay ve Orta mahallelerinde düşük gelirli ve eğitim seviyesi düşük hanehalklarına yönelik sosyal destek mekanizmaları (örneğin afet sonrası yeniden inşa hibeleri, düşük faizli kredi olanakları) geliştirilmelidir. Kurumsal düzeyde, belediye-planlama birimleri, AFAD ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü arasında veri paylaşımını kolaylaştıran bütünleşik bir afet bilgi sistemi kurulması gerekmektedir. Bu sistem, SKE sonuçları gibi mekânsal verilerin sürekli güncellenmesine olanak tanıyacaktır. Son olarak, üniversiteler ve araştırma kurumlarıyla iş birliği yapılarak, Çarşamba ölçeğinde sel kırılmalık analizlerinin periyodik olarak yenilenmesi önerilmektedir. Böylece, değişen iklim koşulları ve kentleşme dinamikleri doğrultusunda yerel riskler güncel tutulabilir.



Şekil 17. Çarşamba 1/1000 Ölçekli İlave ve Revizyon Uygulama İmar Planı'nın SKE kapsamında irdelenmesi

Çarşamba ilçesine ait 1/1000 Ölçekli İlave ve Revizyon Uygulama İmar Planı (2021), kentin mekânsal gelişim yönünü ve yeni yerleşim alanlarını belirlemektedir. Ancak planın Sel Kırılabilirlik Endeksi sonuçlarıyla birlikte irdelenmesi, yerleşim kararlarının önemli ölçüde riskli alanlarda yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 17).

Sel Kırılabilirlik Endeksi'ne göre, Kirazlıçay ve Çay Mahalleleri'nde Irmak Koruma Bandı ve taşkın tehlike alanı sınırları içinde yeni konut ve yol kullanımlarının önerilmiş olması, planın temel risk yönetimi ve afet dirençliliği ilkeleriyle çelişmektedir. Endeks sonuçları bu alanların yüksek maruz kalma ve kırılabilirlik taşıdığını açıkça ortaya koyarken, imar planı bu bölgeleri yerleşime açarak maruziyeti ve potansiyel zararları doğrudan artırmaktadır.

Planın detaylı incelenmesi, aşağıdaki eksikliklerin mevcut olduğunu ortaya koymaktadır:

- Taşkın zonlaması ve kademelendirilmiş risk ayrıştırması yapılmamıştır

- Doğal tampon ve su tutma alanlarının sürekliliği korunmamış; dolgu ve daraltma uygulamalarıyla hidrolojik rejimi bozabilecek kararlar getirilmiştir.
- Alternatif tahliye koridorları planlanmamış, afet anına yönelik ulaşım kapasitesi artırılmamıştır.
- Yağmur suyu drenaj sistemleri aşırı yağış senaryolarına göre güçlendirilmemiştir.
- Sosyo-ekonomik kırılganlık analizleri plan kararlarına entegre edilmemiştir.

Benzer biçimde, Bafracalı ve Yeşilırmak Mahalleleri özelinde de taşkın riski taşıyan taşkın alanında ve Irmak Koruma Bandı üzerindeki yeni yerleşim ve yol kararları, yüksek sel tehlikesine rağmen yapılaşmayı teşvik etmektedir. Bu durum, hem can ve mal güvenliğini zayıflatmakta hem de bölgenin sel kırılganlık düzeyini yükseltmektedir. Ayrıca, plan kapsamında tarım alanlarının yerleşime açılması, hem verimli toprakların kaybına hem de doğal karbon yutak alanlarının azalmasına yol açmaktadır. Bu değişim, suyun doğal döngüsünü bozarak yüzey akışını artırmakta ve taşkın riskini büyötmektedir.

Plan kararlarında yeşil ve açık alanların sürekliliğinin kesintiye uğradığı, akarsuya paralel ekolojik koridorların yeterince planlanmadığı da gözlemlenmiştir. Oysa bu alanların korunması, taşkın sularının emilimini kolaylaştırarak riskin azaltılmasında kritik rol oynamaktadır.

Özetle, söz konusu imar düzenlemesi risk azaltımı gerektiren yüksek tehlikeli alanlarda yerleşimi meşrulaştırmakta ve Sel Kırılganlık Endeksi bulgularıyla tutarsız biçimde bölgesel kırılganlığı artırıcı nitelik taşımaktadır. Bu nedenle, imar planı kararlarının yeniden gözden geçirilmesi; hidrolojik dengeyi, karbon yutak alanlarını ve doğal su akış sistemlerini koruyacak biçimde düzenlenmesi, afet dirençliliği açısından büyük önem arz etmektedir.

7. SONUÇ

Bu araştırma, iklim değişikliği ve buna bağlı olarak artan sel ve taşkın afetlerinin kentler üzerindeki etkilerini, kentsel dirençlilik bağlamında değerlendirmek üzere yapılmıştır. Literatürde dirençli kent kavramı, sürdürülebilirlik, afet yönetimi, kentsel planlama ve sosyal adalet ekseninde kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır. Gerek uluslararası belgeler gerekse akademik kaynaklar, kentlerin iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesinin artırılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda literatürde öne çıkan kavramlar; altyapı dayanıklılığı, sosyal kırılganlık, ekonomik sürdürülebilirlik, yeşil altyapı, katılımcı planlama gibi çok boyutlu dirençlilik göstergeleridir.

Bu tez çalışması, iklim değişikliği bağlamında kentlerin afetlere karşı kırılganlık düzeylerini değerlendirmek amacıyla sel ve taşkın olaylarına odaklanmış; özellikle kentsel alanlardaki kırılganlık yapısını anlayarak, dirençliliğin nasıl artırılabilceğine dair özgün bir planlama aracı olarak “Sel Kırılganlık Endeksi” (SKE) geliştirilmiştir. Kentlerin artan nüfusu, hızlı ve yoğunlukla plansız yapılaşması, ekosistemlerin bozulması ve altyapı yetersizlikleri gibi dinamikler, iklim değişikliğinin etkilerini derinleştirerek kentleri daha kırılgan hale getirmektedir. Özellikle ani ve şiddetli yağışlar sonucunda meydana gelen sel ve taşkın olayları, sosyal, ekonomik ve fiziksel açıdan önemli kayıplara neden olmaktadır.

Çalışmanın sonuçları, iki ayrı başlıkta ele alınmaktadır: literatüre özgü sonuçlar ve çalışma alanına özgü sonuçlar.

Literatüre Özgü Sonuçlar:

- Kentsel dirençliliğin planlama süreçlerine entegrasyonu, yalnızca fiziksel altyapıyı güçlendirmekle kalmayıp, sosyal kırılganlığın azaltılması ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması açısından da önemlidir.
- Kentsel dirençlilik endeksleri, afet risklerinin değerlendirilmesi, kırılgan bölgelerin belirlenmesi ve stratejik planlama kararlarının alınması için etkin yöntemler olarak tanımlanmaktadır.
- Literatür, kırılganlık ile dirençlilik arasında ters orantılı bir ilişki bulunduğunu ortaya koymaktadır. Dirençlilik arttıkça kırılganlık azalmaktadır.

- Sosyo-ekonomik açıdan dezavantajlı bölgeler, sel ve taşkın afetlerine karşı daha yüksek kırılganlık göstermekte; bu da kırılganlık endeksleriyle ölçülebilir bir durumdur.
- Sel Kırılganlık Endeksi (SKE), maruz kalma, duyarlılık ve dirençlilik göstergelerini bütüncül biçimde ele alarak kentlerin afet risklerini ölçmede literatürde önerilen önemli araçlardan biridir.

Çalışma Alanına özgü Sonuçlar:

Çalışma kapsamında geliştirilen Sel Kırılganlık Endeksi (SKE), kentsel alanlarda sel ve taşkın riskine karşı mevcut kırılganlık düzeylerini çok boyutlu bir yaklaşımla değerlendirmeye olanak sağlamış ve elde edilen bulgular doğrultusunda çalışmada öne sürülen tüm hipotezlerin doğrulandığı görülmüştür.

- Hipotez 1 doğrulanmış; kentsel dirençlilik kavramının planlama süreçlerine entegrasyonunun, fiziksel altyapının dayanıklılığını artırdığı, sosyal adaleti güçlendirdiği ve ekonomik kaynakların etkin kullanımına katkı sunduğu belirlenmiştir.
- Hipotez 2 doğrulanmış; geliştirilen endeks, kırılganlığın mahalleler arasında değişen mekânsal yapısını ortaya koymuş; planlama kararlarının şekillendirilmesinde kullanılabilecek etkili bir değerlendirme aracı olduğu görülmüştür.
- Hipotez 3 doğrulanmış; dirençlilik düzeyinin artmasıyla kırılganlığın azaldığı; dirençlilik ve kırılganlık arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir.
- Hipotez 4 doğrulanmış; SKE'nin mahalle ölçeğinde uygulanabilir olduğu ve kentsel planlama süreçlerine entegre edilerek risk azaltım stratejilerini desteklediği ortaya konmuştur.
- Hipotez 5 doğrulanmış; maruz kalma ve duyarlılık göstergelerinin artması kırılganlığı yükseltirken; eğitim, gelir, yeşil alan erişimi ve sağlık hizmetlerine yakınlık gibi dirençlilik göstergelerinin güçlenmesi kırılganlığı azaltmaktadır.

Tüm bu sonuçlar, çalışmada ortaya konulan hipotezlerin saha uygulamalarıyla desteklendiğini ve geliştirilen yöntemin hem bilimsel hem de pratik açıdan geçerli ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen Sel Kırılgenlik Endeksi, üç temel bileşen olan maruz kalma, duyarlılık ve dirençlilik üzerinden yapılandırılmış ve Samsun ili Çarşamba ilçesine bağlı dokuz mahallede uygulamaya geçirilmiştir. Endeks, her bir bileşenin alt göstergeleri aracılığıyla mahalle bazında normalize edilerek karşılaştırmalı bir analiz imkânı sunmuştur. Elde edilen bulgular, sel riskinin mekânsal olarak farklılık gösterdiğini ve özellikle maruz kalma ile duyarlılık düzeylerinin yüksek olduğu alanların, dirençlilik kapasitesiyle doğru orantılı olarak kırılgenliğinin azalıp artabildiğini ortaya koymuştur

Kentlerin kırılgenliği yalnızca fiziksel koşullarla sınırlı kalmayıp, sosyal yapı, ekonomik kapasite ve yönetim düzeyi gibi çok katmanlı faktörlerden etkilenmektedir. Tezde detaylı şekilde incelenen; yeşil alanların azalması, geçirimsiz yüzeylerin artışı, taşkın alanlarının iskâna açılması ve altyapı sistemlerinin yetersizliği gibi faktörler, sel afetine maruz kalma düzeyini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu tür yapısal problemler, kırılgenliğin artmasına neden olmakta ve kentleri dirençsiz hale getirmektedir. Ayrıca, sosyal adaletsizlikler ve dezavantajlı grupların (yaşlılar, çocuklar, düşük gelirli haneler) yoğunlaştığı alanlar da sel afetlerine karşı daha savunmasız durumdadır.

Sel Kırılgenlik Endeksi sonuçları ile Çarşamba İlave ve Revizyon İmar Planı kararları karşılaştırıldığında, iki çalışma arasında temel düzeyde bir uyum olduğu görülmekle birlikte, belirli noktalarda kritik planlama zafiyetleri bulunmaktadır. Özellikle en yüksek kırılgenlik seviyesine sahip olan Çay, Kirazlıkçay ve Orta Mahallelerde yoğun ve riskli yapı stokunun varlığı, planın bu alanlarda kentsel dönüşüm ve iyileştirme uygulamalarını öngörmesiyle örtüşmektedir. Bu yaklaşım, fiziksel kırılgenliğin azaltılması bakımından önemli bir potansiyel barındırmaktadır.

Aynı şekilde Yeşilirmak kıyısında maruziyetin belirgin biçimde yüksek olduğu bölgelerde planın yapılaşmayı sınırlandırması ve yeşil alan/koruma bandı kararları getirmesi, endeks bulgularıyla doğrudan uyumlu bir planlama tercihidir. Buna ek olarak, kırılgenlik seviyesi düşük olan Sarıcalı, Bafracalı ve Sungurlu mahallelerinde mevcut tarım ve doğal alanların korunması, plan kararları ile desteklenmiş olup, dirençli kentsel gelişim açısından önemli bir avantaj yaratmaktadır.

Bununla birlikte, yüksek risk düzeyi taşıyan bazı taşkın alanlarının yapılaşmaya kapatılması gerekirken, planın bu bölgelerde yeni konut gelişimi ve ulaşım aksları önermesi dikkat çekici bir çelişki oluşturmaktadır. Taşkın akış yollarını kesen ulaşım kararları, acil durum lojistiği ve tahliye kapasitesi bakımından risk yaratabileceği gibi, yüzey akışını artırarak yeni taşkın tehlikelerinin ortaya çıkmasına neden olabilir. Ayrıca, plan kararlarının

tehlike zonlarını kademeli biçimde ayrıştırmaması, afet riskinin mekânsal olarak hassas yönetimini zorlaştırmakta ve kırılganlığın artmasına neden olabilecek bir planlama açığı oluşturmaktadır.

Tarım alanlarının yerleşime açılması da bu kırılganlığı derinleştiren bir başka kritik unsurdur. Tarım alanları, doğal su emilim kapasitesi yüksek, yüzey akışını dengeleyen ve taşkın sularını geçici olarak depolayabilen ekolojik tampon bölgeler niteliğindedir. Bu alanların yerleşim amaçlı dönüştürülmesi, geçirimsiz yüzey oranını artırarak yağış sularının doğal döngüsünü bozmaktadır. Aynı zamanda tarım arazileri, önemli birer karbon yutak alanı işlevi görmektedir; bu alanların kaybı, hem iklim değişikliğinin etkilerini güçlendirmekte hem de bölgesel karbon dengesini olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla, tarım alanlarının plansız biçimde yapılaşmaya açılması, yalnızca taşkın riskini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda ekosistem hizmetlerini zayıflatarak uzun vadeli kentsel dirençliliği de tehdit etmektedir.

Hidrolojik yapının korunmasına ilişkin ölçütlerin yetersizliği ve sert zemin artışıyla birlikte doğal akışın kesintiye uğraması da, uzun vadede taşkın risklerinin büyümesine zemin hazırlamaktadır. Sonuç olarak, elde edilen bulgular planın risk odaklı yaklaşımının genel olarak doğru bir çerçeveye sahip olduğunu, ancak uygulama aşamasında özellikle yüksek kırılganlık alanlarındaki yapılaşma baskısının daha kesin sınırlarla kontrol altına alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca sosyal kırılganlık bileşenlerinin — düşük gelir grupları, yaşlı nüfus oranı ve eğitimsizlik gibi — planlama sürecine daha güçlü biçimde entegre edilmesi, yalnızca fiziksel değil toplumsal dirençliliğin de artırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu doğrultuda, taşkın riski yönetiminin yeşil-mavi altyapı uygulamaları, düzenli izleme-değerlendirme süreçleri ve afet senaryolarını esas alan ulaşım planlaması ile desteklenmesi, Çarşamba'nın iklim değişikliğine bağlı sel ve taşkın tehlikelerine karşı daha güvenli ve dirençli bir yapıya kavuşmasını mümkün kılacaktır.

Öneriler:

Sel Kırılganlık Endeksi, yerel yönetimlerin kentsel planlama süreçlerine entegre edilebilecek nitelikte somut ve uygulanabilir bir araçtır. Endeksin sunduğu mekânsal kırılganlık haritaları, kent plancıları ve karar vericiler için erken uyarı sistemlerinin kurulmasında, riskli bölgelerin önceliklendirilmesinde ve afet öncesi stratejik yatırımların yönlendirilmesinde yol gösterici olabilir. Bu bağlamda, endeksin kent planlama sürecine dâhil edilmesi şu şekillerde mümkündür:

Afet Risk Haritaları güncellenebilir; SKE çıktıları, mevcut imar planlarıyla örtüştürülerek taşkın riski altındaki alanların yeniden değerlendirilmesini sağlayabilir.. Özellikle Çay ve Kirazlıkçay mahallelerinde taşkın tehlike zonları içerisinde önerilen yeni konut ve ulaşım kararları, risk yönetimi ilkelerine ters düşmektedir. Bu nedenle, yüksek tehlike alanlarının plan bütünlüğü içerisinde kesin biçimde yapılaşmaya kapatılması ve koruma bandı uygulamalarının güçlendirilmesi önerilmektedir.

Taşkın riski ile doğrudan ilişkili olan yüzey akışının artırılmaması, geçirgen yüzeylerin korunması ve suyla uyumlu planlama ilkelerinin benimsenmesi gerekmektedir. Nehir koruma bandında ve kıyı bölgelerinde ekolojik koridorlar, taşkın depolama alanları ve doğal tampon bölgeler oluşturulması, sel riskinin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Taşkın akış yollarını kesebilecek şekilde önerilen yeni yol akslarının gözden geçirilmesi gerekmektedir. Ulaşım kararları; acil durum lojistiği, tahliye kapasitesi ve akış yönleri dikkate alınarak yeniden tasarlanmalıdır.

Duyarlılığın yüksek olduğu bölgelerde altyapı yatırımları önceliklendirilebilir; drenaj sistemlerinin iyileştirilmesi, alt drenaj ağının düzenli bakımının sağlanması ve yağmur suyu hasadı/ sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.

Sel riskinin yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda sosyal eşitsizlikler üzerinden şekillendiği görülmektedir. Bu nedenle, düşük gelir gruplarının yoğunlaştığı alanlarda: toplum temelli afet farkındalık programları, sigorta sistemlerine erişim desteği, kentsel dönüşümde adalet ve yerinde dönüşüm ilkeleri önerilmektedir.

SKE çıktıları, yerel yönetimlerin afet odaklı bütçe planlamasında önceliklendirme yapabilmesine yardımcı olmalı ve kaynakların etkin dağıtımına katkı sunmalıdır.

SKE'nin kapsamı, farklı coğrafi bağlamlara uyarlanarak genişletilebilir. Göstergelerin bölgesel koşullara göre yeniden yapılandırılması, endeksin geçerliliğini ve güvenilirliğini artıracaktır. Ayrıca, endeksin dinamik hale getirilerek zamana bağlı olarak değişkenlerin izlenebilmesi, planlamada proaktif ve esnek stratejilerin geliştirilmesini mümkün kılar. Bu bağlamda, uzaktan algılama verileri, iklim projeksiyonları ve yapay zekâ destekli modelleme teknikleri ile SKE daha da geliştirilebilir.

Bu tez çalışmasıyla, sel ve taşkın afetlerinin kentler üzerindeki çok boyutlu etkilerini değerlendirmek ve bu etkileri azaltmaya yönelik bilimsel bir planlama aracı geliştirmek amaçlanmıştır. Sel Kırılğanlık Endeksi, yalnızca mevcut risklerin belirlenmesiyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda geleceğe yönelik kent planlama politikalarının şekillendirilmesine

katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Elde edilen veriler, karar vericilerin stratejik hareket etmesine, kaynakların etkin kullanımına ve toplumların afetlere karşı daha dayanıklı hale gelmesine zemin hazırlamaktadır. Bu yönüyle çalışma, kentsel dirençlilik literatürüne katkı sunan yenilikçi bir yöntem ve uygulama örneği ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada geliştirilen Sel Kırılabilirlik Endeksi ve kentsel dirençlilik çerçevesi, belirli bir bölge özelinde test edilmiş ve uygulanabilirliği gösterilmiştir. Ancak bu yöntemin farklı iklimsel, coğrafi ve sosyo-ekonomik bağlamlarda sınanması, yöntemin genellenebilirliğini artırmak açısından önemlidir. Gelecek çalışmalarda, farklı afet türleri (örneğin kuraklık, fırtına, yangın vb.) için benzer kırılabilirlik endekslerinin geliştirilmesi ve karşılaştırmalı analizler yapılması yararlı olacaktır. Ayrıca, kentsel dirençlilik bileşenlerinin zamansal değişimini ortaya koyacak uzun vadeli çalışmalar, kent planlaması ve afet yönetimi politikaları açısından yol gösterici olabilir. Veri temelli karar destek sistemleri, uzaktan algılama ve yapay zekâ gibi teknolojilerin bu tür çalışmalara entegrasyonu ise, hem analiz derinliğini artıracak hem de politika yapıcılar için daha dinamik araçlar sunacaktır. Bu bağlamda, gelecek araştırmalar disiplinler arası iş birliklerine dayalı, çok katmanlı kentsel dirençlilik modelleri geliştirerek hem kuramsal literatüre hem de uygulamaya katkı sağlayabilir.

8. KAYNAKLAR

- Adger, W. N. (2000). Social and Ecological Resilience: Are They Related? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347-364. <https://doi.org/10.1191/030913200701540465>
- AFAD. (2020). *Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP)*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
- Ağralan, E. ve Sadioğlu, U. (2021). İklim Değişikliği Farkındalığı Ve Toplum Bilinci: İstanbul Örneği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(2), 627-654.
- Ak, D. (2017). Yavaş Kent (Cittaslow) Hareketi Ve Türkiye Örnekleri Üzerine Bir Değerlendirme. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi (The Journal of International Social Research)*, 10(52), 1-15. <https://doi.org/10.17719/jisr.2017.1944>
- Akbaş, İ. (2023). Dirençlilik Ve Dirençli Kent Yaklaşımında Yeni Eğilimler: Bibliyometrik Bir Analiz. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(3), 1886-1889.
- Aktar, A., Shohani, K., Hasan, N., & Hasan, M. K. (2021). *Flood Vulnerability Assessment by Flood Vulnerability Index (FVI) Method: A Study on Sirajganj Sadar Upazila*.
- Aldrich, D. P. (2012). *Building Resilience: Social Capital in Post-Disaster Recovery*. University of Chicago Press.
- Alexander, D. (2000). *Confronting Catastrophe: New Perspectives on Natural Disasters*. Oxford University Press.
- Altay, H. ve Önal, A. (2022). *İklim Değişikliği ve Kent Sınırları İçinde Kalan İşletmelerin Yeşil Dönüşümü*. In Y. Bulut & M. Arslan (Eds.), içinde, İklim Değişikliği, Sürdürülebilirlik Ve Dirençli Kentler: Uygulamalar, Sorunlar Ve Çözümler. Çizgi Kitabevi, 61-71.
- Anthopoulos, L. (2017). *Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?* Springer.
- Appenzeller, T. ve Dimick, D. (2009). *Dünya Alarm Veriyor*. http://www.akuastrateji.sumae.gov.tr/downloads/temel_tr/Internet_Derlem.pdf
- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341-343.
- ARUP. (2012). *City Resilience Framework*. New York: The Rockefeller Foundation.
- Avrupa Komisyonu. (n.d.). *AB için Kentsel Gündem nedir?*. Futurium. <https://ec.europa.eu/futurium/en/urban/-agenda-eu/what-urban-agenda-eu> (Erişim tarihi: 14 Şubat 2025).
- Aygün, B., & Kocabaş, A. (2011). *C40 Kentleri, Avrupa'nın Yeşil Başkentleri ve İstanbul'a İlişkin Çıkarımlar*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü.

- Baer, H. ve Singer, M. (2014). *The Anthropology Of Climate Change*. London: Routledge.
- Balaban, O. (2012). Climate Change and Cities: A Review on the Impacts and Policy Responses. *ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(1), 21-44.
- Balamir, M. (2015). *Afet Risk Yönetimi ve Kentsel Dirençlilik*. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları.
- Balica, S., & Wright, N. G. (2010). Reducing The Complexity Of The Flood Vulnerability Index. *Environmental Hazards*, 9(4), 321-339. <https://doi.org/10.3763/ehaz.2010.0043>.
- Balsas, C. J. L. (2012). *Sustainable Transportation Planning On College Campuses*. Transport Policy, 21, 1-9.
- Barro, R. J. (2003). *Determinants Of Economic Growth: A Cross-Country Empirical Study*. MIT Press.
- Batty, M., Besussi, E., & Maat, K. (2012). A Systems Approach To Meeting The Challenges Of Urban Climate Change. *Journal of Urban Technology*, 19(2), 1-17.
- Beatley, T. (2012). *Planning for Coastal Resilience: Best Practices for Calamitous Times*. Island Press.
- Beighley, R. E.; Moglen, G. E. (2002). Trend Assessment in Rainfall-Runoff Behavior in Urbanizing Watersheds. *Journal of Hydrologic Engineering*, 7(1), 27-34. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(2002\)7:1\(27\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(2002)7:1(27)).
- Belde Planlama Ltd. Şti. (2021). *Çarşamba (Samsun Büyükşehir) İlave ve Revizyon Uygulama İmar Planı Açıklama Raporu*. Samsun.
- Bimay, M. (2022). *Sürdürülebilir Kentler Açısından İklim Değişikliğinin İrdelenmesi*. Y. Bulut & M. M. Aslan (Ed.), içinde, İklim Değişikliği, Sürdürülebilirlik Ve Dirençli Kentler: Uygulamalar, Sorunlar Ve Çözümler (s. 163-188). Çizgi Kitabevi.
- Birkmann, J. (2013). *Measuring Vulnerability To Promote Disaster-Resilient Societies: Conceptual Frameworks And Definitions*. In *Measuring Vulnerability To Natural Hazards* (pp. 9-54). United Nations University Press.
- Bradshaw, C. J. A.; Sodhi, N. S., Peh, K. S.-H.; Brook, B. W. (2007). Global Evidence That Deforestation Amplifies Flood Risk And Severity In The Developing World. *Global Change Biology*, 13(11), 2379-2395. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01446.x>
- Breheny, M. (1997). Urban Compaction: Feasible And Acceptible. *Cities*, 14(4), 209-217.
- Burby, R. J. (2006). Hurricane Katrina And The Paradoxes Of Government Disaster Policy: Bringing About Wise Governmental Decisions For Hazardous Areas. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 604(1), 171-191.

- Campanella, T. J., & Godschalk, D. R. (2011). Resilience in the city. In C. M. Sman, S. K. Doolan, E. D. R. Sman, K. B. C. Sman, & L. D. Sman (Eds.), *Resilience And Urban Studies* (pp. 23-44). Routledge.
- Chang, H.; Franczyk, J. (2008). Climate Change, Land-Use Change, and Floods: Toward an Integrated Assessment. *Geography Compass*, 2(5), 1549-1579. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2008.00136.x>
- Chang, S. E. (2009). Urban disaster recovery: A measurement framework and its application to the 1995 Kobe earthquake. *Disasters*, 34(2), 303-327.
- Chelleri, L., ve Olazabal, M. (Eds.) (2012). Multidisciplinary Perspectives on Urban Resilience: A Workshop Report. BC3, Basque Centre for Climate Change.
- Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building The Resilient Supply Chain. *International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1-13.
- Clarke, R. Y. (2013). Smart Cities and the Internet of Everything: The Foundation for Delivering Next-Generation Citizen Services. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG).
- Codoban, S., & Kennedy, C. (2008). Metabolism Of The City: Urban Sustainability And Resource Consumption. *Journal of Industrial Ecology*, 12(5-6), 1-13.
- Colucci, A. (2014). Resilient Cities: Approaches and Practices. *Resilience Injections in Urban Agenda Resilience Lab*, 4-6.
- Comfort, L. K., Ko, K., & Zagorecki, A. (2004). Coordination In Rapidly Evolving Disaster Response Systems: The Role Of Information. *American Behavioral Scientist*, 48(3), 295-313.
- Connor, R. F., & Hiroki, K. (2005). Development Of A Method For Assessing Flood Vulnerability. *Water Science and Technology*, 51(5), 61-67
- Conseil de l'Europe (2012). Rendre les villes resilientes, Rapport du Congres des pouvoirs locaux et regionaux Chambre des pouvoirs locaux, 22eme SESSION CPL(22).
- Cutter, S. L. (2003). GI Science, Disasters, and Emergency Management. *Transactions in GIS*, 7(4), 439-445.
- Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A Place-Based Model For Understanding Community Resilience To Natural Disasters. *Global Environmental Change*, 18(4), 598-606. doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013
- Cutter, S. L., Ash, K. D., & Emrich, C. T. (2014). The Geographies Of Community Disaster Resilience. *Global Environmental Change*, 29, 65-77.
- Cutter, S. L. (2016). Resilience To What? Resilience For Whom? *The Geographical Journal*, 182(2), 110-113.

- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (n.d.). *Avrupa'nın Yeni Kentsel Gündemine Doğru Genel Müdürler Toplantısı*. Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü. <http://mpgm.csb.gov.tr/avrupa-nin-yeni-kentsel-gundemine-dogru-genel-mudurler-toplant%C4%B1s%C4%B1-haber-63393> (Erişim tarihi: 14 Şubat 2025).
- Çetinkaya, Ç. (2013). Eko-Kentler: Kent ve Doğa İlişkisinde Yeni Bir Sistem Tasarımı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6(1), 12-16
- Davis, J. P. (2018). The Resilience Of A London Great Estate: Urban Development, Adaptive Capacity And The Politics Of Stewardship. *Journal of Urbanism*, 11(1), 103-127.
- Dale, V. H. (1997). The Relationship Between Land-Use Change and Climate Change. *Ecological Applications*, 7(3), 753-769. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1997\)007\[0753:TRBLUC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[0753:TRBLUC]2.0.CO;2)
- Demircan, N., ve Sezen, I. (2018). Use Of Green Spaces For Liveable and Sustainable Cities; Urban Allotment Gardens. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 263-270.
- Değirmenci, R., Akşan, G. n., Hadimoğlu, S. ve Yılmaz, B. (2022). İklim Değişikliğine Karşı Dirençli Şehir Uygulamaları: Denizli Örneği. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 1(2), 203-224.
- Dispensa, J. ve Brulle, R. (2003). Media's Social Construction Of Environmental Issues: Focus On Global Warming A Comparative Study. *International Journal of Sociology and Social Policy*, 23(10), 74-105.
- Dincer, Ş. E. (2022). *Kentsel Dirençlilik Endeksi Geliştirilmesi: Ankara Metropolen Alan Örneği*. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ekberg, M. (2007). The Parameters Of The Risk Society: A Review And Exploration. *Current Sociology*, 55(3), 343-366. <https://doi.org/10.1177/0011392107076080>
- Ekici, M. (2022). İklim Değişikliği Ve Akıllı Kentler. *Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi*, 31(2), 29-66.
- Ekici, M. (2022). Akıllı Kentler ve Sürdürülebilir Kentsel Gelişim: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Kent Akademisi*, 15(2), 255-274.
- Ekşi, A. (2015). Afet Risk Yönetimi Ve Kentsel Planlama İlişkisi. *Afet ve Risk Dergisi*, 1(1), 45-58.
- Emecen, Y., ve Erdem, N. (2019). Kent İklimi Üzerinde Yeşil Alanların Etkileri. *Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi*, 2, 24-30.
- Eren, Ş. G. (2019). Tokyo: Solaris-Güneş İmparatorluğu'nun Dirençli, Kırılgan ve Tehlikeli Kenti. *İdealkent Dergisi*, 10(28), 907-941.
- Eraydın, A. ve Taşan-Kok, T. (2013). *The Evaluation of Findings and Future of Resilience Thinking in Planning. Resilience Thinking in Urban Planning* (s. 229-239). Springer.

- Fischer, K., Häring, I., Riedel, W., Vogelbacher, G., & Hiermaier, S. (2016). Susceptibility, Vulnerability And Averaged Risk Analysis For Resilience Enhancement Of Urban Areas. *International Journal of Protective Structures*, 7, 45-76.
- Fiske, S. J., Crate, S. A., Crumley, C. L., Galvin, K., Lazrus, H., Lucero, ... Wilk, R. (2014). Changing The Atmosphere: Anthropology And Climate Change (Teknik rapor). American Anthropological Association web sayfasından erişildi: <https://s3.amazonaws.com/rdcmsaaa/files/production/public/FileDownloads/pdfs/cmts/commissions/upload/GCCTF-Changing-theAtmosphere.pdf>
- Galderisi, A. (2014). Urban Resilience: A Framework For Empowering Cities In Face Of Heterogeneous Risk Factors. *Z Magazine (Boston, Mass.)*, 11(1), 36-58.
- Godschalk, D. R. (2003). Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities. *Natural Hazards Review*, 4(3), 136-143.
- Gökçe, O., Özden, Ş., & Demir, A. (2008). *Türkiye’de Afetlerin Mekânsal Ve İstatistiksel Dağılımı – Afet Bilgileri Envanteri*. Ankara: T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Etüt ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı.
- Gözüm, İ., ve Zengin Çelik, H. (2022). *Kentleşme ve İklim Değişikliği İlişkisinde Sel ve Su Baskınlarının Türkiye ve Güney Kore Bağlamında İncelenmesi*. Uluslararası Avrasya İklim Değişikliği Kongresi, Van, pp. 1-13.
- Graham, M., ve Marvin, S. (2001). *Telecommunications and the City: Electronic Spaces, Urban Places*. Routledge.
- Gültekin, Y. (2021). *Strategies to Improve Urban Energy Efficiency For Urban Resilience*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1203(2), 022020. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1203/2/022020>
- Hall, P. (2001). *Urban Indicators for Managing Cities*. Urban Indicators for Managing Cities.
- Harvey, D. (1989). *The Urban Experience*. The Johns Hopkins University Press.
- Hayta, B. (2016). Kent Kültürü Ve Değişen Kent Kavramı. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 165-184
- Hendriks, C., Obernosterer, R., Muller, D., Kytzia, S., Baccini, P. ve Brunner, P.H. (2000). Material Flow Analysis: A Tool to Support Environmental Policy Decision Making. Case studies on the city of Vienna and the Swiss lowlands. *Local Environment*, 5(3), 311-338.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*.
- Howard, L. (1818). *The Climate of London*. http://urbanclimate.org/documents/LukeHoward_Climate-of-London-V1.pdf.

- Hunt, A. ve Watkiss, P. (2007). *Literature Review on Climate Change Impacts on Urban Centres: Initial Findings*. (Working Party on Global and Structural Policies) OECD.
- ICLEI. (2016-2017). ICLEI Corporate Report 2016-2017.
- ICLEI – *Sürdürülebilirlik için Yerel Yönetimler*. (n.d.). Ana sayfa. <https://iclei.org/> (Erişim tarihi: 14 Şubat 2025).
- Immergluck, D., & Lee, J. (2008). Homebuying in New Orleans before and after Katrina (Working Paper No. DP-2008-05). University of Kansas Center for Policy Research.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Core Writing Team, R.K. Pachauri & L.A. Meyer, Eds.). IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, ... B. Zhou, Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, ... B. Rama, Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- İğci, T., & Çobanoğlu, N. (2019). İklim Değişikliğinin Ve İklim Değişikliğiyle İlgili Küresel Anlaşmaların Çevre Etiği Bakımından Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 7(2), 130-146.
- Jabareen, Y. R. (2006). Sustainable Urban Forms. *Journal of Planning Education and Research*, 26, 38-56.
- Japan International Cooperation Agency [JICA] & İstanbul Büyükşehir Belediyesi [İBB]. (2002). İstanbul Deprem Master Planı. İstanbul.
- Joyce, S., Wreford, A., & Ngaru, E. (2018). Vulnerability and resilience to climate change and extreme events: Key concepts. Technical Report to the Ministry for Primary Industries, New Zealand. Lincoln University.
- Kadioğlu, M. (2011). *Afet Yönetimi Beklenilmeyeni Beklemek, En Kötüsünü Yönetmek*. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, İstanbul.
- Kadioğlu, M. (2019). *Afet Risk Yönetimi: Afetlere Karşı Dirençli Toplum ve Kentler*. Ankara: AFAD Yayınları.
- Kasap, F., & Tozlu, M. (2024). *Veriden Endekse Giden Yol Ve Endeks Üretim Süreçleri. İçinde Bir Bakışta Şehir Endeksleri* (s. 12–25). Marmara Belediyeler Birliği Yayınları.

- Kaypak, Ş. (2012). Çevre Hukukunun Ulusal ve Uluslararası Boyutları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 0(10), 205-242. <https://doi.org/10.14520/Adyusbd.256>.
- Keleş, R. (2013). *Kentleşme Politikası*. 13. Baskı, Ankara: İmge Kitabevi.
- Keleş, R., Hamamcı, C. ve Çoban, A. (2012). *Çevre Politikası*. Ankara: İmge Kitabevi.
- Kılıç, C. (2009). Küresel İklim Değişikliği Çerçevesinde Sürdürülebilir Kalkınma Çabaları ve Türkiye. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 10(2), 19-41.
- Koçan, N. ve Alp, F. (2021). Ekokent Statüsündeki Kentler ve Özellikleri. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 17(1), 1-23.
- Landsberg, H. E. (1981). *The Urban Climate*. London.UK: Academic Press.
- Lehmann, S. (2010). Green Urbanism: Formulating A Series of Holistic Principles. *S.A.P.I.E.N.S Online*, 3(2), 1-10.
- Leichenko, R. (2011). Climate Change And Urban Resilience. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(3), 164-168.
- Loo, B. P. Y., & Leung, C. K. (2017). Developing A Sustainable And Resilient Transport System: A Case Study Of Hong Kong. *Transportation Research Part D: Transport And Environment*, 51, 590–603.
- Luo, T., Maddocks, A., Iceland, C., Ward, P., ve Winsemius, H. (2015). *World's 15 Countries with the Most People Exposed to River Floods*.
- Mayer, H. ve Knox, P. L. (2007). Pace of Life and Quality of Life: The Slow City Charter. *Community Quality of Life Indicators Best Practices III*, 20-39.
- Mapar, M., Jafari, M. J., Mansouri, N., Arjmandi, R., Azizinejad, R., & Ramos, T. B. (2017). Sustainability Indicators For Municipalities Of Megacities: Integrating Health, Safety And Environmental Performance. *Ecological Indicators*, 83, 271-291.
- Mayer, H. ve Knox, P. L. (2007). "Pace of Life and Quality of Life: The Slow City Charter", *Community Quality of Life Indicators Best Practices III*, 20-39.
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining Urban Resilience: A Review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49.
- MFA (2022). *Barselona Sözleşmesi*. <https://www.mfa.gov.tr/barselona-sozlesmesi.tr.mfa>.
- Moss, R. H., Brenkert, A. L., ve Malone, E. L. (2001). *Vulnerability to Climate Change: A Quantitative Approach*.
- Neuman, M., ve Kolb, C. (2009). *The Resilient City: How Modern Cities Approach Risk and Resilience*. Urban Studies.

- Nordhaus, W. D. (1993). Reflections On The Economics Of Climate Change. *Journal of Economic Perspectives*, 7(4), 11-25.
- OECD. (2020). Girişimcilik, KOBİ'ler, Bölgeler ve Şehirler Merkezi. <https://www.oecd.org/en/about/directorates/centre-for-entrepreneurship-smes-regions-and-cities.html> (Erişim tarihi: 14 Şubat 2025).
- OECD. (2008). Handbook on Constructing Composite Indicators Methodology and User Guide.
- OECD. (2012). OECD Environmental Outlook to 2050, The Consequences of Inaction. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>.
- Özceylan, D. (2011). *Afetler İçin Sosyal Ve Ekonomik Zarar Görebilirlik Endeksi Geliştirilmesi: Türkiye'deki İller Üzerinde Bir Uygulama* (Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı).
- Özer, M. N. (2018). Kentsel Dirençlilik Ve Sürdürülebilirlik İlişkisi Üzerine Bir Değerlendirme. *Planlama Dergisi*, 28(2), 145–158.
- Özcan, E. (2006). Sel Olayı ve Türkiye. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 35-50.
- Panagopoulos, T., Jankovska, I., & Bostenaru Dan, M. (2018). Urban Green Infrastructure: The Role Of Urban Agriculture in City Resilience. In *Urbanis, Architectura, Constructii*, 9(1), 55-70.
- Petzold, H. G., & Müller, L. (2002). *Resilienz: Widerstandskraft und Lebenskompetenz entwickeln*. Integrative Therapie Verlag.
- Pilarczyk, K.W. (2006). *Flood Protection And Management In The Netherlands*. In *Extreme Hydrological Events: New Concepts for Security*, Springer, 385-407.
- Pielke, R. A.; Marland, G.; Betts, R. A.; Chase, T. N.; Eastman, J. L.; Niles, J. O.; Niyogi, D. dutta S.; Running, S. W. (2002). The influence of land-use change and landscape dynamics on the climate system: Relevance to climate-change policy beyond the radiative effect of greenhouse gases. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360(1797), 1705-1719. <https://doi.org/10.1098/rsta.2002.1027>
- Prasad, N., Ranghieri, F., Shah, F., Trohanis, Z., Kessler, E., ve Sinha, R. (2009). *Climate Resilient Cities: A Primer on Reducing Vulnerabilities to Disasters*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7766->
- Premalatha, M., Tauseef, S.M., Abbasi, T. ve Abbasi, S.A. (2013). *The Promise and the Performance of the World's First Two Zero Carbon Eco Cities*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 660-669.
- Putnam, R. D. (2000). *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*. Simon & Schuster.

- Radstrom, S. (2005). *An Urban Identity Movement Rooted in the Sustainability of Place: A Case Study of Slow Cities and Their Application in Rural Manitoba*, Manitoba: The University of Manitoba Department of City Planning.
- Radstrom, S. (2011). A Place Sustaining Framework for Local Urban Identity: An Introduction and History of Cittaslow. *Italian Journal of Planning Practice*, 1(1), 90-113.
- Rentschler, J., & Salhab, M. (2020). *People in harm's way: Flood exposure and poverty in 189 Countries* (Policy Research Working Paper No. 9447). World Bank.
- Rose, A. (2004). Economic Resilience to Disasters. *Risk Analysis*.
- Rosenzweig, C., Solecki, W., Hammer, S. A., & Mehrotra, S. (2010). Cities Lead The Way in Climate-Change Action. *Nature*, 467(7318), 909-911.
- Rutter, M. (1987). Psychosocial resilience and protective mechanisms. *American Journal of Orthopsychiatry*, 57(3), 316-331.
- Sadioğlu, U. ve Ağıralan, E. (2020). İklim Değişikliği Çerçevesinde 25. Taraflar Konferansı (COP 25). *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(Ek Sayı 1), 361-385.
- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2014). Resilient urban planning: Major principles and criteria. *Energy Procedia*, 61, 1491-1495.
- Sanchez, A., Osmond, P., & Heijden, J. (2017). *Are some forms of resilience more sustainable than others?* *Procedia Engineering*, 180, 881-889.
- Sapountzaki, K. (2014). Megacities And Urban Vulnerabilities: Conceptual Framework And Policy Implications. *Procedia Economics and Finance*, 18, 564-571.
- Satterthwaite, D., Huq, S., Pelling, M., Reid, H., ve Lankao, P.R. (2007). *Adapting to Climate Change in Urban Areas: The Possibilities and Constraints in Low- and Middle-Income Nations*. International Institute for Environment and Development (IIED). <https://doi.org/10.4324/9781849770361>
- Schueler, T. R. (1994). The importance of imperviousness. *Watershed Protection Techniques*, 1(3), 100-111.
- Semmens, J. ve Freeman, C. (2012). The Value of Cittaslow as an Approach to Local Sustainable Development: A New Zealand Perspective. *International Planning Studies*, 17(4), 353-375.
- Shaw, R., ve Goda, K. (2004). From disaster to sustainable civil society: The Kobe experience. *Disaster Prevention and Management*, 13(1), 16-20.
- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2014). Resilient Urban Planning: Major Principles and Criteria. *Energy Procedia*, 61, 1491-1495. doi: 10.1016/j.egypro.2014.12.154

- Sılaydın Aydın, M. B., Erdin, H. E., & Kahraman, E. D. (2017). Mekânsal Yapı Özellikleri Açısından İklim Değişikliğine Karşı Risk Taşıyan Bölgelerin Saptanması, İzmir. *Planlama*, 27(3), 274-285. <https://doi.org/10.14744/planlama.2017.61587>
- Smith, K. (1996). *Environmental hazards: Assessing risk and reducing disaster*. London: Routledge.
- Solecki, W., Rosenzweig, C., Hammer, S. ve Wheeler, S.M. (2013). The Urbanization of climate change: responding to a new global challenge- from the urban transformation: health, shelter, and climate change. In Wheeler, S.M. ve Beatley, T. (Eds.), *The Sustainable Urban Development Reader* (pp. 107-116). London: Rutledge. <https://doi.org/10.4324/9781315770369>.
- Şahin, A. (2016). *Türk Kamu Yönetiminde Yapısal Dönüşüm ve E-Devlet*, 3. Baskı, Atlas Akademi, Konya.
- Şahin, C., & Sipahioğlu, Ş. (2002). *Doğal Afetler Ve Türkiye*. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Şahin, Ü. (2014). *Türkiye'nin İklim Politikalarında Aktör Haritası*. İstanbul: Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi.
- Şen, G. (2017). *Afet Triaajında Etik Karar Verme: İzmir İli Örneği*. Kitapana, İzmir.
- Şen, Ö. L. (2024, Nisan). Kentsel dirençlilik ve İklim. *Su ve İnovasyon / Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Bülteni*, 4, 59-65.
- Şengül, R. ve Altıntaş, H. (2022). *Yerel Yönetimlerin İklim Değişikliğine İlişkin Yaklaşımları ve Politikaları*. İçinde, Y. Bulut & M. Arslan (Eds.), İklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve dirençli kentler: Uygulamalar, sorunlar ve çözümler. Çizgi Kitabevi, 25-36.
- Şenol Balaban, M. (2016). An assessment of flood risk factors in riverine cities of Turkey: Lessons for resilience and urban planning. *METU Journal of the Faculty of Architecture*, 33(2), 45-71.
- Tallon, A. (2010). *Urban Regeneration in the UK*. London; N.Y.: Routledge.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019). *Yeşilirmak Havzası Taşkın Yönetim Planı*. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Ta%C5%9Fk%C4%B1n%20Y%C3%B6netim%20Planlar%C4%B1/1%29%20YESILIRMAK%20HAVZASI%20TA%C5%9EKIN%20Y%C3%96NETIM%20PLANI.pdf>
- Tekeli, İ., Çuğaç, Ç., & Dursun, P. (2010). İklim değişikliğiyle ilgili Birleşmiş Milletler belgelerinin derin ekoloji bağlamında değerlendirilmesi , *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 341-358.
- Tuğaç, Ç. (2018). Uluslararası Sürdürülebilir Kent Ölçütleri Bağlamında Türkiye İçin Bir Değerlendirme. *Kent Akademisi*, 11(4), 703-740.
- Tuğaç, Ç. (2022). İklim Değişikliği Krizi ve Şehirler. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 38-60.

- Türkeş, M. (2008). Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen Ve Öngörülen Değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre, 1*, 45–64.
- Tyler, S., & Moench, M. (2012). A framework for urban climate resilience. *Climate and Development*, 4(4), 311-326. <https://doi.org/10.1080/17565529.2012.745389>
- UN. (2022). 2021 Joins Top 7 Warmest Years On Record: WMO. <https://news.un.org/en/story/2022/01/1110022>.
- UNDRR. (2019). *City Resilience Profiling Tool*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- UNDRR ve CRED. (2020). *The human cost of disasters: an overview of the last 20 years 2000-2019*. Geneva: UNDRR.
- UNEP (2022). *UN Climate Change Conference (UNFCCC COP 27)*.
- UNFCCC. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*.
- UNISDR (2017). *Words into Action Guidelines: National Disaster Risk Assessment*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- Vale, L. J., & Campanella, T. J. (Eds.). (2005). *The Resilient City: How Modern Cities Recover From Disaster*. New York, NY: Oxford University Press.
- WEF. (2022a). *The Global Risks Report 2022*. Geneva: WEF.
- WEF. (2022b). *BiodiverCities by 2030: Transforming Cities' Relationship with Nature*.
- Weisz, H. ve Steinberger, J.K. (2010). Reducing Energy and Material Flows in Cities, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(3), 185-192.
- Wikipedia. (2024). Çarşamba. <https://en.wikipedia.org/wiki/%C3%87ar%C5%9Famba>
- Wikipedia. (2024). Çarşamba Plain. https://en.wikipedia.org/wiki/%C3%87ar%C5%9Famba_Plain
- Wilbanks, T. J., ve Kates, R. W. (1999). *Global Change in Local Places: How Scale Matters*. Climate Change.
- Wisner, B., Gaillard, J. C., & Kelman, I. (Eds.). (2012). *Handbook of Hazards and Disaster Risk Reduction*. London/New York: Routledge.
- Wolman, A. (1965). *The Metabolism of Cities*. 157-174.
- Yaylı, H., & Arslan, F. D. (2022). *İklim Değişikliği, Toplumsal Bilgilendirme Ve Algılama Boyutu*. İçinde, Y. Bulut & M. M. Aslan (Eds.), *İklim Değişikliği, Sürdürülebilirlik Ve Dirençli Kentler: Uygulamalar, Sorunlar Ve Çözümler* (ss. 111–122). Çizgi Kitabevi.

- Yılmaz, M. (2013). Çarşamba Ovası ve Yakın Çevresinde Sel Afeti (27 Mayıs 2000). *Karadeniz Araştırmaları*, (38), 1-15. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/198568>
- Zhang, X., & Li, H. (2018). Urban resilience and sustainability: A review of definitions, dimensions, and approaches. *Sustainability*, 10(11), 3689.
- Zhao, G., Gao, H., & Cuo, L. (2016). Effects of urbanization and climate change on peak flows over the San Antonio River Basin, Texas. *Journal of Hydrometeorology*, 17(9). <https://doi.org/10.1175/JHM-D-15-0216.1>.
- Zimmerman, R., & Faris, C. (2011). Infrastructure impacts and adaptation challenges. *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*, 209-231.
- Zimmerman, E., Bracalenti, L., Piacentini, R. ve Inostroza, L. (2016). Urban Flood Risk Reduction by Increasing Green Areas for Adaptation to Climate Change. *Procedia Engineering*, 161, 2241-2246.
- Zuyderduin, A. (2017). *Smart Cities: A New Approach To Urban Sustainability*. In *Smart Cities: A New Approach To Urban Sustainability* (pp. 1-12). Springer.

ÖZGEÇMİŞ

Şeyda Gülsüm ŞAHİN, 2016 yılında Ankara Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'nde lisans eğitimine başlamış ve 2021 yılında bölüm üçüncüsü olarak mezun olmuştur. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı'nda tezli yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

2024 bahar döneminde Erasmus+ Değişim Programı kapsamında İtalya Sassari Üniversitesi'nde eğitim görmüş ve bu programı başarıyla tamamlamıştır. 2025 yılında “ Sel ve Taşkınlara Dirençli Yerleşmeler İçin Bir Yöntem Önerisi ” Sel Kırılganlık Endeksi “: Çarşamba /Samsun” başlıklı tezini sunarak yüksek lisans eğitimini tamamlama çabası içindedir.