Avrupa Birliği tarafından
eş finanse edilmektedir

SKUP TÜRKİYE



NEAR/ANK/2021/EA-RP/0115
ŞEHİRLERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR KENTSEL HAREKETLİLİĞE AB DESTEĞİ
(SUMP TÜRKİYE) PROJESİ

KENTSEL HAREKETLİLİKTE DİRENÇLİLİK EL KİTABI

T.C. ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI

ULAŞTIRMA SEKTÖREL OPERASYONEL PROGRAMI

SKUP TÜRKİYE

TBB

KÜNYE

Başlık: Kentsel Hareketlilikte Dirençlilik El Kitabı

Hakkında: Bu El Kitabı, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından ortaklaşa finanse edilen "Türkiye'de Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik için Belediyeler Birliği'ne AB Desteği Projesi" kapsamında hazırlanmıştır. Proje, **Rupprecht Consult** liderliğindeki konsorsiyum tarafından, **BNN Consulting and Engineering, POLIS Network ve MuConsult-Panteia iş birliğiyle yürütülmüştür**.

Proje Paydaşları

Yardımın Nihai Faydalanıcısı: Türkiye Belediyeler Birliği

Sözleşme Makamı: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı,
Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü,
AB Yatırımları Dairesi Başkanlığı

Eş-Finansör: Avrupa Birliği Türkiye Delegasyonu

Katkıda Bulunanlar

Yazarlar: Sara Abu Henedy, Susanne Boehler-Baedeker, Dr. Volkan Recai Çetin, Leventcan Er, Marcelain Handoko, Hassan Hussin, Burcu Soygüzeloğlu

Gözden Geçiren: Dr. Volkan Recai Çetin, Seçil Kocatepe, Berk Babila

Tasarım ve Mizanpaj: Mehmet Onur Çağığan

İletişim:
Türkiye Belediyeler Birliği
Adres: Tunus Cad. No: 12, 06680 Çankaya – Ankara, TÜRKİYE
Tel: +90 312 419 21 00
E-posta: projevefinans@tbb.gov.tr

Kısaltmalar Listesi

AB	Avrupa Birliği
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AKOM	Afet Koordinasyon Merkezi
AUS	Akıllı Ulaşım Sistemleri
BAKOM	Balıkesir Afet ve Acil Durum Koordinasyon Merkezi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemi
HTEA	Hata Türü ve Etkileri Analizi
İRAP	İl Afet Risk Azaltma Planı
SKE	Sosyal Kırılganlık Endeksi
SKUP	Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planı
TAMP	Türkiye Afet Müdahale Planı
TARAP	Türkiye Afet Risk Azaltma Planı
T-TTRD	Tehdit- Tehlike Tanımlama ve Risk Değerlendirmesi
UAP	Ulaşım Ana Planı
UDSEP	Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı

İçindekiler

KÜNYE **1**

PROJE PAYDAŞLARI **1**

KATKIDA BULUNANLAR **1**

KISALTMALAR LİSTESİ **2**

İÇİNDEKİLER **3**

TABLOLAR LİSTESİ **4**

KUTULAR LİSTESİ **4**

YÖNETİCİ ÖZETİ **5**

1. KENTSEL HAREKETLİLİKTE DİRENÇLİLİĞİN ANLAŞILMASI **7**

DİRENÇLİLİĞİN SÜRDÜRÜLEBİLİR HAREKETLİLİK PLANLAMASINDAKİ ROLÜ 7

TÜRKİYE'DE KENTSEL HAREKETLİLİKTE DİRENÇLİLİK 9

2. DİRENÇLİ HAREKETLİLİK PLANLAMASININ TEMELLERİ **26**

HAREKETLİLİK PLANLAMASINDA DİRENÇLİLİĞİN KURUMSALLAŞTIRILMASI 26

DİRENÇLİLİK KÜLTÜRÜNÜN OLUŞTURULMASI 28

3. MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMESİ: ULAŞIM SİSTEMİNDEKİ RİSKLERİN VE KIRILGANLIKLARIN HARİTALANDIRILMASI **31**

MEVCUT ULAŞIM SİSTEMİNDEKİ RİSK VE ZAYIFLIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ 31

RİSK HARİTALAMA VE ANALİZİ İÇİN VERİ KULLANIMI VE GÖRSELLEŞTİRME 42

KULLANICI PERSPEKTİFİ İÇİN PAYDAŞ GÖRÜŞLERİNDEN YARARLANMA 49

4. UZUN VADELİ PLANLAMA: DİRENÇLİ HAREKETLİLİK PLANLAMASI İÇİN STRATEJİK AMAÇLARIN BELİRLENMESİ **52**

GELECEKTEKİ KESİNTİLERİ ÖNGÖRMEK İÇİN VERİ VE PROJEKSİYONLARDAN YARARLANILMASI 52

AÇIK VE ÖLÇÜLEBİLİR DİRENÇLİLİK HEDEFLERİNİN BELİRLENMESİ 56

5. ALTYAPININ GÜÇLENDİRİLMESİ VE OPERASYONEL SÜREKLİLİĞİN SAĞLANMASI **62**

ALTYAPI DİRENÇLİLİĞİNİN BEŞ TEMEL HAREKETLİLİK MÜDAHALE ALANIYLA GÜÇLENDİRİLMESİ 62

ULAŞIM HİZMETLERİNDE OPERASYONEL DİRENÇLİLİĞİN İNŞASI 75

6. ÖĞRENME VE UYARLAMA: DİRENÇLİLİK ÇABALARININ İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ **80**

KAYNAKÇA **85**

Tablolar Listesi

Tablo 1: Temel Politika Belgelerinin Stratejik Öncelikleri, Kapsamları ve Eksik Yönleri 19

Tablo 2: Ulaşım Altyapısının Kritik Bileşenlerini Analiz Etme Yöntemleri ve Araçları.....32

Tablo 3: Kritik Hizmetlere Erişim ve Acil Durum Hazırlığının Analizinde Kullanılan Yöntemler ve Araçlar.....36

Tablo 4: Sosyal Kırılganlıklar ve Eşitlik Değerlendirmesinde Kullanılan Yöntemler ve Araçlar 39

Tablo 5: Dirençlilik Odaklı Hareketlilik Planlaması İçin Toplanması Gereken Veri Türleri 44

Tablo 6: Risk Görselleştirme Yöntemleri ve Araçları 46

Tablo 7: Hareketlilikte Dirençlilik Çabalarının İzlenmesi İçin Kullanılabilecek Göstergeler Listesi 82

Kutular Listesi

Kutu 1:Hareketlilik Planlamasında Dirençliliğin Temelini Atmak için Kontrol Listesi 30

Kutu 2: Mevcut Ulaşım Sistemlerinin Durumunu Değerlendirmek İçin Kontrol Listesi 50

Kutu 3: Senaryo Planlaması Türleri 53

Kutu 4: Dirençlilik Planlaması için Öngörüye Dayalı Modeller 54

Kutu 5: Stratejik Amaçlar Belirlemek için Kontrol Listesi 61

Kutu 6: Dirençli Hareketlilik için Yeşil ve Gri Tedbirler 62

Kutu 7: Vaka Çalışması – COVID-19 Sürecinde "Plan Vélo" ve Taktiksel Müdahaleler 65

Kutu 8: Vaka Çalışması: Güçlü Toplu Taşıma – Bir Sosyal Dirençlilik Aracı..... 67

Kutu 9: Vaka Çalışması: Esnek ve Hızlı Tepki Verebilen Bir Ulaşım Sistemi için Paylaşımlı Hareketlilik69

Kutu 10: Vaka Çalışması: Dirençli Kentsel Lojistik Sistemi 72

Kutu 11: Vaka Çalışması: Kentsel Alanların Tahsisi 75

Kutu 12: Altyapıyı Güçlendirmek ve Operasyonel Sürekliliğini Sağlamak için Kontrol Listesi 78

Kutu 13: Dirençlilik Planlamasının Uyarlanmasını Sağlamak İçin Kontrol Listesi..... 84

Yönetici Özeti

Kentsel ulaşım sistemleri; doğal afetler, altyapı arızaları, ekonomik şoklar ve öngörülemeyen krizler gibi çeşitli nedenlerle kesintilere maruz kalmaktadır. Dirençlilik çabalarında genellikle müdahale ve iyileştirme aşamalarına öncelik verilirken; kritik öneme sahip "öncesi" aşama – yani proaktif hazırlık ve uzun vadeli planlama – çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Bu El Kitabı, tam da bu boşluğu doldurmayı amaçlamakta; kesintiler meydana gelmeden önce kentsel ulaşım sistemlerinin güçlendirilmesine odaklanarak yalnızca krizlere tepki vermek yerine sistemlerin kesintisiz devamlılığını sağlamayı hedeflemektedir.

Bu El Kitabı, dirençlilik stratejilerini belirli afet türlerine göre sınıflandırmak yerine, ister doğal ister insan kaynaklı olsun, her türlü kesintiye karşı hazırlıklı olmanın önemini vurgulayan daha kapsamlı bir yaklaşımı benimsemektedir. Acil müdahale odaklı yaklaşımlardan stratejik planlamaya doğru bir odak kayması yaparak yerel yönetimlerin riskleri önceden tahmin etmelerini, dirençliliği günlük hareketlilik planlamasına entegre etmelerini ve ulaşım ağlarını gelecekteki şoklara karşı korumalarını sağlayacak araçlar sunmaktadır.

Bu El Kitabı'nın temel amacı, hareketlilik alanında dirençlilik planlaması gibi karmaşık bir konuyu sade bir bakış açısıyla ele alarak farklı kentsel bağlamlarda uygulanabilir ve eyleme dönüştürülebilir bir çerçeve sunmaktır. Bu doğrultuda, münferit afet müdahale önlemlerine odaklanmak yerine, işlevselliğini sürdürebilen, uyum sağlayabilen ve geleceğe dönük bir yaklaşımla tasarlanmış ulaşım sistemlerinin nasıl inşa edilebileceğine dair sistematik bir rehberlik sunmaktadır. Böylece, mevcut kesintiler sırasında sistemin sürekliliği güvence altına alınmakta ve aynı zamanda gelecekteki hareketlilik ihtiyaçlarına etkin bir şekilde hazırlık yapılmaktadır.

El Kitabı, okuyucuyu kentsel hareketlilikte dirençliliğe dair geniş bir kavramsal çerçeveden başlayarak giderek daha odaklı ve pratik uygulamalara yönlendirecek şekilde hazırlanmıştır. Bu süreçte, dirençlilik planlamasında uygulanan Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planı (SKUP) aşamalarının mantığı ve gerekçeleri temel alınmıştır.

1. Bölüm: Kentsel hareketlilikte dirençliliğin rolü geniş bir bakış açısıyla tanımlanmakta, temel ilkeler ortaya konularak kavramsal tanımın temeli atılmakta ve Türkiye'nin dirençlilik planlama alanı ulusal uygulamalar ışığında kapsamlı şekilde incelenmektedir.

2. Bölüm: Perspektif daraltılmaya başlanmakta; hâlâ geniş ve çok katmanlı (ulusal, bölgesel ve yerel) eylemler ele alınmakta, 1. Bölümde tespit edilen boşluklar ve zorluklar arasında köprüler kurulmakta; aynı zamanda yerel yönetimlerin yerel ölçekte uygulamaya dönük, pratik dirençlilik planlamasına hazırlanabilmeleri için stratejik eylem maddeleri sunulmaktadır.

3. Bölümden itibaren odak tamamen uygulamaya dönük hale gelmekte:

3. Bölüm: Belediyelerin mevcut ulaşım sistemlerini ("mevcut durum") değerlendirmeleri sağlanmakta, risk haritalaması için veri kullanımı yapılmakta, paydaş görüşlerinden derinlemesine değerlendirme amacıyla faydalanılmakta ve her aşama için araç örnekleri sunulmaktadır.

4. Bölüm: 3. Bölüm üzerine inşa edilerek değerlendirme sonuçlarının uzun vadeli planlara dönüştürülmesi, veri projeksiyonlarıyla gelecekteki koşulların öngörülmesi ve bu projeksiyonları yansıtan açık ve ölçülebilir dirençlilik hedeflerinin belirlenmesi için okuyucuların adım adım yönlendirilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca, her adım için kullanılabilecek araçlara dair örnekler sunulmaktadır.

5. Bölüm: Uygulama aşamasına geçilerek Türkiye için hazırlanmış Yeşil ve Beyaz Politika Kitapları doğrultusunda hareketliliğe ilişkin beş temel müdahale alanı detaylandırılmakta, her bir alanın sürdürülebilirlik ve dirençlilik boyutlarını nasıl ele alması gerektiği açıklanmakta ve yerel yönetimlerin operasyonel faaliyetler ile hizmetlerin kesintisiz devamını sağlamalarına destek olunmaktadır.

6. Bölüm: İzleme ve değerlendirmeye odaklanılmakta; etkili izleme ve değerlendirme sistemlerinin nasıl kurulacağına dair genel bir çerçeve sunulmakta, kentsel hareketlilikte dirençliliği ölçmek için kullanılabilecek olası göstergeler listelenmekte ve yerel yönetimlerin ilerlemeyi takip ederek dirençlilik planlamasında döngüyü tamamlamaları için İzleme ve Değerlendirme sürecini nasıl başlatabilecekleri gösterilmektedir.

1. Kentsel Hareketlilikte Dirençliliğin Anlaşılması

Dirençliliğin Sürdürülebilir Hareketlilik Planlamasındaki Rolü

Kentsel ulaşım sistemleri, ekonomik faaliyetlerin, sosyal etkileşimlerin ve temel hizmetlere erişimin sağlanmasında şehirlerin belkemiğini oluşturmaktadır. Ancak bu sistemler; aşırı hava olayları, doğal afetler, ekonomik şoklar, salgınlar ve altyapı arızaları gibi çeşitli kesintiler karşısında giderek daha savunmasız hale gelmektedir.

Bu tür kesintiler, ekonomik verimlilikten acil durum müdahale kapasitesine ve toplumsal birlikteliğe kadar geniş kapsamlı olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu nedenle, ulaşım hizmetlerinin sürekliliğinin sağlanması, kentsel işleyişin devamlılığı ve kent sakinlerinin refahı açısından kritik bir öneme sahiptir. Dirençlilik kavramı ise bu noktada devreye girerek kentlerin karşılaştıkları zorluklara direnebilmelerini, etkileri hafifletebilmelerini ve hızlıca toparlanabilmelerini mümkün kılar.

Dirençli hareketlilik planlaması, yalnızca ani şoklara hazırlığı güçlendirmekle kalmayıp; aynı zamanda nüfus artışı, iklim değişikliği ve teknolojik gelişmeler gibi uzun vadeli değişimlere uyum sağlama kapasitesini de artırır. Dirençliliğin hareketlilik stratejilerine entegre edilmesi sayesinde, kentler ulaşım ağlarını koruyabilir, hizmet sürekliliğini artırabilir ve sağlam, esnek, geleceğe hazır ulaşım sistemleri inşa edebilir. Özellikle Türkiye gibi deprem, sel, heyelan ve iklim kaynaklı aşırı hava olayları gibi geniş ve birbirine bağlı risklerin bulunduğu ülkelerde, bu yaklaşım bir tercih olmaktan çıkarak operasyonel bir zorunluluk halini almaktadır.

Hareketlilik Planlamasında Dirençliliğin Temel İlkeleri

Hareketlilik planlamasında dirençlilik, yerel yönetimlerin kesintilere karşı direnç gösterebilen ve sonrasında hızla toparlanabilen sistemler tasarlayıp hayata geçirmelerine yardımcı olan temel ilkelere dayanır.



Şekil 1: Hareketlilik Planlamasında Dirençliliğin Temel İlkeleri1

Türkiye'de Kentsel Hareketlilikte Dirençlilik

Türkiye'de Kentsel Ulaşım Sistemlerinde Dirençliliğe İlişkin Temel Zorluklar

Türkiye, coğrafi konumu ile çeşitli iklimsel ve jeolojik özellikleri nedeniyle çok sayıda doğal ve insan kaynaklı afet riskiyle karşı karşıyadır. Bu afetler, ulaşım ağlarını, erişilebilirliği ve acil durum müdahale kapasitesini sekteye uğratarak ülkenin kentsel ulaşım sistemleri üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır.

Bu doğal tehlikeler arasında en yıkıcı olanı depremlerdir. Türkiye, Kuzey Anadolu Fayı (KAF), Doğu Anadolu Fayı (DAF) ve Ege Fay Zonu gibi birçok aktif fay hattı üzerinde yer alması nedeniyle sismik aktivitelere son derece duyarlıdır. Bu kırılganlık, 1900-2015 yılları arasında Türkiye nüfusunun %72'sinin sismik olarak aktif bölgelerde yaşaması ve depremlerin afet kaynaklı toplam kayıpların üçte ikisini oluşturmasıyla daha da belirginleşmektedir.[1]

Tarihi kayıtlara göre, sadece 20. yüzyılda 130'dan fazla büyük deprem meydana gelmiş ve bu depremler 80.000'den fazla can kaybına, on binlerce yaralanmaya ve geniş çaplı altyapı hasarına yol açmıştır. Bu olaylardan bazıları, kentsel hareketlilik üzerindeki doğrudan etkileriyle öne çıkmaktadır. Örneğin, 1939 Erzincan Depremi (Ms: 7,9) 32.000'den fazla can kaybına neden olmuş, 100.000'den fazla binayı yaşanamaz hale getirerek bölgenin tamamını izole etmiş ve ulaşım sistemlerini aylarca aksatmıştır. 1999 Kocaeli Depremi (Mw: 7,6) ise Kuzeybatı Anadolu'yu etkileyerek yolları, köprüleri ve demiryollarını, özellikle D100 Otoyolu gibi önemli koridorları ciddi şekilde tahrip etmiştir. Bu durum yalnızca acil müdahale çalışmalarını değil, aynı zamanda bölgesel ve ulusal düzeydeki lojistik operasyonları da sekteye uğratmıştır.[2]

Daha yakın tarihte meydana gelen 2023 Kahramanmaraş Depremi, Mw 7,7 ve 7,6 büyüklüğünde iki büyük sarsıntıdan oluşmuş ve Hatay, Kahramanmaraş, Adıyaman, Gaziantep, Malatya, Osmaniye, Adana, Diyarbakır, Şanlıurfa, Kilis ve Elazığ gibi illerde kentsel ulaşım sistemlerinde geniş çaplı yıkıma yol açmıştır. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı'na göre, mülk, altyapı, kamu destek harcamaları ve makroekonomik kayıplar dahil olmak üzere 2023 depremlerinin toplam ekonomik maliyeti, Türkiye'nin 2023 yılı GSYH'sinin yaklaşık %9'una denk gelmektedir. Dünya Bankası'nın önceki değerlendirmelerinde ise yalnızca doğrudan fiziksel hasarın yaklaşık 34,2 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmiştir. Bu doğrudan kayıplara ek olarak, afetin etkilediği bölgelerde temel altyapılar zarar görmüş ve ekonomik faaliyetler ciddi biçimde aksamıştır. Adana-Gaziantep gibi kritik karayolları kullanılamaz hale gelirken, Hatay

[1] Turkey Country Report 2019. Asian Disaster Reduction Centre.

[2] Keleş, Ş. (2002). Disaster statistics for Türkiye. *Journal of Earthquake Studies and Preparedness, 18*(3), 45–59.

Havalimanı gibi ulaşım merkezleri geçici olarak kapatılmış; bu durum tahliyelerde ve tedarik zinciri operasyonlarında gecikmelere yol açmıştır.[3][4][5]

Türkiye'de yaygın olarak görülen bir diğer afet olan sel, özellikle kıyı bölgeleri ve alçak rakımlı kentsel alanlarda daha sık görülmektedir. Şiddetli yağışlar, yetersiz drenaj altyapısı ve hızlı kentleşme gibi faktörler sel riskini artırmakta ve bu durum ulaşım sistemlerinde ciddi kesintilere yol açmaktadır. Örneğin, Karadeniz Bölgesi'nde tekrarlayan sel olayları, köprü ve yolların kullanılamaz hale gelmesine, yerleşim birimlerinin dış dünyayla bağlantısının kopmasına ve önemli ulaşım güzergâhlarında aksamalara sebep olmuştur. Benzer etkiler Akdeniz Bölgesi'nde de gözlemlenmiş; olağan dışı yoğun yağışlar temel ulaşım altyapısına zarar vererek geniş çaplı tahliyeleri zorunlu kılmıştır. İstanbul gibi büyükşehirler de sel riskinden muaf değildir. Özellikle yoğun yapılaşmanın olduğu ilçelerde son yıllarda yaşanan ani su baskınları, sokakların sular altında kalmasına ve toplu taşıma hizmetlerinde aksamalara neden olmuştur. Daha seyrek görülmekle birlikte, tsunamiler de kıyı bölgeleri için önemli bir risk oluşturmaktadır. Örneğin, 2020 Ege Denizi Depremi'nin tetiklediği tsunami, İzmir'de sokakları suyla kaplayarak araçların hareketsiz kalmasına ve kritik bölgelere erişimin kesintiye uğramasına neden olmuştur.[6]

İklim değişikliği nedeniyle giderek artan orman yangınları, Türkiye'de özellikle Ege ve Akdeniz bölgelerini etkilemektedir. Sadece 2021 yılında 200.000 hektardan fazla alan yanmış ve Antalya ile Muğla'da geniş çaplı zarara yol açmıştır. Bu yangınlar, yolların kapanmasına ve büyük çaplı tahliyelere yol açarak ulaşım sistemleri üzerinde ciddi bir yük oluşturmuştur. Binlerce yerleşik halk ve turistin tahliyesi, acil durumlarda sağlam tahliye yolları ve ulaşım ağları için etkili alternatif planlamanın ne denli hayati olduğunu açıkça ortaya koymuştur.

Heyelanlar, özellikle Karadeniz Bölgesi'nde sıkça karşılaşılan bir diğer risk olup, bölgenin engebeli arazi yapısı ve yoğun yağışlar nedeniyle sık sık yaşanmaktadır. Bu heyelanlar, kırsal alanlardaki yolları ve demiryollarını tıkayarak yerleşim yerlerini izole etmekte ve ekonomik faaliyetlerin aksamasına yol açmaktadır. Örneğin, Samsun-Ordu koridorunda tekrarlayan heyelanlar, bölgedeki ticaret ve ulaşımı düzenli olarak kesintiye uğratmaktadır.

Son yıllarda kar fırtınaları ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olaylarının sıklığı ve şiddeti artmış, bu durum kentler üzerindeki etkilerin giderek artmasına neden olmuştur. Kar fırtınaları, İstanbul ve Ankara gibi büyükşehirlerde yolların kapanmasına ve toplu taşıma hizmetlerinin aksamasına yol açarak zaman zaman şehirlerin durma noktasına gelmesine sebep olmaktadır. Sıcak hava dalgaları sırasında yükselen sıcaklıklar ise demiryolu altyapısında ray deformasyonlarına ve işletme gecikmelerine sebep olmaktadır.

[3] International Labour Organization. (2024, July 8). One year after: Living and working conditions in Adıyaman, Hatay, Kahramanmaraş and Malatya after the February 2023 earthquakes in Türkiye. International Labour Organization. Retrieved June 26, 2025, from https://www.ilo.org/publications/one-year-after-living-and-working-conditions-adiyaman-hatay-kahramanmaras

[4] World Bank. (2023, February 27). *Earthquake damage in Türkiye estimated to exceed $34 billion: World Bank disaster assessment report*. Retrieved June 26, 2025, from https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/02/27/earthquake-damage-in-turkiye-estimated-to-exceed-34-billion-world-bank-disaster-assessment-report

[5] Strategy and Budget Office of the Presidency of Türkiye (2023). 2023 Kahramanmaraş and Hatay Earthquakes Report.

[6] AFAD (2020). Disaster Statistics 2020.

Pandemiler, kentsel hareketliliğe özgün zorlukları da beraberinde getirmektedir. Örneğin, COVID-19 pandemisi, küresel sağlık krizleri sırasında ulaşım sistemlerinin ne denli savunmasız olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Ülke genelinde uygulanan karantinalar, sokağa çıkma yasakları, uzaktan çalışma ve sosyal mesafe tedbirleri sonucunda, İstanbul ve Ankara gibi büyükşehirlerde toplu taşıma kullanımı %80'den fazla azalmıştır. Bu durum, özel araçlar ile bisiklet ve yaya gibi aktif hareketlilik türleri üzerinde artan bir baskı oluşturmuştur. Ayrıca, lojistik ağlar değişen taleplere uyum sağlamakta zorlanmış ve tedarik zincirlerinde gecikmelere yol açmıştır. Pandemi, bu tür krizler sırasında ulaşım sistemlerinin dirençli ve esnek olmasının, hizmet sürekliliğinin sağlanması açısından ne denli hayati olduğunu bir kez daha göstermiştir.[7]

Bir arada değerlendirildiğinde, tüm bu zorluklar Türkiye'nin kentsel ulaşım sistemlerinin yalnızca çeşitli doğal afetlere (özellikle depremler ve seller) karşı yüksek risk altında olmadığını, aynı zamanda önemli yapısal ve kurumsal zayıflıklar taşıdığını ortaya koymaktadır. Deprem ve iklim kaynaklı olayların tekrarı, özellikle büyükşehirlerde ve coğrafi olarak kısıtlı bölgelerde kritik ulaşım altyapılarında ciddi sorunları gün yüzüne çıkarmaktadır. Buna paralel olarak, orman yangınları, heyelanlar ve aşırı hava koşulları gibi artan bileşik riskler, çoklu tehlike unsurları dikkate alınmadan inşa edilen ulaşım ağlarının uyum sağlama kapasitesini sınamaktadır. COVID-19 pandemisi ise beklenmedik şoklar karşısında ulaşım sistemlerinin ne denli kırılgan olduğunu bir kez daha göstermiştir. Tüm bu gelişmeler, fiziksel altyapıyı güçlendiren, zincirleme aksaklıkları önceden öngören ve ulusal stratejilerin şehir ve bölge düzeyinde özgün zayıflıkları etkin biçimde ele alacak şekilde yerelleştirilmesini sağlayan, entegre ve geleceğe yönelik dirençlilik planlamasının acil bir gereklilik olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Türkiye'de Dirençlilik için Kurumlar ve Koordinasyon

Bu zorlukların üstesinden gelmek amacıyla Türkiye, merkezi koordinasyon, kurumlar arası iş birliği, yerel düzeyde uygulama ve planlama araçları ile teknolojik çözümlerin stratejik kullanımını önceliklendiren kapsamlı bir afet yönetimi çerçevesi geliştirmiştir. Aşağıda, Türkiye'nin mevcut çaba ve araçlarının temel bileşenleri sunulmaktadır.

Merkezi Koordinasyon: Ulusal düzeyde afet yönetimi, 2009 yılında İçişleri Bakanlığı çatısı altında kurulan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından yürütülmektedir. AFAD, ülke genelinde afet öncesi hazırlık, zarar azaltma, müdahale ve iyileştirme faaliyetlerini il müdürlükleri ağı aracılığıyla koordine etmektedir. Sahip olduğu bu merkezi rol sayesinde kaynaklar ve politikalar bölgeler arasında uyum içinde yürütülmektedir. Örneğin, acil durumlarda AFAD, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı gibi birden fazla bakanlıkla koordinasyon sağlayarak uzmanlık ve kaynakların etkin biçimde seferber edilmesini sağlamaktadır.

Kurumlar Arası İş Birliği: Türkiye'de afet müdahalesi, çeşitli bakanlıklar, sivil toplum kuruluşları ve uluslararası kurumların yer aldığı iş birliği odaklı bir yaklaşımla yürütülmektedir. Örneğin,

[7] Sahraei, M. A., Kuşkapan, E., & Çodur, M. Y. (2021). Impact of COVID-19 on public transportation usage and ambient air quality in Turkey. *Promet – Traffic & Transportation*, 33(2), 179–191. https://hrcak.srce.hr/file/392684

Afet ve Acil Durum Kurulu, afetle ilgili bilgileri en üst düzeyde değerlendirerek ulusal kurumların koordineli şekilde hareket etmesini sağlamaktadır. Türk Kızılay ve Türkiye Deprem Vakfı gibi kuruluşlar ise insani ve lojistik destek sunarak devletin bu alandaki çalışmalarını tamamlamaktadır. Bu çok paydaşlı koordinasyon yapısı, kriz anlarında kaynakların hızlı bir şekilde seferber edilmesini mümkün kılmakla birlikte, genellikle müdahale ve iyileştirme aşamalarıyla sınırlı kalmakta; proaktif dirençlilik inşasında ise arzu edilen etkinliği gösterememektedir.

Yerel ve Sektörel Katılım: Ulusal koordinasyonun önemi büyük olmakla birlikte, yerel ve bölgesel yetkililer, dirençlilik stratejilerinin somut uygulamalara dönüşmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Örneğin, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel Dönüşüm Müdürlüğü, Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM) ve Afet İşleri Müdürlüğü gibi risk yönetimi birimlerini faaliyete geçirmekte ve böylece yerel hazırlıkları ulusal stratejilerle uyumlu hale getirmektedir. Diğer büyükşehir belediyeleri de benzer yapılar oluşturmuştur. İzmir Büyükşehir Belediyesi ise, İzmir Deprem Ana Planı gibi risk değerlendirmesi ve senaryo planlamasından sorumlu özel bir Deprem Risk Yönetimi Müdürlüğü kurmuştur. Ege Bölgesi'nde Balıkesir Belediyesi'nin Afet ve Acil Durum Koordinasyon Merkezi (BAKOM), COVID-19 gibi acil durumlarda hizmetlerin koordinasyonunu etkin biçimde yürütmektedir. Marmara Bölgesi genelinde ise birçok büyükşehir belediyesi, kentsel dirençlilik, iklim uyumu ve afet hazırlığı konularında yerel yönetimlere destek sağlayan Marmara Belediyeler Birliği aracılığıyla ortak dirençlilik çalışmalarına katılmaktadır. Bu örnekler, Türkiye'de dirençlilik planlamasının farklı yerel yönetimler tarafından kurumsal kapasite oluşturma ve büyükşehirlerin özgün zayıflıklarını hedef alan özel acil durum mekanizmaları geliştirme yoluyla yaygınlaştığını göstermektedir.[89]

Bunun yanı sıra, bazı kurumlar da ulaşım sisteminin dirençliliğine yönelik özel çalışmalarıyla önemli katkılar sağlamaktadır. Karayolları Genel Müdürlüğü ve Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları, afet öncesi ve sonrasında ulaşım altyapısını yöneterek kritik güzergâhların işlerliğini sağlamaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ise, sel ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olaylarına yönelik tahmin modelleri geliştirip erken uyarılar sunmaktadır. Bu veriler, zamanında müdahaleyi mümkün kılmak ve ulaşım ağlarındaki aksaklıkları en aza indirmek açısından büyük önem taşımaktadır.

Uluslararası İş Birlikleri ve Finansal Araçlar: Dirençlilik oluşturmanın karmaşıklığı ve maliyetinin bilincinde olan Türkiye, kentsel hareketliliğe yönelik dirençlilik projeleri için finansman ve teknik destek sağlamak üzere uluslararası kuruluşlarla iş birliği yapmaktadır. Bu kapsamda, Dünya Bankası deprem riski altındaki karayolları ve köprüler gibi kırılgan altyapıların güçlendirilmesini finanse ederken, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası kent içi toplu taşıma sistemlerinin afet risklerine karşı güçlendirilmesine yönelik modernizasyon projelerini desteklemektedir. Ayrıca, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı iş birlikleri, yerel yönetimlerin

[8] İzmir Büyükşehir Belediyesi, Yapı İnceleme ve İyileştirme Şube Müdürlüğü. (2021, October 6). İzmir Deprem Senaryosu ve Deprem Master Planı, İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı. Retrieved June 26, 2025, from https://acikveri.bizizmir.com/dataset/izmir-deprem-senaryosu-ve-deprem-master-plani

[9] United Nations. (n.d.). BAKOM — Balıkesir Disaster Coordination Centre. Partnerships for the Sustainable Development Goals platform. United Nations. Retrieved June 26, 2025, from https://sdgs.un.org/partnerships/bakom-balikesir-disaster-coordination-centre

ulaşım sistemlerini daha geniş afet risk yönetimi çerçevelerine entegre etmelerine yardımcı olarak belediye düzeyinde dirençlilik planlamasını kolaylaştırmaktadır.

Kentsel Ulaşım için Risk ve Kırılganlık Değerlendirme Araçları: Türkiye, dirençli ulaşım altyapısı planlamasında kırılganlıkları belirlemek ve bu doğrultuda planlama yapmak amacıyla çeşitli araçlardan faydalanmaktadır. İstanbul metrosu ağı ve Boğaziçi Köprüleri gibi kritik ulaşım varlıklarında yapısal zayıflıkları tespit etmek ve güçlendirme önceliklerini belirlemek üzere deprem risk değerlendirmeleri yapılmaktadır. Ayrıca, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilen taşkın risk haritaları, kentsel tasarım süreçlerine rehberlik ederek özellikle taşkın riski yüksek kent merkezlerinde ulaşım koridorlarının uygun drenaj ve koruyucu altyapıyla donatılmasını sağlamaktadır.

Hareketlilikte Dirençliliği Destekleyen Teknolojik Araçlar: Teknoloji, Türkiye'nin kentsel hareketlilikte dirençlilik stratejisinde giderek daha merkezi bir rol üstlenmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), AFAD ve yerel yönetimler tarafından tehlike bölgelerinin haritalanması, tahliye güzergâhlarının planlanması ve acil durumlarda kritik altyapının erişilebilirliğinin sağlanması amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile AFAD tarafından ortaklaşa geliştirilen erken uyarı sistemleri, aşırı hava olayları ve depremler için gerçek zamanlı uyarılar sunarak ulaşım hizmetlerinin zamanında uyarlanmasına olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, İstanbul gibi büyükşehirlerde gerçek zamanlı trafik yönetim sistemleri sayesinde trafik akışı optimize edilmekte ve koordineli acil durum müdahaleleri desteklenerek akıllı hareketlilik çözümleri pilot olarak uygulanmaktadır.

Dirençlilik için Planlama Belgeleri ve Mevzuat

Türkiye, kentsel hareketlilik de dahil olmak üzere sektörler arası afet dirençliliğini güçlendirmek amacıyla kapsamlı bir ulusal planlama belgesi çerçevesi geliştirmiştir. Ulusal stratejiler, eylem planları ve mevzuat çerçeveleri başlıkları altında ele alınan bu belgeler; afet hazırlığı, risk azaltma ve sürdürülebilir kalkınma için yol gösterici ilkeler sunmakta; depremler, seller, pandemiler ve diğer afet riskleri gibi krizlere karşı dirençli ve bu krizlerden hızlıca toparlanabilen kentsel altyapı ve ulaşım sistemleri oluşturmayı hedeflemektedir. Aşağıdaki özet, bu temel politika araçlarının kentsel hareketlilikte dirençlilik bağlamındaki önemini ve uygulamalarını ortaya koymaktadır.

Ulusal Stratejiler ve Eylem Planları

Aşağıdaki belgeler, Türkiye'nin kentsel altyapı ve ulaşım sistemlerinde dirençliliği artırmaya yönelik uzun vadeli vizyon ve stratejilerini ortaya koymaktadır. Sürdürülebilir kalkınma, çoklu tehlike dirençliliği ve Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) gibi ileri teknolojilerin entegrasyonuna odaklanan kapsamlı bir politika çerçevesi sunmanın yanı sıra; çok modlu ulaşım bağlantısı, aşırı hava olaylarına hazırlık ve iklim uyumu gibi önemli konulara da vurgu yapmaktadır. Bu ulusal stratejiler, valilikler tarafından AFAD koordinasyonunda hazırlanan İl Afet Risk Azaltma Planları (İRAP) gibi araçlarla, yerel düzeyde risklerin belirlenip azaltılması amacıyla bağlama uygun uygulamalara dönüştürülmektedir.

Ulusal düzeydeki başlıca strateji belgeleri arasında şunlar bulunmaktadır:

- On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)
- 2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı
- Ulusal Ulaştırma Ana Planı (2035)
- Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP) (2022-2030)
- İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030)
- İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030)
- Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı (2011-2023)
- Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP) (2012-2023)
- Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) (2012-2023)
- Pandemik İnfluenza Ulusal Hazırlık Planı (2019)
- Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı
- Türkiye Afet Sonrası İyileştirme Planı (TASİP) (2025)
- Türkiye Yeşil Mutabakat Eylem Planı (2021)

Bu belgeler, kentsel hareketliliğin dirençliliğine farklı açılardan katkı sağlamaktadır. Örneğin, uygulama süresi sona ermiş olsa da Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP), ulaşım altyapısının depreme karşı güçlendirilmesi ve tahliye güzergâhlarının iyileştirilmesi konusunda hâlâ yol gösterici bir rol üstlenmektedir. Benzer şekilde, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP), acil durumlarda ulaşım yönetimine dair protokolleri belirlemekte; bu protokoller arasında tahliye koordinasyonu, enkaz kaldırma ve Karayolları Genel Müdürlüğü ile Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları gibi kritik kurumlarla bağlantıların kesintisiz sürdürülmesi yer almaktadır.

Öte yandan, yakın dönemde yayımlanan İklim Değişikliğine Uyum ve Azaltım Eylem Planları, düşük karbonlu ulaşımı teşvik ederken, ulaşım altyapısının sel ve sıcak hava dalgaları gibi iklim kaynaklı risklere karşı dirençliliğini artırmayı hedefleyerek uzun vadeli dirençliliğe güçlü bir vurgu yapmaktadır.

Mevzuat Çerçeveleri (Kurallar, Kanunlar ve Yönetmelikler)

Mevzuat çerçeveleri, kentsel planlama ve ulaşım sistemlerinde dirençlilik tedbirlerinin uygulanması için gerekli yasal altyapıyı sağlamaktadır. Bu düzenlemeler; imar, kentsel gelişim ve acil durum müdahale operasyonları gibi alanlarda uyumluluğun sağlanmasına odaklanmakta ve farklı paydaşların sorumluluklarını açık ve net biçimde tanımlamaktadır.

Başlıca mevzuat belgeleri arasında şunlar yer almaktadır:

- 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısiyle Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun
- Bakanlıklara Bağlı, İlgili, İlişkili Kurum ve Kuruluşlar ile Diğer Kurum ve Kuruluşların Teşkilatı Hakkında 4 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi
- 3194 sayılı İmar Kanunu
- 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu
- 5393 sayılı Belediye Kanunu
- Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği
- 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun
- Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği (2017)
- Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği (2022)

6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, (kamuoyunda genellikle "Kentsel Dönüşüm Kanunu" olarak bilinir), risk altındaki mahallelerin ve bu bölgelerdeki ulaşım altyapısının yeniden geliştirilmesini mümkün kılarak dolaylı yoldan ulaşım sistemlerinin dirençliliğine katkı sağlamaktadır. Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği, kentsel tasarımda taşkın riskinin azaltılmasına yönelik tedbirlerin entegrasyonunu zorunlu kılarken, Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği ise kriz anlarında toplu taşıma hizmetlerine erişiminin kesintiye uğramadan devam etmesini sağlamak üzere kurumsal görevleri tanımlamaktadır.

Bu iki başlık altında ele alınan politika belgelerinde, kentsel ulaşım sistemlerine farklı derecelerde yer verildiği görülmektedir. Bu durum, afet hazırlığı ve dirençlilik stratejilerindeki güçlü yönleri ortaya koyarken, çoklu tehlike risklerinin ele alınması ve uygulamadaki zorluklar konusunda geliştirilmesi gereken alanları da açığa çıkarmaktadır (Tablo 1). Başlıca güçlü yönler ve dirençlilik stratejileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Deprem Dirençliliği

Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP) ve Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun gibi stratejik ve yasal belgeler, kritik ulaşım altyapısının güçlendirilmesi ve tahliye güzergâhlarının iyileştirilmesine odaklanmaktadır. İstanbul gibi yüksek riskli bölgelerde bu çalışmalar, yerel deprem değerlendirmeleri doğrultusunda şekillenmektedir. İstanbul Deprem Master Planı gibi temel çalışmaların yanı sıra, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin yürüttüğü kırılganlık analizleri, metro sistemleri, köprüler ve

karayolu viyadükleri gibi kritik altyapılar için sistematik güçlendirme programlarının hayata geçirilmesine önemli katkılar sağlamıştır.[10][11][12]

Sel ve İklim Uyum Tedbirleri

Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı ile Yeşil Mutabakat Eylem Planı, iklime dirençli kentsel gelişimi önceliklendirmektedir. Güncellenen imar yönetmelikleri ve taşkın risk haritalarının etkin kullanımı sayesinde, iklim uyum tedbirleri kentsel hareketlilik planlamasında giderek daha fazla önem kazanmaktadır.[13][14]

Acil Durum Hazırlığı

Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP), afet lojistiği ve tahliye protokollerini belirlemekte olup, Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği ile desteklenerek acil durum operasyonlarının yasal altyapısını oluşturmaktadır. Bu plan, önemli ulaşım koridorlarının temizlenmesi ve yeniden işler hale getirilmesi için kurumlar arası koordinasyonu sağlamaktadır. İstanbul'daki AKOM gibi yerel koordinasyon merkezleri ise, bu ulusal direktifleri acil durum araç güzergâhları ve toplu taşıma düzenlemeleri gibi yerel ulaşım müdahale planlarıyla bütünleştirmektedir.[15][16]

Sürdürülebilirlik ve Yenilikçilik

Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı ile Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı gibi stratejik belgeler; akıllı trafik sistemleri, veri odaklı hareketlilik yönetimi ve düşük emisyonlu ulaşım altyapısını dirençlilik planlamasına entegre ederek sürdürülebilir ve dirençli ulaşım ağlarının oluşturulmasını teşvik etmektedir.[17][18]

---

[10] Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD), Official Gazette 18.08.2011, No: 28029, Retrieved from: https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/udsep_010915_kitapENG.pdf

[11] Law No. 6306 on the Transformation of Areas under Disaster Risk. (2012). Official Gazette, No. 28309, May 31, 2012. Retrieved from: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/05/20120531-1.htm

[12] Istanbul Metropolitan Municipality, Department of Earthquake Risk Management and Urban Improvement. (n.d.). Transportation Structures Projects. Retrieved from https://deprem.ibb.istanbul/calismalarimiz/ulasim-yapilari-projeleri/

[13] Ministry of Environment, Urbanisation and Climate Change (MoEUCC), Directorate of Climate Change. (2010). Retrieved from: https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/iklim_degisikligi_stratejisi_EN(2).pdf

[14] The Ministry of Trade. (2021). Retrieved from: https://webdosya.csb.gov.tr/db/dongusel/icerikler/turk-ye-yes-l-mutabakat-eylem-plan--20220615123955.pdf , Republic of Türkiye - Ministry of Trade

[15] Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD). (2022). Retrieved from: https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Planlar/TAMP.pdf

[16] Official Gazette, 24.02.2022 No: 31760, Retrieved from: https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5211&MevzuatTur=21&MevzuatTertip=5

[17] Ministry of Transportation and Infrastructure (MoTI). (2023). Retrieved from: https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/20221025-2053-ulastirma-ve-lojistik-ana-plani-eng.pdf

[18] Ministry of Transportation and Infrastructure (MoTI). (2019) Retrieved from: https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/akilli-ulasim-sistemler-aus/ulusal-akilli-ulas-im-sistemleri-strateji-belgesi-ve-2020-2023-eylem-plani-eng.pdf

Temel Eksiklikler ve Müdahale Alanları

Bu yaklaşımlar hızlı ve etkili afet müdahalesi sağlasa da, özellikle kentsel ulaşım sistemlerine yönelik stratejik, uzun vadeli ve bütüncül dirençlilik planlamasına yeterince odaklanılmamaktadır (Tablo 1). Bu eksiklikler, politika düzeyindeki stratejik yönelimlerden uygulamadaki pratik adımlara kadar farklı ölçeklerde kendini göstermektedir.

Stratejik Vizyon ve Uygulamadaki Gerçek: Temel zorluklardan biri, uzun vadeli ve üst düzeyde belirlenen ulusal stratejiler ile bunların sahadaki operasyonel uygulamaları arasındaki uyumsuzluktur. On İkinci Kalkınma Planı ve Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı (2053) gibi vizyoner belgeler, dirençli ve sürdürülebilir altyapı için iddialı hedefler ortaya koymaktadır. Ancak, bu belgelerde belediyelerin bu hedefleri etkin biçimde hayata geçirebilmeleri için gerekli olan kısa vadeli somut adımlar ve özel finansman mekanizmaları çoğu zaman eksik kalmaktadır. Bu durum, ulusal düzeyde belirlenen vizyon ile yerel uygulama kapasitesi arasında önemli bir boşluk oluşmasına yol açmaktadır.

TARAP çoklu tehlike kapsamına sahip olmasına rağmen, Türkiye'nin politika çerçevesi büyük ölçüde sismik risklere ve acil müdahaleye odaklanmaktadır. UDSEP gibi temel belgeler özellikle depreme yoğunlaşırken, TAMP ve ilgili yönetmelikler öncelikli olarak afet sonrası hızlı müdahaleyi hedeflemektedir. Bu durum, iklim kaynaklı sel ve sıcak hava dalgaları gibi artan diğer tehditlere karşı proaktif ve uzun vadeli dirençlilik planlamasında önemli eksiklikler ortaya çıkarmaktadır. Söz konusu tehditler daha çok Yeşil Mutabakat Eylem Planı kapsamında sürdürülebilirlik perspektifiyle ele alınmakta; ancak sert altyapı dirençliliği açısından yeterince kapsamlı bir yaklaşım geliştirilememektedir.

Yerel Uygulamadaki Tutarsızlıklar ve Finansman Engelleri: Birçok belgede vurgulanan temel eksikliklerden biri, yerel düzeydeki uygulama güçlükleridir. 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun gibi yasalar, kentsel yenileme için güçlü araçlar sunmasına rağmen, bu yasaların uygulanması çoğunlukla denetimdeki tutarsızlıklar, finansman yetersizlikleri ve halkın itirazları nedeniyle yavaşlamaktadır. Benzer şekilde, TARAP gibi ulusal planlar yerel düzeyde eylemi teşvik etse de, belediyeler ulaşım altyapısının güçlendirilmesinden yerel veri sistemlerinin geliştirilmesine kadar uzanan görevleri yerine getirmek için gerekli mali kaynaklara ve teknik kapasiteye ulaşmada önemli engellerle karşılaşmaktadır.

Ölçülebilir Göstergelerin ve İzleme Sistemlerinin Eksikliği: Temel belge olan UDSEP de dahil olmak üzere birçok kilit stratejik belgede somut ve sayısal temel performans göstergeleri bulunmamaktadır. Belirli hedeflerin (örneğin, belirli bir tarihe kadar güçlendirilmesi gereken kritik köprülerin yüzdesi ya da hedeflenen acil müdahale süreleri gibi) tanımlanmamış olması, ilerlemenin izlenmesini, hesap verebilirliğin sağlanmasını ve performansa dayalı strateji uyarlamalarının yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu eksiklik, zaman içinde dirençliliğin gerçekten artıp artmadığının objektif şekilde değerlendirilmesini de güçleştirmektedir.

Veri Parçalanması ve Yönetişim Engelleri: Çoğu plan, daha etkili karar alma süreçleri için bütünleşik, CBS tabanlı ve açık veri platformlarının gerekliliğine vurgu yapmaktadır. Ancak bu hedefin uygulamaya geçirilmesi pratikte önemli bir zorluk olmaya devam etmektedir. Kurumlar

arası veri paylaşımı, standartların oluşturulması ve yönetişim konularındaki süregelen engeller, bu stratejilerde öngörülen kesintisiz bilgi ekosisteminin kurulmasını engellemekte ve hem planlama hem de müdahale süreçlerinin etkinliğini önemli ölçüde sınırlamaktadır.

Bu bağlamda, Türkiye'nin mevcut politika çerçevesinin parçalı yapısı önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Bu yapısal boşlukların giderilmesi, ulusal ve yerel aktörler arasında daha güçlü dikey koordinasyonun sağlanması, kurumsal yetki ve sorumlulukların daha açık biçimde tanımlanması, çoklu tehlike planlama yaklaşımlarının benimsenmesi, ölçülebilir göstergelerin etkin şekilde entegre edilmesi ve yerel yönetimlerin ulusal stratejileri kendi özgün hareketlilik bağlamlarına uyarlayabilmeleri için gerekli mali ve teknik kapasiteyle donatılmaları yoluyla mümkün olacaktır. Tüm bu unsurlar, uyumlu ve uyarlanabilir bir afet dirençliliği çerçevesi oluşturulması açısından kritik öneme sahiptir.

Tablo 1: Temel Politika Belgelerinin Stratejik Öncelikleri, Kapsamları ve Eksik Yönleri1

Belge	Temel Dirençlilik Stratejileri	Ulaşım Sistemlerinin Kapsayıcılığı	Tespit Edilen Eksiklikler
On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)	*"Afetlere Dirençli Yaşam Alanları"nı beş temel eksenden biri olarak belirliyor.* • Tüm ulaşım altyapısının, kent bazlı acil durum ve tahliye güzergâhları da dahil olmak üzere, afetlere dirençli şekilde tasarlanmasını zorunlu kılıyor. (Madde 605, 886). • 2053 yılına kadar tüm altyapı ve yapı stokunun afetlere ve iklim değişikliğine karşı dirençli hale getirilmesini önceliklendiriyor (Madde 280). • Afet yönetimi bilişim altyapısı üzerinden kurumlar arası veri paylaşımını teşvik ediyor (Madde 831).	*Kapsamlı ve Stratejik: Plan, geniş bir alanı kapsayarak tüm ulaşım sistemleri ve ilgili sektörler için üst düzey politika yönelimi sunuyor:* • • Şehir İçi ve Şehirlerarası Ağlar: Hem şehir içi hem de şehirlerarası ulaşım tesis ve altyapılarının dirençliliğini ele alarak Marmara Bölgesi'ne özel vurgu yapıyor (Madde 838.1). • Acil Durum ve Tahliye Altyapısı: Toplanma alanları ve tahliye koridorlarının belirlenmesi ile genişletilmesini doğrudan hedefliyor (Madde 834.3, 886). • Çoklu Tehdit Odağı: Deprem risklerinin yanı sıra, kıyı kentlerinde deniz seviyesinin yükselmesi gibi iklim etkilerine karşı dirençliliği içeriyor. Bu durum, söz konusu bölgelerdeki ulaşım sistemlerinin tasarımını etkiliyor (Madde 886).	• *Üst Düzey Stratejik Odak: Ulusal kalkınma planı olması nedeniyle hedefler geniş kapsamlı ve Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) gibi bakanlıklar ile yerel yönetimler tarafından somut ve operasyonel eylemlere dönüştürülmesi gerekiyor.* • *Uygulama ve Finansman Belirsizliği: Açık hedefler ve temel performans göstergeleri belirlenmiş olsa da, belediyelerin bu yeni dirençlilik standartlarını yerel ulaşım ağlarında uygulamaları için gerekli finansman mekanizmaları ve yaptırım araçları planda detaylandırılmıyor.* • *Veri Paylaşımı Zorlukları: Kurumlar arası veri paylaşımı hedefi (Madde 831) iddialı olmakla birlikte, teknik uyumluluk, bürokratik engeller ve veri yönetişimi gibi pratik sorunlara planda çözüm getirilmiyor.*

Belge	Temel Dirençlilik Stratejileri	Ulaşım Sistemlerinin Kapsayıcılığı	Tespit Edilen Eksiklikler
2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı	*Güvenli, verimli ve sürdürülebilir çok modlu bir ulaşım sistemini teşvik ediyor.* • Dirençli Ulaşım Türlerine Geçiş: Ağın kırılganlığını ve çevresel etkilerini azaltmak amacıyla yük taşımacılığının karayolundan demiryolu ve denizyoluna kaydırılmasını önceliklendiriyor. • Akıllı ve Sürdürülebilir Hareketlilik: Akıllı Ulaşım Sistemlerinin (AUS) kullanımını zorunlu kılıyor, yeşil terminalleri destekliyor ve emisyonların azaltılmasını hedefliyor. • Veriye Dayalı Planlama: Gözden geçirilmiş bir Çok Modlu Ulaşım Modeli'ne dayanmakta olup, veri odaklı karar alma süreçlerini desteklemek üzere bir "Açık Veri" platformu ve Ulusal Ulaşım Veritabanı'nın oluşturulmasını öngörüyor. • • Altyapı Bütünlüğü: Yüksek kaliteli ve entegre ulaşım koridorlarının oluşturulmasına ve güvenlik ile emniyet açısından acil durumlara müdahale kapasitesinin artırılmasına odaklanıyor.	*Kapsamlı ve Çok Modlu: Plan, uzun vadeli bir vizyonla ulusal ölçekte tüm ulaşım sistemlerini kapsıyor:* • Yük Taşımacılığı ve Lojistik: Ana lojistik koridorlarına, üretim merkezlerine ve lojistik merkezlere güçlü bir vurgu yapıyor. • Yolcu Hareketliliği: Ulusal yolcu hareketliliği analizlerini içeriyor ve yolculuk sürelerinin kısaltılmasını amaçlıyor. • Şehir İçi ve Şehirler Arası Entegrasyon: Büyük merkezlerin ulusal ağa fiziksel entegrasyonunu hedefliyor ve kentsel ulaşımda akıllı hareketlilik çözümlerini teşvik ediyor.	• *Uzun Vadeli Vizyon – Kısa Vadeli Eylem Eksikliği: 2053 hedef yılı, birçok amacın ideal düzeyde kalmasına yol açıyor; acil dirençlilik ihtiyaçlarına yönelik somut ve ayrıntılı kısa vadeli uygulama planları bulunmuyor.* • *Yerel Uygulama Zorlukları: Planın başarısı, belediyelerin ve özel sektör aktörlerinin bu uzun vadeli vizyona uyum sağlama kapasitesi ve istekliliğine bağlı oluyor ve bu durum uygulamada tutarsızlıklara yol açabiliyor.* • *Dijital Yönetişim ve Veriye Erişim: "Açık Veri" platformu hedefi yer almakla birlikte, veri standartları, kurumlar arası paylaşım protokolleri ve gizlilik konularına ilişkin uygulama noktasında önemli engeller bulunuyor.*
Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP)	*Mevcut afet risklerini azaltmayı ve yeni risklerin oluşmasını önlemeyi hedefleyen kapsamlı ve çoklu tehlike odaklı bir plan niteliği taşıyor.* • Risk azaltma faaliyetlerini merkezi ve yerel yönetimlerin stratejik planlarına entegre ediyor (Eylem B.6.1.1). • • Kentsel altyapının deprem dirençliliğini zorunlu kılıyor ve güçlendirme çalışmalarına finansal teşvikler sağlıyor (Eylemler C.4.1.2, D.6.3).	*Kapsamlı ve Çoklu Tehlike Odaklı:* • Deprem, sel ve iklim değişikliği gibi 11 farklı afet türünü ele alıyor. • Tüm ulaşım altyapılarının dirençliliğini ele alıyor. • Acil tahliye sistemleri ve toplu taşımanın güvenilirliğini konularını da değerlendiriyor.	• *Uygulama ve Finansman Engelleri: Planın başarısının, bütçe tahsisine (Eylem C.1.1.3) ve yerel yönetimlerin eylemleri uygulama kapasitelerine bağlı olması tutarsızlıklara yol açabiliyor.* • *Veri Entegrasyonu Zorlukları: Ulusal Sel Veri Tabanı gibi veri tabanlarının oluşturulması öngörülüyor ancak kurumlar arası*

Belge	Temel Dirençlilik Stratejileri	Ulaşım Sistemlerinin Kapsayıcılığı	Tespit Edilen Eksiklikler
	• • İklim risklerinin azaltılması için Akıllı Ulaşım Sistemlerinin (AUS) kullanımını teşvik ediyor (Eylem i.1.1). • • Sel gibi tehlikelere karşı Erken Uyarı Sistemlerinin geliştirilmesine odaklanıyor.		*kesintisiz veri paylaşımı ve karar destek mekanizmalarının sağlanması önemli bir engel olmaya devam ediyor.* • *Sektöre Özgü Eylemler Yerine Genel Hedeflere Odaklanma: Geniş stratejik hedefler ortaya koymasına rağmen, ulaştırma sektörü için ayrıntılı operasyonel planları çoğunlukla diğer belgelere havale ediyor.*
Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı (2010-2023)	*Sera gazı emisyonlarının kontrolü ve ulaşım başta olmak üzere temel sektörler için ilk uyum önlemlerine odaklanan temel bir plan niteliği taşıyordu.* • Daha verimli demiryolu ve denizyolu taşımacılığına doğru türel değişimi teşvik etmiştir. • Sürdürülebilir kentsel hareketliliği (toplu taşıma, bisiklet, yürüme) desteklemiştir. • Alternatif yakıtlar, temiz araç teknolojileri ve Akıllı Ulaşım Sistemlerinin (AUS) kullanımını savunmuştur. • Sel riski yönetimi ve Erken Uyarı Sistemleri için stratejik hedefler öngörmüştür.	*Kısmi ve Sektör Odaklı:* • Öncelikle kent içi toplu taşıma, motorsuz ulaşım ve düşük karbonlu lojistiğe odaklanmıştır. • Emisyon perspektifinden intermodal yük ve yolcu taşımacılığını ele almıştır. • Sel haritalama gibi ulaşım altyapısıyla ilişkili uyum tedbirleri öngörmüştür.	• *Süresi Dolmuş ve Yerini Yeni Planlara Bırakmış: Dönemi sona ermiş olup, 2024-2030 dönemini kapsayan daha ayrıntılı İklim Değişikliğine Uyum ve Azaltım planları yürürlüğe girmiştir.* • *Ulaştırma Sektörüne Özgü Sınırlı Sayıda Performans Göstergesi: Ulaşım sektörü için spesifik, ölçülebilir dirençlilik hedefleri bulunmuyor; "emisyonlardaki azaltım" gibi temel performans göstergeleri genel düzeyde kalıyor.* • *Afet Dirençliliğiyle Zayıf Bağlantı: Sel risklerine değinmekle birlikte, iklim uyumu ile ulaşım altyapısının fiziksel dirençliliği arasındaki ilişki yeterince güçlü şekilde kurulmuyor* .

Belge	Temel Dirençlilik Stratejileri	Ulaşım Sistemlerinin Kapsayıcılığı	Tespit Edilen Eksiklikler
Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP) (2012-2023)	*Depreme dirençli bir toplum ve altyapı oluşturmayı hedefleyen, tek afet türüne odaklanan temel bir strateji planıdır.* • Köprü ve viyadük gibi kritik ulaşım altyapılarının sismik güvenlik değerlendirmelerinin yapılmasını ve gerekirse güçlendirilmesini zorunlu kılıyor (Strateji B.1.6). • Ulaşım sistemlerinin depreme dirençli tasarımı, bakımı ve denetimi için yeni düzenlemeler getirilmesini öngörüyor. • Acil durum müdahalesinde ulaşım sistemlerinin etkinliğini artırmayı ve iyileştirme sürecine yönelik etkili protokoller geliştirmeyi amaçlıyor.	*Güçlü ve Hedef Odaklı:* • Kara ve demir yolu ağları, köprüler ve tünellerin fiziksel dirençliliğine öncelik veriyor. • Deprem senaryoları kapsamında acil erişim ve tahliye lojistiği konularını ele alıyor. • Kritik lojistik merkezlerinin dirençliliğini ele alıyor.	• *Tek Afet Odağı: Büyük ölçüde deprem riskine odaklanması nedeniyle sel, heyelan veya iklim değişikliği gibi diğer afet türlerinin entegrasyonu sınırlı kalıyor.* • *Sayısal Göstergelerin Eksikliği: Plan genel hedefler içermekle birlikte, spesifik ve ölçülebilir göstergeler sunmaması (örn. belirli bir tarihe kadar güçlendirilecek altyapının yüzdesi) ilerlemenin izlenmesini güçleştiriyor.* • *Yerel Uygulamada Tutarsızlık: Güçlendirme çalışmaları ve yeni tasarım standartlarının uygulanması belediyeler ve bölgeler arasında farklılık gösteriyor.*
Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)	*Etkili afet müdahalesi ve koordinasyonu için rollerin ve eylemlerin tanımlandığı operasyonel bir çerçeve niteliği taşıyor.* • Ulaştırma, lojistik gibi alanlarda 25 ulusal "afet grubu"ndan oluşan modüler bir yapı kurarak koordineli müdahaleyi esas alıyor. • Alternatif güzergâhların belirlenmesi ve trafik akışının yönetilmesi yoluyla afet bölgelerine hızlı ulaşımı önceliklendiriyor. • Hasar gören karayolu, demiryolu, havaalanı ve limanların hızla onarılmasını ve enkaz kaldırma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini zorunlu kılıyor.	*Odaklı ve Operasyonel:* • Müdahale açısından kritik öneme sahip acil ulaşım yolları, havaalanları, limanlar ve şehirler arası ana koridorlara odaklanıyor. • Trafik yönetimi, enkaz kaldırma ve ulaşım altyapısının onarımı gibi acil ve doğrudan operasyonel görevleri ele alıyor. • Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı öncülüğünde faaliyet gösteren "Afet Ulaştırma Altyapı Grubu"nun komuta yapısını açık biçimde tanımlıyor.	• *Müdahale Odaklı, Proaktif Değil: Plan yalnızca afet sırasında ve sonrasındaki müdahale süreçlerini ele alıyor; uzun vadeli risk azaltımı ya da sistematik dirençlilik artırımı hedefleri öngörmüyor.* • *Yerel Ulaşım Planlarıyla Sınırlı Entegrasyon: Ulusal düzeydeki koordinasyon ve ana ulaşım koridorlarına odaklanırken, belediyelerin kentsel hareketlilik ve ulaşım planlarıyla entegrasyonu hakkında detaylı yönlendirme sunmuyor.* • *Afet Sonrası İyileştirme Stratejilerinde Belirsizlik: Acil onarım*

Belge	Temel Dirençlilik Stratejileri	Ulaşım Sistemlerinin Kapsayıcılığı	Tespit Edilen Eksiklikler
	• İstanbul gibi büyükşehirler için belirlenmiş destek illeri aracılığıyla ulusal ve il düzeyinde destek sistemlerini tanımlıyor.		*konusunu ele alsa da, uzun vadeli ve dirençli yeniden yapılanma ("daha iyisini inşa et") için kapsamlı bir yol haritası sunmaması planın müdahale odaklı doğasının ötesine geçemediğini gösteriyor.*
Türkiye Yeşil Mutabakat Eylem Planı (2021)	*Türkiye'yi Avrupa Yeşil Mutabakatı ile uyumlu hale getirmeyi ve sürdürülebilir kalkınma ile karbon emisyonlarının azaltılmasını hedefleyen bir eylem planı niteliği taşıyor.* • Elektrikli araçlar ve şarj altyapısının geliştirilmesiyle düşük emisyonlu ulaşımı teşvik etmeyi amaçlıyor. • Raylı sistemlere ve çevreci deniz taşımacılığına geçişi destekliyor; bu kapsamda, AB-Türkiye demiryolu bağlantılarının iyileştirilmesini öngörüyor. • Toplu taşımada elektrikli araçların kullanımını ve mikro hareketlilik (bisiklet, e-skuter vb.) çözümlerini yaygınlaştırarak sürdürülebilir kentsel hareketliliği teşvik ediyor. • Denizcilik sektöründen kaynaklanan emisyonları azaltmaya yönelik "Yeşil Liman" adlı bir sertifikasyon programı içeriyor.	*Kısmi ve Sürdürülebilirlik Odaklı:* • Sürdürülebilir kentsel hareketlilik, raylı ve deniz yolu yük taşımacılığı ile ulaşımın elektrikli hale getirilmesine odaklanıyor. • Ulaşımın çevresel etkilerini – özellikle kara ve deniz yolu kaynaklı emisyonları ele alıyor. • Kentsel hareketlilik projeleri için AB Katılım Öncesi Yardım Aracı (IPA) fonlarıyla bağlantı kurmayı hedefliyor.	• *Afet Senaryolarına Sınırlı Atıf: Planın temel odağı uzun vadeli çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğiyle mücadele olduğundan, depremler veya seller gibi afetler karşısında ulaşım sistemlerinin ani dirençliliğine yeterince yer vermiyor.* • *Genel Politika Çerçevesi: Eylemler genellikle "strateji geliştirme" gibi üst düzey hedefler olarak çerçevelenirken, altyapı dirençliliğine yönelik somut ve uygulamaya yönelik planlara daha az yer veriliyor.* • *Yeşil Finansmana Bağımlılık: Uygulamanın büyük ölçüde "yeşil finansman" ve uluslararası kaynakların teminine dayanması, uygulamada sınırlayıcı bir faktör olabiliyor.*
Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun (2012)	*Risk temelli kentsel dönüşümü mümkün kılarak afetlere karşı savunmasız yapıların ve alanların yıkılıp yeniden inşa edilmesini teşvik ediyor.* • "Riskli alan" ve "riskli yapı"ların tespiti ve	*Dolaylı ve Kent Odaklı:* • Ulaşım sistemlerini doğrudan düzenlemiyor. • Afet riski taşıyan kırılgan mahallelerin tamamen yenilenmesine imkân	• *Tutarsız Uygulama ve Denetim: Yasanın belediyeden belediyeye farklı uygulanması, ilerlemenin yavaşlamasına ve eşitsizliklerin ortaya çıkmasına yol açıyor.* • *Toplumsal Tepki ve Sosyal Sorunlar: Yerinden edilme,*

Belge	Temel Dirençlilik Stratejileri	Ulaşım Sistemlerinin Kapsayıcılığı	Tespit Edilen Eksiklikler
	dönüştürülmesi için yasal yetki tanıyor. • Tahliye, yıkım ve arazi tahsisine ilişkin hukuki mekanizmalar sunuyor. • Yenileme sürecini teşvik etmek amacıyla mal sahiplerine kredi ve hibe gibi mali destekler sağlıyor. • Modern inşaat standartlarına uygun, daha güvenli ve dirençli yaşam alanlarının oluşturulmasını hedefliyor.	tanıyarak sokak ağlarının yeniden tasarlanması ve erişimin iyileştirilmesi gibi uygulamalarla ulaşım sisteminin dirençliliğini artırıyor. • Dönüşüm bölgelerinin çevresindeki altyapıyı da etkiliyor.	*mülkiyet hakları ihtilafları ve soylulaştırma endişeleri nedeniyle projeler sıklıkla toplumsal dirençle karşılaşıyor ve ciddi gecikmeler yaşanıyor.* • *Belirsiz Zaman Çizelgeleri ve Karmaşıklık: Geniş ölçekli kentsel dönüşüm projeleri yapısı gereği karmaşık ve yavaş ilerliyor; uygulama takvimleri çoğu zaman belirsiz veya sarkmaya açık oluyor.*
Afet ve Acil Durum Hizmetleri Yönetmeliği (2022)	*Afetlere müdahale sürecinde kurumların operasyonel görev ve sorumluluklarını açık biçimde tanımlayan yasal bir düzenleme niteliği taşıyor.* • Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın ulaşım hizmetlerini koordine etmesini, afet bölgelerine hızlı ve güvenli erişimi sağlamasını ve kritik güzergâhlarda enkaz kaldırma çalışmaları yürütmesini zorunlu kılıyor. • Belediyelere, bina ve yol envanterlerini CBS formatında güncel tutma ve bu verileri AFAD ile paylaşma yükümlülüğü getiriyor. • Belediyeleri, toplanma alanlarını belirlemek, bu alanları görünür şekilde işaretlemek ve yeterli altyapıya sahip geçici barınma alanları hazırlamakla görevlendiriyor.	*Hedefe Yönelik ve Operasyonel:* • Acil durum hareketliliğinin uygulanmasına odaklanıyor: güzergâh temizliği, tahliye lojistiği ve kaynak taşımacılığı gibi temel operasyonel görevleri ele alıyor. • Kentsel müdahale planlamasında CBS tabanlı veri sistemlerinin kullanılmasını teşvik ediyor. • Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı gibi ulusal kurumlardan başlayarak belediyelere kadar uzanan çok katmanlı bir koordinasyon zinciri tanımlıyor.	• *Acil Durum Müdahale Aşaması Odaklı: Yönetmelik esasen afet sonrası hayat kurtarıcı müdahalelere odaklandığından, uzun vadeli ulaşım sisteminin dirençliliği ve proaktif risk azaltımı konuları sınırlı ölçüde ele alınıyor.* • *Uygulamada Tutarsızlık: Yönetmeliğin etkisi, her belediyenin görevlerini (örneğin CBS verisi güncellemeleri) yerine getirme kapasitesi ve kurallara uyum düzeyine bağlı olarak değişiklik gösterebiliyor.* • *Koordinasyon Zorlukları: Roller açıkça tanımlanmış olsa da, büyük ölçekli ve kaotik afet durumlarında bakanlıklar ile yerel aktörler arasında kesintisiz ve etkin koordinasyon sağlamak pratikte hâlâ önemli bir zorluk oluşturuyor.*

Yukarıdaki tabloda belirtilen eksiklikler ve müdahale alanları, yönetişimin birden çok düzeyinde ortaya çıkmakta olup, kentsel hareketlilikte dirençliliğin etkin biçimde artırılması için bu düzeyler arasında koordineli, çok katmanlı bir yaklaşımın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu zorlukların tam anlamıyla aşılabilmesi için tüm düzeylerde sistematik uyum ve eşgüdümlü eylemler gerekmekle birlikte, bu El Kitabı kapsamı dahilinde yapılabileceklere odaklanmakta; yani yerel yönetimlerin bu zorluklarla yerel düzeyde başa çıkmalarına destek sağlamaktadır. Takip eden bölümlerde de ele alındığı üzere, bazı tespit edilen sorunlara çok katmanlı bir bakış açısıyla yaklaşılırken, üst düzey çerçeveler tam olarak oluşmamış olsa bile belediyelerin proaktif adımlar atabilmeleri için uygulamaya yönelik öneriler sunulmaktadır.

2. Dirençli Hareketlilik Planlamasının Temelleri

Hareketlilik Planlamasında Dirençliliğin Kurumsallaştırılması

Dirençliliği kentsel hareketlilik planlamasına etkin bir şekilde entegre edebilmek için, dirençliliğin temel bir ilke olarak kurumsallaştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu durum, dirençlilik unsurlarının planlama, politika geliştirme ve uygulama süreçlerinin her aşamasına dahil edilmesini gerektirir. Böylelikle yerel yönetimler, ulaşım sistemlerinin kesintilere karşı daha dirençli hale gelmesini ve ortaya çıkan aksaklıklardan hızlı toparlanmasını sağlayabilirler.

Boşlukların Giderilmesi: Parçalı Yapıdan Tutarlılığa Geçiş

Mevcut dirençlilik çalışmaları genellikle farklı belgelerde parçalı olarak yer almakta veya sadece acil müdahale süreçleriyle sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle, eyleme öncelikle yönetişimden başlanmalıdır. Yerel yönetimlerin, tepki odaklı yaklaşımların ötesine geçerek aşağıdaki stratejileri benimsemeleri teşvik edilmektedir:

- **Birleşik Liderlik Yapılarının Oluşturulması:** Ulaşım plancıları, acil durum kurumları, kentsel gelişim uzmanları ve iklim otoriteleri arasında ortak sorumluluk modeli tesis edilmelidir. Bu model, ortak liderlik yapıları ve resmi iş birliği protokollerini kapsar. Kurumlar arası oluşturulacak görev gücü, politikaların uyumunu sağlamak, uygulama sürecini denetlemek ve hem yerel hem ulusal düzeyde hesap verebilirliği temin etmekle yükümlü olacaktır.

- **İş Birliği İçin Net ve Açık Yollar Oluşturulması:** Veri paylaşımı, ortak risk değerlendirmeleri ve planlanan altyapının dirençlilik puanlaması gibi sektörler arası entegrasyonu sağlamak üzere standart işletim prosedürleri geliştirilmelidir.

- **Dirençliliğin Karar Alma Süreçlerine Dahil Edilmesi:** Yerel yönetimler, her ulaşım projesinin planlama aşamasından uygulama ve izleme süreçlerine kadar dirençlilik kriterlerini içermesini zorunlu kılmalıdır. Bu kapsamda, risk değerlendirmeleri, senaryo planlaması ve stres testleri, tüm planlama ve altyapı projelerinin temel bileşenleri olarak entegre edilmelidir.

Dirençliliğin Hareketlilik Planlamasındaki Rolünün Yeniden Değerlendirilmesi

Mevcut Ulaşım Ana Planları (UAP) ve Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planları (SKUP) kentsel hareketlilik planlaması için önemli bir temel oluşturmakla birlikte, dirençlilik genellikle ayrı bir unsur olarak ele alınmakta ve acil tahliye güzergâhları veya afet sonrası müdahalelerle sınırlı kalmaktadır. Hareketlilik planlarının gerçek anlamda dirençli olabilmesi için ise aşağıdaki adımların izlenmesi gerekmektedir:

- **Mevcut Planların Denetlenip Geliştirilmesi:** Dirençlilik tedbirlerinin planlarda nerelerde yer aldığı ve nerelerde eksik kaldığını belirlemek amacıyla sistematik değerlendirmeler yapılmalıdır. Bu denetim, mevcut planlardaki risk yönetimi bölümlerinin, acil durum planlama hükümlerinin ve süreklilik stratejilerinin yeterliliğini ortaya koymalıdır.

- **Dirençliliğin Tüm Planlama Sürecine Entegre Edilmesi:** Dirençlilik unsurları, vizyon belirlemeden izlemeye kadar planlamanın her aşamasına dahil edilmelidir. Bu kapsamda, risk temelli senaryo geliştirme, ağların stres testleri ve kırılganlık temelinde altyapı önceliklendirmesi gibi süreçler de yer almalıdır.

- **Planlama Dilinin Uyarlanması:** Dirençlilik, yalnızca bir tema olmaktan çıkarılarak yatırım kararlarını, güzergâh planlamasını ve hizmet sunumunu şekillendiren temel bir tasarım ilkesi haline getirilmelidir.

- **Ulusal Çerçevelerin Yerelleştirilmesi:** Geniş kapsamlı ulusal dokümanlar, belediyelerin UAP ve SKUP belgelerini hazırlarken kullanabilecekleri pratik kontrol listeleri veya karar destek araçlarına dönüştürülmelidir.

Bu süreç, yalnızca yeni planlar hazırlamakla ilgili olmayıp, mevcut planların ortak bir dirençlilik hedefi çerçevesinde uyum içinde ve etkin şekilde işlemesini sağlamayı amaçlamaktadır.

Dirençliliği Destekleyecek Politika Temellerinin Yeniden Şekillendirilmesi

Entegre dirençlilik çerçevesinin somut sonuçlara dönüştürmek için kentsel planlama politikalarının yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, aşağıdaki politika adımları önerilmektedir:

- **Mevzuat ve İmar Düzenlemelerinin Gözden Geçirilmesi:** Yerel imar yasaları ve arazi kullanım düzenlemeleri, risk bilincine sahip ve toplu taşımaya öncelik veren projeleri teşvik edecek şekilde revize edilmelidir. Ayrıca, yeni projelerde çoklu afetlere karşı dirençlilik özelliklerinin zorunlu kılınması amacıyla yapı standartları ve tasarım kriterleri güncellenmelidir.

- **Özel Fonlama ve Teşvik Mekanizmalarının Oluşturulması:** Güçlendirme, altyapı iyileştirmeleri ve dijital yenilikler için finansman sağlamak üzere belediyelere özel dirençlilik tahvilleri ya da kamu-özel sektör iş birlikleri gibi kaynaklar yaratılmalıdır.

Ayrıca, belirlenen dirençlilik hedeflerine ulaşan yerel yönetimler için performansa dayalı teşvikler sunulmalıdır.

- **Tüm Projelerde Entegre Risk Değerlendirmelerinin Zorunlu Hale Getirilmesi:** Yeni veya güçlendirme amaçlı tüm ulaşım projelerinde, standart kriterlere dayalı kapsamlı risk ve kırılganlık analizleri yapılması zorunlu tutulmalıdır. Bu uygulamanın, planlama onayları ve düzenleyici denetim süreçleri aracılığıyla güvence altına alınması gerekmektedir.

Dirençlilik Kültürünün Oluşturulması

Gerçekten dirençli kentsel ulaşım sistemleri oluşturmak, yalnızca kurumsal yapıları güçlendirmek ve teknik iyileştirmeler yapmaktan ibaret olmamakta; yerel yönetimlerin planlama, yönetişim ve toplumsal etkileşim biçimlerinde köklü bir kültürel dönüşümü de zorunlu kılmaktadır. Bu dirençlilik kültürü, kurumlar ve toplum genelinde benimsenmeli; hazırlıklı olma, uyum sağlama ve kapsayıcılık gibi değerlerin günlük karar alma süreçlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmelidir.

Kapasite Geliştirme: Yerel Yönetimlerin Dirençli Kentsel Hareketlilik İçin Güçlendirilmesi

Yerel yönetimlerin kapasitesinin artırılması, dirençlilik kültürünün oluşturulmasında son derece önemli bir diğer unsurdur. Yerel yönetimler, kentsel ulaşım sistemlerinin planlanması, uygulanması ve yönetiminde merkezi bir rol üstlenir. Bu nedenle, dirençliliği etkin bir şekilde çalışmalarına entegre edebilmeleri için gerekli bilgi, beceri ve araçlarla donatılmaları büyük önem taşımaktadır.

- **Eğitim ve Beceri Geliştirme Programlarının Kurumsallaştırılması:** Belediye personelini aksaklıkları önceden tahmin etmeye, planlamaya ve müdahale etmeye hazır hale getirecek kapsamlı eğitim ve kapasite geliştirme programları düzenlemelidir. Bu programlar, dirençlilik değerlendirmesi, senaryo planlaması, operasyonel süreklilik ve sektörler arası koordinasyon gibi temel alanları kapsamalı; ayrıca bu çalışmalar belediye yapıları içinde kalıcı hale getirilerek daha geniş kapsamlı kentsel gelişim hedefleriyle entegre edilmelidir.

- **Bilgi Paylaşımı ve Eşler Arası Öğrenme Platformlarının Teşvik Edilmesi:** Belediyeler arasında karşılıklı öğrenmeyi destekleyecek ziyaretler, tematik çalıştaylar ve dirençlilik odaklı ağlara katılım fırsatları sağlanmalıdır. Edinilen deneyimler ve başarılı uygulamalar titizlikle belgelenip yaygınlaştırılmalıdır.

- **Dirençlilik Yetkinliklerinin Yerel Yönetişim Yapılarına Entegre Edilmesi:** Belediye birimlerinde dirençlilik planlaması için net görev ve sorumluluklar belirlenmeli, bu doğrultuda özel personel pozisyonları oluşturulmalı ve birimler arası koordinasyon mekanizmaları hayata geçirilmelidir. Ayrıca, dirençlilikle ilgili sorumlulukların performans değerlendirmelerine ve kurumsal iş süreçlerine entegre edilmesi sağlanmalıdır.

- **Teknik Destek ve Danışmanlık Hizmetlerinden Yararlanılması:** Ulusal kurumlar, üniversiteler ve uluslararası ortaklardan, yerel ihtiyaçlara yönelik teknik danışmanlık desteği alınmalı; bu destek kapsamında araç setlerine, senaryo modelleme araçlarına ve uygulama rehberlerine erişim imkânı sağlanmalıdır.

Kapsayıcı Dirençliliğin Katılımla Güçlendirilmesi

Toplumun ve paydaşların planlama sürecine aktif olarak dahil edilmesi, dirençlilik kültürünün geliştirilmesinde hayati bir unsurdur. Kapsayıcı dirençlilik planlaması, toplumun tüm kesimlerinin ihtiyaç ve bakış açılarını dikkate alarak daha adil ve etkili çözümler geliştirilmesini sağlar.

- **Toplum Katılımının Dirençlilik Planlamasına Kurumsallaştırılması:** Toplumun farklı kesimlerinin seslerini duyurabileceği sistematik katılım mekanizmaları oluşturulmalı ve devreye alınmalıdır. Katılımcı planlama çalıştayları, halka açık forumlar ve dijital platformlar aracılığıyla toplulukların karar alma süreçlerine anlamlı katkı sağlamaları temin edilmelidir. Özellikle kırılgan grupların katılımı güvence altına alarak risklere maruziyet ve uyum kapasitesi konularındaki eşitsizlikler azaltılmalıdır.

- **Sistemik Dirençlilik için Paydaş Koalisyonlarının Genişletilmesi:** Sivil toplum kuruluşları, akademik kurumlar ve özel sektör aktörleri dirençlilik stratejilerinin ortak geliştiricileri olarak sürece dahil edilmelidir. Bunun yanı sıra, teknik, sosyal ve ekonomik disiplinlerden uzmanların yer aldığı çok paydaşlı danışma komiteleri kurulmalı ve hareketlilikte dirençlilik planlamasına yön vermeleri sağlanmalıdır.

- **Risk Farkındalığının ve İletişimin Geliştirilmesi:** Kentsel riskler ve dirençlilik stratejileri konusunda farkındalığı artırmak amacıyla hedefe yönelik iletişim kampanyaları yürütülmelidir. Topluluklara tehlikelere maruz kalma durumları, tahliye güzergâhları ve acil durum hazırlıkları hakkında erişilebilir bilgiler sunulmalıdır. Bilgilendirmenin daha açık ve kapsayıcı olması için haritalama araçları, görsel simülasyonlar ve çok dilli materyaller kullanılmalıdır.

Dirençli Hareketlilik Planlamasının Temellerini Atmak için Kontrol Listesi

Aşağıdaki kontrol listesinde, plancıların, politika yapıcıların ve uygulayıcıların kentsel hareketlilik stratejilerine dirençliliği entegre etmeleri için izlemeleri gereken temel adımlar sunulmaktadır:

Kutu 1:Hareketlilik Planlamasında Dirençliliğin Temelini Atmak için Kontrol Listesi1

1. Dirençli Hareketlilik Planlamasının Mevzuata Dahil Edilmesi

- Kentsel gelişimde dirençli planlamayı tutarlı ve bütünleşik bir yaklaşım olarak benimseyin.
    - Politikaları uyumlu hale getirmek ve çok katmanlı hesap verebilirliği sağlamak amacıyla ortak liderlik yapıları ve iş birliği mekanizmalarını hayata geçirin.
    - Sektörler arası entegrasyonun standartlaşmasın sağlayın.
    - Karar alma süreçlerinde dirençliliği zorunlu bir kriter olarak belirleyin.

- Dirençli hareketlilik planlarının önemini yeniden değerlendirin.
    - Risk yönetimi, acil durum tedbirleri ve süreklilik stratejilerine odaklanarak dirençlilik alanındaki eksiklikleri tespit edin.
    - Risk temelli senaryolar, stres testleri ve kırılganlığa dayalı önceliklendirme ile dirençliliği planlama döngüsünün tüm aşamalarına entegre edin.
    - Dirençliliği temel bir tasarım ilkesi olarak yeniden konumlandırın.
    - Ulusal çerçeveleri belediyelerin UAP ve SKUP kapsamında kullanabilecekleri pratik araçlara dönüştürün.

- Politika temellerini yeniden şekillendirin.
    - Yaklaşan projelerde çoklu afetlere dirençlilik özelliklerini zorunlu kılacak düzenleme ve çerçeveleri güncelleyin.
    - Dirençlilik hedeflerine ulaşan yerel yönetimler için performansa dayalı teşviklerle desteklenen finansman seçenekleri sunun.
    - Planlama onaylarında dirençlilik kriterlerini zorunlu hale getirin.

2. Karar Alma Sürecinde Dirençliliğin İçselleştirilmesi

- Yerel yönetimlerin bilgi, beceri ve araçlarla donatılmasını sağlayın.
    - Dirençli planlamanın temel ilkeleri üzerine eğitim programları oluşturun.
    - Belediyeler arası bilgi paylaşımı ve deneyim paylaşımını teşvik edin.
    - Dirençliliği kurumsal süreçlere ve performans değerlendirmelerine entegre edin.
    - Yerel sorunlara yönelik teknik danışmanlık hizmetleri sunun.

- Toplum ve paydaşların planlama süreçlerine aktif katılımını sağlayın.
    - Kapsayıcı toplum katılımını dirençlilik planlamasına kurumsal olarak entegre edin.
    - Geniş paydaş katılımını destekleyin ve çok paydaşlı danışma komiteleri kurun.
    - Risk iletişimini hedefe yönelik kampanyalar, erişilebilir bilgi ve kapsayıcı araçlarla güçlendirin.

3. Mevcut Durum Değerlendirmesi: Ulaşım Sistemindeki Risklerin ve Kırılganlıkların Haritalandırılması

Mevcut Ulaşım Sistemindeki Risk ve Zayıflıkların Değerlendirilmesi

Ulaşım sistemleri; fiziksel altyapı, toplu taşıma hizmetleri, lojistik ağlar, erişilebilirlik ve sosyal unsurları bir arada barındırdığından, doğaları gereği kesintilere karşı kırılgandır. Bu kırılganlıklar; doğal afetler gibi dışsal tehlikelerden veya yaşlanan altyapı ve yapısal darboğazlar gibi içsel yetersizliklerden kaynaklanabilir. Kriz dönemlerinde bu kırılganlıklar; fiziksel hasar, hizmet kesintileri ya da temel hizmetlere erişimin azalması şeklinde kendini gösterebilir. Deprem, sel ve orman yangını gibi afetlerin sık yaşandığı Türkiye'de, ulaşım altyapısının maruz kalabileceği etkiler hem ağır hem de kalıcı olabilir. Örneğin, köprüler yıkılabilir, ulaşım koridorları sular altında kalabilir ve ana güzergâhlar kullanılamaz hale gelebilir. Buna ek olarak, toplu taşıma hizmetlerindeki aksaklıklar yalnızca dışsal tehditlerden değil; yetersiz bakım veya sistem arızaları gibi içsel sorunlardan da kaynaklanabilir ve bu durum erişilebilirliği önemli ölçüde olumsuz etkileyebilir.

Ulaştırma Altyapısının Kritik Bileşenlerinin Analizi

Bu kırılganlıkları etkili bir şekilde değerlendirebilmek için atılması gereken ilk adım, ulaştırma altyapısının kritik bileşenlerinin detaylı analizidir. Bu bileşenler arasında, acil durumlar sırasında hayati işlev gören yollar, köprüler, tüneller, demiryolları ve ulaşım merkezleri bulunur. Ağ genelinde zincirleme kesintilere yol açabilecek "tekil arıza noktalarının", örneğin yoğun kullanılan güzergâhlar veya yapısal açıdan zayıf altyapıların, belirlenmesine özellikle dikkat edilmelidir.

- Deprem riski yüksek olan İstanbul gibi şehirlerde, köprü, tünel ve metro hatlarının kapsamlı yapısal incelemeleri zorunludur. Kırılgan altyapıların güçlendirilmesi, olası afetlerin etkilerini önemli ölçüde azaltabilir.

- İzmir gibi kıyı kentlerinde ise sel riski daha yüksektir; bu durum önemli ulaşım merkezlerinin işlevsiz hale gelmesine ve yollar ile toplu taşıma hizmetlerinin su baskını altında kalmasına yol açabilir. Bu nedenle, etkili bir yağmur suyu drenaj sistemi kritik önem taşır.

- Yaşlanan araç filoları, yetersiz bakım uygulamaları ve kriz anlarında koordinasyon eksikliği, mevcut kırılganlıkları daha da artıran önemli faktörlerdir. Örneğin, belediye

otobüs sistemleri acil durumlarda araç arızaları nedeniyle devre dışı kalabilir ve bu da hizmet kapsamının ihtiyaç duyulan anda daralmasına neden olur.

Ulaşım sistemindeki kırılganlıkları etkin biçimde giderebilmek için sistematik ve kapsamlı bir değerlendirme yaklaşımı şarttır. Yerel yönetimler, kentlerindeki ulaşım sisteminin hem fiziksel bileşenlerini hem de operasyonel süreçlerini kapsayan bütüncül denetimler gerçekleştirmelidir. Bu denetimlerde, ulaşım sisteminin enerji ve su altyapıları gibi diğer sektörlerle olan karşılıklı bağımlılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır; zira bu sektörlerde yaşanabilecek aksaklıklar, ulaşım hizmetlerinin sürekliliğini doğrudan etkileyebilir. Aşağıdaki tabloda, risk değerlendirmesi ve azaltımı çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bazı denetim yöntemleri yer almaktadır. Bu yöntemler, ulaşım altyapısının özel ihtiyaçlarına göre uyarlanabilir.

Tablo 2: Ulaşım Altyapısının Kritik Bileşenlerini Analiz Etme Yöntemleri ve Araçları2

Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı	Örnek
(Tehdit) Tehlike Tanımlama ve Risk Değerlendirmesi (T-TTRD)[19][20][21]	Doğal afetler, operasyonel yetersizlikler veya siber tehditler gibi hem dışsal hem de içsel tehlikeleri nitel ve nicel olarak belirleyip değerlendiren bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, ulaşım sistemi genelindeki risklerin olasılık ve etkilerini tahmin eder.	Genel risklerin anlaşılması ve daha kapsamlı dirençlilik stratejilerinin oluşturulması için stratejik ve sistem genelinde planlamalar için uygundur.	Potansiyel tehlikelerin tanımlandığı, olasılık ve etkilerin değerlendirildiği, risklerin önceliklendirildiği ayrıntılı bir rapor veya sunum hazırlanır. Bu belge, risk matrisleri ve CBS tabanlı haritalar gibi görsel araçlar içerir; ayrıca risk azaltma, acil durum müdahalesi ve uzun vadeli dirençlilik planlaması için uygulanabilir öneriler sunar.

Ağdaki kırılgan bileşenleri, olası arıza etkilerini ve riski azaltmak amacıyla sistemi güçlendirme veya uyarlama yönündeki öncelikli önerilerin gösterildiği bir rapor veya harita.



Şekil 2: Risk Değerlendirme Matrisi Örneği. (Kaynak: templatelab.com)

[19] Building Resilient Infrastructure for Natural Disasters and Climate Change

[20] Multi-hazard risk assessment narrative

[21] 2019 National Threat and Hazard Identification and Risk Assessment (THIRA) – FEMA (link)

Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı	Örnek
Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA)[22]	Ulaşım sistemindeki potansiyel arıza modlarını sistematik şekilde tanımlayan, etkilerini değerlendiren ve riskin şiddeti, oluşma sıklığı ile tespit edilebilirliğine göre azaltma önceliklerini belirleyen bir yöntemdir.	Köprüler, yollar, toplu taşıma sistemleri gibi belirli ulaştırma altyapısı bileşenlerinde; biletleme, trafik yönetimi gibi operasyonel süreçlerde veya araçlarda meydana gelebilecek arızaların değerlendirilmesinde kullanılır. Amaç, güvenlik, güvenilirlik ve verimliliği artırmaktır.	Potansiyel arıza türleri, sistem üzerindeki etkileri (örneğin gecikmeler, kazalar), temel nedenleri ve Risk Öncelik Numarasını içeren; ayrıca riski azaltmak ve dirençliliği artırmak amacıyla önerilen eylemlerin sıralandığı bir tablo.

Ağdaki kırılgan bileşenleri, olası arıza etkilerini ve riski azaltmak amacıyla sistemi güçlendirme veya uyarlama yönündeki öncelikli önerilerin gösterildiği bir rapor veya harita.

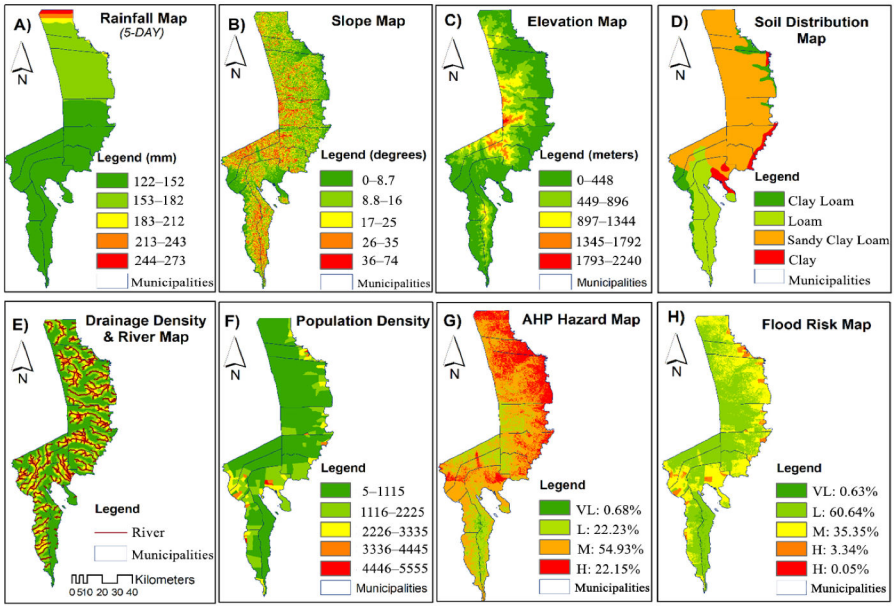
Risk Olayı	Şiddet Etkisinin Ciddiyeti	Meydana Gelme Olasılığı	Gerçekleşmeden Önce Tespit Edilme Yeteneği	Risk Öncelik Numarası (RPN)
Yüklenicinin yetersiz saha yönetimi ve kalite kontrolü	-5	-4	-4	4.1
İşverenin tasarımcı ve/veya yüklenici ile zayıf iletişimi ve koordinasyonu	-4	-3	-5	3.97
Projede yüklenici personel eksikliği	-3	-4	-3	3.3
Proje belgelerinin onaylanmasında gecikme	-3	-3	-4	3
Sözleşmedeki gecikme cezalarının yetersizliği	-2	-4	-3	3
İşverenin zaman alan karar alma süreçleri	-3	-3	-2	3

Şekil 3: Sırbistan Demiryolu Altyapı Projeleri için HTEA örneği (Kaynak2)

[22] (PDF) Risk Analysis Model with Interval Type-2 Fuzzy FMEA – Case Study of Railway Infrastructure Projects in the Republic of Serbia

Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı	Örnek
Risk Analizi Haritalandırması[23]	Genellikle CBS aracılığıyla taşımacılık altyapısıyla ilişkili risklerin (örn. sel ve deprem) kesişimlerinin değerlendirilmesi ve kırılganlıkların haritalar aracılığıyla görselleştirilmesi amacıyla kullanılan bir mekânsal analiz tekniğidir.	Kentsel ve bölgesel planlama için en etkili yöntemlerden biridir ve coğrafi bilgiye dayalı azaltım stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanır.	Risk alanlarını, şiddet seviyelerini ve ulaşım ağındaki kırılganlıkları; doğal tehlikeler ve operasyonel kesintiler gibi risk kategorileriyle birlikte gösteren ve azaltım için önceliklendirilmiş risk bölgelerini de içeren bir veya birden fazla harita.

Ağdaki kırılgan bileşenleri, olası arıza etkilerini ve riski azaltmak amacıyla sistemi güçlendirme veya uyarlama yönündeki öncelikli önerilerin gösterildiği bir rapor veya harita.



Şekil 4: Filipinler Taşkın Tehlike Haritası (Kaynak: Cabrera, Soo Lee, 2019)

[23] Risk Analysis using ArcGIS

Kritik Hizmetler ve Acil Durum Hazırlığı

Hastaneler, itfaiye istasyonları, acil barınma alanları ile havaalanları ve limanlar gibi kritik hizmetlere erişim, büyük ölçüde dirençli ulaşım ağlarına bağlıdır. Yukarıda da belirtildiği üzere, acil durumlarda bu güzergâhlardaki kesintiler hayati riskler doğurabilir; tıbbi müdahalelerin, kurtarma çalışmalarının ve tahliyelerin gecikmesine neden olabilir. Etkili bir afet müdahalesi için, bu hizmetlere ulaşan yolların büyük aksamalara rağmen işlevsel ve erişilebilir kalması hayati önem taşır. Bu durum ise, sektörler arası planlama ile güçlü iletişim ve koordinasyon gerektirir.

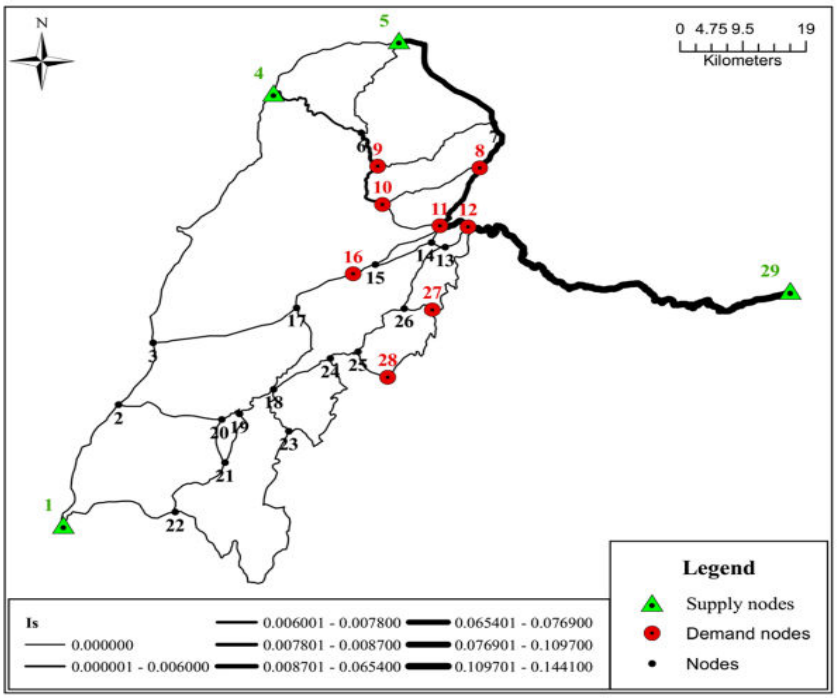
- Acil Durumlara Yönelik Ulaşım Ağları: Acil hizmetlerin hastane ve barınma alanlarına zamanında ulaşabilmesi için güvenilir ulaşım ağları şarttır. Ana yollar üzerindeki hizmet aksaklıklarının kritik tesislere erişimi engellememesi amacıyla yan yollar, acil durum araçlarına ayrılmış şeritler ve alternatif güzergâhlar planlanmalıdır.

- Kritik Hizmet Noktalarının Erişilebilirliği: Hastane ve barınma alanlarının acil durumlarda hızlı erişim sağlanabilecek ana ulaşım koridorları yakınında konumlandırılması önem taşır. Ayrıca, toplu taşıma merkezlerinin bu hizmetlerle entegrasyonu, acil durumlarda vatandaşlara çoklu ulaşım seçenekleri sunarak erişimi kolaylaştırır.

Kritik hizmetlere erişimin sağlanması için, yerel yönetimlerin bu hizmetlere giden ulaşım güzergâhlarını kapsamlı şekilde değerlendirmeleri gerekir. Sel riski yüksek alanlar veya trafik darboğazları gibi potansiyel kırılganlıkların belirlenmesi, altyapı ve güzergâh stratejilerinin geliştirilmesinde yol gösterici olacaktır. Uygulanabilecek yöntemlerden bazıları şunlardır:

Tablo 3: Kritik Hizmetlere Erişim ve Acil Durum Hazırlığının Analizinde Kullanılan Yöntemler ve Araçlar3

Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı	Örnek
Örnek[24]	Ulaşım Ağı Kırılganlık Değerlendirmesi	Acil durumların yönetilmesi ve ana güzergâhlardaki kesintilerin daha geniş ağ üzerindeki etkilerinin analiz edilmesi amacıyla ulaşım güzergâhları incelenir; risk senaryoları CBS ve trafik simülasyonu gibi araçlar kullanılarak modellenip değerlendirilir.	Kriz durumlarında temel hizmetlere erişimin sağlanmasında kritik olan güzergâhların belirlenmesi ve kesintilerin ağ genelindeki etkilerinin değerlendirilmesi için idealdir.
Ağdaki kırılgan bileşenleri, olası arıza etkilerini ve riski azaltmak amacıyla sistemi güçlendirme veya uyarlama yönündeki öncelikli önerilerin gösterildiği bir rapor veya harita.			

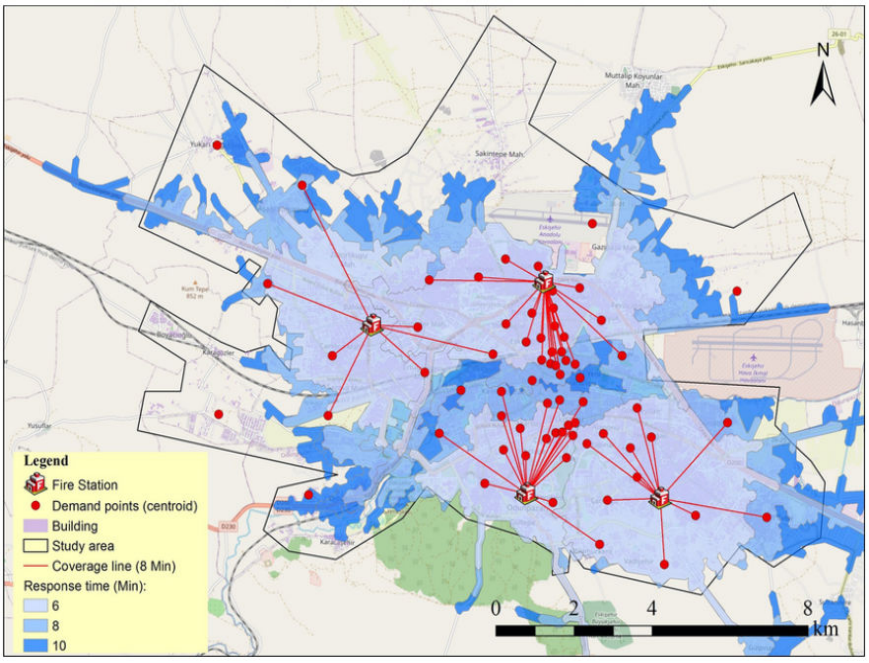


Şekil 5: Ulaşım Ağı Kırılganlık Değerlendirmesi (Kaynak: Cantillo ve ark., 2018)

[24] Taylor, M.A.P., D'Este, G.M. (2007). Transport Network Vulnerability: a Method for Diagnosis of Critical Locations in Transport Infrastructure Systems (link)

Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı	Örnek
Hizmet Alanı Erişilebilirlik Analizi[25]	CBS ve erişilebilirlik metrikleri kullanılarak kesintiler sırasında kritik hizmetlerin (ör. sağlık, acil müdahale) farklı bölgelerde nasıl sağlandığı değerlendirilir. Ulaşım ağı performansına bağlı olarak toplumun hizmetlere erişim kapasitesi ölçülür.	Toplumun belirli kesimleri için ulaşım altyapısındaki kesintilerin hizmet erişimini nasıl etkilediğinin anlaşılması açısından faydalıdır.	Hizmet alanları, erişilebilirlik boşlukları ve bağlantıyı artırmaya yönelik önerileri (örn. yeni toplu taşıma güzergâhları eklenmesi veya altyapı iyileştirmeleri) gösteren haritalar veya raporlar.

Ağdaki kırılgan bileşenleri, olası arıza etkilerini ve riski azaltmak amacıyla sistemi güçlendirme veya uyarlama yönündeki öncelikli önerilerin gösterildiği bir rapor veya harita.



Şekil 6: Eskişehir'deki mevcut itfaiye istasyonlarının hizmet alanları (Kaynak: Deliry, Uygucgil, 2023)

[25] Accessibility assessment of urban public services using GIS-based network analysis: a case study in Eskişehir, Türkiye

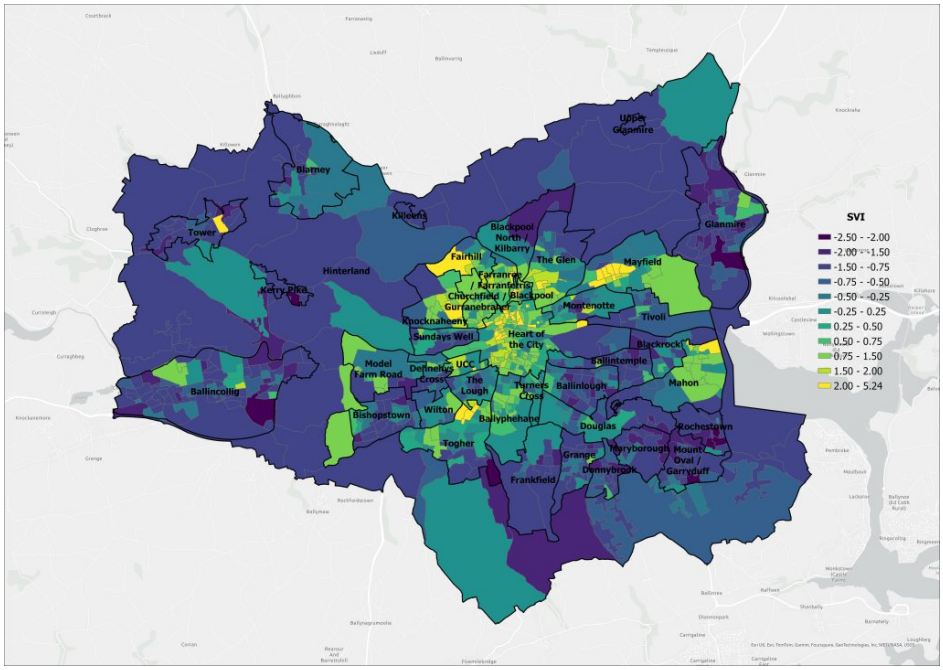
Sosyal Kırılganlıklar ve Eşitlik Boyutunun Dikkate Alınması

Ulaşım altyapısı ve hizmetlerinin dirençliliğinin değerlendirilmesinde, kesintilerden etkilenen nüfusun doğru şekilde tanımlanması, altyapı analizleri kadar kritik öneme sahiptir. Tüm kent sakinleri bu tür kesintilerden aynı ölçüde etkilenmez. Yaşlılar, engelliler ve düşük gelirli haneler gibi dezavantajlı gruplar, toplu taşıma sistemlerine orantısız derecede bağımlı olup, kesintiler karşısında genellikle kırılgan kesimi oluşturur. Bu durum, temel hizmetlere erişimde yaşanan azalmayla birlikte sosyal eşitsizliklerin derinleşmesine yol açabilir. Örneğin, şehirlerin çevre bölgelerinde yaşayanlar sıklıkla yetersiz ulaşım altyapısı, sınırlı toplu taşıma seçenekleri ve uzun yolculuk süreleri gibi zorluklarla karşı karşıya kalır. Acil durumlarda ise bu bölgeler, sınırlı yol ağı veya kapanan ana güzergâhlar nedeniyle izole olma riski taşır. Üstelik, acil müdahale çalışmaları çoğunlukla geciktiğinden, bölge sakinlerinin yaşadığı zorluklar daha da ağırlaşır. Bu risklerin azaltılması için çevre ile merkez bölgeler arasında daha güçlü bağlantılar kurulması gerekir. Ayrıca, dar kaldırımlar, erişilemeyen metro istasyonları ve toplu taşıma sistemlerindeki işitsel veya görsel yardımcıların eksikliği gibi engeller, özellikle acil durumlarda bu grupların güvenli tahliyesini ya da kritik hizmetlere erişimini daha da güçleştirebilir.

Tüm bu eşitsizliklerin doğru biçimde anlaşılması, kapsayıcı ve adil sonuçlara öncelik veren dirençlilik stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşır. Sosyal kırılganlıkların değerlendirilmesi sürecinde yerel yönetimlerin ulaşım hizmetlerindeki kesintilerin farklı demografik gruplar üzerindeki etkilerini analiz ederek en fazla desteğe ihtiyaç duyulan alanları tespit etmeleri gerekir. Bu değerlendirmelerden elde edilen veriler, sistemik eşitsizliklerin giderilmesine yönelik politikaların oluşturulması ve dirençlilik tedbirlerinin kapsayıcı ve duyarlı hale getirilmesi için sağlam bir temel oluşturur. Sosyal kırılganlıkların değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bazı yöntemler aşağıda listelenmiştir:

Tablo 4: Sosyal Kırılganlıklar ve Eşitlik Değerlendirmesinde Kullanılan Yöntemler ve Araçlar4

Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı	Örnek
Örnek[26][27]	Sosyal Kırılganlık Endeksi (SKE)	Felaketler, iklim değişikliği veya diğer kesintiler karşısında belirli nüfus gruplarını daha savunmasız hâle getiren sosyal ve demografik faktörleri ölçen nicel bir araçtır. Gelir, yaş, sağlık durumu, konut koşulları ve hareketlilik gibi unsurları dikkate alır.	En kırılgan toplulukların korunmasına odaklanan dirençlilik stratejilerinin önceliklendirilmesi için uygundur.
Ağdaki kırılgan bileşenleri, olası arıza etkilerini ve riski azaltmak amacıyla sistemi güçlendirme veya uyarlama yönündeki öncelikli önerilerin gösterildiği bir rapor veya harita.			



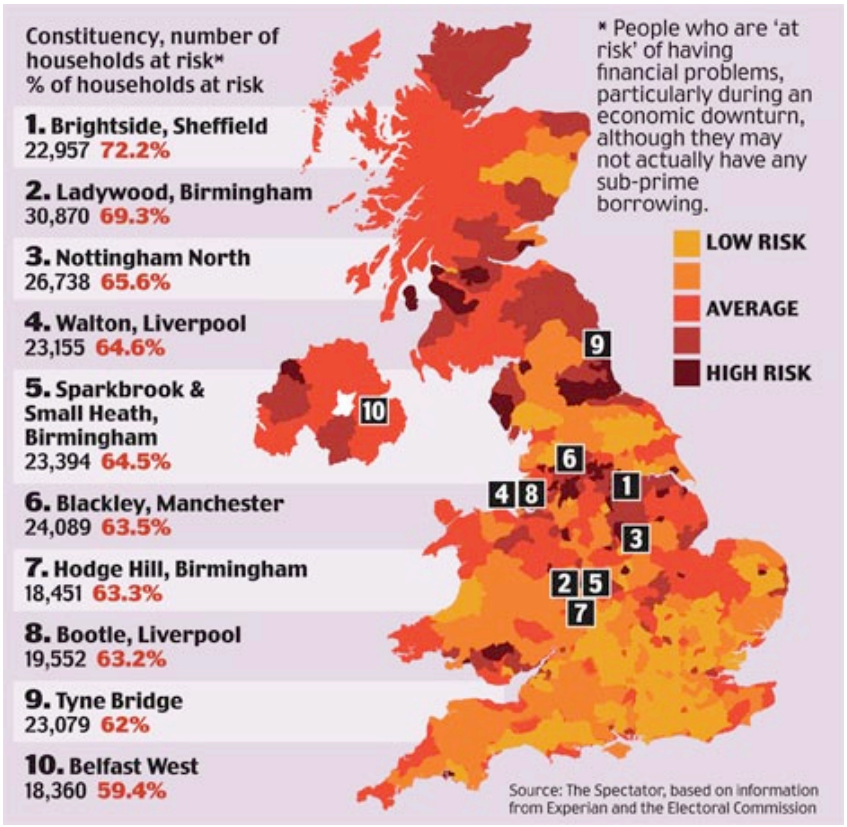
Şekil 7: SKE Aracı Örneği (Kaynak: reachout-cities.eu)

[26] Social Vulnerability Index (SVI) EU

[27] Social Vulnerability Index | Place and Health - Geospatial Research, Analysis, and Services Program (GRASP) | ATSDR

Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı	Örnek
Eşitlik ve Erişim Haritalaması[28][29]	CBS tabanlı bu yöntemde farklı nüfus gruplarına göre ulaşım hizmetlerinin erişilebilirliği analiz edilir ve özellikle hizmetten yoksun bırakılan veya dezavantajlı gruplara odaklanılır. Kesintilerin veya yetersiz erişimin belirli grupları orantısız biçimde etkilediği alanlar tespit edilir.	Mekânsal eşitsizliklerin giderilmesi ve toplumun dezavantajlı kesimlerinin ulaşım hizmetlerine erişiminin iyileştirilmesi ideal bir yaklaşımdır.	Ulaşım hizmetlerine erişimdeki adaletsizlikleri, fırsat eşitsizliklerini ve hizmetten yoksun grupların erişimini artırmaya yönelik öncelikli önerileri görselleştiren bir harita veya rapor.

Ağdaki kırılgan bileşenleri, olası arıza etkilerini ve riski azaltmak amacıyla sistemi güçlendirme veya uyarlama yönündeki öncelikli önerilerin gösterildiği bir rapor veya harita.



Şekil 8: Britanya'daki Yüksek Riskli Kredilere İlişkin Eşitlik Haritası (Kaynak: The Spectator)

[28] Equity Mapping and the Geography of Opportunity | NNIP
[29] Equity Mapping and the Geography of Opportunity | HUD USER

Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı	Örnek
Sosyal Etki Değerlendirmeleri[30][31]	Ulaşım hizmetlerindeki kesintilerin belirli gruplar üzerindeki sosyal sonuçları, demografik faktörler, toplumun ihtiyaçları ve hizmetlere erişimi göz önünde bulundurularak nitel ve nicel yöntemlerle değerlendirilir. Bu değerlendirmede, hareketlilik sorunlarının sosyal eşitsizlikleri nasıl derinleştirebileceği analiz edilir.	Ulaşım hizmetlerindeki kesintilerin daha geniş toplumsal etkilerini anlamak ve müdahaleleri odaklamak için kullanılır.	Etkilenen gruplar ile etkilerin türü ve kapsamının belirlendiği; ayrıca kesintilerin en aza indirilmesine yönelik önerilerin sunulduğu bir rapor.

İletişim Sistemleri ve Ağ Yönetiminin Dirençliliğinin Değerlendirilmesi

Herhangi bir kriz durumunda, özellikle kentsel ulaşım sistemlerindeki aksaklıkların yönetiminde etkili iletişim hayati öneme taşır. Dirençli bir iletişim ağı; yerel, bölgesel ve ulusal yönetimler, acil müdahale ekipleri ve vatandaşlar dahil olmak üzere tüm paydaşlar arasında bilgi akışının kesintisiz ve verimli şekilde gerçekleşmesini imkân verir. Ulaşım altyapısında olduğu gibi, iletişim sistemleri de doğal afetlerden siber saldırılara kadar uzanan çeşitli tehditlere karşı savunmasızdır ve bu durum işleyişlerini sekteye uğratabilir. Bu nedenle yerel yönetimlerin, mevcut iletişim altyapılarının bu tür aksaklıklara karşı ne ölçüde dirençli olduğunu değerlendirmeleri ve gerekirse bu dirençliliği artırmaya yönelik müdahaleleri belirlemeleri gerekir. İletişim ağlarının kapsamlı değerlendirmesinde, hem ağ altyapısındaki hem de bu altyapıyı destekleyen yazılımdaki potansiyel zayıf noktalar tespit edilir.

- **Siber Güvenlik Risk Değerlendirmeleri:** Dijital platformlara olan bağımlılığın artmasıyla birlikte siber güvenlik öncelikli bir konu haline gelmiştir. Düzenli olarak gerçekleştirilen siber güvenlik risk değerlendirmeleri, yerel yönetimlerin güvenlik açıklarını tespit ederek olası tehditlere proaktif biçimde müdahale etmelerine imkân tanır. Bu değerlendirmelerin, acil durum uyarı sistemleri, ulaşım yönetim sistemleri ve kamu hizmeti iletişim kanalları da dahil olmak üzere tüm iletişim platformlarını kapsaması gerekir. Örneğin, trafik yönetim sistemlerine yönelik bir siber saldırı, sinyallerin değiştirilmesi veya acil durum araçlarının yönlendirilmesinde aksamalara yol açarak ciddi kaosa neden olabilir.

[30] Re-designing Social Impact Assessment to enhance community resilience for Disaster Risk Reduction, Climate Action and Sustainable Development - Imperiale - 2024 - Sustainable Development - Wiley Online Library

[31] From project-based to community-based social impact assessment: New social impact assessment pathways to build community resilience and enhance disaster risk reduction and climate action - Angelo Jonas Imperiale, Frank Vanclay, 2024

- **İletişim Ağı Kırılganlık Değerlendirmesi**: Ağın acil durumlarda işlevselliğini koruma kapasitesini; ağ yükü, yedekliliği ve siber güvenlik savunmaları gibi unsurlar üzerinden analiz eden detaylı bir değerlendirmedir. Bu değerlendirme, acil servisler, sağlık tesisleri ve ulaşım ağları tarafından kullanılan kritik iletişim kanalları açısından özellikle önem taşır.

- **Gerçek Zamanlı İletişim Sistemi Değerlendirmesi:** Acil durumlarda kritik bilgilerin zamanında iletilebilmesi için gerçek zamanlı iletişim sistemlerinin etkinliği değerlendirilir. Bu kapsamda, ulaşım otoritelerinin yol kapatmaları, alternatif güzergâhlar ve hizmet durumuna ilişkin güncellemeleri zamanında sağlayabilme ve bu bilgileri, kırılgan gruplar başta olmak üzere, tüm topluma ulaştırabilme kapasitesi değerlendirilir.

- **Ağlar Arası Bağımlılıklarının Değerlendirilmesi:** İletişim ağlarının enerji şebekeleri ve ulaşım ağları gibi diğer kritik sistemlerle entegrasyonunun sağlanması gerekir. Örneğin, ulaşım güzergâhlarında yaşanan kesintilerde, kamuoyuna gerçek zamanlı ve güvenli bilgi aktarımının sağlanabilmesi için iletişim ile ulaşım ağları arasındaki bağlantının kesintisiz olması şarttır. Bu bağımlılıkların değerlendirilmesi, genel ağ dirençliliğinin güçlendirilmesinde kritik bir rol oynar.

Risk Haritalama ve Analizi için Veri Kullanımı ve Görselleştirme

Şehir plancılardan politika yapıcılara kadar tüm karar vericiler, kırılganlıkları önceden tespit etmek, kaynak tahsisini optimize etmek, ulaşım ağlarını olası kesintilere karşı güçlendirmek ve kriz anlarında hızlı kararlar alabilmek için sağlam analizlere ihtiyaç duyar. Bu bağlamda, etkili dirençlilik planlaması sağlam veri temelleri ile kapsamlı analiz süreçlerine dayanır. Yerel yönetimler, şehirlerinin kendine özgü koşullarına en hâkim aktörler olarak verilerin toplanması ve analizinde kritik bir rol üstlenirken, bölgesel ve ulusal otoriteler de bu veri ve analizlerden faydalanabilir. Dolayısıyla, veri toplama yöntemlerinin fiziksel, çevresel ve sosyal boyutları kapsaması; ayrıca elde edilen verilerin diğer kurumların erişimine açık, karşılaştırılabilir ve işlenebilir nitelikte olması gerekir.

Veri Kategorileri

Aşağıda ele alınan altı veri kategorisi, afetler sırasında ulaşım hizmetlerinin hazırlık, müdahale ve iyileşme süreçlerini izlemek ve analiz etmek için kullanılabilir. Bu kategorilere ilişkin spesifik göstergeler, metnin devamındaki tabloda sunulmaktadır. Veriler; gerçek zamanlı izleme sistemleri, geçmiş kayıtlar ve manuel gözlemler aracılığıyla toplanabilir.

1. **Altyapı Bakımı ve İzleme**

Kentsel ulaşım sistemlerinin dirençliliği, altyapının sağlamlığı ve güvenilirliği ile yakından ilişkilidir. Yol, köprü, aktarma merkezi ve demiryolları gibi altyapı bileşenlerinin düzenli bakımı ve uygun tasarımı, sistemin kesintilere karşı dirençliliğini artırır ve hızlı toparlanma kapasitesini güçlendirir. Altyapı koşullarının izlenmesi ve aşırı ya da yetersiz kullanımın tespit edilmesi, plancıların bakım ve kapasite artırımı konularında daha bilinçli kararlar almalarına imkân tanır.

2. Ağ ve Sistem Dirençliliği

Ağ ve sistem dirençliliği, bir ulaşım ağının afet veya kesinti dönemlerinde ve sonrasında işlevselliğini sürdürebilme kapasitesini ifade eder. Güvenilir ve etkin bir sistem, kesintileri yönetebilen, hizmet sürekliliğini koruyan ve normal işleyişine hızla dönebilen bir sistemdir. Gecikmeler, iptaller ve arızalar gibi hizmet güvenilirliği verilerinin izlenmesi, kriz anlarında derinleşebilecek zayıflıkların erken tespitinde kritik öneme sahiptir.

3. Hizmet Kapasitesi ve Talep

Hizmet kapasitesi ve talep verileri, ulaşım sistemlerinin hem olağan hem de acil durum koşullarında değişen yolcu yoğunluklarını ne ölçüde karşılayabildiğinin anlaşılması açısından önemlidir. Bu göstergelerin izlenmesi sayesinde yerel yönetimler, kaynak tahsisini optimize edebilir, potansiyel kırılganlıkları öngörebilir ve hizmet sürekliliğini sağlamak için etkili stratejiler geliştirebilir. Böylece hem günlük hem de kriz dönemlerinde kritik hareketlilik ihtiyaçları güvence altına alınmış olur.

4. Çevresel ve İklimsel Dirençlilik

Kentsel ulaşım sistemleri, çevresel ve iklimle bağlantılı zorluklara karşı direnç gösterecek biçimde tasarlanmalı; çevresel dirençlilik kentsel hareketliliğin temel taşlarından biri olarak kabul edilmelidir. Günümüzde şehirler; sel, fırtına ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olaylarıyla giderek daha sık karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle, ulaşım sistemlerinin bu koşullara uyum sağlayabilmesi büyük önem taşır. Hava kalitesi, sıcaklık değişimleri ve sel riski gibi çevresel göstergelerin izlenmesi ise, daha sağlam kentsel planlama yapılmasına ve bu etkileri hafifletebilecek ulaşım çözümlerinin geliştirilmesine katkı sağlar.

5. Afet Sonrası Veriler

Afet sonrası veriler, kesintilere yanıt verebilen ve hızla toparlanabilen dirençli kentsel ulaşım sistemleri inşa etmek için kritik öneme sahiptir. Kazalar, doğal afetler veya halk sağlığı acil durumları gibi önceki olayların sıklık ve şiddetinin izlenmesi, yerel yönetimlerin gelecekteki riskleri tahmin etmelerine ve ulaşım sistemlerini buna göre hazırlamalarına yardımcı olur. Farklı risklere maruziyetin değerlendirilmesi, daha etkili hazırlık ve müdahale planlarının yapılmasını imkân tanır ve genel sistem dirençliliğini güçlendirir.

6. Sosyal ve Ekonomik Faktörler

Kentsel hareketlilikte dirençlilik, ulaşım hizmetlerine adil erişimi sağlamaya ve kesintilerin sosyal-ekonomik etkilerini en aza indirmeye dayanır. Kırılgan nüfus grupları, ulaşım hizmetlerindeki kesintilerden orantısız şekilde etkilenebilir. Bu nedenle erişim eşitliğinin değerlendirilmesi, kriz dönemlerinde bu grupların güvenilir alternatif ulaşım seçeneklerine sahip olmalarını güvence altına alır. Ayrıca, ulaşım hizmetlerindeki kesintilerin üretkenlik kayıpları veya maliyet artışları gibi ekonomik etkilerinin anlaşılması, hareketlilik sorunlarının daha geniş kapsamlı maliyetlerinin hesaplanmasına katkı sağlar.

Tablo 5: Dirençlilik Odaklı Hareketlilik Planlaması İçin Toplanması Gereken Veri Türleri5

Kategori	Veri Adı	Tanım	Ölçüt
Altyapı Bakımı ve İzleme	Altyapı Durumu	Ana ulaşım altyapısının durumu ile planlanmış bakım veya denetim programlarına ilişkin veriler	Altyapı durum raporları, bakım programları ve bekleyen onarım işleri, ortalama kesinti süresi, onarım döngü süresi
	Kaynak Kullanılabilirliği	Acil bakım için gerekli kaynakların (parça, ekip) kullanılabilirliği	Kaynak hazır bulunma endeksi (parça mevcudiyeti, onarım personeli kapasitesi)
Ağ ve Sistem Dirençliliği	Kritik Ağ Kırılganlığı	Kritik ulaşım koridorlarının, sel, deprem gibi çeşitli afet türlerine karşı kırılganlık seviyelerine ilişkin veriler	Koridor listesi, kırılganlık puanları ve risk türleri
	Ağ Yedekliliği	Kesinti anlarında kullanılabilecek alternatif güzergâhlar ve ağ seçeneklerine ilişkin veriler	Güzergâh kimlikleri, alternatif güzergâhların mevcudiyeti, ana ve alternatif güzergâhlar arasındaki yolculuk süresi farkları, yedek bağlantı sayısı, alternatif ulaşım seçenekleri, kesinti sırasında hizmet devamlılığı
	Hizmet Güvenilirliği	Hizmetlerde yaşanan gecikme, iptal ve arıza sıklığına dair veriler	Zamanında varış oranı, hizmet kesinti oranı
	Hizmet Sürekliliği (kesintiler sırasında)	Afet anında hangi güzergâhların ve hizmetlerin faal olduğu ile kesintilerin kapsamına ilişkin veriler	Güzergâhın faal (1) veya aksama (0) durumunu gösteren ikili veri
Hizmet Kapasitesi ve Talep	Kullanım Oranı	Kritik ulaşım sistemlerinin (toplu taşıma, yollar vb.) kullanım sıklığına ilişkin veriler	Yolcu sayıları, trafik hacmi, araç doluluk oranları
	Acil Durum Kapasitesi	Acil durumlarda devreye alınabilecek ek araç ve kaynakların sayısına ilişkin veriler	Beklemede olan otobüs/tren sayısı, mevcut acil durum personeli sayısı
	Talep ve Kapasite Dengesi	Her güzergâh için yolcu yükü, kapasite sınırları ve arz-talep dengesine ilişkin veriler	Gerçek zamanlı yolcu sayımı, araç kapasitesi, doluluk oranı (yolcu/araç kapasitesi)
	Zirve Talep Hazırlığı	Zirve saatlerdeki talep ve taşıma kapasitesine ilişkin geçmiş veriler	Ulaşım türüne göre (örn. otobüs, metro) saatlik yolculuk verisi, zirve saat kapasitesi
	Aşırı Yoğunluk ve Güvenlik Tedbirleri	Aşırı kalabalık durumların yönetimi için uygulanan güvenlik tedbirlerine dair veriler	Aşırı dolu araç sayısı, kalabalık kontrol tedbirlerinin (bariyer, personel vb.) uygulanma düzeyi
Çevresel ve İklimsel Dirençlilik	Hava Durumu ve Aşırı Olaylar	İklim (fırtına, sel vb.) kaynaklı kesintilerin sıklığı ve şiddeti	Aşırı hava olayı sayısı, olay şiddet endeksi
	Kentsel Mikro İklimler	Kentsel alanlarda hava kalitesi, sıcaklık ve kirlilik düzeylerinin izlenmesi	Hava Kalitesi Endeksi, sıcaklık aralıkları, kirlilik konsantrasyonu
	Sel Riski ve Deniz Seviyesi Yükselmesi	Sel geçmişi ve deniz seviyesi yükselme projeksiyonlarına dayalı risk analizi	Sel risk endeksi, deniz seviyesi yükselme tahmini (cm/yıl)

Kategori	Veri Adı	Tanım	Ölçüt
Afet Sonrası Veriler	Olay Sıklığı ve Şiddeti	Kazaların, hizmet kesintilerinin veya sağlık krizlerinin sayısı ve şiddeti	Olay sayısı, etkiye dayalı şiddet puanı
	Kesintilere Müdahale Süresi	Kesinti veya olay sonrası hizmetin yeniden sağlanma süresi	Ortalama müdahale süresi (saat/gün)
	Risk Maruziyeti Değerlendirmesi	Ulaşım sistemlerini etkileyen doğal veya insan kaynaklı risklerin sıklığı	Risk maruziyet endeksi (geçmiş ve öngörülen risk olaylarına göre)
	Hizmet Kesintilerinin Etkisi	Afet kaynaklı hizmet kesintilerinin finansal, sosyal ve operasyonel sonuçlarına ilişkin veriler	Tahmini kesinti maliyeti, etkilenen yolcu sayısı, kaçırılan ekonomik fırsatlar
Sosyal ve Ekonomik Faktörler	Kırılgan Nüfus Haritalaması	Ulaşım hizmetlerine erişimi sınırlı grupların (örn. yaşlılar, düşük gelirli bireyler) tespiti	Ulaşım hizmetlerine erişimi olan kırılgan nüfusun yüzdesi
	Ekonomik Etki Göstergeleri	Ulaşım hizmetlerindeki kesintilerin finansal etkilerinin değerlendirilmesi	Kesintiler nedeniyle oluşan ekonomik kayıp (örn. üretkenlik kaybı, ulaşım maliyetleri)
	Erişim Eşitliği	Hizmet dağılımının demografik gruplar arasında adil olup olmadığının değerlendirilmesi	Erişim oranı (ulaşım hizmeti varlığı / nüfus yoğunluğu)

Risk Görselleştirme

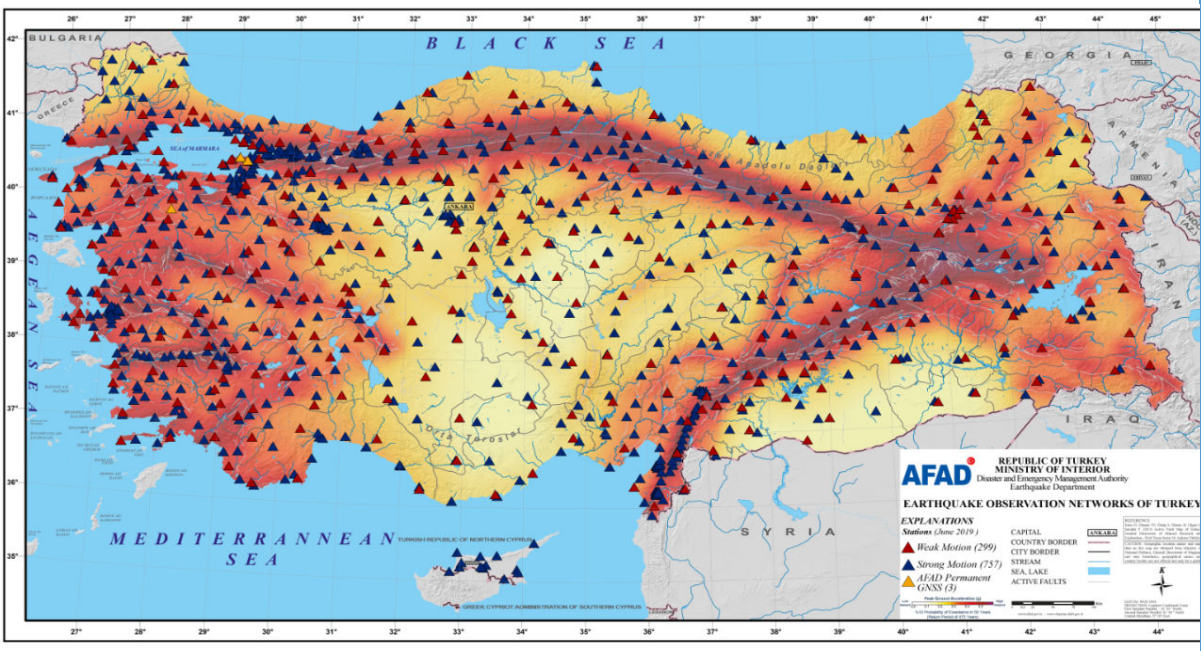
Risk görselleştirme, şehir plancıları, politika yapıcılar ve ulaşımdan sorumlu yöneticilerin, doğal afetler, kazalar veya operasyonel aksaklıklar gibi ulaşım sistemlerini tehdit edebilecek potansiyel riskleri değerlendirmelerine olanak tanır. Karmaşık verilerin açık ve erişilebilir biçimde sunulması, paydaşların riskleri ve olası etkilerini daha iyi kavramalarını sağlar. Ayrıca, aksi takdirde gözden kaçabilecek eğilim ve örüntülerin tespit edilmesine de katkıda bulunur.

Etkili bir risk görselleştirme süreci için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), gerçek zamanlı izleme sistemleri ve çeşitli veri temelli görselleştirme yöntemlerinin kullanımı büyük önem taşır. Bu araçlar, farklı kaynaklardan elde edilen büyük veri kümelerini işleyip bütünleştirerek risk faktörlerinin (gerçek zamanlı) görsel temsillerini oluşturmak için kullanılır.

Aşağıdaki tabloda, söz konusu yöntem ve araçlara ilişkin öne çıkan önemli örnekler sunulmaktadır:

Tablo 6: Risk Görselleştirme Yöntemleri ve Araçları6

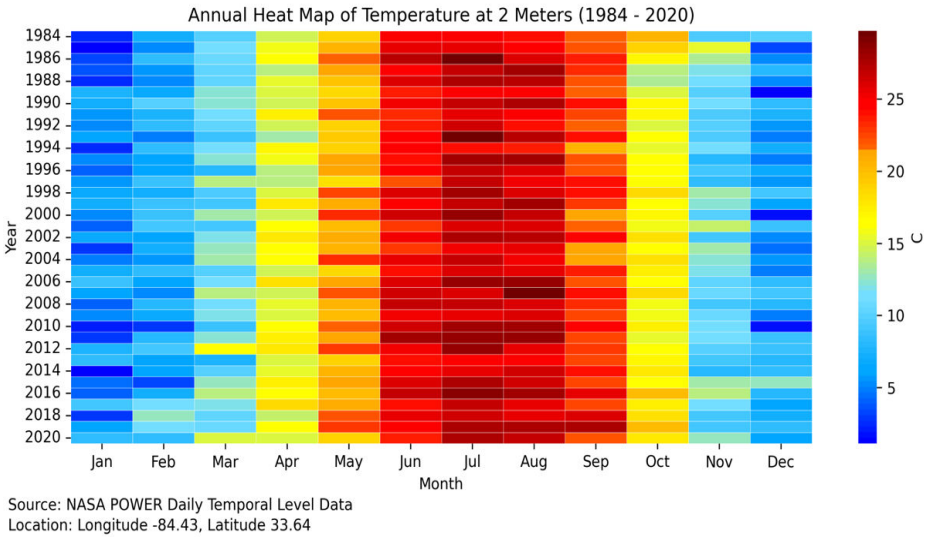
Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı
Örnek	CBS Tabanlı Haritalama	Risk verilerinin sel bölgeleri ve yoğunluklu alanlar gibi çeşitli coğrafi katmanlar halinde haritalandırılıp görselleştirilmesini sağlayan bir mekânsal analiz aracıdır. CBS araçları, birden fazla veri kümesinin entegrasyonu yoluyla risk altındaki bölgelerin belirlenmesini mümkün kılar.
Ağdaki kırılgan bileşenleri, olası arıza etkilerini ve riski azaltmak amacıyla sistemi güçlendirme veya uyarlama yönündeki öncelikli önerilerin gösterildiği bir rapor veya harita.		



Şekil 9: Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve Türkiye Ulusal Sismik Ağı (Kaynak: AFAD, 2019)

Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı
Zamansal Isı Haritaları	Veri değişimlerinin zaman içinde renk yoğunluğu veya gradyanlar kullanılarak görselleştirildiği bir araçtır. Genellikle zaman serisi verilerindeki örüntülerin, eğilimlerin ve anormalliklerin gösterilmesinde kullanılır; böylece belirli olayların veya koşulların ne zaman daha sık veya yoğun gerçekleştiği daha kolay tespit edilir. Coğrafi verilere uygulanabilir ancak yalnızca CBS ile sınırlı değildir.	Zaman bağımlı eğilimlerin tespiti veya risklerin nasıl geliştiğinin anlaşılması için etkilidir.

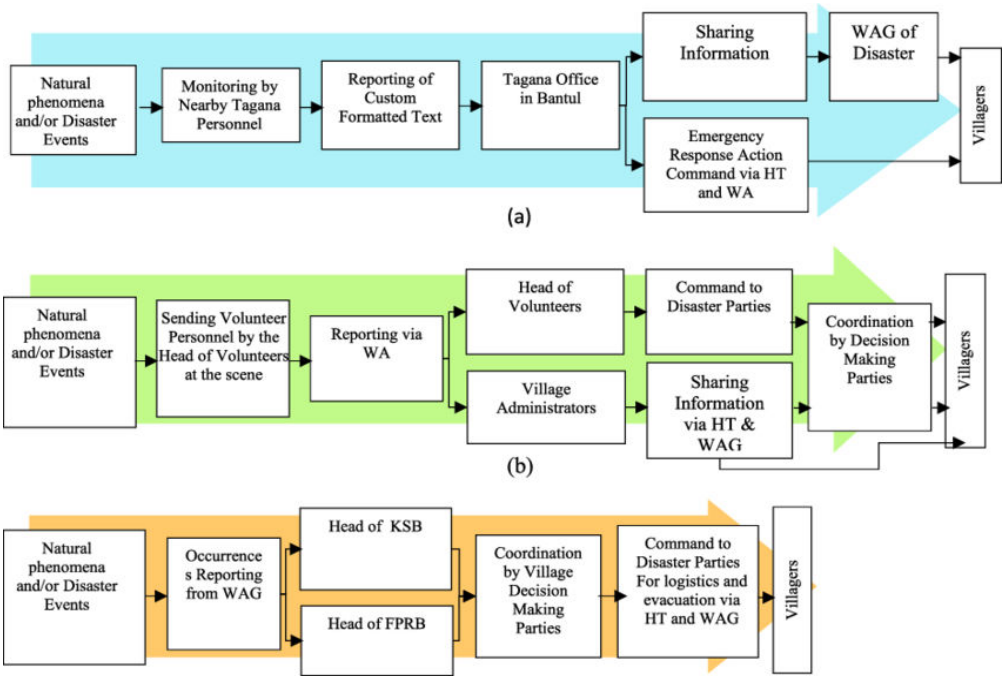
Ağdaki kırılgan bileşenleri, olası arıza etkilerini ve riski azaltmak amacıyla sistemi güçlendirme veya uyarlama yönündeki öncelikli önerilerin gösterildiği bir rapor veya harita.



Şekil 10: Zamansal Isı Haritası Örneği (Kaynak: NASA)

Tanım	Kullanım Alanı	Çıktı
Akış Diyagramları ve Ağ Görselleştirmeleri	Mal, hizmet veya bilgi akışının bir ağ üzerinden görselleştirilmesini sağlayan ve aksaklıklar ya da darboğazların tespit edilmesine yardımcı olan yöntemlerdir. Genellikle daha soyut biçimde, akış şemaları veya ağ diyagramları şeklinde sunulur.	Trafik akışı veya hizmet kesintileri gibi sistem içi dinamiklerin görselleştirilmesi için en uygun yöntemdir.

Ağdaki kırılgan bileşenleri, olası arıza etkilerini ve riski azaltmak amacıyla sistemi güçlendirme veya uyarlama yönündeki öncelikli önerilerin gösterildiği bir rapor veya harita.



Şekil 11: Araştırma Alanlarında Afet Bilgi Akışının Görselleştirilmesi (Kaynak: (Kaynak: Ruslanjari ve ark., 2023)

Kullanıcı Perspektifi için Paydaş Görüşlerinden Yararlanma

Dirençli kentsel ulaşım sistemleri, yalnızca teknik bilgi ve veri modelleriyle sağlanamaz. Bu sistemleri günlük hayatlarında kullanan ve özellikle kesintilerden en fazla etkilenen kişilerin görüşleri de büyük öneme taşır. Paydaş katılımı, dirençlilik stratejilerinin kapsayıcı, adil ve sahadaki gerçek deneyimlere dayalı olmasını sağlar.

Politika yapıcılardan dezavantajlı gruplara kadar geniş bir paydaş yelpazesinden alınan geri bildirimler, dirençlilik planlamasını şu açılardan güçlendirir:

- Teknik denetimler yapısal riskleri ortaya koyarken, vatandaşlar başta olmak üzere paydaşlar, yetersiz aydınlatmaya sahip duraklar veya tehlikeli yaya geçitleri gibi daha az görünür sorunlara dair önemli içgörüler sunabilir. Örneğin, gecekondu bölgelerinde yaşayanlar, sel riski taşıyan yollar veya ihmal edilmiş güzergâhlar gibi şehir genelindeki değerlendirmelerde gözden kaçan sorunları gündeme taşıyabilir.

- Kapsayıcı planlama yaklaşımı, güven inşa eder ve vatandaşların hayata geçirilen çözümleri sahiplenmelerini sağlar. Vatandaşlar karar alma süreçlerine dahil edildiğinde, dirençlilik tedbirlerini destekleme ve sürdürülebilirliğini sağlama olasılıkları artar.

- Kırılgan grupların sürece dahil edilmesi, dirençlilik stratejilerinin sistematik eşitsizlikleri ele almasını mümkün kılar. Örneğin, yaşlı bireyler acil durumlarda erişilebilir ulaşım güzergâhlarının gerekliliğini vurgularken, düşük gelirli kullanıcılar uygun fiyatlı ulaşım seçeneklerinin korunmasını talep eder.

Süreçlerin kolaylaştırılması, gereksiz tekrarların önlenmesi ve paydaş katkılarının etkinliğinin artırılması için, tamamen yeni bir sürece başlamaktansa mevcut planlama süreçlerinden elde edilen verilerin kullanılması büyük önem taşır. Özellikle Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planları (SKUP) ya da benzeri hareketlilik ve kentsel gelişim planları bu anlamda başlıca kaynaklar olarak öne çıkar.

Yerel yönetimler, hâlihazırda işleyen paydaş katılım mekanizmalarından, iletişim kanallarından ve kullanıcı geri bildirim sistemlerinden faydalanabilir. Bu kapsamda, diğer planlama süreçleri sırasında düzenlenen istişare toplantıları, belediye çağrı merkezine iletilen geri bildirimler ya da önceki anketler ve topluluk raporlarından edinilen bilgiler değerlendirilebilir. Bu verilerin analiz edilmesiyle belirgin örüntüler, eksiklikler ve daha detaylı inceleme gerektiren alanlar tespit edilebilir.

İlk değerlendirmede kritik veri boşlukları veya detaylı analiz gerektiren konular tespit edilmesi halinde, mevcut verilere ek olarak hedefe yönelik paydaş katılım faaliyetleri düzenlenebilir. Bu kapsamda aşağıdaki çalışmalar dikkate alınabilir:

- **Topluluk Çalıştayları ve Odak Grup Toplantıları:** Belirli riskler ve hizmet eksikliklerine dair nitel veri toplamak amacıyla toplumun çeşitli kesimleriyle çalışmalar yürütülür.

- **Anketler ve Dijital Platformlar:** Mobil uygulamalar, SMS veya toplum merkezleri aracılığıyla anketler düzenlenerek hasarlı altyapı ve hizmet gecikmeleri gibi konularda gerçek zamanlı geri bildirim sağlanır.

Mevcut Durum Değerlendirmesi için Kontrol Listesi

Aşağıdaki kontrol listesinde, Türkiye'deki yerel yönetimlerin kapsamlı bir mevcut durum değerlendirme sürecinde takip etmeleri gereken temel adımlar özetlenmektedir.

Kutu 2: Mevcut Ulaşım Sistemlerinin Durumunu Değerlendirmek İçin Kontrol Listesi2

Ulaşım Sistemlerindeki Kırılganlıkların Tespiti

- **Dış Tehlikeler:** Deprem, sel, orman yangını gibi doğal afetlere karşı kırılganlık düzeyini değerlendirin.
- **İç Verimsizlikler:** Yaşlanan altyapıyı, sistem arızaları ve hizmet kesintilerini gözden geçirin.

Kritik Altyapının Denetimi ve Risk Değerlendirmesi

- **Kritik Varlıkların Denetimi:** Kritik durumlarda hayati öneme sahip yol, köprü, tünel, demiryolu ve ulaşım merkezlerini inceleyin.
- **Tekil Arıza Noktaları:** Yüksek trafik yoğunluğuna sahip güzergâhları ve yapısal olarak dirençsiz altyapıları belirleyin.

Kritik Hizmetlere Acil ve Güvenilir Erişim

- **Erişim Güzergâhları:** İkincil yolları, acil durum şeritlerini ve alternatif güzergâhları inceleyerek öncelikli iyileştirme alanlarını belirleyin.
- **Kritik Hizmetlerin Erişilebilirliği:** Hastane, sığınak ve acil durum müdahale hizmetlerinin ulaşım noktalarına yakınlığını kontrol edin.

Sosyal Kırılganlıklar ve Eşitlik

- **Dezavantajlı Gruplar Üzerindeki Etkiler:** Yaşlılar, engelli bireyler ve düşük gelirli gruplarının ulaşım altyapısı ve hizmetlerine bağımlılık düzeylerini belirleyin.
- **Çeper Bölgeler:** Kent çeperlerinde ulaşım hizmetlerine erişim düzeyini ve izolasyon risklerini değerlendirin.
- **Ekonomik ve Mekânsal Erişilebilirlik:** Toplu taşıma hizmetlerinin ekonomik ve mekânsal erişilebilirliğini değerlendirin.

İletişim Sistemleri ve Ağ Yönetimi

- **Siber Güvenlik Riskleri:** İletişim platformlarındaki güvenlik açıklarını belirleyin.
- **Ağ Dirençliliği:** İletişim ağlarının kapasite, yedeklilik ve hazır bulunma durumunu değerlendirin.

- **Gerçek Zamanlı İletişim:** Kesinti durumlarına ilişkin güncelleme paylaşma kapasitesini inceleyin.
- **Ağlar Arası Bağımlılıklar:** Ulaşım ve enerji sistemleri ile iletişim ağları arasındaki karşılıklı bağımlılıkları analiz edin.

Risk Haritalaması için Veri

- **Altyapı Verileri:** Bakım, kullanım ve hizmet güvenilirliği verilerini inceleyin.
- **Hizmet Verileri:** Kapasite ve talep dalgalanmalarını değerlendirin.
- **Çevresel Veriler:** Sel ve sıcaklık gibi çevresel risklere ilişkin verileri toplayın.
- **Afet Sonrası Veriler:** Geçmiş olayları ve etkilerini takip edin.
- **Sosyal ve Ekonomik Veriler:** Kesintilerin kırılgan gruplar üzerindeki etkilerini değerlendirin.

Paydaş Katılımı

- **Mevcut Görüşler:** Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planları (SKUP) gibi mevcut planlar çerçevesinde paydaşlardan alınan geri bildirimleri değerlendirin.
- **Hedefe Yönelik Katılım:** Eksik veri tespit edilmesi durumunda paydaşlardan ilave görüş alın.

Bu sadeleştirilmiş kontrol listesi, ulaşım sistemindeki mevcut kırılganlıkların ve durumun kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine odaklanmaktadır.

4. Uzun Vadeli Planlama: Dirençli Hareketlilik Planlaması için Stratejik Amaçların Belirlenmesi

Gelecekteki Kesintileri Öngörmek İçin Veri ve Projeksiyonlardan Yararlanılması

Uzun vadeli dirençliliğin sağlanmasında, verilere ve projeksiyonlara dayalı proaktif planlama büyük önem taşır. Ulaşım sistemlerinin yalnızca tepkisel olmakla kalmayıp, olası aksamaları önceden öngörebilecek şekilde dönüşmesi gerekmektedir. Bu sayede, veri ve projeksiyonları kullanan yerel yönetimler, kesintilere karşı hazırlıklı olabilir, altyapı yatırımlarını daha verimli planlayabilir ve belirsizlikler karşısında sistemlerinin dirençliliğini sürdürebilir.

Senaryo Planlaması, Simülasyon ve Modellemeden Yararlanarak Kesintilerin Öngörülmesi

Senaryo planlama araçları, dinamik simülasyonlar ve modelleme yöntemleri, ulaşım sistemlerini etkileyebilecek olası aksaklıkları anlamak ve etkilerini azaltmak açısından temel araçlardır. Bu yöntemler, yerel yönetimlerin potansiyel zorlukları önceden görmelerine, kaynaklarını daha etkin biçimde kullanmalarına ve farklı gelecek senaryolarına dirençli ulaşım ağları tasarlamalarına olanak tanır.

Senaryo planlaması, yerel yönetimlerin çeşitli olası gelecek senaryolarını öngörerek belirsizliklere uyum sağlayabilecek stratejiler geliştirmelerine imkân tanıyan kritik bir yaklaşımdır. Kentsel hareketlilikte dirençlilik planlaması bağlamında özellikle önemlidir; zira öngörülemeyen olay ve eğilimlerin etkilerini sistematik biçimde analiz etme imkânı sunar. Bu sayede yerel yönetimler, farklı senaryoları değerlendirerek stratejik planlarına hem beklenen hem de beklenmeyen değişimlere karşı esneklik kazandırabilirler. Senaryo planlamasının dirençlilik planlamasındaki temel işlevleri şunlardır:

- **Büyük Ölçekli Aksamaların Tanımlanması ve Önceliklendirilmesi:** Senaryo planlama araçları, dinamik simülasyonlar ve modelleme yöntemleri, doğal afetler, teknolojik arızalar ve altyapı çökmeleri gibi ulaşım sistemlerini etkileyebilecek önemli aksaklıkları belirlemek ve etkilerini azaltmak için temel öneme sahip araçlardır. Böylece yerel yönetimler, potansiyel zorlukların olasılığını ve etkilerini önceden tespit eder,

kaynaklarını daha etkin biçimde kullanır ve değişen koşullara dirençli ulaşım ağları oluşturabilir.

- **Dışsal Zorlukların ve Fırsatların Değerlendirilmesi:** İklim değişikliği, mevzuat değişiklikleri, nüfus artışı ve gelişen teknolojiler gibi dışsal faktörler, kentsel hareketliliğin geleceğini derinden etkiler. Senaryo planlaması, bu etkilerin analizine olanak tanıyarak risklerin yönetilmesini ve yenilikçi çözümlerin geliştirilmesini mümkün kılar. Bu sayede mevcut planlardaki eksiklikler ortaya konulabilir ve çeşitli koşullar altında etkili olabilecek stratejiler geliştirilebilir.

- **Önerilen Müdahalelerin Test Edilmesi ve Yatırım Kararlarının Yönlendirilmesi:** Senaryo tabanlı modelleme yöntemleriyle, yerel yönetimler dirençlilik müdahalelerinin etkinliğini kaynakları tahsis etmeden önce değerlendirebilir. Bu süreç, müdahalelerin maliyet etkinliği ve farklı koşullarda sağladığı faydaların değerlendirilmesini sağlar. Böylece uygulanabilirlik ve olası etkiler önceden görülerek istenmeyen sonuçların önüne geçilir.

- **Stratejik Düşünce ve İş Birliğinin Güçlendirilmesi:** Senaryo planlama süreci, sektörler arası iş birliğini ve paydaş katılımını teşvik ederek potansiyel risk ve fırsatlara dair ortak bir anlayışın gelişmesini sağlar. Şehir plancıları, karar vericiler, ulaşım işletmecileri ve toplum temsilcilerinin bir araya geldiği bu süreç, dirençlilik planlamasında daha bütüncül bir yaklaşım sağlar.

Kutu 3: Senaryo Planlaması Türleri3

Üç tür senaryo planlaması vardır:[32]

- **Öngörüye Dayalı Senaryo Planlaması:** Bu tür planlama, demografik büyüme veya kademeli ekonomik değişiklikler gibi görece kesin olan eğilimlerin tahmin edilmesine odaklanır. Ulaşım talebindeki artışları öngörmek ve gelecekte oluşabilecek yoğunluk noktaları ile altyapı üzerindeki baskı alanlarını belirlemek için kullanılır.
- **Normatif Senaryo Planlaması:** Bu yaklaşımda, farklı varsayımlar ve politika tercihleri temelinde çeşitli olası gelecek senaryoları değerlendirilir. Hareketlilikte dirençlilik bağlamında, arazi kullanımı, çevre politikaları veya ekonomik stratejilerin ulaşım sistemleri üzerindeki etkileri analiz edilir.
- **Keşif Odaklı Senaryo Planlaması:** Bu senaryolar, mevcut durumun büyük teknolojik dönüşümler, küresel ekonomik krizler veya aşırı iklim olayları gibi daha öngörülemez aksaklıklara karşı ne ölçüde dirençli olduğunu incelemek amacıyla kullanılır. Bu planlama türü, yerel yönetimlerin beklenmedik gelişmelere hazırlıklı olmalarını sağlar ve altyapı ile ulaşım ağlarının sağlamlığını test eder.

[32] Roadmap to Risk Management for Transportation Planning, FHWA, 2018

Dinamik simülasyon ve modelleme araçları, ulaşım sistemlerinde meydana gelebilecek aksaklıkların potansiyel etkilerini anlamada kritik bir rol oynar. Yerel yönetimler, tarihsel veriler ve gelişmiş algoritmalar kullanarak doğal afetler veya nüfus artışı gibi çeşitli senaryoları canlandıran modeller oluşturabilir. Bu modeller, plancıların artan trafik sıkışıklığından olası sistem arızalarına kadar çeşitli etkileri değerlendirmelerine imkân tanır. Bu araçların dirençlilik planlamasındaki başlıca kullanım alanları şunlardır:

- **Kırılganlıkların Belirlenmesi:** Simülasyon araçları, ulaşım ağlarındaki kritik kırılgan noktaları tespit etmekte etkilidir. Örneğin, deprem senaryolarının simülasyonu, stres altında işlevini yitirme riski taşıyan köprüler veya tüneller gibi zayıf noktaları ortaya çıkarabilir. Bu içgörüler, yerel yönetimlerin bu kritik altyapı unsurlarının güçlendirilmesine öncelik vermelerini sağlar.

- **Büyümeye Yönelik Planlama:** Nüfus artışı ve yolculuk talebindeki değişiklikleri dikkate alan modeller, altyapının hangi alanlarda zorlanabileceğini önceden tahmin etmeye yardımcı olur. Böylece yerel yönetimler toplu taşıma sistemlerinin veya yol ağlarının genişletilmesi gibi gelecekteki kapasite ihtiyaçlarını planlayabilir.

- **Acil Durum Müdahalesinin Geliştirilmesi:** Afetlere özgü simülasyonlar, acil durum müdahale stratejilerinin iyileştirilmesi için değerli içgörüler sunar. Örneğin, tahliye senaryolarının canlandırılması, mevcut tahliye güzergâhlarının beklenen trafik hacmini karşılayıp karşılayamayacağını değerlendirmeye yardımcı olur. Mevcut yolların yetersiz kalması halinde alternatif güzergâhlar veya ek tedbirler belirlenebilir.

Kutu 4: Dirençlilik Planlaması için Öngörüye Dayalı Modeller4

Öngörüye dayalı modeller (öngörüye dayalı analizler), geçmiş veriler ve makine öğrenimi algoritmalarını kullanarak olası aksaklıkları henüz ortaya çıkmadan önce tahmin etmeyi mümkün kılar. Eğilimler ve örüntüler üzerinden risklerin erken aşamada belirlenmesini mümkün kılan bu modeller, yerel yönetimlerin aksaklıkların etkisini önlemek veya hafifletmek için önleyici tedbirler almalarına yardımcı olur.

- **Trafik Akışının Tahmini:** Öngörüye dayalı modeller, geçmiş trafik verileri, yaklaşan etkinlikler ve gerçek zamanlı trafik bilgilerini analiz ederek trafik sıkışıklığını önceden tahmin eder. Bu sayede, trafik yönetimi stratejileri buna göre uyarlanarak sıkışıklık azaltılır ve trafik akışı iyileştirilir.

- **Altyapı Arızasının Tahmini:** Öngörüye dayalı bakım sistemleri, geçmiş veriler ve sensörlerden gelen bilgilerle yol yüzeyi bozulması veya ekipman arızası gibi potansiyel altyapı sorunlarını önceden tahmin etmeyi mümkün kılar. Böylelikle altyapı bileşenlerinin arıza zamanı öngörülerek onarımlar proaktif biçimde planlanabilir ve beklenmedik aksaklıklara bağlı riskler azaltılabilir.

Dirençlilik İçin Akıllı Teknoloji Sistemlerinin Kullanımı

Senaryo planlaması, simülasyon ve modelleme, olası gelecekteki aksaklıklar hakkında kritik öngörüler sağlarken; akıllı teknoloji sistemleri ise gerçek zamanlı veriler ve öngörü yetenekleri sayesinde bu dirençliliği daha da artırır. Bu teknolojilerin kullanımı, yerel yönetimlerin ani risklere daha hızlı ve etkili biçimde müdahale etmelerini ve ulaşım sistemlerini gelecekteki aksaklıkları önleyecek şekilde optimize etmelerini mümkün kılar. Akıllı teknoloji sistemleri, dirençlilik planlamasını optimize etmek amacıyla başlıca şu alanlarda kullanılmaktadır:

Sensörler ve Nesnelerin İnterneti (IoT) cihazlarıyla desteklenen gerçek zamanlı izleme sistemleri, yerel yönetimlere trafik akışları, hava koşulları ve altyapı performansı hakkında güncel bilgiler sunar. Bu sistemler, aksaklıkların meydana gelmeden önce yerel yönetimlerin durumu önceden fark edip müdahale etmelerini ve etkilerini azaltmalarını sağlayan değerli veriler sağlar.

- **Trafik ve Altyapı İzleme:** Gerçek zamanlı trafik izleme, yerel yönetimlerin darboğazları, trafik kazalarını veya altyapı arızalarını anlık olarak tespit etmelerine olanak tanır. Bu sayede, daha fazla trafik sıkışıklığı ve sistem arızası oluşmadan hızlı müdahale imkânı doğar. Köprüler, tüneller ve demiryolu ağları gibi kritik altyapı unsurlarının izlenmesi, bakım gereksinimi veya arıza riski ortaya çıktığında zamanında müdahaleyi mümkün kılar.

- **Hava ve Çevresel İzleme:** Akıllı hava sistemleri, yoğun yağış, sel veya aşırı sıcaklık gibi ulaşım sistemlerini etkileyebilecek olumsuz hava koşulları için erken uyarılar sunar. Bu veriler, yerel yönetimlerin hava kaynaklı aksaklıklara karşı trafik yönlendirmesi yapmalarına veya acil ulaşım hizmetleri için alternatif planları devreye almalarına olanak tanır.

Dijital İkizler, yerel yönetimlere yol ağlarından toplu taşıma sistemlerine kadar tüm ulaşım ekosistemlerinin dinamik bir modelini sunabilir ve bu model öngörüye dayalı analiz ile senaryo testlerinde kullanılabilir. Sensörler, Nesnelerin İnterneti (IoT) cihazları ve diğer kaynaklardan gelen gerçek zamanlı verileri entegre eden bu model, sistem performansını simüle eder ve izler.

1. **Gerçek Zamanlı Simülasyon ve İzleme:** Dijital ikizlere entegre edilen gerçek zamanlı veriler sayesinde, yerel yönetimler ulaşım sistemlerini kesintisiz olarak izleyebilir, olası aksaklıkları simüle edebilir ve proaktif müdahalelerde bulunabilir. Örneğin, dijital ikizler, hava olaylarının, kazaların veya altyapı arızalarının trafik akışı ve yolculuk süreleri üzerindeki etkilerini görselleştirerek aksaklıklar gerçekleşmeden önce önleyici tedbirlerin alınmasını mümkün kılar.

2. **Gelecekteki Koşulların Tahmini:** Dijital ikizlerin öngörüye dayalı analizlerle birlikte kullanılması, yerel yönetimlerin trafik sıkışıklığı veya altyapı arızası gibi gelecekteki olası durumları önceden tahmin ederek zamanında müdahale etmelerine olanak tanır. Böylece, zirve saatler veya özel etkinlikler gibi yüksek talep dönemleri önceden öngörülerek trafik yönetimi stratejileri optimize edilebilir.

3. **Karar Verme Sürecinin Optimizasyonu:** Dijital ikizler, ulaşım sisteminin veri temelli etkileşimli bir modelini sunarak karar alma süreçlerini geliştirir. Yerel yönetimler, trafik yönlendirme veya belirli altyapı onarımlarına öncelik verme gibi farklı dirençlilik stratejilerini gerçek ortamda uygulamadan önce sanal ortamda test ederek kaynakların etkin ve verimli kullanılmasını sağlar.

Ulaşım altyapısı ve hizmetlerinde gelecekte ortaya çıkabilecek aksaklıkları öngörmek ve bunlara karşı hazırlıklı olmak çok boyutlu bir yaklaşımı gerekli kılar. Simülasyon, modelleme ve senaryo planlama teknikleri, yerel yönetimlerin farklı olası gelecek senaryolarını sistematik şekilde inceleyerek ulaşım sistemlerinin dirençliliğini kapsamlı biçimde değerlendirmelerine imkân tanır. Buna ek olarak, gerçek zamanlı izleme sistemleri ve dijital ikiz teknolojileri gibi gelişmiş akıllı teknoloji çözümlerinin kullanımı, yerel yönetimlerin anlık veriler ışığında bilinçli ve proaktif kararlar almalarını sağlar; bu sayede karşılaşılan acil durumlara karşı ulaşım sistemlerinin dirençliliği önemli ölçüde güçlendirilir. Bu yaklaşımlar ve araçlar aracılığıyla elde edilen içgörüler, dirençlilik hedeflerinin belirlenme sürecinde temel referans noktası olarak kullanılır. Böylece en kritik kırılganlıklar ele alınırken, dirençlilik stratejileri de şehrin genel vizyonuyla uyumlu biçimde şekillendirilir.

Açık ve Ölçülebilir Dirençlilik Hedeflerinin Belirlenmesi

Dirençlilik hedeflerinin belirlenmesi, kentsel ulaşım sistemlerinin aksaklıklara dayanıklı, uyum sağlayabilir ve sürdürülebilir ağlara dönüştürülmesinde temel bir adımdır. Vizyon belirlemek sürecin temelini oluştururken, ölçülebilir hedefler ilerlemenin somut şekilde takip edilmesini sağlayacak bir çerçeve sunar. Mevcut durum analizleri, senaryo planlaması, simülasyonlar ve veri odaklı projeksiyonlardan elde edilen içgörülerle şekillenen bu hedefler, dirençlilik çalışmalarının hem güncel zorluklara hem de geleceğe yönelik tahminlere uygun olmasını temin eder. Şehirlerin belirsizliklere karşı hazırlıklı olabilmeleri için, karar alma ve uzun vadeli planlama süreçlerini yönlendirecek net ve uygulanabilir hedeflere sahip olmaları büyük önem taşır.

Vizyonun Stratejiye Dönüştürülmesi: Hedeflenen Geleceğe Ulaşılması

İyi tanımlanmış bir vizyon, dirençlilik hedeflerinin belirlenmesinde kritik bir rol oynar; hem şehrin amaçlarıyla uyumlu stratejik bir yön sunar hem de kırılganlıklarını ele alır. Bu vizyon, yalnızca karar alma süreçlerine rehberlik etmekle kalmaz, aynı zamanda paydaşları dirençli bir kentsel ulaşım sistemi oluşturmak için birlikte çalışma konusunda motive eden bütünleştirici bir çerçeve görevi görür. Vizyon, sürdürülebilir, uyarlanabilir ve aksaklıklara karşı dirençli bir ulaşım ağı kurma amacını özetler.

Kentsel hareketlilikte dirençlilik vizyonu, mevcut zorlukların derinlemesine kavranması ve geleceğe dair belirsizliklerin dikkate alınmasıyla şekillenir. Örneğin, sık sık sel felaketleriyle karşılaşan kentler, su baskınlarına dirençli altyapı ve çoklu ulaşım türlerini önceliklendiren bir ağ oluşturmayı hedefleyebilir. Benzer şekilde, hızlı kentleşme yaşayan bölgeler, artan talebi sürdürülebilirlik ve erişilebilirlikten ödün vermeksizin karşılayabilecek esnek ve ölçeklenebilir sistemler tasarlamayı amaçlar. Etkileyici bir dirençli hareketlilik vizyonu, hizmet ettiği toplumun değerlerini, ihtiyaçlarını ve beklentilerini yansıtmalıdır. Bu nedenle paydaş katılımı çok

önemlidir, zira bu katılım, vizyonun kapsayıcı olmasını ve farklı bakış açılarını yansıtmasını sağlar.

Senaryo planlaması ve simülasyonlar, olası gelecek senaryolarına dair içgörüler sunarak bu vizyonun şekillenmesinde önemli rol oynar. Bu araçlar, yerel yönetimlerin karşılaşabilecekleri zorlukları ve fırsatları önceden görmelerini sağlayarak planlamada reaktif değil, proaktif bir yaklaşım benimsemelerine olanak tanır.

Vizyon oluşturulduktan sonra, bu vizyon belirli dirençlilik hedeflerinin belirlenmesinde yol gösterici ilke haline gelir. Belirlenen hedeflerin uygulanabilir, ölçülebilir ve genel vizyonla uyumlu olması gerekir; böylece dirençlilik süreci etkin bir şekilde yönlendirilebilir. Mevcut durum analizleri ve geleceğe yönelik projeksiyonlar, bu hedeflerin şekillendirilmesinde temel çerçeveyi oluşturur; zira gelecekteki hareketlilik ekosistemini etkileyecek kırılganlıklar ve fırsatlar ancak bu sayede ortaya konulabilir.

- Dirençlilik hedefleri, değerlendirme ve projeksiyon çalışmalarında tespit edilen en kritik kırılganlıklarla uyumlu olmalıdır. Kırılganlıkların önceliklendirilmesi, kaynakların sistem dirençliliği üzerinde en büyük etkiye sahip alanlara etkin biçimde tahsis edilmesini sağlar.

- Kentsel ulaşım sistemleri, teknoloji değişimlerinden beklenmedik çevresel olaylara kadar öngörülemeyen durumlara uyum sağlayabilecek esnekliğe sahip olmalıdır. Dirençlilik hedefleri de bu uyum yeteneğini yansıtacak şekilde belirlenmelidir. Senaryo planlaması, bu belirsizliklere dair içgörüler sunarak yerel yönetimlerin gelişen koşullara yanıt verebilecek hedefler belirlemelerine yardımcı olur. Uzun vadeli uyum kapasitesini desteklemek amacıyla, yerel yönetimler dirençlilik planlamasını daha geniş kentsel planlama çerçevesine entegre etmeli; bu süreçte düzenli değerlendirme, paydaş katılımı ve çevik karar alma mekanizmalarını stratejilerine dahil etmelidir.

- Dirençlilik hedeflerinin gerçek değeri, yalnızca kısa vadeli başarılarla değil, aynı zamanda uzun vadede uyum sağlama ve gelişme kabiliyetiyle ölçülür. Kentler büyüyüp değiştikçe, onları destekleyen dirençlilik stratejilerinin de evrilmesi gerekir. Bu durum ise, sadece kısa vadede ulaşılabilir olmakla kalmayıp, koşullar değiştikçe gelişebilen hedefler belirlemeyi gerekli kılar.

Dirençli kentsel hareketlilik vizyonunu gerçeğe dönüştürmek için, dirençlilik hedeflerinin hedefe yönelik stratejilere dönüştürülmesi gerekir. Bu stratejiler, belirlenen kırılganlıkları etkili şekilde ele almanın yanı sıra uygulanabilir ve pratik olmalı; aynı zamanda yerel yönetimleri gelecekteki fırsatlara hazırlamalıdır. Hareketlilik dirençliliği planlamasında strateji geliştirme sürecinde göz önünde bulundurulması gereken temel ilkeler şunlardır:

- **Veriye Dayalı İçgörüler:** Kentsel hareketlilik eğilimleri, altyapı kırılganlıkları ve ortaya çıkan risklere ilişkin kapsamlı veriler, strateji geliştirme sürecine ışık tutmalıdır.

- **Senaryo Testleri ve Uyarlanabilirlik**: Stratejiler, dijital ikizler veya öngörüye dayalı analizler gibi araçlar kullanılarak farklı senaryolar altında test edilmelidir. Bu sayede

stratejilerin çeşitli koşullarda dayanıklılığı sağlanırken, etkinliği artırılır ve riskler en aza indirilir.

- **Bütünleşik Yaklaşımlar:** Dirençlilik stratejileri, karbon emisyonlarının azaltılması, eşitliğin teşvik edilmesi ve erişilebilirliğin artırılması gibi diğer kentsel hedeflerle uyumlu olmalıdır. Örneğin, aktif hareketlilik türlerinin teşviki yalnızca dirençliliği artırmakla kalmayıp sürdürülebilirlik hedeflerine de katkı sağlar.

- **Esneklik ve Ölçeklenebilirlik:** Stratejiler, beklenmedik değişikliklere uyum sağlayacak kadar esnek olmalı ve kentsel büyüme ile teknolojideki değişimlere yanıt verebilecek ölçekte tasarlanmalıdır.

- **Gelecekteki Fırsatlar İçin Konumlanma:** Dirençlilik stratejileri, yalnızca mevcut riskleri yönetmekle kalmayıp, yeşil altyapı, yeni hareketlilik teknolojileri ve sürdürülebilir uygulamalara geçiş gibi ileriye dönük fırsatları da değerlendirmelidir.

Dirençlilik Hedeflerinin Sürdürülebilirlik ve Kentsel Planlama Çerçevelerine Uyarlanması

Dirençliliğin kentsel ulaşım sistemlerine entegrasyonu, yalnızca gelecekteki aksaklıklar için ayrı ayrı planlama yapmaktan çok daha kapsamlı bir yaklaşımı gerekli kılar. Bu süreçte, dirençlilik hedefleri daha geniş sürdürülebilirlik amaçları ve mevcut kentsel planlama çerçeveleriyle uyumlu hale getirilerek bütünleşik ve kapsamlı bir strateji oluşturulur. Kentler, dirençliliği sürdürülebilirlik, iklim değişikliğine uyum ve kentsel gelişim stratejileriyle bütünleştirerek hem mevcut hem de gelecekteki zorluklara karşı donanımlı hem de ortaya çıkan fırsatları değerlendirebilen ulaşım sistemleri oluşturabilir.

Dirençliliğin Sürdürülebilir Hareketlilik Uygulamalarıyla Entegrasyonu

Dirençli kentsel hareketliliğin temel prensiplerinden biri, sürdürülebilir hareketlilik uygulamalarıyla kesintisiz ve uyumlu bir şekilde bütünleşmesidir. Sürdürülebilir kentsel ulaşım sistemleri, çevresel sürdürülebilirlik, eşitlik ve ekonomik verimliliği ön planda tutarken, beklenmedik zorluklar karşısında da esnek kalacak şekilde tasarlanır. Dirençlilik ve sürdürülebilir hareketlilik uygulamalarının entegrasyonu sayesinde yerel yönetimler, yalnızca mevcut ihtiyaçları karşılamakla kalmaz, aynı zamanda gelecekteki belirsizliklere karşı önceden hazırlıklı ve uyum sağlayabilen ulaşım sistemleri oluşturabilir. Bu süreçte, mevcut hareketlilik uygulamaları sürdürülebilir teknolojilerle desteklenir, tek bir ulaşım türüne olan bağımlılık azaltılır ve çevre dostu, çeşitli ulaşım alternatifleri sunulur.

Örneğin, aktif hareketlilik türlerinin teşvik edilmesi hem karbon emisyonlarının azaltılmasına hem de sistemin dirençliliğinin artırılmasına katkı sağlar. Özel araçlara olan bağımlılığın azaltılması, sadece çevresel etkileri hafifletmekle kalmaz, aynı zamanda ulaşım seçeneklerini çeşitlendirerek bir ulaşım türünde yaşanabilecek aksamalarda hareketliliğin devamlılığını güvence altına alır. Benzer şekilde, toplu taşıma sistemlerinde elektrikli otobüsler veya diğer düşük emisyonlu araçların kullanımı, karbon ayak izini azaltırken, yakıt kıtlığı veya hava kirliliği gibi kriz anlarında toplu taşımanın esnekliğini artırır.

Ayrıca, toplu taşımanın erişilebilirlik ve kapsama alanının genişletilmesi, bireylere birden fazla ulaşım alternatifi sunarak sistemin dirençliliğini güçlendirir. Elektrikli otobüsler, paylaşımlı hareketlilik, bisiklet paylaşımı gibi ulaşım türlerinin çeşitlendirilmesiyle kentler, doğal afetler, sistem aşırı yüklenmeleri veya teknolojik arızalar gibi durumlarda tek bir sistem veya altyapıya olan bağımlılığını azaltarak daha dirençli hale gelir.

Dirençlilik Hedeflerinin Daha Geniş Planlama Çerçevelerine Entegrasyonu

Dirençlilik hedefleri, kentsel hareketlilikte ayrı bir konu olarak değil, birbirine bağlı ve bütünleşik bir planlama sürecinin parçası olarak ele alınmalıdır. Bu uyum, dirençlilik çalışmalarının mevcut stratejilerle tutarlı olmasını ve kentlerin uzun vadeli hedefleriyle örtüşmesini sağlar. Bu entegrasyon için en kritik planlama çerçeveleri arasında iklim değişikliği eylem planları, Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planları (SKUP) ve kentsel gelişim planları yer almaktadır.

Dirençlilik, SKUP kapsamına entegre edildiğinde, yerel yönetimler kentsel hareketliliği sadece çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda ulaşım sistemlerinin esnekliğini artıran bütüncül bir yaklaşımla yönetir. Bu stratejik bütünleşme sayesinde dirençlilik, hareketlilik planlamasında sonradan eklenen bir unsur olmaktan çıkarak temel bir bileşen haline gelir. Aktif hareketlilik ve düşük emisyonlu araçların teşvik edilmesini amaçlayan sürdürülebilirlik projeleri, aynı zamanda dirençliliğin artırılmasında da önemli araçlar olarak kullanılabilir. SKUP'un katılımcı yapısı, dirençlilik planlaması için değerli bir platform sunar; geniş paydaş katılımı, stratejilerin toplumun somut ihtiyaçları ve deneyimleri doğrultusunda şekillenmesini sağlar. Böylece, dirençlilik hedeflerinin SKUP kapsamındaki stratejik amaçlarla uyumlu hale getirilmesi, yerel yönetimlerin hem sürdürülebilir hem de gelecekteki aksaklıklara karşı dirençli ulaşım sistemleri kurmalarını güvence altına alır.

İklim değişikliği, kentsel hareketlilik için önemli riskler barındırdığından, dirençlilik hedefleri hem mevcut hem de gelecekteki iklim etkileri doğrultusunda belirlenmelidir. Bu bağlamda yerel yönetimler, iklim değişikliği eylem planları kapsamında sel veya sıcak hava dalgaları gibi daha sık ve şiddetli yaşanan hava olaylarına uyum sağlamaya yönelik stratejiler geliştirerek dirençliliği entegre edebilirler. Sera gazı emisyonlarının azaltılmasıyla ulaşım sistemlerinin iklim kaynaklı kesintilere direnç gösterme kapasitesinin artırılmasını hedefleyen bu çift yönlü yaklaşım, dirençliliğin iklim stratejilerinin temel unsurlarından biri olmasını sağlar.

Etkili kentsel hareketlilik, arazi kullanımı planlaması ve kentsel gelişimle de yakından ilişkilidir. Dirençliliğin kentsel gelişim planlarına dahil edilmesi, ulaşım sistemlerinin artan nüfus ve kentleşme eğilimlerine uyum sağlamalarını mümkün kılar. Yeni gelişmekte olan mahallelerde ulaşım altyapısına öncelik verilmesi ve hareketlilik çözümlerinin kentsel büyüme dinamikleriyle uyumlu hale getirilmesi, yerel yönetimlerin trafik sıkışıklığı, yetersiz altyapı ve sistemin aşırı yüklenmesi gibi riskleri önceden tahmin edip azaltmalarına olanak tanır. Bu bütünleşik yaklaşım, hem mevcut taleplere hem de gelecekteki kentsel dinamiklere uyum sağlayabilen, dirençli ulaşım ağlarının oluşturulmasını destekler.

Sürekli Uyum

Dirençlilik hedeflerinin mevcut planlarla uyumlu hale getirilmesi, devamlı iş birliği ve düzenli izlemeyi zorunlu kılar. Dirençlilik stratejilerinin düzenli olarak gözden geçirilmesi, kentsel dinamikler ve iklim koşullarındaki değişikliklere paralel olarak etkinliğinin devamlılığını sağlar. Dijital ikizler, öngörüye dayalı analizler ve Nesnelerin İnterneti (IoT) sensörleri gibi gerçek zamanlı izleme sistemlerinin entegrasyonu sayesinde, yerel yönetimler dirençlilik stratejilerinin performansını değerlendirebilir ve ihtiyaç duyulduğunda gerekli ayarlamaları yapabilir. Bu teknolojiler, trafik yoğunluğu, altyapı bozulmaları veya hava koşullarına bağlı aksaklıklar gibi ortaya çıkan risklerin erken tespitini mümkün kılarak sorunlar büyümeden önce proaktif tedbirler alınmasına olanak sağlar.

Bunun yanı sıra, devlet kurumları, ulaştırma uzmanları, şehir plancıları ve sivil toplum kuruluşları gibi çeşitli paydaşların sürece aktif olarak dahil edilmesi, dirençlilik hedeflerinin yerel ihtiyaçlar ve değerlerle uyumlu olmasını temin eder. İş birliğine dayalı planlama ve sürekli geri bildirim mekanizmaları sayesinde yerel yönetimler, dirençlilik stratejilerini sürekli güncelleyerek ulaşım sistemlerinin sadece mevcut zorluklara karşı dirençli olmasını değil, aynı zamanda gelecekteki belirsizliklere de esnek biçimde uyum sağlamasını güvence altına alırlar.

Stratejik Amaçlar Belirlemek için Kontrol Listesi

Aşağıdaki kontrol listesinde, Türkiye'deki yerel yönetimlerin kapsamlı bir hedef belirleme sürecinde izlemeleri gereken temel adımlar özetlenmektedir:

Kutu 5: Stratejik Amaçlar Belirlemek için Kontrol Listesi5

Ulaşım Altyapısı ve Hizmetlerindeki Kesintilerin Önceden Öngörülmesi

- Kesintilerin Tahmini
    - **Senaryo planlaması yöntemini uygulayın:** Başlıca riskleri tespit edip önceliklendirin, iklim değişikliği ve gelişen teknolojiler gibi dışsal zorlukları değerlendirin, dirençlilik müdahalelerinin etkinliğini test edin. Uzun vadede ulaşım sistemlerinin dirençliliğini sağlamak için paydaşlarla iş birliği yapın.
    - Simülasyonlar yapın ve modelleme araçları kullanın: Doğal afetler veya nüfus artışı gibi farklı senaryoları çoğaltarak kesintilerin hareketlilik üzerindeki etkilerini değerlendirin.

- Akıllı Teknoloji Sistemlerinin Kullanılması
    - **Gerçek zamanlı izleme sistemleri:** Sensörler ve Nesnelerin İnterneti (IoT) gibi teknolojilerle mevcut trafik, hava ve altyapı koşullarını tespit edin ve kesintilere hızla müdahale edin.
    - **Dijital ikizler:** Tüm hareketlilik ekosisteminin veri odaklı ve gerçek zamanlı modelini sürekli izleyin. Bu araçları kullanarak gelecekteki koşulları simüle edin, önleyici tedbirler ve stratejiler geliştirin.

Rehber İlkeler Olarak Açık ve Ölçülebilir Dirençlilik Hedeflerinin Esas Alınması

- Belirli Bir Vizyon Ortaya Konulması
    - Vizyonu kılavuz ilke olarak benimseyin ve bu doğrultuda eyleme dönüştürülebilir, ölçülebilir dirençlilik hedefleri belirleyin.
    - Bu hedeflerin temel kırılganlıkları ele almasını ve uzun vadeli uyum ile esnekliği destekleyen daha geniş kentsel stratejilere entegre edilmesini sağlayın.
    - Veriye dayalı hareketlilik trendleri ve riskler doğrultusunda, gelecekteki değişimlere duyarlı, esnek ve ölçeklenebilir stratejiler oluşturun.
    - Potansiyel zorlukların yanı sıra, sürdürülebilirlik hedeflerini destekleyen gelecekteki fırsatları da göz önünde bulundurun.

- Hedeflerin Sürdürülebilirlik Amaçları ve Kentsel Planlama Çerçevesi ile Uyumlaştırılması
    - Dirençlilik stratejilerini sürdürülebilir kentsel hareketlilik uygulamalarına entegre ederek yalnızca mevcut ihtiyaçları karşılamakla kalmayıp aynı zamanda gelecekteki zorlukları da öngören daha sağlam bir hareketlilik planı oluşturun.
    - Dirençlilik stratejilerini, uzun vadeli uygulanabilirliği SKUP, iklim değişikliği eylem planları ve kentsel gelişim planlarıyla uyumlu hale getirin.
    - Olası ayarlamaları öngörebilmek için dirençlilik stratejilerinin performansını sürekli olarak izleyin ve çeşitli paydaşlarla iş birliğini sürdürün.

5. Altyapının Güçlendirilmesi ve Operasyonel Sürekliliğin Sağlanması

Altyapı Dirençliliğinin Beş Temel Hareketlilik Müdahale Alanıyla Güçlendirilmesi

Sürdürülebilir ulaşım sistemleri doğası gereği daha dirençlidir. Çevresel etkilerin azaltılması, ulaşım türlerinde çeşitliliğin teşvik edilmesi ve esnek, insan odaklı ulaşım ağlarının oluşturulması, şoklara karşı dirençli ve uyum yeteneği yüksek sağlam bir altyapı temeli sunar. Sürdürülebilir hareketlilik ilkeleri üzerine inşa edilen bir kent yalnızca daha temiz ve verimli olmakla kalmaz, aynı zamanda iklim olayları, enerji krizleri, altyapı arızaları ya da toplumsal ve ekonomik sarsıntılar gibi kesintilere karşı da daha hazırlıklı olur. Ulaşım alternatiflerinin çeşitlendirilmesi, tek bir ulaşım türüne veya sisteme olan bağımlılığı azaltırken, insan ölçeğinde tasarlanmış ağlar bakım, uyum sağlama ve toparlanma süreçlerini kolaylaştırır. Bu bölümde, kentsel hareketliliğin beş temel müdahale alanı – Aktif Hareketlilik, Toplu Taşıma, Yük Taşımacılığı ve Lojistik, Paylaşımlı Hareketlilik, Yol Alanı ve Erişim – aracılığıyla hem sürdürülebilir hem de dirençli ulaşım sistemlerinin inşasına nasıl katkı sağlandığı incelenmekte; böylece kentlerin belirsizlikler karşısında erişilebilirlik, bağlantısallık ve işlevsellik özelliklerini nasıl koruyabileceği ele alınmaktadır.

Kutu 6: Dirençli Hareketlilik için Yeşil ve Gri Tedbirler6

Kentsel hareketlilikte dirençlilik planlaması, sistemin kesintilere karşı direnme, uyum sağlama ve toparlanma kapasitesine katkıda bulunan, birbirini tamamlayan farklı "yeşil" ve "gri" tedbirlerin dengeli bir bileşimini zorunlu kılar.

Yeşil tedbirler, doğal süreçler ve ekosistemleri kullanarak dirençliliği artıran doğa temelli çözümlerdir. Genellikle çok işlevli, düşük karbon salımlı ve uzun vadede maliyet-etkin çözümler olarak öne çıkar.

Örnekler:

- Isı stresini azaltmak ve hava kalitesini iyileştirmek için yeşil koridorlar ve kentsel ormanlar
- Yağmur suyunu yönetmek amacıyla geçirgen kaplamalar ve yağmur bahçeleri
- Termal konforu artırmak için gölgelikli yaya ve bisiklet yolları
- Altyapı çevresindeki sulak alanların restorasyonu yoluyla sel risklerine karşı sağlanan tampon alanlar

Gri tedbirler ise, ulaşım sistemlerini fiziksel olarak korumak ve aşırı koşullar altında hizmet sürekliliğini sağlamak amacıyla tasarlanmış mühendislik ve altyapı çözümleridir.

Örnekler:

- Sel hasarını önlemek için yükseltilmiş yollar, tüneller ve köprüler
- İklim ve deprem dirençliliği için güçlendirilmiş ulaşım merkezleri ve depo alanları
- Elektrikli ulaşım sistemleri için acil güç kaynakları
- Gerçek zamanlı müdahale ve alternatif güzergâh oluşturmayı mümkün kılan akıllı trafik yönetim sistemleri

Yeşil ve gri tedbirlerin birlikte kullanılması, sağlam, uyum sağlayabilen ve sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin oluşturulmasını destekler. Bu hibrit çözümler, yalnızca katmanlı koruma sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kentsel yaşam kalitesini ve çevresel sürdürülebilirliği de artırır.

Aktif Hareketlilik: İnsan Odaklı Hareketliliğin Dirençlilik ve Sürdürülebilirlikteki Rolü

Aktif hareketlilik, yürümeyi ve bisiklet kullanımını kapsayan, düşük çevresel etkiye sahip ulaşım seçeneklerinin ötesinde bir yaklaşımı temsil eder. Yürümek ve bisiklete binmek sıfır karbon emisyonu üretir, enerji ve malzeme tüketimini asgari düzeyde tutar; ayrıca hava kirliliğini azaltıp fiziksel aktiviteyi teşvik ederek halk sağlığının iyileşmesine katkıda bulunur. Yürümeyi ve bisiklet kullanımını önceliklendiren kentler, özel motorlu araçlara olan bağımlılığı azaltarak hem işletme kaynaklı karbon emisyonlarını hem de uzun vadeli altyapı ihtiyaçlarını önemli ölçüde düşürür.

Sürdürülebilirlikten Dirençliliğe

Bununla birlikte dirençlilik, daha derin bir anlam taşır: Aktif hareketlilik türleri merkezi enerji şebekelerine veya yakıt kaynaklarına bağlı değildir, yüksek teknoloji gerektirmez, elektrikli ya da dijital sistemlere veya karmaşık makinelere ihtiyaç duymaz ve değişen koşullara hızla uyum sağlar; kesinti durumunda güzergâhlar ve hareket akışları anında değiştirilebilir. Akaryakıt krizi veya deprem gibi acil durumlarda, özellikle yoğun ve plansız bölgelerde yürümek ve bisiklete binmek genellikle tek ulaşım seçeneği haline gelir.

Bu dirençlilik, yürüme ve bisikletin sunduğu çeşitli avantajlarla güçlenir. Yürüme ve bisiklet, ulaşım sisteminde yedekleme görevi görerek toplu taşımanın devre dışı kaldığı veya yolların kapandığı durumlarda güvenilir alternatifler olarak öne çıkar. Ayrıca, insanların hizmetlere erişimini, sosyal bağlarını sürdürmelerini ve özgürce hareket etmelerini mümkün kılarak psikolojik ve sosyal dirençliliği destekler. Bu durum, özellikle diğer ulaşım seçeneklerine sınırlı erişimi olan kırılgan gruplar için büyük önem taşır. Aynı zamanda ekonomik esneklik sağlar;

zorluk veya toparlanma dönemlerinde diğer ulaşım türleri pahalı ya da güvenilmez hale gelse bile, yürüme ve bisiklet uygun maliyetli ve erişilebilir seçenekler olarak varlığını sürdürür.

Dirençli Aktif Hareketlilik Tasarımı

Aktif hareketliliğin dirençlilik stratejisi olarak tam potansiyelini gerçekleştirebilmesi için altyapının yalnızca ayrılmış bisiklet şeritleri veya estetik düzenlemelerle sınırlı kalmayıp, kapsamlı ve bütüncül şekilde geliştirilmesi gerekir. Bu amaçla, aşağıdaki unsurları içeren bütüncül bir yaklaşım benimsenmelidir:

- **Entegre Ağ Planlaması:** Başlangıç ve varış noktaları arasındaki koridorlar, kesintisiz, güvenli ve kolay anlaşılır bir aktif hareketlilik altyapısıyla birbirine bağlanmalıdır. Kavşaklar yeniden tasarlanmalı; alt geçitler, yeşil ulaşım koridorları ve motorsuz kullanıcıları önceliklendiren köprüler planlanmalıdır.
- **Koruma ve Güvenlik:** Fiziksel olarak ayrılmış bisiklet yolları, geniş ve gölgelikli kaldırımlar, hız sakinleştirme bölgeleri ve düşük hızlı mahalleler, kullanıcıların kırılganlığını azaltır ve güvenli kullanım hissini artırır.
- **Yıl Boyu Erişilebilirlik:** Altyapı, uygun yüzey kaplamaları, drenaj sistemleri ve düzenli bakım uygulamalarıyla ısı, su baskını, buzlanma ve rüzgâr gibi iklim koşullarına karşı dirençli şekilde tasarlanmalıdır.
- **Erişimde Eşitlik:** Yatırımlar yalnızca merkezi bölgelere değil, yeterince hizmet alamayan topluluklara da yöneltilmeli; cinsiyet, yaş ve engellilik durumu gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Okullar, hastaneler ve pazar yerleri çevresindeki kamusal alanlar yayalar ve bisiklet kullanıcıları için erişilebilir olmalıdır.
- **Politika ve Teşvik Çerçeveleri:** Yürüme ve bisikletli ulaşım, ulaşım ve iklim değişikliği stratejilerine entegre edilmeli; bisiklet alım destekleri, bakım kuponları ve eğitim programları gibi teşvikler sunulmalı; aşırı özel araç kullanımı ise imar düzenlemeleri ve vergilendirme politikalarıyla kontrol altına alınmalıdır.

Kutu 7: Vaka Çalışması – COVID-19 Sürecinde "Plan Vélo" ve Taktiksel Müdahaleler7

Paris, Fransa – "Plan Vélo" ve COVID-19 Sürecindeki Taktiksel Müdahaleler

Son yıllarda Paris Belediyesi, "Plan Vélo" stratejisi kapsamında tamamen bisiklet dostu bir kent yaratma hedefiyle bisiklet altyapısını hızlı ve kapsamlı şekilde geliştirmiştir. COVID-19 sürecinde uygulanan kapanmalar sırasında Belediye, 50 kilometreyi aşan acil durum bisiklet yolu ("coronapistes") inşa etmiştir. Bu yollar, çift yönlü ve motorlu araç trafiğinden fiziksel olarak ayrılmış şekilde tasarlanarak bisiklet kullanıcıları için güvenlik ve konforu artırmıştır. Geçici düzenlemelerin başarısı ve popülaritesinin fark edilmesiyle Belediye, coronapistes yollarını kalıcı hale getirerek "Paris 100% Cyclable" planının daha geniş ağ yapısına entegre etmiştir. Bu kapsamda, 2026 yılına kadar 180 kilometreden fazla yeni, güvenli ve birbirine bağlı bisiklet rotası inşa edilmesi öngörülmektedir. Söz konusu müdahaleler, özellikle toplu taşıma kapasitesinin mesafe kuralları nedeniyle kısıtlandığı dönemlerde bisiklet kullanımının hareketliliği korumadaki stratejik önemini açıkça ortaya koymuştur. Ayrıca Belediye, bisiklet teşvikleri, bisiklet tamir desteği ve bilgilendirme kampanyaları aracılığıyla bu uygulamaları desteklemiştir. Sonuç olarak Paris, güvenli, erişilebilir ve uygun maliyetli hareketliliği mümkün kılarak aktif hareketlilik altyapısının hem kriz anlarında müdahale aracı hem de iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir çözüm olduğunu kanıtlamıştır.[33]

Toplu Taşıma: Sürdürülebilir Hareketliliğin Omurgası ve Sistemik Dirençliliğin Temeli

Toplu taşıma sistemleri; otobüsler, demiryolları, tramvaylar, metrolar ile Hızlı Otobüs Taşımacılığı (BRT) ve teleferik gibi yeni ulaşım türlerini kapsar ve sürdürülebilir kentsel hareketliliğin belkemiğini oluşturur. Bu sistemler, etkin planlama, adil hizmet dağılımı ve çevresel optimizasyon sağlandığında, emisyonların, trafik sıkışıklığının ve özel araçlara olan bağımlılığın azaltılmasında önemli rol oynar.

Sürdürülebilir toplu taşıma hizmetleri, kişi başına düşen karbon emisyonlarının azaltılmasını ve özel araç kullanımının toplu taşımaya kaymasını sağlar. Ayrıca, kentlerin kompakt ve yoğun gelişimini destekleyerek gereksiz arazi kullanımını sınırlar ve özel araç sahibi olmayanların erişimini artırır. Filoların elektrikli araçlarla yenilenmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımlar bu çevresel faydaları daha da pekiştirir.

Sosyal sürdürülebilirlik de aynı derecede önemlidir: Uygun maliyetli ve kapsayıcı toplu taşıma hizmetleri, dezavantajlı grupların eğitim, istihdam ve sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırır. Bu yaklaşım, mekânsal eşitliği destekler ve sosyal entegrasyonu güçlendirerek adil ve sürdürülebilir kentsel kalkınmanın temelini oluşturur.

[33] Cycling Through Covid-19 Paris

Ağ Tabanlı Sistemler ve Mod Yedekliliği Yoluyla Dirençlilik

Toplu taşıma, yüksek kapasiteli, kolektif ve modüler yapısıyla özel otomobil kullanımına kıyasla şehirlerin kentsel dirençliliğini artıran temel bir unsurdur. Çok modlu bağlantılara sahip, çeşitlendirilmiş bir toplu taşıma ağı; sistemin herhangi bir bölümünde aksama yaşansa dahi hareketliliğin sürmesine olanak tanır.

Dağıtılmış kapasite, toplu taşıma söz konusu olduğunda temel dirençlilik mekanizmaları arasında yer alır; çok modlu ve çeşitli güzergâhlar içeren ağlar, kriz anlarında talebi etkin şekilde yeniden yönlendirerek – örneğin raylı sistem yolcularını otobüse aktararak – hizmet sürekliliğinin sağlanmasına katkıda bulunur. Gerçek zamanlı veri entegrasyonu, dijital izleme ve dinamik yönlendirme gibi teknolojiler sayesinde sistemin acil durumlara veya aşırı yüklenmelere hızlı ve etkili şekilde yanıt verme kapasitesi artar. Dirençli altyapı tasarımı da bu noktada büyük önem taşır; yükseltilmiş veya su geçirmez istasyonlar, tünel koruması ve ısıya dayanıklı raylar gibi özellikler, fiziksel varlıkların iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı korunmasını sağlar. Ayrıca, iyi hazırlanmış kriz protokolleri, işletmeci şirketlerin hizmet sürekliliğini sağlamalarına veya önemli yolculukları önceliklendirmek üzere yeniden yönlendirme planları ve yedek araçların devreye alınmasını öngören acil durum planlarını uygulamalarına imkân tanır.

Dirençli Toplu Taşıma Tasarımı

Toplu taşımayı bir dirençlilik stratejisi olarak en etkin biçimde kullanabilmek için, altyapının yalnızca ayrılmış yollar veya noktasal iyileştirmelerle sınırlı kalmayıp, kapsamlı ve bütüncül şekilde geliştirilmesi gerekir. Bu amaçla, aşağıdaki unsurları içeren bütüncül bir yaklaşım benimsenmelidir:

- **Kentsel Yoğunluk:** Kentsel yayılımın sınırlandırılması, altyapının doğal afetlere maruz kalma riskini azaltır.
- **Kurumsal Hazırlık:** İşletmeciler, yerel yönetimler ve merkezi ulaştırma otoriteleri arasında etkin koordinasyon, hızlı ve birleşik müdahaleler için kritik önem taşır.
- **Modlar Arası Merkezler:** Bisiklet tesisleri, paylaşımlı hareketlilik ve lojistik teslim noktalarının bir arada konumlandırılması, ulaşım sisteminin esnekliğini artırır.
- **Elektrifikasyon ve Enerji Yedekliliği:** Elektrikli veya hibrit araç filolarına geçiş ile yedek enerji kaynaklarının kullanımı, karbon emisyonlarının azaltılmasını ve enerji krizlerinin etkin biçimde yönetilmesini sağlar. Elektrikle çalışan toplu taşıma sistemleri, hizmet sürekliliğinden ödün vermeksizin sıfır emisyon hedeflerine katkı sunar.
- **Temel Hizmetlerin Devamlılığı:** Sağlık çalışanları, acil durum müdahale ekipleri ve düşük gelirli yolcuların kriz anlarında hareketliliği kesintisiz şekilde sağlanır.
- **Bakım Dirençliliği:** Öngörüye dayalı ve durum bazlı bakım uygulamaları ani arızaları azaltır ve varlıkların ömrünü uzatır.

- **Uyarlanabilir Sefer Planlaması:** Talebe dayalı esnek planlama ve yoğunluk yönetimi uygulamaları, sıcak hava dalgaları, sel ve pandemi gibi kriz dönemlerinde güvenilir hizmet sunulmasını mümkün kılar.

- **Kapsayıcı Ücretlendirme** Politikaları: Düşük gelirli grupların ulaşım hizmetlerine erişiminin güvence altına alınması, en kırılgan kesimlerin dirençliliğini güçlendirir.

Kutu 8: Vaka Çalışması: Güçlü Toplu Taşıma – Bir Sosyal Dirençlilik Aracı8

Seul, Güney Kore – Sosyal Dirençlilik için Güçlü Toplu Taşıma

Güney Kore'nin başkenti Seul, sağlam ve sosyal açıdan dirençli toplu taşıma sistemiyle örnek teşkil etmektedir. Seul Belediyesi, elektrikli araçlar ve hidrojen yakıt hücreli otobüsleri toplu taşıma filosuna dahil ederek emisyonların azaltılmasında kayda değer ilerlemeler kaydetmiştir. Bu çevre dostu araçlar, akıllı kart verileri ve yapay zekâ kullanılarak geliştirilen uyarlanabilir sefer planlama sistemiyle hizmet verimliliğini artıran kapsamlı bir akıllı hareketlilik projesinin önemli bir parçasıdır. Böylece karbon emisyonları azalırken, hizmet kalitesi de belirgin şekilde iyileştirilmektedir.[34]

Ayrıca Seul Belediyesi, toplu taşıma hizmetlerinin güvenilirliği artırmak ve halkın güvenini pekiştirmek amacıyla yolculara gerçek zamanlı bilgi sunan takip uygulamalarını devreye almıştır. Bu uygulamalar sayesinde toplu taşıma sistemi ile kullanıcılar arasındaki iletişim önemli ölçüde güçlenmiştir. Buna ek olarak, bazı mahallelerde talebe dayalı toplu ulaşım hizmetleri hayata geçirilmiş; böylece güzergâhlar anlık yolcu taleplerine göre dinamik olarak düzenlenebilir hale gelmiştir. Bu yaklaşım, yaşlanan ve azalan nüfusun yanı sıra otobüs seferlerindeki azalma ile bekleme sürelerindeki artışın, ulaşım hizmetlerini talebe yanıt vermekte yetersiz bıraktığı bölgeler için etkili bir çözüm sağlamaktadır.[35]

[34] Real-Time Urban Data Service For 113 Major Sites In Seoul

[35] Demand Responsive Transit (DRT)

Paylaşımlı Hareketlilik: Esnek, Kaynak Verimli ve Kesinti Sonrası İyileştirmeye Uygun

Paylaşımlı hareketlilik; araç paylaşımı, bisiklet paylaşımı, elektrikli skuter sistemleri ve araç çağırma platformlarını kapsayan, bireysel araç sahipliğinden uzaklaşmayı amaçlayan köklü bir paradigma değişimini temsil eder. Kent içi ulaşımı mülkiyet unsuru olmaktan çıkarıp bir hizmet olarak yeniden tanımlayarak modern şehirlerin gereksinim duyduğu esneklik, modülerlik ve dijital entegrasyonu sağlar.

Genellikle yenilik veya kolaylık bağlamında ele alınsa da, paylaşımlı hareketlilik sürdürülebilirlik ve dirençlilik açısından da önemli bir potansiyele sahiptir. Temelde, daha kaynak verimli bir kentsel çevrenin teşvik edilmesini sağlar. Doğru biçimde düzenlenip kapsamlı ulaşım sistemiyle entegre edildiğinde, özel araç sahipliği ve kullanımını önemli ölçüde azaltarak değerli kentsel alanların açığa çıkmasına ve emisyonların düşürülmesine katkıda bulunur. Ayrıca, elektrikli araçlara geçişin paylaşımlı filolarda özel araçlara kıyasla daha hızlı gerçekleşmesi, iklim hedeflerine ulaşma sürecini hızlandırır. Bir Hizmet Olarak Hareketlilik (MaaS) platformları aracılığıyla paylaşımlı hareketlilik; toplu taşıma, bisiklet ve yaya altyapısıyla giderek daha fazla entegre edilmekte ve böylece kullanıcılarına özel araç bağımlılığından uzak, kesintisiz ve çok modlu bir yolculuk deneyimi sunmaktadır. Otopark talebinin azalmasıyla birlikte yerel yönetimler, bu alanları yeşil altyapı, bisiklet yolları ve kamusal donatılar için geri kazanabilir; bu da daha yaşanabilir ve dirençli kentsel alanların oluşmasına katkı sağlar.

Esneklik ve Dijital Altyapı Yoluyla Dirençlilik

Paylaşımlı hareketliliği kentsel dirençlilik açısından benzersiz kılan unsur, sahip olduğu esneklik ve hızlı tepki verme kapasitesidir. Sabit altyapıların aksine, paylaşımlı filolar ve dijital platformlar, kriz anlarında değişen taleplere hızlıca uyum sağlayacak şekilde ölçeklendirilebilir, yeniden programlanabilir veya farklı bölgelere yönlendirilebilir. Örneğin, paylaşımlı bisikletler ve skuterler, altyapı kesintileri ya da hizmet aksamalarının yarattığı boşlukları doldurmak için gerçek zamanlı veriler aracılığıyla dinamik şekilde yeniden konumlandırılabilir. Otobüs ya da trenlerin aşırı kalabalık olduğu veya hizmet dışı kaldığı sistem arızaları ya da acil durumlarda paylaşımlı hareketlilik, hayati bir yedek çözüm olarak öne çıkar. Bu hızlı uyum kabiliyeti, dijital platformlar aracılığıyla daha da güçlendirilir; yerel yönetimlerin kullanıcılarla doğrudan iletişim kurmalarına, uyarılar göndermelerine ve insan hareketliliğini gerçek zamanlı olarak yönlendirmelerine imkân tanır. Bu hizmetler aracılığıyla elde edilen veriler, kullanım örüntülerini ortaya koyarak kırılgan noktaların belirlenmesine, altyapı yatırımlarının planlanmasına ve hedefe yönelik iyileştirme çalışmalarının desteklenmesine katkı sağlar. Paylaşımlı araçlar, aynı zamanda acil lojistik veya tıbbi taşımacılık gibi görevler için de hızla seferber edilebilir ve böylece çok amaçlı bir kaynak işlevi görür. Paylaşımlı hareketlilik aynı zamanda davranışsal esnekliği teşvik eder; kent sakinlerini sabit altyapılara olan bağımlılığı azaltan, uyarlanabilir ve çok modlu yolculuk alışkanlıkları geliştirmeye yönlendirerek genel kentsel dirençliliğin artmasını sağlar.

Dirençli Paylaşımlı Hareketlilik Tasarımı

Paylaşımlı hareketliliğin dirençliliğe anlamlı bir katkı sağlaması için, yerel yönetimlerin pasif bir düzenleyici rolden çıkarak platform sağlayıcılarla stratejik ortaklıklar kurmaları gerekir. Bu kapsamda yapılması gerekenler şunlardır:

- **Veri Paylaşım Anlaşmaları:** Yerel yönetimlerin, planlama ve acil durum müdahalelerinde kullanmak üzere anonimleştirilmiş yolculuk ve kullanım verilerine erişimi olmalıdır.

- **Lisanslama ve Eşitlik Gereksinimleri:** Paylaşımlı hareketlilik işletmecileri, sadece kent merkezleriyle sınırlı kalmayıp çevre bölgeler ve dezavantajlı alanlara da hizmet sunmalı ve kapsayıcı fiyatlandırma modelleri uygulamalıdır.

- **Platformlar Arası Uyumluluk:** Toplu taşıma biletleme ve gerçek zamanlı bilgi sistemleriyle entegrasyonu mümkün kılan açık standartlar teşvik edilmelidir.

- **Acil Durum Protokolleri:** Paylaşımlı hareketlilik, kent genelindeki dirençlilik ve süreklilik planlarına entegre edilmeli; örneğin, temel hizmet çalışanlarına araçlara öncelikli erişim imkânı sağlanmalıdır.

Kutu 9: Vaka Çalışması: Esnek ve Hızlı Tepki Verebilen Bir Ulaşım Sistemi için Paylaşımlı Hareketlilik9

Amsterdam, Hollanda: Esnek ve Hızlı Tepki Verebilen Bir Ulaşım Sistemi için Paylaşımlı Hareketlilik

Uzun süredir aktif hareketlilik kültürüyle tanınan Amsterdam, paylaşımlı hareketlilik çözümleri aracılığıyla daha esnek ve bağlantılı bir kentsel ulaşım ekosistemi geliştirmeye odaklanmaktadır. Şehirde, simgesel bisiklet paylaşım sistemi OV-fiets'in yanı sıra, Felyx gibi paylaşımlı elektrikli motosikletler ile MyWheels ve Greenwheels gibi araç paylaşım hizmetleri de giderek yaygınlaşmaktadır. Bu seçenekler, kent sakinlerine ve ziyaretçilere özel araç sahipliğine alternatif, talep odaklı ve kolay erişilebilir ulaşım imkânları sunarak yoğun kentsel alanlarda sürdürülebilirliği ve verimliliği desteklemektedir.[36]

Amsterdam, bu paylaşımlı hareketlilik seçeneklerini toplu taşıma ağıyla dijital platformlar ve uygulamalar üzerinden entegre ederek kullanıcıların çok modlu yolculuklarını gerçek zamanlı olarak planlamalarına ve ödemelerini kolayca gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca, dijital izleme sistemleri, GPS tabanlı coğrafi sanal çit teknolojisi ve yolculuk verisi takibi gibi yenilikçi araçlar, park düzeninin sağlanmasına, araçların rastgele bırakılmasının önlenmesine ve sorumlu kullanımın teşvik edilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu bütünleşik yapı, hem kullanıcı deneyimini iyileştirmekte hem de şehir genelindeki hareketliliği optimize ederek Amsterdam'ı paylaşımlı hareketliliğin bir kentin sürdürülebilirliğini ve dirençliliğini artırmadaki en başarılı örneklerden biri haline getirmektedir.[37]

[36] Amsterdam Traffic and Transport- Shared Mobility
[37] Amsterdam-Shared Mobility

Urban Logistics: Decarbonising Deliveries and Safeguarding Urban Supply Chains

Sürdürülebilirlik ilkelerinin temel alındığı bir kentsel lojistik yaklaşımı, yalnızca ekolojik ayak izini azaltmakla kalmaz; aynı zamanda sistemin dirençliliğine de artırarak şok ve stres anlarında temel ürün akışının kesintisiz devam etmesini sağlar.

Geleneksel lojistik modelleri, büyük ölçüde dizel yakıtlı kamyonlara ve parçalı teslimat ağlarına dayandığından, uzun yıllardır kentlerde hava kirliliği, sera gazı emisyonları, trafik sıkışıklığı ve gürültü kirliliğinin başlıca nedenlerinden biri olmuştur. Buna karşın, sürdürülebilir kentsel lojistik yenilikçi stratejilerle bu olumsuz etkileri tersine çevirmeyi amaçlamaktadır. Bu stratejilerin başında ise filo karbonsuzlaştırması gelmektedir: Bu kapsamda elektrikli teslimat araçları ve kargo bisikletleri hızla yaygınlaşmakta, düşük emisyon bölgesi uygulamaları kademeli olarak devreye alınmaktadır. Ayrıca, kentsel konsolidasyon merkezleri gibi konsolidasyon yöntemleri, teslimatların tek bir noktada toplanmasını sağlayarak araçların kat ettiği mesafeyi azaltmakta ve trafik yoğunluğunu hafifletmektedir. Buna ek olarak, akıllı güzergâh planlama ve zamanlama sistemleri sayesinde yolculuk mesafeleri kısaltılarak yoğun güzergâhlardan kaçınılmakta, böylece lojistik operasyonlarının verimliliği artırılmaktadır. Teslimatların yoğun olmayan saatlere veya geceye kaydırılması, gündüz trafik yoğunluğunu azaltırken enerji verimliliğini de artırmaktadır.

İsveç'i gerçekten farklı kılan ise, bu sistemlerin dijitalleşme yoluyla etkin şekilde optimize edilmesidir. Gerçek zamanlı GPS takibi, Nesnelerin İnterneti (IoT) entegrasyonu ve akıllı güzergâh yazılımları sayesinde lojistik sağlayıcıları, trafik durumu, talep değişimleri ve çevresel faktörlere göre teslimat güzergâhlarını dinamik biçimde ayarlayabilmektedir. Göteborg'da kullanılan SMOOvit gibi platformlar ise, çoklu hizmet sağlayıcılarının iş birliğini olanaklı kılarak paylaşılan veriler yardımıyla teslimatların birleştirilmesini, mikro-merkez operasyonlarının yönetilmesini ve etkin bir son kilometre dağıtımını mümkün hale getirmektedir. Ayrıca bu çabalar, daha geniş akıllı kent platformlarına entegre edilerek şehir plancılarına kentsel yük taşımacılığı bölgelerini düzenleme ve erişim kontrollerini daha etkin biçimde yönetme imkânı sunmaktadır.

Sürdürülebilir Kentsel Lojistik ve Dirençlilik

Sürdürülebilir kentsel lojistik, kent içinde yük taşımacılığı faaliyetlerini daha esnek, dağıtık ve çevresel etkisi düşük sistemlerle gerçekleştirerek şehirlerin dirençliliğine önemli katkı sağlar. Büyük ve merkezi depolardan yerel mikro merkezlere geçiş yapılması ve elektrikli minibüsler ile kargo bisikletleri gibi düşük emisyonlu araçların entegrasyonu sayesinde, kentler kırılgan altyapıya olan bağımlılıklarını azaltır ve kriz anlarında temel tedarik zincirlerinin devamını sağlayacak yedek sistemler oluşturur. Gerçek zamanlı takip, akıllı güzergâh belirleme ve talep tahmini gibi dijital araçlar, lojistik sağlayıcıların aksamalara hızlıca yanıt vermelerine, teslimatları yeniden yönlendirmelerine ve kritik ürünleri önceliklendirmelerine olanak sağlar. Ayrıca, sürdürülebilir lojistik faaliyetleri emisyonları ve trafik sıkışıklığını azaltarak hava kalitesini ve halk sağlığını iyileştirir; bu da toplumların şoklara karşı dirençliliğini ve toparlanma kapasitesini güçlendirir. Tüm bu uygulamalar, yalnızca hizmet sürekliliğini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kentsel tedarik zincirlerinin uzun vadede dirençli ve çevresel değişimlere uyum sağlayabilen bir yapıya kavuşmasını temin eder.

Dirençli Kentsel Lojistik Tasarımı

Kentsel lojistikte dirençlilik, özellikle gıda, ilaç ve acil malzemeler gibi temel ürünlerin hareketinin kesintisiz sürdürülmesi ya da aksama durumunda hızla yeniden sağlanması anlamına gelir.

Dikkate alınması gereken başlıca dirençlilik unsurları şunlardır:

- **Dağıtık Depolama:** Mahalle ölçeğinde kurulan mikro merkezler, yerel tedarik noktaları oluşturarak tek bir merkezi depoya olan bağımlılığı azaltır.

- **Mod Çeşitlendirmesi:** Elektrikli minibüsler, kargo bisikletleri ve mümkünse deniz yolu taşımacılığı gibi farklı taşıma yöntemlerinin birlikte kullanılması, yol kapanmaları gibi durumlarda teslimatların devamlılığını sağlar.

- **Kritik Ürünlerin Önceliklendirilmesi:** Kriz anlarında tıbbi malzeme ve gıda gibi hayati öneme sahip ürünlerin teslimatını önceliklendiren algoritmalar ve protokoller devreye girer.

- **Dijital Görünürlük:** Gerçek zamanlı takip sistemleri sayesinde gecikmeler, tedarik şokları veya altyapı arızaları hızlıca tespit edilip müdahale edilir.
- **Yasal Esneklik:** Acil durumlarda farklı teslimat saatlerine izin veren geçici düzenlemelerle operasyonel uyum artırılır.
- **Yük Taşımacılığına Yönelik Bölgeleme ve Yükleme/Boşaltma Politikaları: B**elirlenmiş yükleme bölgeleri, dinamik kaldırım yönetimi ve düşük emisyonlu taşıma alanları aracılığıyla lojistik akış iyileştirilir, kesintiler en aza indirilir.
- **Kamu-Özel Sektör Koordinasyonu:** Lojistik hizmet sağlayıcıları, acil durum planlaması, altyapı tasarımı ve senaryo test süreçlerine aktif olarak dahil edilir.
- **Kentsel Yük Verisi Paylaşımı:** Talep tahmini ve güzergâh optimizasyonunu geliştirmek amacıyla platformlar, yerel yönetimler ve işletmeler arasında gönüllü veya düzenlemeye dayalı veri paylaşımı teşvik edilir.
- **Ulaşım Koridorlarındaki Kırılganlığın Azaltılması:** Daha küçük ve dağıtık filolar ile yerel merkezler kullanılarak yoğun ya da hasar görmüş ulaşım koridorlarındaki baskı hafifletilir.

Kutu 10: Vaka Çalışması: Dirençli Kentsel Lojistik Sistemi10

İsveç – Dirençli Kentsel Lojistik Sistemi

İsveç, kargo bisikletleri, dağıtık depolama ve ileri dijital teknolojileri bir araya getirerek akıllı ve sürdürülebilir kentsel lojistiğin öncüsü olarak öne çıkmaktadır. Stockholm, Göteborg ve Malmö gibi şehirler, malların merkezi terminallerden yerel mikro-merkezlere teslim edildiği yenilikçi modelleri benimsemektedir. Bu mikro-merkezler genellikle otopark gibi yeniden işlevlendirilmiş alanlarda konumlandırılmakta ve buradan sonraki teslimatlar elektrikli kargo bisikletleriyle gerçekleştirilmektedir. Bu sayede, emisyonlar önemli ölçüde azaltılmakta ve kent içi trafik sıkışıklığı hafifletilmektedir.[38]

İsveç'i gerçekten farklı kılan ise, bu sistemlerin dijitalleşme yoluyla etkin şekilde optimize edilmesidir. Gerçek zamanlı GPS takibi, Nesnelerin İnterneti (IoT) entegrasyonu ve akıllı güzergâh yazılımları sayesinde lojistik sağlayıcıları, trafik durumu, talep değişimleri ve çevresel faktörlere göre teslimat güzergâhlarını dinamik biçimde ayarlayabilmektedir. Göteborg'da kullanılan SMOOvit gibi platformlar ise, çoklu hizmet sağlayıcılarının iş birliğini olanaklı kılarak paylaşılan veriler yardımıyla teslimatların birleştirilmesini, mikro-merkez operasyonlarının yönetilmesini ve etkin bir son kilometre dağıtımını mümkün hale getirmektedir. Ayrıca bu çabalar, daha geniş akıllı kent platformlarına entegre edilerek şehir plancılarına kentsel yük taşımacılığı bölgelerini düzenleme ve erişim kontrollerini daha etkin biçimde yönetme imkânı sunmaktadır.[39]

[38] Velove Sweden-Flexible and Efficient Last Mile Delivery

[39] Systems for Sustainable Urban Goods Transports

Alan ve Erişim (Kentsel Alanlar ve Trafik Yönetimi): Mekânsal Adalet ve Uyarlanabilir Hareketlilik Yönetimi Yoluyla Dirençli Şehirlerin Tasarlanması

Kentlerde en sınırlı ve en çok tartışmaya konu olan kaynak alandır. Kentsel alanın hareket, dinlenme, ticaret veya doğa için nasıl tahsis edilip yönetildiği, hem hareketliliğin sürdürülebilirliğini hem de kentsel sistemlerin dirençliliğini belirler. Trafik yönetimi ve erişim politikaları ise kimlerin nerede ve nasıl hareket edebileceğini düzenleyen; emisyonlar, toplumsal eşitlik ve kentin stres koşullarına uyum kapasitesi üzerinde doğrudan etkili önemli araçlardır.

Bu bileşen, hareketliliğin hem fiziksel hem de düzenleyici boyutlarını kapsar: caddeler, kaldırımlar, kavşaklar, yeşil koridorlar, otopark alanları, yaya bölgeleri ve bunlara ilişkin kurallar. Aynı zamanda aktif hareketlilik, toplu taşıma, lojistik ve paylaşımlı hareketlilik gibi tüm sistemlerin işleyişinin temel katmanını oluşturur.

Yürüme, bisiklet ve toplu taşıma gibi sürdürülebilir ulaşım türlerine öncelik verilmesi, düşük karbonlu hareketliliği desteklemenin yanı sıra daha yaşanabilir ve kapsayıcı şehirlerin oluşmasına katkı sağlar. Kentsel alanın otomobillerden alınarak yeniden tahsis edilmesi ise sürdürülebilirlik açısından hem hızlı hem de kapsamlı faydalar sunar. Yollardaki araç sayısındaki düşüş, emisyonların ve trafik sıkışıklığının azalmasını sağlarken, hava kalitesinin de iyileşmesine katkı sağlar. Geniş kaldırımlar, korunaklı bisiklet yolları ve otobüs öncelikli koridorlar gibi sürdürülebilir ulaşımı teşvik eden altyapılar, insanların ulaşım tercihlerinde değişiklik yapmasına imkân vererek bu seçenekleri daha cazip, erişilebilir ve güvenli kılar. Mekânın yeniden tahsisi aynı zamanda iklim değişikliğine uyum çabalarını da destekler. Isı tutan asfalt yüzeylerin ağaçlar, yeşil altyapı ve su geçirgen yüzeylerle değiştirilmesi, kentsel ısı adası etkisini azaltır. Öte yandan, dezavantajlı topluluklar ve engelli bireyler için erişimi önceliklendiren politikalar, kentsel hareketliliğin adil olmasını sağlar. Sıkışıklık ücretlendirmesi, düşük emisyon bölgeleri ve araç erişim kısıtlamaları gibi uygulamalar ise mekânsal yönetimi çevresel hedeflerle uyumlu hale getirir. Ayrıca, bu uygulamalardan elde edilen gelirler sürdürülebilir ulaşım sistemlerine yeniden yatırım yapılmasını mümkün kılar.

Esnek Tasarım ve Kontrollü Akış Yoluyla Dirençlilik

Kentsel alanların sürdürülebilir hareketlilik için yeniden düzenlenmesi, yalnızca çevresel ve sosyal ilerlemeyi teşvik etmekle kalmaz; aynı zamanda kentin krizlere karşı direnme ve uyum sağlama kapasitesini de güçlendirir. Daha temiz hava, daha sessiz sokaklar ve aktif hareketlilik fırsatları sunan sağlıklı çevreler hem ani şoklara hem de uzun vadeli baskılara karşı daha hazırlıklı, güçlü ve dirençli toplumların oluşmasına zemin hazırlar. Araçlardan ziyade insan odaklı tasarlanmış caddeler daha güvenli bir ortam sunar, acil servislerin üzerindeki yükü hafifletir ve halk sağlığını destekleyen günlük fiziksel aktiviteyi teşvik eder. Yürünebilir, karma kullanımlı mahalleler merkezi ulaşım sistemlerine olan bağımlılığı azaltır; böylece sakinler, aşırı hava koşulları, yakıt sıkıntısı veya altyapı kesintileri gibi durumlarda bile temel hizmetlere erişimlerini sürdürülebilir. Ayrıca, erişilebilir ve kapsayıcı kamusal alanlar sivil yaşamı, sosyal etkileşimi ve karşılıklı desteği teşvik ederek toplumsal uyumu güçlendirir. Tüm bu unsurlar, kolektif dirençliliğin vazgeçilmez yapı taşlarıdır.

Kriz anlarında, trafik sıkışıklığı ücretlendirmesi, düşük emisyon bölgeleri ve araç erişim kısıtlamaları gibi düzenleyici araçlar, talebi yönetmek, trafiği yeniden yönlendirmek veya hassas bölgeleri korumak amacıyla esnek şekilde uyarlanabilir veya kapsamı genişletilebilir. Böylelikle araç kullanımı azaltılıp trafik yoğunluğu hafifletilirken, acil durumlarda trafik sıkışıklığının önüne geçilerek kritik hizmetlerin ve acil müdahale araçlarının kesintisiz hareket etmesi sağlanır.

Dirençli Kentsel Alan ve Erişim Tasarımı

Bu bağlamda dirençlilik, kentin iklimsel, sosyal veya teknolojik açıdan değişen koşullara hızlı yanıt verebilmesi, etkili şekilde toparlanması ve yapısal olarak uyum sağlaması için kentsel alanların tasarlanması ve yönetilmesi anlamına gelir.

Göz önünde bulundurulması gereken başlıca dirençlilik stratejileri şunlardır:

- **İmar ve Ulaşım Planlarının Uyumlaştırılması:** Ulaşım planlamasının, uzun yolculukların azaltılması ve kentsel yayılmasının önlenmesi amacıyla arazi kullanımıyla uyumlu şekilde yapılması sağlanır.

- **Performansa Dayalı Düzenlemeler:** Statik kurallardan bağlama göre gelişen, sonuç odaklı ve esnek çerçevelere geçiş yapılır.

- **Dinamik Trafik Yönetim Sistemleri:** Gerçek zamanlı izleme, uyarlanabilir trafik sinyalleri ve yapay zekâ destekli trafik akış optimizasyonu sayesinde acil durumlarda veya altyapı arızalarında trafik yeniden yönlendirilir.

- **Acil Durumlarda Erişim Kontrolü:** Afetler veya kamu sağlığı krizleri sırasında belirli alanlara erişimin sınırlandırılması ve acil servislerin hareket önceliğinin sağlanması hayati önem taşır.

- **Taktiksel Şehircilik ve Modüler Sokak Düzenlemeleri:** Geçici bisiklet yolları ve yaya dinlenme alanları gibi hızlıca kurulup yeniden düzenlenebilen kamusal alan altyapıları, kriz anlarında hızlı uyum sağlanmasına imkân verir.

- **Çok İşlevli Sokak Tasarımları:** Pazar, ulaşım ve rekreasyon gibi birden çok işlevi bir arada barındıran sokak tasarımları, kentin kamusal alanlarını değişen ihtiyaçlara göre yeniden şekillendirme kapasitesini artırır.

Kutu 11: Vaka Çalışması: Kentsel Alanların Tahsisi11

Moskova, Rusya – Kentsel Alan Tahsisi

Moskova Belediyesi, C40 Yeşil ve Sağlıklı Sokaklar Bildirgesi'ne olan bağlılığı doğrultusunda, kentsel alanını daha yeşil ve sağlıklı bir çevreye dönüştürmek için aktif çalışmalar yürütmektedir. Bu girişim, emisyonların azaltılmasını, kamusal alanların iyileştirilmesini ve sürdürülebilir hareketliliğin teşvik edilmesini hedeflemektedir.[40]

Şehrin ulaşım planlaması, daha geniş kentsel kalkınma politikalarıyla koordineli şekilde yürütülmektedir. Örneğin, şehrin Genel Planı ile çeşitli sektör programları, konut, altyapı ve ulaşım alanlarında uyumlu bir gelişme sağlamak üzere birlikte koordine edilmektedir. Bu bütünleşik yaklaşım, çok işlevli mahallelerin oluşturulmasını ve yeşil alanların geliştirilmesini kolaylaştırırken, şehrin sürdürülebilirlik hedefleriyle de uyum içinde ilerlemesini sağlamaktadır.[41]

Ulaşım Hizmetlerinde Operasyonel Dirençliliğin İnşası

Doğal afetler, altyapı sorunları ve dijital kesintiler gibi aksamalara rağmen, kentsel ulaşım sistemlerinde sürekliliğin ve güvenilirliğin sağlanması hayati önem taşır. Operasyonel dirençlilik, ulaşım hizmetlerinin hem öngörülebilir hem de beklenmedik durumlarda işlevsel, hızlı yanıt veren ve kapsayıcı kalması anlamına gelir. Bu dirençlilik, sağlam acil durum planlaması, güçlendirilmiş veri ekosistemleri ve değişen ihtiyaçlara uyum sağlayabilen esnek hizmet modellerinin bir araya getirilmesiyle mümkün olur.

Süreklilik İçin Planlama: Ulaşım Hizmetlerinde Acil Durum Hazırlığı

Dirençlilik, proaktif hazırlıkla başlar. Ulaşım sistemlerinin şoklara karşı dirençli olması ve özellikle savunmasız gruplara kesintisiz hizmet sunabilmesi için kapsamlı acil durum ve tedbir planlarının oluşturulması gerekir.

- **Hizmetlerin Sürekliliği:** Acil durum müdahale planlarında, temel ulaşım hizmetlerinin nasıl sürdürüleceği veya yeniden sağlanacağı açıkça tanımlanmalıdır. Buna, araç güzergâhlarının değiştirilmesi, yedek filoların devreye alınması ya da toplu taşımanın aksaması halinde yürüyüş, bisiklet ve paylaşımlı hareketlilik gibi alternatif ulaşım seçeneklerine yönlendirme gibi tedbirler dahildir.

- **Paydaş Forumları ve Danışma Kurulları:** Ulaşım işletmecileri, sivil toplum kuruluşları, engelli temsilcileri ve mahalle sakinleri gibi farklı tarafların bir araya gelmesi, kapsayıcı risk analizleri ve ortak planlama yapılmasını mümkün kılar. Bu forumlar, farklı

[40] Moscow Green And Healthy Streets Declaration

[41] Spatial Planning Urban Development in Russia, Moscow Metropolitan Area

ihtiyaçların yanıt stratejilerine dahil edilmesini sağlayarak eşitlik ve kamu güvenini güçlendirir.

- **Halkla İletişim:** Kriz anlarında şeffaf, zamanında ve etkili iletişim hayati öneme taşır. Bu süreçte, birçok kanaldan yapılan uyarılar, anlık güncellemeler ve kullanıcı dostu bilgi platformları sayesinde insanlar arasında kafa karışıklığı azalır ve güvenli seyahat kararları almaları teşvik edilir.

- **Entegre Komuta ve Kontrol Sistemleri:** Ulaşım işletmecileri, acil durum hizmet sağlayıcıları ve yerel yönetimler arasında gerçek zamanlı koordinasyon, hızlı müdahale ve önleyici tedbirlerin etkin biçimde uygulanmasını sağlar. Hava durumu, trafik ve operasyon verilerini bir araya getiren entegre dijital platformlar ise durum farkındalığını artırır ve müdahale hızını geliştirir.

Afet Direncini Güçlendirmek için Veri Sistemlerinin Güçlendirilmesi

Veriler, yalnızca riskleri belirlemeye yardımcı olmakla kalmaz; aynı zamanda hem acil müdahalelere hem de uzun vadeli politika düzenlemelerine yön verir. Örneğin, öngörüye dayalı iklim verilerinin imar yönetmeliklerine entegre edilmesi, yüksek riskli bölgelerde yapılaşmanın önlenmesini sağlayabilir. Verileri etkin biçimde kullanan yerel yönetimler, tehditleri daha doğru öngörebilir, uyarlanabilir politikalar geliştirebilir ve koordineli müdahaleler planlayabilir.

- **Güçlü Bir Afet Verisi Altyapısının Kurulması:** AFAD gibi yetkili kurumlarca yönetilecek merkezi bir ulusal veri havuzunun oluşturulması, kritik veri setlerinin korunması açısından hayati önem taşır. Bu sayede, özellikle afet anlarında şehir bazlı veri kaynaklarının zarar görmesi durumunda veri sürekliliği sağlanır. Böyle bir havuz, ulaşım ve altyapıya ilişkin hayati bilgilerin muhafazasını sağlayarak ihtiyaç anında hızlı ve etkili müdahale yapılmasına olanak verir.

- **Ulusal Afet Bilgi Ağının Geliştirilmesi:** Tüm ilgili paydaşlara gerçek zamanlı ve doğru afet verileri sunan bir Ulusal Afet Bilgi Ağı, müdahale sürelerini kısaltır ve karar alma süreçlerini belirgin ölçüde iyileştirir. Bu ağ, ulaşım ve hareketlilik sistemlerinin durumu da dahil olmak üzere kritik bilgilerin acil durum müdahale ekipleri, yerel yönetimler ve vatandaşlar tarafından kolayca erişilebilir olmasını sağlayarak kriz anlarında koordinasyonu güçlendirir.

- **İş Birliği ve Veri Paylaşımının Teşvik Edilmesi:** Merkezi ve yerel yönetimler, merkezi kurumlar ve diğer ilgili kuruluşlar arasında afet verilerinin kesintisiz paylaşımını sağlayacak platformlar ve protokollerin hayata geçirilmesi, tüm paydaşların en güncel bilgilere dayanarak hareket etmelerini güvence altına alır. Ulaşım, şehir planlama, çevre ve acil durum yönetimi gibi farklı alanlardan toplanan veri setlerinin bir araya getirilmesi, risklerin doğru önceliklendirilmesini ve dirençlilik konusunda bütüncül bir yaklaşım benimsenmesini mümkün kılar.

- **Yerel Yönetimlerin Veri Güncelleme Sorumluluklarının Artırılması:** Yol, altyapı ve konut stokuna ilişkin güncel envanterlerin tutulması sorumluluğunun yerel yönetimlere

verilmesi büyük önem taşır. Bu verilerin düzenli olarak merkezi veri havuzuna iletilmesi, afetlere hazırlık ve müdahale kapasitesini güçlendirir. Yerel düzeyde veri yönetimi, risklerin doğru önceliklendirilmesini ve dirençlilik konusunda bütüncül bir yaklaşım benimsenmesini sağlar.

- **Veri Görselleştirme Panoları:** Sensörler, hava durumu istasyonları ve ulaşım sistemleri gibi farklı kaynaklardan elde edilen veriler; ulaşım, şehir planlama, çevre ve acil durum yönetimi gibi alanları kapsayan etkileşimli ve gerçek zamanlı panolar aracılığıyla entegre edilip görselleştirilmelidir. Bu panolar, ortaya çıkan riskleri izlemek ve bunlara yanıt vermek için dinamik bir yöntem sunar.

Uyarlanabilir Hareketlilik Hizmetleri Sunmak: Talebe Dayalı ve Çok Modlu Çözümler

Dirençlilik, yalnızca acil durum planlarıyla sınırlı kalmayıp ulaşım sistemlerinin günlük tasarım süreçlerine de entegre edilir. Esnek, kullanıcı odaklı ve teknoloji destekli hizmetler, beklenmedik koşullara ve değişen hareketlilik örüntülerine daha etkin yanıt verebilir.

- **Talebe Dayalı Ulaşım:** Talebe dayalı ulaşım modelleri, araç çağırma ve mikro transit gibi hizmetlerle gerçek zamanlı talebe göre dinamik güzergâh planlaması ve araçların esnek yönlendirilmesini mümkün kılar. Bu modeller, hizmet kesintileri sırasında veya sabit hatlı toplu taşımayla yeterince hizmet sunulamayan bölgelerde özel bir önem taşır.

- **Çok Modlu Entegrasyon:** Yürüme, bisiklet, paylaşımlı mikro hareketlilik ve toplu taşıma gibi farklı ulaşım türleri arasında kullanıcıların kolayca geçiş yapabilmesi, ulaşım sisteminde yedekleme mekanizması oluşturur. Bir ulaşım türünde aksama yaşandığında, diğerleri geçerli alternatifler olarak devreye girer.

- **Dijital Platformlar ve Bir Hizmet Olarak Hareketlilik (MaaS):** Dirençli sistemlerin temelinde, kullanıcılara gerçek zamanlı bilgi, yolculuk planlama ve çoklu hizmetlere tek bir arayüzden erişim sağlayan dijital araçlar yer alır. Bu platformlar, kullanıcıların bilinçli kararlar almalarına ve kesintilere karşı yolculuk alışkanlıklarını uyarlamalarına olanak tanır.

- **Mahalle Temelli Hareketlilik Seçenekleri:** Mahalle grupları tarafından işletilen servisler veya bisiklet paylaşım uygulamaları, büyük ölçekli ulaşım hizmetlerinin geçici olarak aksadığı durumlarda önemli bir destek sunar.

Altyapıyı Güçlendirmek ve Operasyonel Sürekliliğini Sağlamak için Kontrol Listesi

Aşağıdaki kontrol listesinde, bu bölümde açıklanan stratejilerin başarılı bir şekilde uygulanması ve ulaşım sistemlerinde operasyonel dirençliliğin artırılması amacıyla, hareketliliğin beş temel müdahale alanı doğrultusunda yol gösterici adımlar sunulmaktadır.

Kutu 12: Altyapıyı Güçlendirmek ve Operasyonel Sürekliliğini Sağlamak için Kontrol Listesi12

Hareketliliğe İlişkin Beş Temel Müdahale Alanının Güçlendirilmesi

Aktif , yapıcılarla etkili koordinasyon sağlayın.

- Esnek bir ulaşım sistemi için modlar arası aktarma merkezlerini aynı yerde konumlandırın.
- İşletme istikrarından ödün vermeksizin net sıfır hedeflerine ulaşmak için yedek güç kaynaklı elektrikli veya hibrit araçlara geçiş yapın.
- Kriz zamanlarında zorunlu seyahat edenlerin hareketliliğini güvence altına alın.
- Ani arızaları en aza indirmek ve varlık ömrünü uzatmak için dirençli bakım süreçleri yürütün.
- Stres koşullarında güvenilir ulaşım hizmetleri için uyarlanabilir zaman çizelgeleri oluşturun.
- Kapsayıcı toplu taşıma için makul bir ücretlendirme politikası izleyin.

Esnek ve Dijitalleşmiş Paylaşımlı Hareketlilik Tasarımı

- Paylaşımlı hareketlilik araçlarını yeniden konumlandırmak, dağıtmak ve farklı amaçlarla değerlendirmek üzere uygun dijital platformlar oluşturun.
- Zorunlu veri paylaşım anlaşmaları, kapsayıcı lisanslama ve platformlar arası uyumluluk ile paylaşımlı hareketlilik hizmeti sunan sağlayıcılarla stratejik ortaklıklar kurun ve dirençlilik planlarını şehir politikalarıyla entegre edin.

Uyarlanabilir, Merkeziyetçi Olmayan ve Düşük Etkili Kentsel Lojistik Sistemlerine Geçiş

- Depolama alanlarını mahallelere dağıtın.
- Araç türlerini çeşitlendirin.
- Kritik malların teslimatını önceliklendirin.
- Gerçek zamanlı takip sistemleri kurun.
- Esnek teslimat düzenlemeleri için geçici izinler verin.
- Yükleme ve nakliye alanlarının düşük emisyon hedefleri, pratiklik ve uyarlanabilirlik kriterleri içermesini sağlayın.
- Lojistik hizmet sağlayıcılarını dirençlilik planlama süreçlerine dahil edin.
- Kentsel yük taşımacılığı verileri arasında uyumluluğu teşvik edin.
- Ana güzergâhlar üzerindeki baskıyı azaltın.

Hızlı Yanıt Verebilen, Etkili Şekilde Toparlanabilen ve Yapısal Olarak Uyum Sağlayabilen Dirençli Kentsel Hareketlilik Alanlarının Yeniden Tahsisi

- Ulaşım planlamasını kentsel gelişim planlarına entegre edin.
- Sonuç odaklı düzenleme sistemlerine geçiş yapın.
- Dinamik trafik yönetim sistemleri aracılığıyla trafiği yönlendirin.

- Yerel yönetimlerin, acil durumlarda trafiği kontrol etmelerine imkân tanıyın.
- Planlama araçları olarak taktiksel kentleşme ve modüler sokak tasarımlarını kullanın.
- Çok işlevli sokak tasarımları geliştirin.

Kesintiler Sırasında Kentsel Ulaşım Sistemlerinde Operasyonel Dirençlilik ve Sürekliliğin Sağlanması

- Acil Durum Koşullarına Hazırlık
    - Acil durum hareketlilik planlarıyla hizmet sürekliliğini sağlayın.
    - Kapsayıcı risk analizi ve ortak planlama için ulaşım işletmecileri, sivil toplum kuruluşları ve toplumun farklı kesimlerinden temsilcilerin birlikte çalışacakları paydaş forumları oluşturun.
    - Zamanında ve şeffaf güncellemelerle, kolay erişilebilir bilgiler sunarak çok kanallı açık ve net iletişim sağlayın.
    - İşletmeciler ile yetkili kurumlar arasında gerçek zamanlı koordinasyon sağlamak için entegre komuta sistemleri devreye alın.
- Veri Sistemlerinin Güçlendirilmesi
    - Kesintiler sırasında kritik veri setlerini korumak üzere merkezi bir afet veri altyapısı kurun ve yetkili kurumlarca yönetin.
    - Gerçek zamanlı ve doğru veri sağlamak amacıyla bir Ulusal Afet Bilgi Ağı geliştirin.
    - Ulusal, yerel ve diğer ilgili kurumlar arasında afet verilerinin kesintisiz paylaşımını mümkün kılan platformlar ve protokoller aracılığıyla iş birliğini teşvik edin.
    - Altyapı envanterlerinin güncel tutulmasından yerel yönetimleri sorumlu tutun.
    - Dinamik risk takibi ve müdahaleye destek olmak amacıyla çeşitli kaynaklardan gelen verileri bütünleştiren ve görselleştiren gerçek zamanlı veri panellerini devreye alın.
- Esnek, Kullanıcı Odaklı ve Teknolojik Olarak Desteklenen Ulaşım Hizmetlerinin Sunulması
    - Kesintiler sırasında veya hizmetin yetersiz olduğu bölgelerde dinamik güzergâh planlaması ve esnek araç yönlendirmesine olanak tanıyacak talebe dayalı ulaşım hizmetlerini devreye alın.
    - Farklı ulaşım türleri arasında kesintisiz geçişlere imkân tanıyan çok modlu entegrasyonu sağlayın ve alternatif ulaşım seçeneklerinin her zaman erişilebilir olmasını temin edin.
    - Gerçek zamanlı bilgilendirme, yolculuk planlama ve çoklu hizmetlere tek bir arayüz üzerinden erişim imkânı sunan dijital platformlar ve Bir Hizmet Olarak Hareketlilik (MaaS) çözümleriyle kullanıcıların hızlıca uyum sağlamalarını destekleyin.
    - Ana ulaşım hizmetleri devre dışı kaldığında yedek işlev gören, yerel inisiyatifler tarafından işletilen hareketlilik seçeneklerini teşvik edin.

6. Öğrenme ve Uyarlama: Dirençlilik Çabalarının İzlenmesi ve Değerlendirilmesi

Dirençli kentsel ulaşım sistemleri için yalnızca sağlam altyapı tasarımları yapmak veya aksaklıklara karşı planlama yapmak yeterli değildir; aynı zamanda sürekli düşünme, öğrenme ve iyileştirme süreçlerinin işletilmesi gerekir. Bu bağlamda, değerlendirme süreci, paydaşların hangi uygulamaların başarılı olduğunu, hangilerinin yetersiz kaldığını ve bunun nedenlerini anlamalarında merkezi bir rol oynar.

İzleme sürecinde verilerin sürekli toplanması değerlendirmenin önemli bir girdisi olmakla birlikte, bu bölümde değerlendirme; dirençlilik girişimlerinin hem sonuçlarını hem de uygulama süreçlerini stratejik bir bakış açısıyla ele alan kapsamlı bir süreç olarak vurgulanmaktadır. Değerlendirme, kanıta dayalı karar alma süreçlerini yönlendirir, zayıf noktaları tespit eder ve gerçek dünyadaki aksaklıklardan çıkarılan derslerin kayıt altına alınarak uyarlanabilir yönetimin gelişimine katkı sağlar.

Dirençlilik Planlamasında Değerlendirmenin Önemi

Değerlendirme, müdahalelerin sistematik ve düzenli olarak incelenmesi olup, belirlenen hedeflere ulaşılıp ulaşılmadığını ve müdahalelerin toplumlar, sistemler ile çevre üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlar. Dirençlilik bağlamında ise değerlendirme yalnızca sonuçları değil, aynı zamanda stres altındaki sistemlerin nasıl işlediğini, ne derece uyum sağladığını, yanıt verdiğini ve toparlandığını anlamaya odaklanır.

Özellikle iki temel değerlendirme türü önem taşır:

- **Etki Değerlendirmesi:** Bir proje veya politikanın yol açtığı uzun vadeli etkiler ve sistemsel değişiklikler incelenir. Şu sorulara yanıt aranır: Müdahale, ulaşım sisteminin dirençliliğini artırdı mı? Dolaylı faydalar veya beklenmeyen sonuçlar nelerdir?

- **Süreç Değerlendirmesi:** Bu değerlendirme türü, müdahalenin nasıl uygulandığını inceler. Belirsizlik, koordinasyon ve uyumun hayati önem taşıdığı dirençlilik planlamasında süreç değerlendirmesi; operasyonel zorlukları, paydaş rollerini ve planlarla uyumu belirlemede kritik bir rol oynar. Özellikle karmaşık kentsel ortamlarda öğrenme sürecinin yakalanması için vazgeçilmezdir.

Her iki değerlendirme türü birbirini tamamlar: Etki değerlendirmesi neyin değiştiğini gösterirken, süreç değerlendirmesi bu değişikliklerin nasıl ve neden gerçekleştiğini ya da gerçekleşmediğini açıklar.

Uyarlanabilir Dirençlilikte Değerlendirmenin Rolü

Dirençlilik planlamasında değerlendirmenin önemi, uyarlanabilir öğrenmeye yaptığı katkıdan ileri gelir. Geçmişte yaşanan aksamalara verilen tepkiler ve uygulama deneyimleri analiz edilir; bu sayede hareketlilik stratejileri ve kurumsal uygulamalar, değişen risklere karşı etkili kalacak şekilde yerel yönetimler tarafından güncellenir.

Değerlendirme, aşağıdaki konularda yardımcı olur:

- Sistem zayıflıklarını ve müdahaledeki eksiklikleri belirlemek
- Kurumsal ve altyapısal toparlanma örüntülerini ölçmek
- Paydaşlar arasındaki koordinasyonu geliştirmek
- Geleceğe hazırlık ve planlama kalitesini artırmak

Bu yaklaşım, her aksamanın öğrenme, uyum sağlama ve daha güçlü sistemler inşa etme fırsatına dönüştüğü sürekli gelişim döngüsünü destekler.

Değerlendirme Yöntemleri ve Araçları

Etkili dirençlilik değerlendirmesinde, kentsel ulaşım sistemlerinin karmaşıklığına uygun olarak nitel ve nicel yöntemler dengeli bir şekilde bir arada kullanılır. Bu yöntemler, hem süreç hem de etki hakkında ayrıntılı ve kapsamlı bir anlayış sağlar. Yaygın olarak başvurulan yaklaşımlar şunlardır:

- **Program ve Süreç İncelemeleri:** Faaliyetlerin, bütçelerin ve zaman çizelgelerinin dirençlilik hedefleriyle uyumlu olup olmadığı değerlendirilir.
- **Paydaş Çalıştayları ve Değerlendirme Oturumları:** Uygulama süreçleri, kurumsal koordinasyon ve saha gerçeklerine ilişkin deneyimsel görüşler toplanır.
- **Denetimler ve Uzman Değerlendirmeleri:** Etkililik, uyum ve maliyet etkinliği konularında bağımsız değerlendirmeler sunulur.
- **Anketler ve Mülakâtlar:** Hizmet kalitesi, müdahalelerin etkinliği ve erişilebilirlik hakkında etkilenen kesimlerin ve paydaşların görüşleri alınır.
- **Senaryo Tabanlı Değerlendirmeler:** Mevcut sistemlerin ve planların dirençliliğini test etmek üzere gelecekteki olası şoklar simüle edilir.

- **CBS ve Mekânsal Analiz:** Coğrafi alanlarda risklere maruz kalma durumu, altyapının yayılımı ve hizmetlerin adil dağıtımı incelenir.

İzlemenin Değerlendirmeyi Desteklemedeki Rolü

Bu bölüm değerlendirmeye odaklansa da, izlemenin destekleyici rolünün önemi göz ardı edilmemelidir. İzleme, belirlenmiş göstergeler ve kıstaslar doğrultusunda düzenli veri toplama sürecidir. Bu süreç, değerlendirme için sağlam bir veri temeli sağlar; eğilim analizlerinin yapılmasına, sorunların erken tespitine ve ilerlemenin izlenmesine imkân tanır.

Aksaklıklar sırasında ve sonrasında performansın izlenmesi

- Gerçek zamanlı karar alma süreçlerinin desteklenmesi
- Süreç Değerlendirmesi ile müdahalenin nasıl uygulandığını, karşılaşılan zorlukları, paydaşların rollerini ve planlarla uyumu değerlendirin.
- Süreç Değerlendirmesi ile müdahalenin nasıl uygulandığını, karşılaşılan zorlukları, paydaşların rollerini ve planlarla uyumu değerlendirin.

Aşağıdaki kontrol listesi, sürekli izleme ve değerlendirme yoluyla dirençlilik planlamasının nasıl etkili bir şekilde uygulanabileceğine dair yol göstermektedir.

Tablo 7: Hareketlilikte Dirençlilik Çabalarının İzlenmesi İçin Kullanılabilecek Göstergeler Listesi7

Kategori	Veri Adı	Tanım	Gösterge(ler)	Ölçüt / Ölçüm Yöntemi	Ölçüm Sıklığı	Hedef Örnekleri
Altyapı Bakımı ve İzleme	Altyapı Durumu	Ana ulaşım altyapısının ve bakım faaliyetlerinin durumu	• Kötü veya kritik durumda olan altyapıların oranı (%)	Denetim raporları, tamir gecikme oranı, ortalama tamir süresi	Aylık veya Üç Aylık	Kesinti sürelerini en aza indirmek; riskleri zamanında tespit etmek
	Kaynak Kullanılabilirliği	Bakım ve acil müdahaleler için kaynakların mevcudiyeti	• Kritik kaynakların mevcudiyet oranı (%)	Envanter seviyeleri, personel durumu, araç-gereç durumu	Aylık veya Üç Aylık	Yüksek acil durum hazırlığını sağlamak

Kategori	Veri Adı	Tanım	Gösterge(ler)	Ölçüt / Ölçüm Yöntemi	Ölçüm Sıklığı	Hedef Örnekleri
Ağ ve Sistem Dirençliliği	Kritik Ağ Kırılganlığı	Ana ulaşım koridorlarının sel ve deprem gibi afetlere karşı kırılganlığı	• Yüksek riskli ağ bölümlerinin oranı (%) • Koridor risk sınıflandırması	CBS tabanlı risk haritalaması, koridor bazında kırılganlık puanı	Yıllık	Kritik bölümleri belirlemek ve önceliklendirmek
	Hizmet Güvenilirliği	Ulaşım hizmetlerinin güvenilirliği ve istikrarı	• Zamanında varışların oranı (%) • Hizmet kesintisi oranı	Gerçek zamanlı operasyon verileri, gecikme kayıtları, iptaller	Aylık veya Üç Aylık	Hizmet sürekliliğini artırmak ve arızaları azaltmak
Hizmet Kapasitesi ve Talep	Kullanım Oranı	Farklı ulaşım sistemlerinin kullanım oranı	• Ortalama araç doluluk oranı • Ulaşım türü başına yolcu-kilometre	Yolcu sayımları, sensör verileri, bilet/akıllı kart verileri	Aylık veya Üç Aylık	Talep ve kapasiteyi dengelemek; aşırı kalabalığı önlemek
Çevresel ve İklimsel Dirençlilik	Hava Durumu ve Aşırı Hava Olayları	Ulaşım sistemi üzerindeki iklim kaynaklı etkiler	• Hava kaynaklı kesintilerin sayısı • Kesinti süreleri	İklim olay kayıtları, kesinti raporları, acil durum kayıtları	Yıllık	İklim risklerini öngörmek ve hazırlıklı olmak
Afet Sonrası Veriler	Kesintilere Müdahale Süresi	Kesinti sonrası normal ulaşım hizmetinin tekrar sağlanma süresi	• Ortalama müdahale süresi • Hedeflenen süre içerisinde çözülen kesintilerin oranı (%)	Olay takip verileri, hizmet iyileştirme kayıtları	Aylık veya Üç Aylık	İyileştirme sürelerini kısaltmak ve sistemi güçlendirmek
Sosyal ve Ekonomik Faktörler	Kırılgan Nüfus Haritalaması	Kırılgan grupların hizmetlere eşit erişimi	• Kırılgan grupların % kaçının X dakika içinde hizmete ulaşabildiği • Erişilebilirlik endeksi	CBS erişilebilirlik modelleri, demografik veri katmanları	Yıllık	Adil ve kapsayıcı erişimi sağlamak
	Ekonomik Etki Göstergeleri	Ulaşım sistemi arızaları veya gecikmelerinden kaynaklanan ekonomik kayıplar	• Kesinti başına tahmini ekonomik kayıp • Ulaşım hizmeti kesintilerinin toplam maliyeti	Ekonomik modelleme, işletme etki anketleri, maliyet tahminleri	Yıllık	Ulaşım arızalarından kaynaklanan sosyo-ekonomik kayıpları azaltmak

Dirençlilik Planlamasının Uyarlanmasını Sağlamak İçin Kontrol Listesi

Aşağıdaki kontrol listesi, sürekli izleme ve değerlendirme yoluyla dirençlilik planlamasının nasıl etkili bir şekilde uygulanabileceğine dair yol göstermektedir.

Kutu 13: Dirençlilik Planlamasının Uyarlanmasını Sağlamak için Kontrol Listesi13

Sürekli Uyum ve İyileştirme için İzleme ve Değerlendirme

Dirençlilik çabalarını hem sonuç hem de süreç açısından değerlendirin:

- **Etki Değerlendirmesi** ile müdahalenin uzun vadeli etkilerini, sistem dirençliliğindeki gelişmeleri ve dolaylı ya da beklenmeyen sonuçları inceleyin.
- **Süreç Değerlendirmesi** ile müdahalenin nasıl uygulandığını, karşılaşılan zorlukları, paydaşların rollerini ve planlarla uyumu değerlendirin.

Bu süreçte sistem zayıflıklarını, toparlanma süreçlerini, paydaş koordinasyonunu ve hazırlık durumunu düzenli olarak gözden geçirin.
Nitel ve nicel değerlendirme yöntemlerini bir arada kullanın:

- Dirençlilik hedefleriyle uyum için programları ve süreçleri gözden geçirin.
- Uygulama ve koordinasyona dair görüş toplamak amacıyla paydaş çalıştayları düzenleyin.
- Etkinliği ve hesap verebilirliği değerlendirmek için denetimler ve uzman incelemeleri yapın.
- Paydaşların ve vatandaşların görüşlerini almak için anketler ve mülakatlar gerçekleştirin.
- Gelecekteki şoklara karşı sistem dirençliliğini test etmek için senaryo tabanlı değerlendirmeler yürütün.
- Risk, altyapı ve eşitlik analizleri için CBS tabanlı ve mekânsal analizler uygulayın.

Stratejik uyumu sağlamak için izleme yoluyla ampirik bir değerlendirme temeli oluşturun; bunu yorumlama, analiz ve bağlamı kavrama süreçleriyle destekleyin.

Kaynakça

(PDF) Risk Analysis Model with Interval Type-2 Fuzzy FMEA – Case Study of Railway Infrastructure Projects in the Republic of Serbia

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (2011, 18 Ağustos). Resmî Gazete, No: 28029. Erişim adresi: https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/udsep_010915_kitapENG.pdf

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (2020). Afet İstatistikleri 2020.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (2022). Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP). Erişim adresi: https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Planlar/TAMP.pdf

Sorumluluk Reddi

Sorumluluk Reddi

Asian Disaster Reduction Center. (2019). Turkey Country Report 2019 (Türkiye Ülke Raporu 2019).

Building Resilient Infrastructure for Natural Disasters and Climate Change.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Dairesi. (2010). Erişim adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/iklim_degisikligi_stratejisi_EN(2).pdf

Sorumluluk Reddi

Sorumluluk Reddi

Dünya Bankası. (2023, 27 Şubat). Earthquake damage in Türkiye estimated to exceed $34 billion: World Bank disaster assessment report. Erişim tarihi 26 Haziran 2025, https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/02/27/earthquake-damage-in-turkiye-estimated-to-exceed-34-billion-world-bank-disaster-assessment-report

İzmir Büyükşehir Belediyesi, Yapı İnceleme ve İyileştirme Şube Müdürlüğü. (2021, 6 Ekim). İzmir Deprem Senaryosu ve Deprem Master Planı. İzmir Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı. Erişim tarihi 26 Haziran 2025, https://acikveri.bizizmir.com/dataset/izmir-deprem-senaryosu-ve-deprem-master-plani

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Dairesi. (t.y.). Ulaşım Yapıları Projeleri. Erişim adresi: https://deprem.ibb.istanbul/calismalarimiz/ulasim-yapilari-projeleri/

Kanun No. 6306, Risk Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında. (2012). Resmî Gazete, No. 28309, 31 Mayıs 2012. Erişim adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/05/20120531-1.htm

Keleş, Ş. (2002). Türkiye için afet istatistikleri. Journal of Earthquake Studies and Preparedness, 18(3), 45–59.

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2019). Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı. Erişim adresi: https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/akilli-ulasim-sistemler-aus/ulusal-akilli-ulas-im-sistemleri-strateji-belgesi-ve-2020-2023-eylem-plani-eng.pdf

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2023). Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı. Erişim adresi: https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/20221025-2053-ulastirma-ve-lojistik-ana-plani-eng.pdf

Sahraei, M. A., Kuşkapan, E., & Çodur, M. Y. (2021). Impact of COVID-19 on public transportation usage and ambient air quality in Turkey. Promet – Traffic & Transportation, 33(2), 179–191. https://hrcak.srce.hr/file/392684

Resmî Gazete. (2022, 24 Şubat). Sayı: 31760. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5211&MevzuatTur=21&MevzuatTertip=5

Social Vulnerability Index | Place and Health - Geospatial Research, Analysis, and Services Program (GRASP) | ATSDR

Social Vulnerability Index (SVI) EU

Strategy and Budget Office of the Presidency of Türkiye. (2023). 2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu.

Taylor, M.A.P., D'Este, G.M. (2007). Transport Network Vulnerability: a Method for Diagnosis of Critical Locations in Transport Infrastructure Systems.

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2021). Erişim adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/dongusel/icerikler/turk-ye-yes-l-mutabakat-eylem-plan--20220615123955.pdf

Uluslararası Çalışma Örgütü. (2024, 8 Temmuz). One year after: Living and working conditions in Adıyaman, Hatay, Kahramanmaraş and Malatya after the February 2023 earthquakes in Türkiye. Erişim tarihi 26 Haziran 2025, https://www.ilo.org/publications/one-year-after-living-and-working-conditions-adiyaman-hatay-kahramanmaras

Birleşmiş Milletler. (t.y.). BAKOM – Balıkesir Afet ve Acil Durum Koordinasyon Merkezi. Partnerships for the Sustainable Development Goals platform. Erişim tarihi 26 Haziran 2025, https://sdgs.un.org/partnerships/bakom-balikesir-disaster-coordination-centre

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2023). Erişim adresi: https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/20221025-2053-ulastirma-ve-lojistik-ana-plani-eng.pdf

Accessibility assessment of urban public services using GIS-based network analysis: a case study in Eskişehir, Türkiye

Velove Sweden-Flexible and Efficient Last Mile Delivery

Spatial Planning Urban Development in Russia, Moscow Metropolitan Area

Official Gazette. (2022, February 24). No: 31760. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5211&MevzuatTur=21&MevzuatTertip=5

skupturkiye.org.tr

Bu belgenin içeriğinden yalnızca Rupprecht Consult sorumludur ve hiçbir şekilde Avrupa Birliği, Türkiye Cumhuriyeti veya Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın görüşlerini yansıttığı şeklinde yorumlanamaz.