

A DIGITAL STEP TOWARD ACCESSIBLE SMART CITIES: ACCESSIBLE TRANSPORTATION MAP PLATFORM CASE STUDY

Mustafa ERUYAR

ABSTRACT

Rapid urbanization is making urban mobility increasingly complex for individuals with limited physical abilities. Wheelchair users, older adults, stroller users, and groups with temporary mobility restrictions face significant accessibility barriers in their daily lives. International initiatives have demonstrated the potential of digital mapping, crowdsourced data collection, and accessibility-focused routing solutions; however, most of these efforts have not achieved sufficient scale or provide only limited accessibility information. This study proposes a model for the Accessible Transportation Map Platform, aiming to develop Türkiye's first comprehensive accessibility platform. The proposed model integrates crowdsourced data collection, AI-assisted verification of data from multiple sources, and GIS-based spatial analysis to create a continuously updated and dynamic structure. By offering both mobile and web-based access, the platform enables participation from diverse user groups, while its open API structure allows integration with municipal urban information systems. In addition to the technological infrastructure, the model is examined through its social, environmental, economic, and sustainability dimensions. The platform supports social participation and independent living, contributes to sustainable urban mobility, creates economic opportunities for local businesses, and ensures long-term sustainability through multi-stakeholder collaborations. In conclusion, the Accessible Transportation Map Platform addresses the current gap in accessibility information in Türkiye by combining technological innovation with social inclusion, environmental responsibility, and economic feasibility, thereby offering an inclusive and data-driven solution for smart cities.

Keywords: Accessibility, Persons With Mobility Impairments, Geographic Information Systems, Crowdsourcing

Doktorant, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

Mail: mustafa.eruyar@std.yildiz.edu.tr

 <https://orcid.org/0000-0003-0181-675X>

Makale Atıf Bilgisi:

ERUYAR, M. (2025). "Erişilebilir Akıllı Şehirler İçin Dijital Bir Adım: Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu Örneği". *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, Akıllı Şehirler Özel Sayısı, s. (160-178)

Makale Türü:

Araştırma

Geliş Tarihi:

08.09.2025

Kabul Tarihi:

19.09.2025

Yayın Tarihi:

01.12.2025

Yayın Sezonu:

Kasım 2025

ERİŞİLEBİLİR AKILLI ŞEHİRLER İÇİN DİJİTAL BİR ADIM: ENGELSİZ ULAŞIM HARİTASI PLATFORMU ÖRNEĞİ

Mustafa ERUYAR

Öz

Hızla artan kentleşme, hareket kabiliyeti kısıtlı bireyler için şehir içi hareketliliği daha karmaşık hale getirmektedir. Tekerlekli sandalye kullanıcıları, yaşlılar, bebek arabası kullanıcıları ve geçici hareket kısıtlılığı bulunan gruplar günlük yaşamda ciddi erişim engelleriyle karşılaşmaktadır. Uluslararası girişimler dijital haritalama, kullanıcı katkısına dayalı veri toplama (crowdsourcing) ve erişilebilirlik odaklı rotalama çözümlerinin potansiyelini göstermiştir ancak mevcut bu girişimlerin çoğu yeterli düzeyde yaygınlaşmamıştır veya erişilebilirlik bilgisi içeriği sınırlı düzeyde sunulmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’de ilk kez kapsamlı bir erişilebilirlik platformu geliştirilmesini hedefleyen Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu için bir öneri model ortaya koymaktadır. Önerilen model, kullanıcı katkısına dayalı veri toplama (crowdsourcing), yapay zekâ desteği ile farklı kaynaklardan toplanan verileri doğrulama ve CBS tabanlı mekânsal analizleri bir araya getirerek sürekli güncellenen dinamik bir yapı içermektedir. Platformun hem mobil uygulama hem de web tabanlı erişim seçenekleri, farklı kullanıcı gruplarına katılım imkânı tanımakta; açık API yapısı sayesinde yerel yönetimlerin kent bilgi sistemleriyle entegrasyona olanak sağlamaktadır. Teknolojik altyapının yanı sıra, modelin sosyal, çevresel, ekonomik ve sürdürülebilirlik boyutları da analiz edilmiştir. Platform, toplumsal katılımı ve bağımsız yaşamı desteklemekte, sürdürülebilir kentsel hareketliliğe katkı sunmakta, yerel işletmeler için ekonomik fırsatlar yaratmakta ve çok paydaşlı iş birlikleriyle uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflenmektedir. Sonuç olarak, Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu, Türkiye’de erişilebilirlik bilgilendirmesi boşluğunu doldurmayı amaçlayan teknolojik yenilikleri sosyal kapsayıcılık, çevresel sorumluluk ve ekonomik uygulanabilirlik ile bütünlleştirerek akıllı şehirler için kapsayıcı ve veri temelli bir çözüm sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Erişilebilirlik, Hareket Kabiliyeti Kısıtlı Bireyler, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Kitle Kaynak

1. Giriş

Son yıllarda dünya genelinde hızla artan kentleşme, şehirlerde yaşayan bireylerin hareketlilik ihtiyaçlarını daha karmaşık hale getirmiştir. Özellikle engelli bireyler, yaşlılar ve geçici hareket kısıtlılığı bulunan gruplar için şehir içi hareketlilik, günlük yaşamda karşılaşılan en büyük engellerden biri olmaya devam etmektedir. Birleşmiş Milletler'in raporlarına göre, dünya nüfusunun yaklaşık %15'i bir tür engellilik ile yaşamaktadır ve bu bireylerin büyük bir kısmı kentsel alanlarda ciddi erişim sorunlarıyla karşı karşıya kalmaktadır (UN DESA, 2019). Bu durum, yalnızca bireysel yaşam kalitesini değil, aynı zamanda toplumsal katılım, istihdam ve eğitim gibi alanlarda da fırsat eşitliğini sınırlamaktadır.

Bu çalışmanın literatür taraması bölümünde görüldüğü üzere bireylere erişilebilir hareketlilik bilgisi sağlamak için çeşitli dijital haritalama çalışmaları yapılmıştır. Bazı çalışmalar özellikle rota planlamasında topografik verilerin kullanımına odaklanmış, bazıları mekân erişilebilirliğinin kitle kaynak yöntemiyle haritalanmasını sağlamış, bazı girişimler ise kullanıcı yorumları ve derecelendirmeleriyle kullanıcı kaynaklı bilgi üretimine yönelmiştir. Küresel ölçekte yaygın olarak kullanılan çözümler ise, erişilebilirlik bilgisini navigasyon sistemleriyle entegre ederek daha geniş kitlelere ulaştırmıştır. Ancak literatür, bu sistemlerin çoğunun veri doğruluğu, güncellik, mekânsal kapsama ve içerik çeşitliliği açısından sınırlılıklar barındırdığını ortaya koymaktadır.

Uluslararası literatür, erişilebilirliğin akıllı şehir stratejilerinin temel bileşenlerinden biri olarak ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Türkiye'de de bu yaklaşım doğrultusunda hazırlanan 2024–2030 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında erişilebilirlik ile ilgili eylemler bulunmaktadır. Akıllı şehir yaklaşımları, erişilebilirliği yalnızca fiziksel altyapının uygunluğu ile sınırlamamakta; erişim, güvenlik, esneklik ve problem çözme odaklı bütüncül bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır (Suryotrisongko ve diğerleri, 2017). Ayrıca, algılanan erişilebilirliğin bireylerin sosyal katılımı ile güçlü ilişkisi, bu konunun yalnızca teknik değil toplumsal bir mesele olduğunu ortaya koymaktadır (Ullrich ve diğerleri, 2024).

Son dönemde yapılan araştırmalar, erişilebilirlik verilerinin yalnızca mekânsal boyutla sınırlı olmadığını, aynı zamanda sosyal katılım ve yaşam kalitesi üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir (Ferretti ve diğerleri, 2024). Özellikle uygun mobilite çözümleri, bireylerin eğitim, sağlık hizmetleri, istihdam ve kültürel faaliyetlere erişimini kolaylaştırmakta, böylece şehir yaşamına daha aktif katılımlarını desteklemektedir. Bununla birlikte, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri), yapay zekâ destekli analizler ve gönüllü katkılarının hibrit biçimde kullanıldığı yeni nesil akıllı şehir uygulamaları, erişilebilirliğin yalnızca bireysel fayda değil, aynı zamanda çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından da stratejik bir değer taşıdığını göstermektedir (Biagi ve diğerleri, 2020).

Türkiye’de mevcut durumda erişilebilirlik bilgileri farklı kurumlarda bulunmaktadır, kısmen güncel durumdadır ve bu bilgilerin kullanıcılara sunulduğu kapsamlı bir harita tabanlı platform bulunmamaktadır. Bu boşluk, akıllı şehirler vizyonu çerçevesinde dijital çözümlerle desteklenecek yeni modellerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

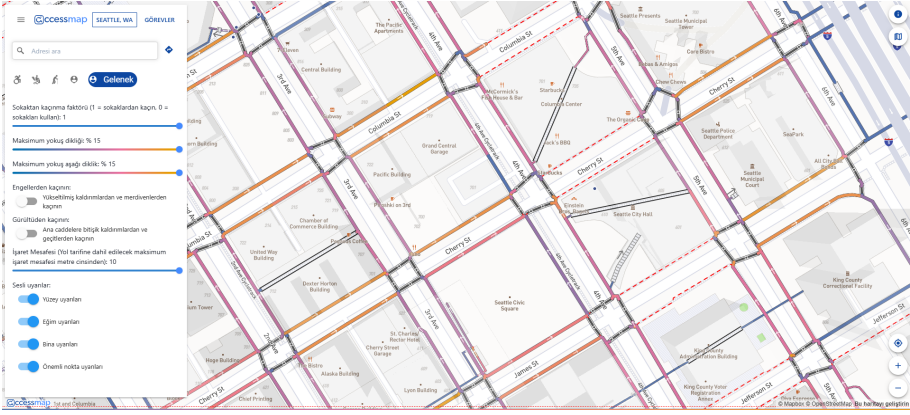
Bu çalışma, hareket kabiliyeti kısıtlı bireylerin şehir içi erişim sorunlarını çözmeyi amaçlayan ve Türkiye’de ilk kez kapsamlı bir şekilde geliştirilen Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu için önerilen modeli ele almaktadır. Literatürdeki genel yaklaşımlar ışığında, platformun teknolojik çerçevesi ile sosyal, çevresel, ekonomik ve sürdürülebilirlik boyutları tartışılmakta; önerilen modelin akıllı şehirlerde kapsayıcı dijital dönüşüm için sağlayacağı katkılar ortaya konmaktadır.

2. Literatür Tarama

Hareket kabiliyeti kısıtlı bireylerin şehir içi erişilebilirlik sorunlarını azaltmaya yönelik olarak farklı ülkelerde çeşitli dijital çözümler geliştirilmiştir. Bu çözümler genellikle mobil uygulamalar veya web tabanlı haritalama sistemleri şeklinde ortaya çıkmakta ve kullanıcıların günlük yaşamda karşılaştıkları erişim engellerini görünür kılmayı amaçlamaktadır. Literatürdeki örnekler incelendiğinde, uygulamaların bir kısmının yalnızca bina odaklı erişilebilirlik bilgisi sunduğu, bir kısmının ise rota planlama veya topografik veriler üzerinden çözüm geliştirdiği görülmektedir. Ayrıca kitle kaynak (*crowdsourcing*) tabanlı yaklaşımlar sayesinde kullanıcıların deneyimlerini doğrudan veri tabanına aktardıkları modeller de öne çıkmaktadır. Bu bölümde, ulusal ve uluslararası alanda yaygın olarak kullanılan bazı erişilebilirlik haritaları ve mobil uygulamalar özetlenmekte, kapsadıkları veri türleri ve sundukları olanaklar karşılaştırmalı olarak ele alınmaktadır.

2.1. AccessMap

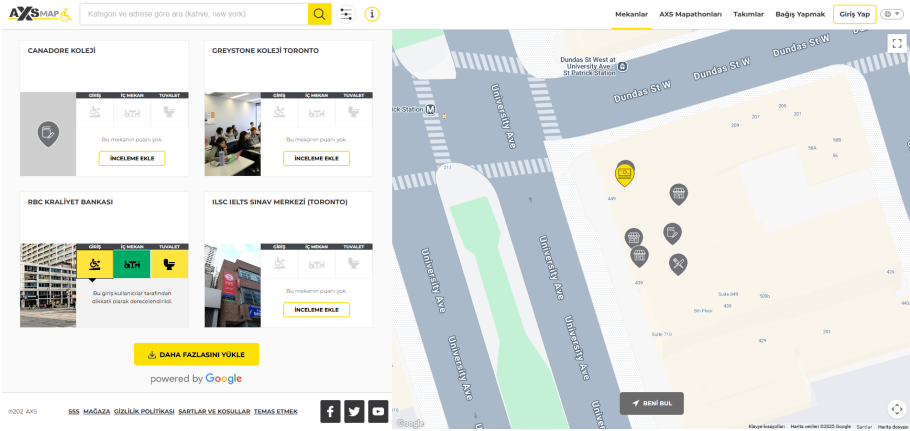
Washington Üniversitesi tarafından geliştirilen AccessMap, özellikle eğitim bilgilerini görselleştiren ısı haritası yaklaşımıyla dikkat çekmektedir. Manuel ve elektrikli tekerlekli sandalye kullanıcılarına yönelik farklı modlar sunarak kişiselleştirilmiş erişim deneyimi sağlamaktadır. Ancak sistem yalnızca eğitim verisine dayanmakta, kaldırım kenar taşları, yüzey bozuklukları ya da geçici engeller gibi kritik faktörleri dikkate almamaktadır.



Şekil 1: AccessMap Örneği
(Kaynak: <https://www.accessmap.app/>)

2.2. AXS Map

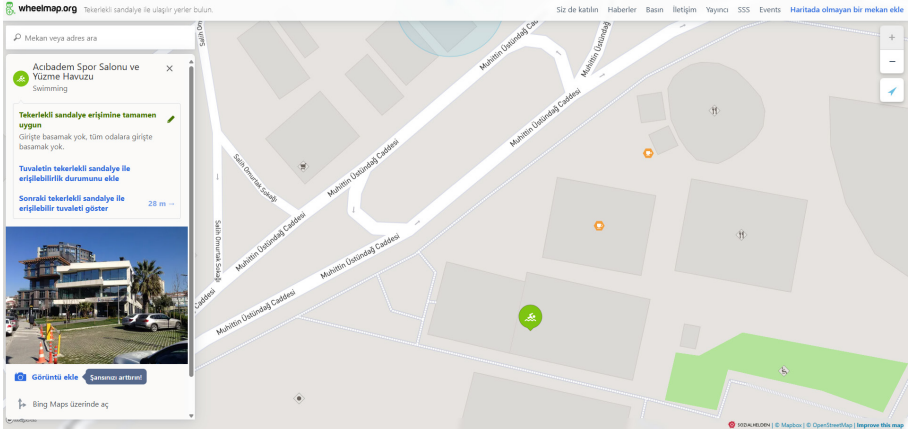
AXS Lab tarafından geliştirilen AXS Map, *crowdsourcing* yaklaşımıyla kullanıcıların bina erişilebilirliği (giriş, iç mekân, tuvalet) hakkında Erişilebilir (Yeşil), Dikkat (Sarı) ve Uyarı (Kırmızı) şeklinde değerlendirme yapabildiği bir platformdur. Kullanıcı yorumları ve derecelendirmeleriyle topluluk tabanlı bir bilgi ağı oluşturmaktadır. Ancak harita, açık alan rotalarını veya geçiş noktalarını kapsamadığından kentsel bütünlük açısından sınırlıdır.



Şekil 2: AXS Map Örneği
(Kaynak: <https://axsmap.com/>)

2.3. Wheelmap

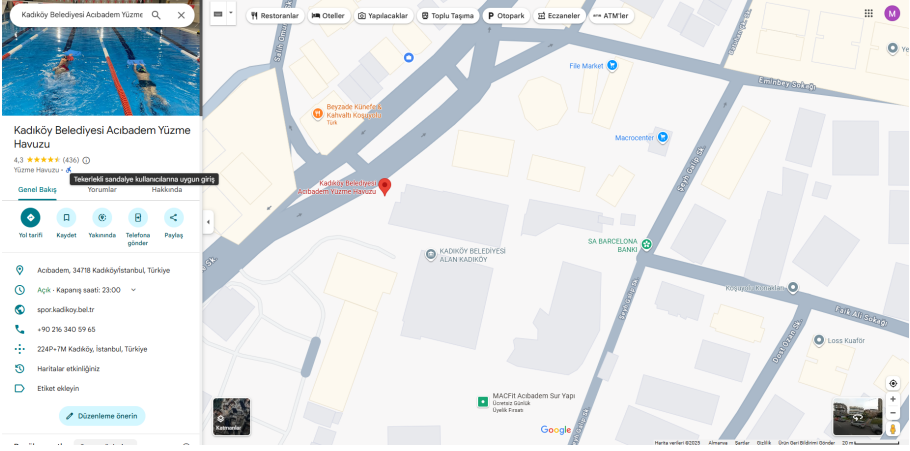
Alman sivil toplum girişimi Sozialhelden e.V. tarafından geliştirilen Wheelmap, erişilebilirliği trafik ışığı renkleri (yeşil, sarı, kırmızı) üzerinden sınıflandırmaktadır. Kitle kaynak yaklaşımıyla çalışan sistem, kullanıcıların bina girişleri ve tuvalet erişimi gibi temel bilgileri paylaşmasına imkân tanır. Bununla birlikte, rotalama içermediğinden kentsel hareketlilik perspektifinde sınırlı kalmaktadır.



Şekil 3: Wheelmap Örneği
(Kaynak: <https://wheelmap.org/>)

2.4. Google Haritalar

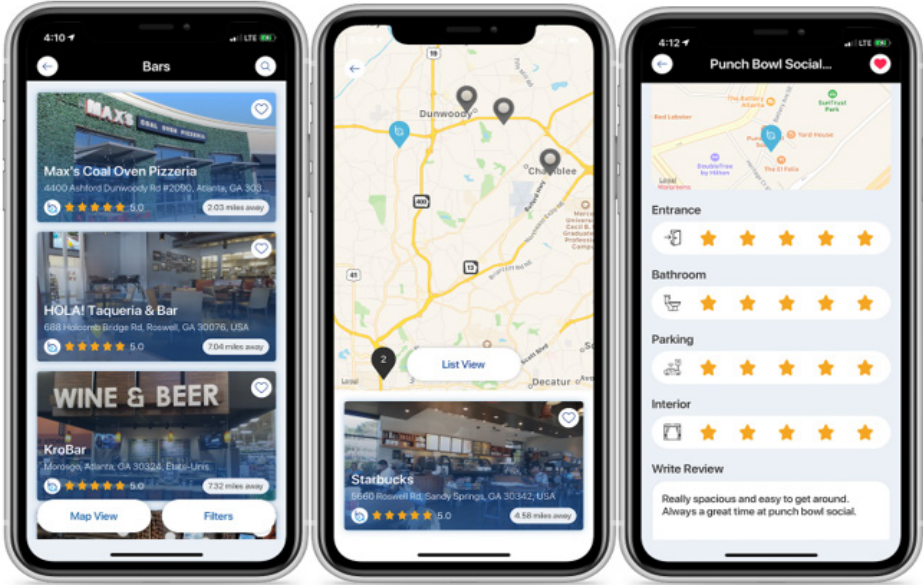
Google Haritalar, işletme sahiplerinin giriş erişilebilirliği bilgisini paylaşabilmesine ve kullanıcıların tekerlekli sandalye erişimine uygun rotalar görebilmesine imkân tanır. Ancak iç mekân düzenlemeleri, tuvalet erişimi ya da yüzey koşulları gibi kritik detaylar eksiktir. Küresel ölçekte yaygınlığı sayesinde farkındalık yaratsa da erişilebilirlik bilgisi kapsamı sınırlıdır.



Şekil 4: Google Haritalar Örneği
(Kanyak: <https://www.google.com.tr/maps/>)

2.5. iAccess Life

iAccess Life, engelli kullanıcıların mekânların erişilebilirlik durumunu derecelendirmesine ve incelemesine imkân tanıyan bir mobil uygulamadır. Restoranlar, oteller ve benzeri sosyal mekânlar hakkında kullanıcıların doğrudan deneyimlerini içeren detaylı bilgiler sunar. Kullanıcılar bir mekâna gitmeden önce park alanı, giriş, tuvalet ve iç mekân erişilebilirliğini görebilmekte, ayrıca bu unsurları dört seviyeli bir derecelendirme sistemi üzerinden değerlendirebilmektedir. Uygulama, Google Places API entegrasyonu ile konum tabanlı verilerden faydalanmaktadır. Bu yönüyle, kullanıcıların bireysel deneyimlerini platforma aktarması açısından güçlü bir katılımcı model sunmaktadır. Ancak iAccess Life yalnızca mobil uygulama üzerinden kullanılabilen, masaüstü erişim veya kapsamlı veri girişi seçenekleri bulunmamaktadır.



Şekil 5: iAccess Life Örneği

(Kaynak: <https://mapsplatform.google.com/resources/blog/opening-doors-accessibility-google-maps-platform/>)

Literatürde yer alan mevcut uygulamalar Tablo 1’de özetlenmiştir. Görüldüğü üzere uygulamalar farklı veri kaynakları ve odak alanlarına sahip olup, kimi yalnızca iç mekânların (bina girişi ve/veya bina içi) erişilebilirliğine yoğunlaşırken, kimi eğitim tabanlı dış mekân bilgisi ile rota planlaması ya da küresel ölçekte erişim bilgisi sunmaktadır. Ancak hiçbir uygulama erişilebilirliği bütüncül olarak ele almamakta, bu da literatürdeki en önemli boşluklardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 1: Erişilebilirlik Harita Uygulama Örnekleri Karşılaştırması*

Özellikler / Uygulamalar	AccessMap	AXS Map	Wheelmap	Google Haritalar	iAccess Life
Kapsam	Dış mekân (yol eğimleri)	Bina (giriş, tuvalet, iç mekân)	Bina (giriş, tuvalet)	Rota + giriş bilgisi	Bina (park, giriş, tuvalet, iç mekân)
Veri Toplama	Sistem kaynaklı (topografya)	Kullanıcı kaynaklı (crowdsourcing)	Kullanıcı kaynaklı (crowdsourcing)	İşletme ve Kullanıcı kaynaklı (crowdsourcing)	Kullanıcı kaynaklı (crowdsourcing)
Değerlendirme Ölçeği	Eğim ısı haritası	3 renk (yeşil, sarı, kırmızı)	3 renk (yeşil, sarı, kırmızı)	"Erişilebilir / değil" işareti	4 seviye (park, giriş, tuvalet, iç mekân)
Mekân Giriş Bilgisi	Yok	Var	Var	Var	Var
İç Mekân Bilgisi	Yok	Var	Var (sınırlı)	Yok	Var (Detaylı)
Rotalama	Var (eğim bazlı)	Yok	Yok	Var	Yok
Platform	Web	Mobil	Web + Mobil	Web + Mobil	Mobil
Güçlü Yönü	Kişiselleştirilmiş rota modları	Kullanıcı kaydı	Yaygın gönüllü katılım	Küresel yaygınlık	Ayrıntılı mekân derecelendirmesi
Zayıf Yönü	İç Mekân bilgisi yok	Dış mekân ve rota bilgisi yok	Dış mekân ve rota bilgisi yok	Bina içi bilgisi yok	Web uygulaması yok

*Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yapılan inceleme, erişilebilirlik haritalarının farklı yaklaşımlarla ele alındığını ortaya koymaktadır. Tablo 1’de özetlenen son kullanıcı odaklı çözümlerden AccessMap, eğim verisini görselleştirerek kişiselleştirilmiş dış mekân rota planlama imkânı sunmaktadır ancak iç mekân bilgisi bulunmamaktadır. AXS Map ve Wheelmap, kullanıcıların bina girişi ve bina içi erişilebilirliğine ilişkin yorum ve derecelendirmeler yapabildiği *crowdsourcing* tabanlı modeller sunmakta ve topluluk katkısını teşvik etmektedir. Google Haritalar, küresel yaygınlığı sayesinde erişilebilirlik farkındalığı yaratmakta ancak erişilebilirlik bilgisi sınırlı kalmaktadır. iAccess Life ise park yeri, giriş, tuvalet ve iç mekân erişimine ilişkin ayrıntılı bilgiler sunmasına rağmen yalnızca mobil uygulama üzerinden erişilebilmesi sebebiyle kullanıcı çeşitliliğini kısıtlamaktadır.

Literatürde geliştirilen yöntem ve veri yaklaşımlarından biri de OSM (OpenStreetMap) tabanlı haritalamadır. Gönüllülük yaklaşımıyla kaldırımlar, rampalar ve yüzey özelliklerinin küresel ölçekte haritalanmasını sağlanmaktadır ancak verilerin doğruluğu ve güncelliği için hibrit kalite kontrol süreçleri gereklidir (Biagi ve diğerleri, 2020). Görüntü işleme ile veri girişi yöntemleri (örneğin sokak görüntülerinden erişilebilirlik tespiti), manuel veri girişine olan bağımlılığı azaltmakta ve veri doğruluğunu artırmaktadır (Voigt ve diğerleri, 2016). Bunun yanı sıra, son dönemde geliştirilen otomatik veri toplama ve analiz yöntemleri, özellikle akıllı telefon LiDAR sensörleri ve derin öğrenme algoritmalarıyla erişilebilirlik verisinin hızlı bir şekilde toplanmasına olanak sağlamaktadır (Meng ve diğerleri, 2025).

Literatürde yalnızca fiziksel altyapının değil, bireylerin algıladığı erişilebilirliğin de değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Algılanan erişilebilirlik düzeyinin bireylerin fiziksel aktivite ve sosyal katılımıyla güçlü ilişkisi içinde olduğu, yürünebilirlik ölçekleri ve erişilebilirlik anketleriyle ortaya konmuştur (Ullrich ve diğerleri, 2024). Ayrıca akıllı şehir tasarımı erişilebilirlik; erişim, güvenlik, esneklik ve problem çözme odaklı bütüncül bir perspektifle ele alınması gerektiği ve yalnızca teknik bir konu değil toplumsal bir kapsayıcılık unsuru olduğu değerlendirilmektedir (Suryotrisongko ve diğerleri, 2017).

3. Önerilen Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu Modeli

Engelliler, yaşlılar ve hareket kısıtlı tüm bireylerin şehir içi sosyal donatı alanları (okul, hastane, ibadethane, park vb.), kamuya açık tesisleri (adalet sarayı, müze, ulaşım istasyonları, belediye binaları vb.) ve özel sektör tarafından işletilen mekânları (kafe, restoran, alışveriş merkezleri, otel vb.) kullanmalarını kolaylaştırmak amacıyla “Engelsiz Ulaşım Haritası” adında bir dijital platform modeli önerilmiştir. Web sitesi, interaktif harita uygulaması ve mobil uygulamadan oluşan bu platform ile kullanıcılar, mekânların mevcut erişilebilirlik durumunu sorgulayabilecekler ve erişilebilirlik durumu girilmemiş mekanlarda karşılaştıkları erişilebilirlik sorunlarıyla ilgili anlık olarak veri girebileceklerdir. Bu bölümde önerilen model farklı boyutlarda ele alınmıştır.

3.1. Teknolojik Boyut

Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu’nun temel yeniliği, çok katmanlı teknolojik altyapıyı bir araya getirmesidir. Platformun merkezinde, *crowdsourcing* tabanlı veri toplama mekanizması yer almakta; kullanıcıların günlük deneyimlerinden elde edilen bilgilerin doğrudan dijital haritaya yansıtılması sağlanmaktadır. Bu yaklaşım, literatürdeki birçok örnekte olduğu gibi (AXS Map, Wheelmap) kullanıcıların bilgi üretim sürecine aktif katılımını öngörmekte; ancak yalnızca bina odaklı değil, aynı zamanda rota ve açık alan erişilebilirliği üzerine yoğunlaşmaktadır (Hong, 2025). Bununla birlikte, yalnızca kullanıcı katkısına dayalı

sistemler veri doğruluğu açısından sınırlı kalabilmektedir. Nitekim harita tabanlı *crowdsourcing* çalışmalarında %89'luk oranda doğruluk elde edilmesine rağmen kapsama oranı %59'da kalmıştır (Voigt ve diğerleri, 2016). Bu nedenle önerilen model, farklı kullanıcılardan gelen verilerin güvenilirlik derecelendirilmesi ve veri doğrulaması kullanmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve mekânsal modelleme, erişilebilir rotaların belirlenmesinde kritik teknolojilerden biridir. Beale ve arkadaşlarının (2006) çalışmasında, eğitim, yüzey türü ve kaldırım inişleri gibi parametreler dijital yükseklik modelleri üzerinden analiz edilerek tekerlekli sandalye kullanıcılarına özel erişim haritaları geliştirilmiştir (Beale ve diğerleri, 2006). Benzer şekilde Biagi ve arkadaşları (2020), OSM tabanlı kitle kaynak yöntemlerinin erişilebilirlik verisi toplamada etkili olduğunu, ancak bu verilerin yapay zekâ destekli kalite kontrol süreçleri ile doğrulanması gerektiğini vurgulamıştır (Biagi ve diğerleri, 2020). Önerilen model, bu sorunu aşmak için kullanıcı kaynaklı verileri, yapay zekâ destekli analiz ve doğrulama mekanizmaları ile güçlendirmektedir.

Yeni nesil araştırmalar, algılayıcılar, görüntü işleme ve makine öğrenmesi tabanlı teknolojilerin erişilebilirlik haritalarını daha güvenilir hale getireceğini göstermektedir. Örneğin, Verma ve arkadaşları (2024), tekerlekli sandalye teknolojilerinin fonksiyonel elemanlarını haritalayarak güvenlik, manevra kabiliyeti ve konfor gibi boyutların teknolojik tasarıma entegrasyonunun önemini ortaya koymuştur (Verma ve diğerleri, 2024). Bu, Engelsiz Ulaşım Haritası'nın yalnızca mekânsal engelleri değil, aynı zamanda kullanıcı deneyimini doğrudan etkileyen fonksiyonel unsurları da dikkate alması gerektiğini göstermektedir. Önerilen model, veri toplama kaynağı olarak öncelikle kullanıcı kaynaklı verileri kullanmaktadır ancak platformun gelişmesi ile birlikte sistem kaynaklı verileri (çeşitli algılayıcılar ve ilgili sistemlere entegrasyon ile toplanan veriler) toplama ile güncellenebilecektir.

Teknolojik altyapının bir diğer boyutu, çoklu erişim kanallarına dayanmaktadır. Literatürde yalnızca mobil uygulamalar üzerinden çalışan örnekler bulunmaktadır (ör. iAccess Life). Bu nedenle geliştirilen platform hem mobil uygulama hem de web tabanlı portal üzerinden kullanılabilir olacak; bu sayede kullanıcılar hareket halindeyken bilgi alıp paylaşabilecekleri gibi, masa başında da veri girişi yapabileceklerdir. Bu yaklaşım, Fernandes ve arkadaşlarının (2024) belirttiği gibi, erişilebilirlik teknolojilerinin sürdürülebilirliğinde kullanıcı çeşitliliğini artıran kritik bir unsurdur (Fernandes ve diğerleri, 2024).

Önerilen modelin API tabanlı entegrasyon kabiliyeti, mevcut akıllı şehir uygulamalarıyla uyumlu çalışmasını mümkün kılmaktadır. Böylece erişilebilirlik verileri yalnızca bağımsız bir haritada değil, aynı zamanda şehirlerin ulaşım uygulamalarında, navigasyon sistemlerinde veya turizm platformlarında da kullanılabilir. Bu entegratör yapı, akıllı şehirlerin açık veri ve birlikte çalışabilirlik prensipleriyle uyumlu bir teknolojik vizyon ortaya koymaktadır (Voigt ve diğerleri, 2016).

3.2. Sosyal Boyut

Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu'nun en önemli katkılarından biri, akıllı şehirlerin sosyal kapsayıcılık vizyonunu desteklemesidir. Akıllı şehirler yalnızca teknolojik altyapı ve dijital hizmetlerden ibaret değildir; aynı zamanda bireylerin şehir yaşamına eşit ve bağımsız katılımını sağlamakla yükümlüdür. Literatürde tekerlekli sandalye kullanıcılarının hareketliliğinin, yalnızca fiziksel erişimi değil, aynı zamanda sosyal katılımı ve yaşam kalitesini doğrudan etkilediği ortaya konmuştur (Ferretti ve diğerleri, 2024). Özellikle uygun mobilite çözümleri, bireylerin eğitim, sağlık hizmetleri, istihdam ve kültürel faaliyetlere erişimini kolaylaştırarak şehir yaşamına aktif katılımlarını artırmaktadır.

Kitle kaynak tabanlı erişilebilirlik haritalarının en önemli sosyal çıktısı, engelli bireylerin yalnızca veri sağlayıcı değil, aynı zamanda şehir planlama süreçlerinde bilgi üreticisi olmalarıdır. Viyana ve Heidelberg gibi şehirlerde yapılan saha ve laboratuvar tabanlı *crowdsourcing* deneyleri, topluluk katılımının erişilebilirlik bilgisini zenginleştirmenin yanı sıra, kullanıcıların şehirde söz sahibi olma duygusunu da güçlendirdiğini göstermektedir (Mobasheri ve diğerleri, 2017). Bu yaklaşım, akıllı şehirlerde sosyal inovasyonun bir parçası olarak değerlendirilebilir.

Bununla birlikte, sosyal kapsayıcılığın sürdürülebilirliği yalnızca erişim haritalarının varlığıyla değil, aynı zamanda bu bilgilerin kentsel karar destek sistemlerine entegrasyonu ile mümkündür. Biagi ve arkadaşlarının (2020) belirttiği gibi, OSM tabanlı gönüllü verilerin yerel yönetimlerin dijital altyapılarıyla bütünleştirilmesi, şehirlerde kapsayıcı planlama süreçlerine önemli katkılar sağlamaktadır (Biagi ve diğerleri, 2020). Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu, benzer şekilde, kullanıcı katkılarını kamu kurumlarının akıllı şehir yönetim sistemleriyle entegre ederek, yalnızca bireysel fayda değil, toplumsal ölçekte kapsayıcı yönetişim sağlamayı hedeflemektedir.

Önerilen modelin sosyal boyutu, akıllı şehirlerin dijital katılım ve kapsayıcılık ilkeleriyle uyumludur. Bu boyut, engelli bireylerin toplumsal katılımını artırma, gönüllü veri üretimini kolektif bir sosyal inovasyona dönüştürme ve bu verilerin akıllı şehir altyapılarıyla bütünleşmesini sağlayarak sürdürülebilir kapsayıcı kent vizyonuna katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

3.3. Çevresel Boyut

Akıllı şehirlerin en önemli hedeflerinden biri, sürdürülebilir kentsel çevreler inşa ederek tüm kullanıcı gruplarına güvenli, erişilebilir ve yaşanabilir alanlar sunmaktır. Literatürde hareket kabiliyeti kısıtlı bireylerin sandalye kullanıcılarının şehirlerde karşılaştığı en büyük sorunlardan birinin fiziksel çevre koşulları (eğimler, kaldırım kesintileri, yüzey bozuklukları) olduğu belirtilmektedir (Beale ve diğerleri, 2006). Çevresel engeller yalnızca bireysel hareketliliği kısıtlamakla kalmayıp, toplumsal yaşama katılımın önünde de ciddi bir bariyer oluşturmaktadır.

tadır. Benzer şekilde, Hong'un Seul'deki çalışmasında yüzey kalitesi ve kaldırım kesintileri, erişilebilirlik skorlamasına dahil edilmiştir (Hong, 2025). Bu bulgular, fiziksel çevresel faktörlerin akıllı şehirlerde erişilebilirlik planlamasının ayrılmaz bir parçası olduğunu göstermektedir. Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu da kullanıcı katkılarını yapay zekâ ile doğrulayıp CBS tabanlı bir altyapı üzerine oturarak, dinamik çevresel veri katmanları sunacaktır. Böylece önerilen model, hareket kabiliyeti kısıtlı bireylerin karşılaştığı çevresel sorunları gerçek zamanlı olarak izleyebilecek ve müdahale önceliklerini belirleyebilecektir.

Önerilen modelin kullanılması ile sürdürülebilir kentsel hareketliliğin etkileneceği de beklenmektedir. Ferretti ve arkadaşlarının sistematik incelemesi, erişilebilir hareketlilik çözümlerinin yalnızca bireylerin erişimini kolaylaştırmakla kalmayıp aynı zamanda fiziksel aktiviteyi teşvik ederek çevresel sürdürülebilirliğe de katkı sağladığını göstermiştir (Ferretti ve diğerleri, 2024). Daha erişilebilir güzergâhların tercih edilmesi hem bireysel araç kullanımını hem de buna bağlı olarak karbon ayak izini azaltarak çevresel kazanımlar sunmaktadır.

Akıllı şehirlerin yeşil ve kapsayıcı altyapı vizyonu ile önerilen modelin çevresel boyutu doğrudan ilgilidir. Fiziksel ve dijital çevre verilerinin bütünleştirilmesi, şehirlerin yalnızca bugünkü erişim sorunlarını çözmekle kalmayıp, gelecekteki sürdürülebilir kentsel planlama süreçlerine de yön verecek stratejik bir katkı sunmaktadır.

3.4. Ekonomik Boyut

Erişilebilirlik yalnızca toplumsal bir hak değil, aynı zamanda bireyler ve şehirler için ekonomik bir fırsat alanıdır. Tekerlekli sandalye kullanıcılarının hareketliliği eğitim, istihdam ve hizmetlere erişimde belirleyici olmakta ve dolayısıyla bireylerin ekonomik katılımını doğrudan etkilemektedir. (Ferretti ve diğerleri, 2024). İş alanlarına erişilebilirliğin artırılması, bireylerin iş gücüne katılımını artırarak kişisel gelir düzeylerini yükseltmekte ve bağımsız yaşam koşullarını desteklemektedir. Bu durum, yalnızca bireylerin ekonomik refahını değil, aynı zamanda üretken şehir ekonomisine katkısı da güçlendirmektedir.

Şehir düzeyinde bakıldığında, erişilebilirlik yatırımlarının kamu maliyet etkinliği açısından önemli kazanımlar sağladığı görülmektedir. Erişilebilir olmayan kent altyapıları, engelli bireylerin kamu hizmetlerine erişimini kısıtlamakta; bu da sağlık harcamalarının, bakım maliyetlerinin ve sosyal yardım giderlerinin artmasına yol açmaktadır. Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu, engellilerin yoğun olarak kullandıkları bölgelerde erişim engellerinin sistematik biçimde tespit edilmesine olanak tanıyarak, yatırım önceliklendirmesi yapılmasını mümkün kılacaktır. Böylece kamu kaynakları daha etkin kullanılacak, şehir yönetimleri yüksek maliyetli gecikmeler yerine düşük maliyetli erken müdahaleler gerçekleştirebilecektir (Beale ve diğerleri, 2006).

Erişilebilir mekânların kullanıcılar tarafından daha çok tercih edilmesi sonucu bu mekanların müşteri çeşitliliğini ve gelirleri artırması yerel işletmeler için ekonomik bir avantaj sağlamaktadır (Fernandes ve diğerleri, 2024). Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu üzerinden erişilebilir işletmelerin tercih edilmesi, işletmelerin sosyal kapsayıcılığını teşvik edecektir.

Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu'nun açık veri ve API tabanlı entegrasyon kabiliyeti sayesinde, erişilebilirlik verilerinin ulaşım, turizm ve şehir planlama uygulamalarıyla paylaşılabilmesi girişimciler için yeni iş modelleri ortaya çıkaracaktır (Biagi ve diğerleri, 2020).

Önerilen modelin ekonomik boyutu hem bireyler hem de şehirler için çift yönlü faydalar sunmaktadır. Bireyler için erişilebilirlik, istihdam ve gelir fırsatlarını artırarak bağımsız yaşamı desteklerken; şehirler için maliyet etkin kamu yatırımları, yerel işletmelerde müşteri çeşitliliği ve akıllı şehir teknolojileri ekosisteminde inovasyon yaratmaktadır.

3.5. Sürdürülebilirlik Boyutu

Akıllı şehirlerde geliştirilen teknolojik çözümlerin uzun vadeli başarısı, yalnızca teknik altyapıya değil, aynı zamanda insan kaynağı, kurumlar arası iş birliği ve finansal modellerin sürdürülebilirliğine bağlıdır. Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu, bu kapsamda sürdürülebilirlik stratejileri ile desteklenmektedir.

Pilot bölge uygulaması, modelin sürdürülebilirliğinin temel yapı taşlarından biridir. Önerilen modelin aşamalı biçimde hayata geçirilmesi, teknik riskleri azaltmakta ve kullanıcı katılımını artırmaktadır (Biagi ve diğerleri, 2020). Platform, öncelikle seçilen bir şehir merkezinde test edilecek; kullanıcı deneyimi, veri doğruluğu, güvenlik ve sistem performansı gibi kriterler göz önünde bulundurularak geliştirilecektir. Bu aşamalı yaklaşım, akıllı şehirlerde yaygınlaştırma süreçlerinin sağlıklı yürütülmesi için kritik bir öneme sahiptir.

Veri sürdürülebilirliği, modelin uzun ömürlü olmasının ikinci temel boyutudur. Kullanıcı katkısına dayalı veri toplama (*crowdsourcing*) yaklaşımı, kullanıcılardan anlık veri toplama sağlarken hem farklı kullanıcılardan gelen veriler hem de kurumların coğrafi bilgi sistemlerinden elde edilen verilerle doğrulama yapılacaktır. Bu yöntem, literatürde OSM tabanlı çözümlerde görülen veri eksikliği ve hatalı veri sorunlarını azaltmak için önerilen hibrit modellerle uyumludur (Asghari ve diğerleri, 2022). Ayrıca sponsorlu saha çalışmaları ve STK iş birlikleri aracılığıyla yapılan yerinde denetimler, kullanıcı katkılarının güvenilirliğini artıracaktır.

Kurumsal sürdürülebilirlik, platformun kamu kurumları, özel sektör ve STK'lar arasındaki iş birliğine dayanmaktadır. Yerel yönetimlerin kent bilgi sistemleriyle entegrasyon, belediyelerin erişilebilirlik verilerini planlama ve yatırım süreçlerinde etkin biçimde kullanmasına olanak tanıyacaktır. Özel sektör ise erişilebilirlik sertifikaları ve sponsorluk modelleriyle platformun finansal sürdür-

rülebiliirliğine katkı sağlayacak; aynı zamanda toplumsal duyarlılığını artırarak marka değeriini güçlendirecektir. Erişilebilirlik sertifikasyonunun hem işletmeler için prestij unsuru hem de kullanıcı tercihleri üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Fernandes ve diğerleri, 2024).

Sivil toplum kuruluşları (STK'lar) ise projenin sosyal sürdürülebilirliği açısından kritik bir role sahiptir. Engelli bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları zorlukları doğrudan yansıtabilecek olan bu kuruluşlar, platformun toplumsal meşruiyetini güçlendirecektir. Ayrıca STK iş birlikleri, farkındalık kampanyaları yoluyla hem toplumsal bilincin artmasını hem de kullanıcıların platforma katılımının sürekliğini destekleyecektir (Mobasheri ve diğerleri, 2017).

Pilot uygulama, hibrit veri doğrulama, kamu-özel sektör-STK iş birlikleri ve finansal çeşitlilik ilkeleri önerilen modelin sürdürülebilirlik boyutunu şekillendirmektedir. Bu yaklaşım, akıllı şehirlerde teknoloji tabanlı sosyal inovasyonların uzun vadede işletilebilirliğinin sağlamanın yanı sıra, erişilebilirlik bilgisinin sürekli güncel tutulmasına da olanak tanıyacaktır.

4. Tartışma

Bu çalışmada geliştirilen Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu Öneri Modeli, literatürde yer alan mevcut erişilebilirlik haritalama girişimlerinden elde edilen deneyimlerin üzerine inşa edilmiştir. Literatür incelendiğinde, farklı yaklaşımların farklı güçlü yönleri sahip olduğu görülmektedir: AccessMap eğitim verilerini kişiselleştirilmiş rotalar için öne çıkarmış, AXS Map ve Wheelmap kitle kaynak (crowdsourcing) sayesinde kullanıcı katkısını güçlendirmiş, Google Haritalar küresel erişim sağlarken detaylı iç mekân bilgilerini sınırlı tutmuş, iAccess Life ise kullanıcı yorumlarını konum tabanlı verilerle entegre etmiştir. Ancak bu çözümlerin çoğu yaygınlaşmamış ve Türkiye'de kullanılan kapsamlı bir erişilebilirlik haritası örneğine rastlanmamıştır. Önerilen platform, Türkiye'de bu boşluğu doldurmayı hedefleyerek, kullanıcı tabanlı toplanan verileri doğrulama mekanizmaları ve CBS tabanlı analizler ile birleştirmektedir. Bu yönüyle, literatürde sıkça vurgulanan veri kalitesi ve güvenilirliği sorununa çözüm sunmaktadır. Ayrıca platform, yalnızca mobil uygulama üzerinden erişim sağlayan çözümlerden farklı olarak hem web tabanlı hem de mobil tabanlı kullanım sunarak kullanıcı çeşitliliğini artırmaktadır.

Platformun güçlü yönü, akıllı şehirlere çok boyutlu katkı sunabilmesidir. Teknolojik açıdan, dinamik veri güncelleme ve API tabanlı entegrasyon sayesinde akıllı şehir sistemleriyle uyumludur. Sosyal açıdan, engelli bireylerin bilgi üretim sürecine aktif katılımını sağlayarak katılımcı yönetim vizyonunu desteklemektedir. Çevresel açıdan, eğitim, yüzey kalitesi ve kaldırım kesintileri gibi fiziksel koşulların haritalanması sayesinde sürdürülebilir kentsel hareketliliğin planlanmasına

ve kullanılmasına katkı sunmaktadır. Ekonomik açıdan ise, kamu yatırımlarının önceliklendirilmesine destek olmakta ve erişilebilir işletmeleri görünür kılarak yerel ekonomiyi güçlendirmektedir.

Önerilen modelin bazı zayıf yönleri de bulunmaktadır. Öncelikle kullanıcı tabanlı veri toplamanın sürdürülebilirliği, kullanıcı motivasyonuna ve toplumsal farkındalığa bağlıdır. Literatürde, gönüllü katkının zamanla azaldığı ve kapsamanın sınırlı kaldığı örnekler rapor edilmiştir (Voigt ve diğerleri, 2016). Ayrıca, verilerin sürekli güncellenmesi için yerel yönetimler ve STK'larla iş birliği kritik öneme sahiptir; bu iş birliklerinin sağlanamaması durumunda platformun etki alanı daralabilir.

Önerilen model, teknolojik, sosyal, çevresel, ekonomik ve sürdürülebilirlik boyutlarını bir araya getirmektedir. Modelin özellikleri boyutlara göre özellikleri ve bu özelliklerden beklenen etkiler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Önerilen Modelin Özellikleri ve Beklenen Etkileri*

Boyut	Özellikler	Beklenen Etki
Teknolojik	<i>Crowdsourcing</i> , kurumsal veri entegrasyonu, CBS ve yapay zekâ ile çok kaynaklı doğrulama	Dinamik, güvenilir ve sürekli güncellenen erişilebilirlik veritabanı
Sosyal	Kullanıcı katılımı ve erişilebilir arayüzler	Farkındalık artışı, sosyal kapsayıcılık, kullanıcı çeşitliliği
Çevresel	Eğim ve yüzey temelli rota analizi, sürdürülebilir hareketlilik teşviki	Daha kısa ve güvenli güzergâhlar, emisyon azalması
Ekonomik	Yatırım önceliklendirme ve veri temelli karar desteği	Kamu bütçesinde verimlilik, yerel işletmeler için görünürlük
Yönetişim ve Sürdürülebilirlik	Kamu-özel sektör-STK iş birlikleri ve finansal model	Uzun vadeli platform sürdürülebilirliği ve ölçeklenebilirlik

*Tablo yazar tarafından oluşturulmuştur.

Özetle, Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu, mevcut literatürdeki erişilebilirlik çözümlerinin güçlü yönlerini bütünleştiren ve eksik kalan noktalarını tamamlayan bir yaklaşım ortaya koymaktadır. Ancak modelin uzun vadeli başarısı, yalnızca teknik yeniliklere değil, aynı zamanda kurumsal iş birliği, toplumsal katılım ve sürdürülebilir finansman mekanizmalarına bağlıdır. Bu nedenle, platformun gelecekteki uygulamalarında teknoloji odaklı gelişmelerin, sosyal inovasyon ve yönetim stratejileriyle birlikte yürütülmesi kritik olacaktır.

5. Sonuç

Bu çalışmada, hareket kabiliyeti kısıtlı bireylerin şehir içi erişilebilirlik sorunlarına çözüm sunmayı hedefleyen Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu için bütüncül bir model önerilmiştir. Literatürde bulunan örnekler incelenmiş, bu örneklerin güçlü ve zayıf yönleri analiz edilmiş ve elde edilen bulgular doğrultusunda akıllı şehir vizyonuna katkı sağlayacak çok boyutlu bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Platformun en önemli katkısı, kullanıcı kaynaklı veri toplama, farklı kaynaklardan toplanan verileri yapay zekâ desteği ile doğrulama, CBS tabanlı mekânsal analiz ve çoklu erişim kanallarını bir araya getirmesidir. Bu teknoloji temelli yaklaşım, yalnızca kullanıcıların bireysel deneyimlerini yansıtmakla kalmayıp, aynı zamanda şehir planlama süreçlerine stratejik veri desteği sağlayarak akıllı şehirlerin sosyal kapsayıcılık, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınma hedeflerine hizmet etmektedir. 2024–2030 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı amaçları ve eylemleri ile doğrudan örtüşen bu model, güvenli, kapsayıcı ve veri temelli akıllı şehirler inşa etme hedefine katkı sunmaktadır.

Türkiye’de bu alanda kapsamlı ve sürekli güncellenen bir platformun henüz bulunmaması, çalışmanın özgün değerini artırmaktadır. Mevcut durumda erişilebilirlik bilgileri farklı kurumlarda bulunmaktadır ve kısmen güncel durumdadır. Önerilen model, Türkiye’de ilk defa erişilebilirlik verilerini güncel ve bütüncül olarak sunmayı amaçlamakta; böylece hem kullanıcıların günlük yaşam kalitesini artırmakta hem de yerel yönetimlerin karar destek mekanizmalarına katkı sağlamaktadır.

Gelecek çalışmalar kapsamında, platformun pilot uygulamasının farklı şehirlerde test edilmesi ve kullanıcı geri bildirimleri doğrultusunda sürekli geliştirilmesi planlanmaktadır. Ayrıca sensör tabanlı veri toplama yöntemlerinin (örneğin mobil cihaz sensörleri, görüntü işleme algoritmaları) kullanıcı kaynaklı veriler ile birleştirilmesi, erişilebilirlik verilerinin doğruluğunu artıracaktır. Bunun yanı sıra, uluslararası erişilebilirlik platformlarıyla yapılacak veri entegrasyonları, Türkiye’nin bu alanda küresel bilgi paylaşımına katkı sunmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak, Engelsiz Ulaşım Haritası Platformu, yalnızca engelli bireylerin değil, yaşlılar, bebek arabası kullananlar ve geçici hareket kısıtlılığı yaşayan bireyler için de kapsayıcı bir dijital çözüm sunmaktadır. Bu yönüyle önerilen model, Türkiye’nin akıllı şehir stratejilerine entegre edilebilecek bir model oluşturmakta ve erişilebilir şehirler vizyonuna katkı sağlamaktadır.

Kaynakça

- Asghari, H., Stolberg-Larsen, J., & Züger, T. (2022, April 28). "Approximating Accessibility of Regions from Incomplete Volunteered Data." *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3491101.3519706>.
- Beale, L., Field, K., Briggs, D., Picton, P., & Matthews, H. (2006). "Mapping for wheelchair users: Route navigation in urban spaces." *Cartographic Journal*, 43(1), 68–81. <https://doi.org/10.1179/000870406X93517>.
- Biagi, L., Brovelli, M. A., & Stucchi, L. (2020). "Mapping the accessibility in openstreetmap: A comparison of different techniques." *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 43(B4), 229–236. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-229-2020>.
- Fernandes, J., Machado, J., Duarte, J., & Peixoto, H. (2024). "Innovative mobile solutions for visual and mobility disabilities: a comprehensive overview." *Procedia Computer Science*, 251, 684–689. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.11.169>.
- Ferretti, E. C., Curi, H. T., Andrade, L. F., Cooper, R. A., & Soárez, P. C. de. (2024). "Conceptual mapping proposed to comprehend the effect of wheelchair mobility on social participation and quality of life: a systematic review*." *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* (cilt: 19, sayı: 3, s. 814–830). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/17483107.2022.2126904>.
- Hong, S. (2025). "A pilot study on mapping wheelability in urban environment." *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/17483107.2025.2539437>.
- Meng, S., Su, X., Sun, G., Li, M., & Xue, F. (2025). "From 3D pedestrian networks to wheelable networks: An automatic wheelability assessment method for high-density urban areas using contrastive deep learning of smartphone point clouds." *Computers, Environment and Urban Systems*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2025.102255>.
- Mobasheri, A., Deister, J., & Dieterich, H. (2017). "Wheelmap: the wheelchair accessibility crowdsourcing platform." *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40965-017-0040-5>.
- Suryotrisongko, H., Kusuma, R. C., & Ginardi, R. H. (2017). "four-Hospitality: Friendly Smart City Design for Disability." *Procedia Computer Science*, 124, 615–623. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.197>.
- Ullrich, P., Hummel, M., Buchner, T., Hauer, K., Bauer, J. M., & Werner, C. (2024). "Translation, feasibility, and construct validity of a German version of the Stakeholders

Walkability/Wheelability Audit in neighbourhoods in older adults." *Journal of Transport and Health*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2024.101802>.

Verma, A., Shrivastava, S., & Ramkumar, J. (2024). "Mapping wheelchair functions and their associated functional elements for stair climbing accessibility: a systematic review." *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* (cilt: 19, sayı: 1, s. 200–221). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/17483107.2022.2075476>.

Voigt, C., Dobner, S., Ferri, M., Hahmann, S., & Gareis, K. (2016). "Community engagement strategies for crowdsourcing accessibility information: Paper, Wheelmap-tags and Mapillary-walks." *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9759, 257–264. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41267-2_35.