

**To Cite This Article:** Özdemir, H. M. (2026). Park sınıflandırmasına dayalı kentsel park erişilebilirliğinin eğim duyarlı network analizi ile değerlendirilmesi: Üsküdar örneği. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 58, 204-223. <https://doi.org/10.32003/igge.1879380>

## Park Sınıflandırmasına Dayalı Kentsel Park Erişilebilirliğinin Eğim Duyarlı Network Analizi İle Değerlendirilmesi: Üsküdar Örneği

### Evaluation of Urban Park Accessibility Based on Park Classification Using Slope-Sensitive Network Analysis: The Case of Üsküdar

Hüseyin Melih ÖZDEMİR 

#### Öz

Bu çalışma, idari anlamda İstanbul iline bağlı Üsküdar kentinde kentsel parklara erişilebilirliği, topografik koşullar ve ulaşım türlerini bütüncül biçimde dikkate alan eğim duyarlı bir network analizi yaklaşımıyla incelemektedir. Araştırmada yol ağı verileri, Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) ve parklara ilişkin fonksiyonel özellikler ve donatılar gibi mekânsal veriler kullanılarak çok yönlü bir ağ modeli oluşturulmuştur. Parklar; fonksiyonel özellikleri, alansal büyüklükleri, donatı çeşitliliği ve zemin nitelikleri dikkate alınarak ağırlıklandırılmış ve sınıflandırılmıştır. Yaya, bisiklet ve araç erişimi için eğime duyarlı hız modelleri tanımlanmış; segment bazlı seyahat süreleri hesaplanarak network dataset oluşturulmuştur. Service area analizleri yardımıyla park sınıflarına göre erişilebilirlik durumları belirlenmiştir. Bulgular, topografyanın özellikle yaya ve bisiklet erişimini sınırladığını ve park erişilebilirliğinin kentte mekânsal olarak eşitsiz dağıldığını göstermektedir. Çalışma, zamana dayalı ve nitelik temelli erişilebilirlik analizlerinin kentsel planlama süreçlerine entegrasyonuna katkı sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel Parklar, Erişilebilirlik Analizi, Erişilebilirlik Eşitsizliği, Zamana Dayalı Erişilebilirlik, Üsküdar

#### Abstract

This study examines the accessibility of urban parks in Üsküdar, a city administratively affiliated with Istanbul Province, using a slope-sensitive network analysis approach that comprehensively considers topographic conditions and modes of transportation. The study created a multidimensional network model using road network data, Digital Elevation Model (DEM) data, and spatial data such as functional characteristics and amenities related to parks. Parks were weighted and classified based on their functional characteristics, spatial size, variety of amenities, and ground conditions. Gradient-sensitive speed models were defined for pedestrian, bicycle, and vehicle access; segment-based travel times were calculated to create a network dataset. Service area analyses were used to determine accessibility conditions according to park classes. The findings show that topography particularly limits pedestrian and bicycle access and that park accessibility is spatially unevenly distributed across the city. The study contributes to the integration of time-based and quality-based accessibility analyses into urban planning processes.

**Keywords:** Urban Parks, Accessibility Analysis, Accessibility Inequality, Time-Based Accessibility, Üsküdar

\* **Sorumlu Yazar:** Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, ✉ [huseyin.melih@marmara.edu.tr](mailto:huseyin.melih@marmara.edu.tr)

## GİRİŞ

Kent yerleşmeleri 21. yüzyılın en yüksek nüfus çekim gücüne sahip yerleşim birimleridir. Kentsel alanlarda toplanan nüfusun konut, hizmet, ticaret, eğitim ve sanayi gibi talepleri ve ekonomik faaliyetleri sağlıklı ve düzensiz kentleşmeye yol açmaktadır. Yatay ve dikey yönde sürekli olarak gelişim gösteren kentlerde araç trafiği, çevre kirliliği, görüntü kirliliği, gürültü kirliliği, alt ve üst yapı problemleri, yeşil alanların tahrip edilmesi vb. birçok olumsuz etken, bu sahalarda yaşamakta olan insanların yaşam kalitesinde düşüşe neden olmaktadır (Gezer ve Gül, 2009). Kentlerde yaşayan nüfus, kentlerin toplumsal, sosyolojik, ekonomik ve psikolojik baskıları ile mücadele etmektedir. Kentler içerisinde bulunan parklar, kentsel yeşil alanlar veya rekreasyon alanları kentlerin olumsuz etkilerini azaltıcı etkiye sahiptirler (Yücel ve Yıldız, 2006).

Kentsel alanlarda yer alan parklar, kentlerin kalabalık ve karmaşık yapısından kaynaklanan stresinden uzaklaşmak açısından önemlidirler. Rekreasyon faaliyetlerine sağlamış olduğu imkanlar ve eğlenme ihtiyacını karşılamaları, açık ve yeşil alan oluşturmaları gibi kent yerleşmelerine birçok katkı vermektedirler (Soydan, 2020). Parklar, günümüz kentlerinde önemli bir yere sahiptirler. Ancak günümüzde ortaya çıkan kentsel kullanım alanları değildirler. Parkların ortaya çıkışları Antik dönemlere denk gelmektedir ve kentlerin büyümesiyle çeşitlenen ihtiyaçlarına bağlı olarak şekillenmişlerdir. Antik Mısır metropollerinde, kent merkezinin çevresinde bitkilerin yetiştirildiği alanlar, kanallar, göletler ve tesislerin var olduğu görülmektedir. Asur, Babil, Antik Yunan ve Roma dönemlerinde kent merkezlerinde günümüz parklarının işlevlerine benzer, alleler, korular, meydanlar, parklar ve yeşil alanların bulunduğu bilinmektedir. Ortaçağ döneminde kent ormanlarına doğru bir büyüme yaşanmaktadır. 18 ve 19. yüzyıllara ulaşıldığında parkların yüksek duvarlarla çevrildiği, güvenlik önlemi olarak günümüz karşılığıyla bekçilerin var olduğu ve bu parkların toplumun görece elit kısmına hizmet verdiği görülmektedir. İşçi sınıfı gibi toplumun üretim yükünü üstlenen ancak sosyo-ekonomik sınıflandırmada alt kesimde yer alan gruplar bu parklardan istifade edememişlerdir. Parklar yüzyıllar boyunca öncelikle hanedanlar, soylular ve aristokratlara hizmet etmişlerdir. Fakat 19. yüzyıldan itibaren işçi sınıfının yaşamış oldukları yoksul mahalleler ve bu mekânların sağlıklı oluşu yöneticilerin sağlıklı açık alan üretme çabasına girmelerine ve parklardan toplumun yoksul kesimlerinin de yararlanabilmelerine olanak sağlanmasına yönelik girişimleri başlatmıştır. (Hannebo, 1983; Conway, 1996; Henneberger, 2002; Wiggweshaus, 2003; Öztürk, 2004).

Erişilebilirlik bilimsel çalışmalarda sıklıkla incelenen bir konudur. Erişilebilirlik teması altında farklı problemlerin çözümüne odaklanılmaktadır. Kentsel donatılara erişim problemleri (Taleai vd., 2014; Sakamoto ve Lima, 2016, Zhang vd., 2016; Li ve Tong, 2017; Akgış İlhan, 2020). Kent parkları veya kentsel yeşil alanlara erişim ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır (Zhang vd., 2022; Reyes vd., 2014). Engelli bireylerin kamu kurum ve kuruluşları veya kentsel donatılara erişilebilirliğinde karşılaşılan problemlerin çözümünde odaklanılan çalışmalar literatürde mevcuttur (Çağlar, 2012, Bektaş ve Develi, 2020; Sarıkahya ve Şap Acar, 2025; Erdurak ve Yıldız, 2025).

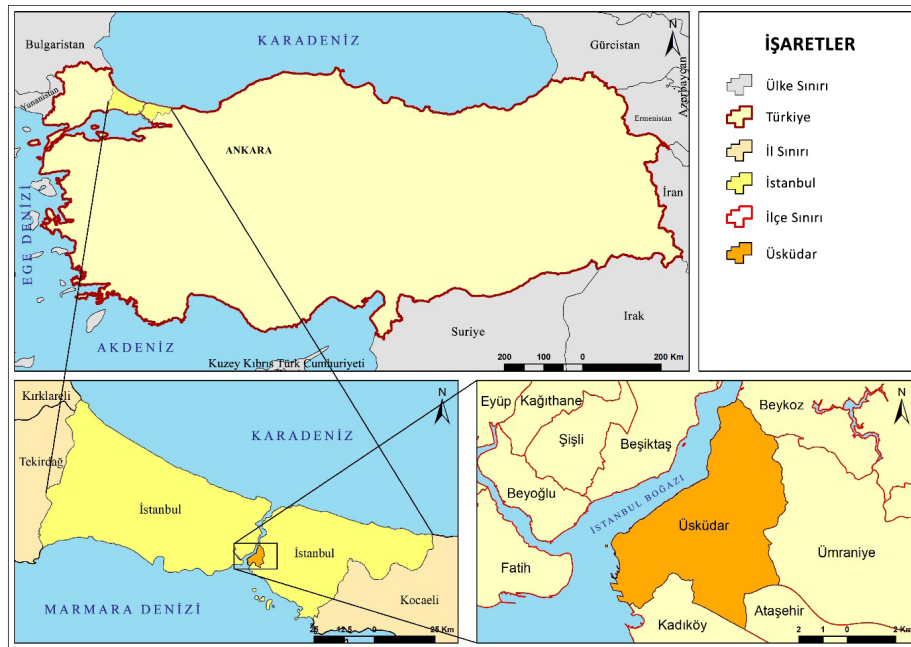
Erişilebilirlik literatüründe farklı problemlere veya çözümlere odaklanılan birçok çalışma mevcuttur. Araştırmalarda erişilebilirlik konusunda genellikle bir kurum veya sosyal donatıya erişilebilirlik üzerine odaklanılmaktadır. Bu çalışmada da Üsküdar kentinde yaşamakta olan insanların parklara erişilebilirliği konusu araştırılacaktır. Ancak burada sadece Üsküdar'da mevcut olan parklara erişilebilirlik konusu ele alınmayacaktır. Parkların sahip oldukları donatılar ve fonksiyonel özelliklerine göre sınıflandırma yapılarak insanların farklı seviyelerdeki parklara erişilebilirlik durumu incelenecektir.

Üsküdar kenti Marmara Denizi ile İstanbul Boğazı'nın kesişim noktasında yer alan tarihsel dönem boyunca sürekli yerleşim sahası olan jeostratejik öneme sahip bir kent yerleşmesidir. Günümüzde Kocaeli Yarımadası'nın güneybatı ucunda bulunan, idari anlamda İstanbul iline bağlı olan 39 ilçeden birisidir. Kentin doğusunda Ümraniye, batı ve kuzeybatısında İstanbul Boğazı, güney kesiminde Kadıköy ve kuzeyinde Beykoz kentleri ile sınır komşusudur (Şekil 1), (Aycan, 2024).

Üsküdar üzerine yapılan çalışmalar, kentin açık ve yeşil alanlarının hem tarihsel-kentsel kimlik hem de güncel planlama sorunları bakımından özel bir inceleme alanı sunduğunu göstermektedir. Üsküdar'daki yeşil alan kullanımına ilişkin çalışmalarda kentte park ve yeşil alanların mahalleler arasında homojen dağılmadığı, bazı mahallelerde park sayısının yüksek olmasına karşın bazı mahallelerde sınırlı kaldığı, park sayısı ile mahalle nüfusu arasında her zaman doğrudan bir

ilişki kurulmadığı belirtilmektedir. Örneğin; Bulgurlu ve Kısıklı mahallelerinde 16'şar park bulunurken Mimar Sinan ve Kirazlıtepe mahallelerinde yalnızca birer park alanının bulunduğu aktarılmaktadır (Belge ve Siyavuş, 2021). Bu durum, yeşil alanların mahalle ölçeğindeki dağılımı ve kullanıcıya sunduğu hizmet kapasitesi üzerinden de değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Üsküdar kentinin araştırma alanı olarak seçilmesinde birkaç temel gerekçe etkili olmuştur. İlk olarak, Üsküdar, İstanbul metropoliten alanının tarihsel kimliği güçlü, yoğun yapılaşma baskısı altında bulunan ve açık-yeşil alan varlığı bakımından farklı ölçeklerde park, koru, mezarlık, kıyı alanı ve rekreasyon alanlarını bir arada barındıran bir kentidir. İkincisi, kentte Büyük Çamlıca Korusu, Fethi Paşa Korusu, Validebağ Korusu, Nakkaştepe gibi İstanbul bütününe hizmet eden büyük yeşil alanların bulunması, yerel park erişilebilirliği ile kent ölçeğinde hizmet veren yeşil alanların birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Nitekim önceki çalışmalarda, Üsküdar'ın İstanbul'da büyük koru ve yeşil alanlara sahip kentlerden biri olmasına karşın semt parkı ve mahalle ölçeğinde park ihtiyacının ayrıca değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Topalfakioğlu, 2002). Bir diğer gerekçe ise, Üsküdar'ın morfolojik gelişim süreci, açık ve yeşil alanların tarihsel olarak yapılaşma baskısı altında kaldığını göstermektedir. Çakmak, Belli ve Kubat'a (2022) göre Üsküdar'da hızlı nüfus artışı, göç, ulaşım yatırımları ve yapılaşma baskısı sonucunda tarihsel ve kültürel değere sahip bostanlık alanlar ile açık ve yeşil alanlar süreç içinde konut alanlarının baskısı altında kalmıştır. Aynı çalışmada, Üsküdar'ın İstanbul metropolünün ulaşım odağı hâline gelmesiyle birlikte kentsel dönüşüm ve yoğunluk artışı süreçlerinin açık alanlar üzerinde önemli etkiler oluşturduğu belirtilmektedir. Ayrıca, Üsküdar'da kapalı site yerleşmeleri, konut baskısı ve sosyo-mekânsal farklılaşma gibi süreçler parkların mahalle yapısı, kamusal kullanım ve sosyal erişilebilirlik bağlamında yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Sargın ve Taş (2019), Üsküdar'da 1980–2017 döneminde gelişen kapalı site yapılaşmalarının niteliksel ve niceliksel olarak mahallelere homojen dağılmadığını ve bu sürecin sosyo-kültürel ve ekonomik sonuçlar ürettiğini ortaya koymuştur. Beşinci olarak, yerel çevre yönetimi bağlamında Üsküdar Belediyesi'nin yeşil alan, çevre kalitesi ve kentsel donatı üretimine ilişkin sorumlulukları, kenti yerel planlama politikalarının sahadaki karşılığını incelemek bakımından anlamlı kılmaktadır. Zengin ve Esedov (2011), çevre sorunlarının yerel özellikleri nedeniyle belediyelerin çevre yönetimindeki rolünün belirleyici olduğunu ve Üsküdar'da yeşil alanların mahalle ölçeğinde yeniden değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. İlgili çalışmada, Üsküdar'daki aktif açık yeşil alanların mahalle ölçeğinde ele alınması ve coğrafi bilgi sistemleri gibi yöntemlerle hızlı ve doğru biçimde değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir.



Şekil 1: Araştırma Sahası Lokasyon Haritası

Üsküdar kenti özelinde yeşil alanların, kullanıcıyla kurduğu sosyal, kültürel ve mekânsal ilişki de önemlidir. Kuzguncuk Bostanı örneği üzerinden yapılan çalışma, yeşil alanların yere bağlanma, kolektif bellek ve mahalle kimliği açısından güçlü mekânsal bileşenler olduğunu göstermektedir (Özata ve Özdemir Darby, 2023). Bu yaklaşım, park ve yeşil alanların erişilebilirliğinin kullanıcıların gündelik yaşam pratikleri, mekânsal aidiyetleri ve kentsel kimlikleriyle ilişkili bir konu olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla Üsküdar'daki parkların erişilebilirlik analizi, aynı zamanda kentin sosyo-mekânsal yapısını ve kamusal alan kullanım biçimlerini anlamak bakımından da önem taşımaktadır.

Bu çalışma, literatürdeki erişilebilirlik araştırmalarından iki yönüyle ayrılmaktadır. İlk olarak, araştırmada parklar tek tip kentsel donatı olarak ele alınmamış; sahip oldukları donatı ve fonksiyonel özelliklere göre sınıflandırılmıştır. Böylece yalnızca parka erişim değil, farklı nitelik düzeylerine sahip parklara erişim durumu analiz edilmiştir. İkinci olarak, çalışmada doğrusal mesafe temelli değerlendirme yerine ağ veri kümesi üzerinden hizmet alanı analizi yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yöntem, kullanıcıların kent içindeki gerçek yol ağı üzerinden parklara erişim durumunu değerlendirmeye olanak tanımakta; yol ağı, yürüme süresi, güzergâh yapısı ve topografik koşullar gibi değişkenlerin erişilebilirlik üzerindeki etkisini daha gerçekçi biçimde ortaya koymaktadır. Engelli dostu peyzaj tasarımı ve mekân dizim analizi üzerinden yürütülen Üsküdar örneklili bir çalışma da erişilebilirlik değerlendirmelerinde sosyal, bilişsel ve mekânsal bağlantıların da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir (Dinçer, Ünsal ve Demircioğlu Yıldız, 2025). Bu yaklaşım, erişilebilirlik analizlerinin, kullanıcı gruplarının farklı ihtiyaçları ve mekânın bütüncül kullanımı üzerinden ele alınması gerektiğini desteklemektedir.

## YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan temel verilerden birincisi Üsküdar Belediyesi'nden temin edilen park ve yeşil alanlar verisidir. Park verileri 2024 yılına ait olup, belediye envanteri ve açık kaynak veriler karşılaştırılarak güncellenmiştir. Analiz sürecinde, son dönemde hizmete açılan parklar da veri setine dâhil edilmiştir. Üsküdar kentinde bulunan parkların alansal büyüklükleri, sahip oldukları donatılar, fonksiyonel özellikleri ve zemin özellikleri verileri çalışmada temel altlık oluşturan verilerdir. Erişilebilirlik hesaplamalarının sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için ulaşım verilerine de ihtiyaç duyulmuştur. Bu kapsamda yine Üsküdar Belediyesi'nden kapsamlı yol verileri temin edilmiştir. Yol verisi içerisinde yol çizgileri, yol uzunlukları ve hız limitleri yer almaktadır.

Erişilebilirlik hesaplamaları otomobil, bisiklet ve yaya olarak seyahat seçenekleri üzerinden yapılmıştır. Süreler üzerinde yol, hız limitleri gibi unsurlara ek olarak eğimin seyahat hızı üzerindeki etkisinin hesaplanması da gerekmektedir. Eğim verisini elde edebilmek için İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 2013 yılında üretilen 1metre çözünürlüklü LiDAR verisi kullanılmıştır.

Çalışma temelde iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama network analizinde kullanılmak üzere verilerin üretilmesi kısmıdır. Bu aşamanın ilk adımı park verilerinin ağırlıklandırılarak sınıflandırılmasıdır. Tüm parklar fonksiyonel özellikleri (oyun, spor, koşu ve fitness alanları), sahip oldukları donatılar (büfe, çeşme, havuz, güvenlik, kafeterya), alansal büyüklükleri ve zemin özellikleri (kum, kauçuk, çim, beton) gibi kriterleri baz alınarak ağırlıklandırılmıştır ve erişilebilirlik analizinde kullanılmak üzere sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalara göre en fazla fonksiyonel özellik, donatı ve zemin çeşitliliğine sahip olan parklar 13 kriteri karşıladığı görülmüştür.

İkinci adımda yol ağı topolojisi oluşturulmuştur. Network analizinin sağlıklı biçimde gerçekleştirilebilmesi için yol ağı verisi topolojik olarak tutarlı bir düğüm-kenar (node-edge) yapısına dönüştürülmüştür. Bu kapsamda yol verisinde yer alan her bir yol segmenti kenar (edge), segmentlerin başlangıç ve bitiş noktaları ise düğüm (node) olarak tanımlanmıştır. Böylece ağ üzerinde yön, bağlantı ve süre hesaplamalarına olanak sağlayan temel network yapısı oluşturulmuştur. Topoloji oluşturma sürecinde, yol segmentleri arasındaki mekânsal sürekliliği bozabilecek hatalar tespit edilerek giderilmiştir. Bu aşamada; uç noktaları çakışmayan veya birbirine bağlanmayan yol segmentleri, üst üste binen (overlap) çizgiler, kopukluklar (dangle), gereksiz kısa segmentler ve yanlış kesişim noktaları düzeltilmiştir. Ayrıca farklı yol türleri arasında bağlantı kurallarının doğru tanımlanması sağlanmış, analiz sonuçlarını etkileyebilecek topolojik tutarsızlıklar ortadan kaldırılmıştır.

Erişilebilirlik sürelerine eğimin etkisinin hesaplamasında kullanılmak üzere 1 metre çözünürlüğe sahip LiDAR verisi üzerinde eğim rasteri üretilmesi üçüncü adımı oluşturmaktadır. Eğim faktörü, ağ analizine maliyet (cost) parametresi olarak entegre edilmiştir. Bu kapsamda, yüksek eğimli yolların yürüme süresini artırdığı varsayımıyla, yol segmentlerine eğime bağlı ağırlık değerleri atanmıştır.

Ulaşım türlerine göre hız modellerinin atanması dördüncü adımda gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda her bir ulaşım modeli için literatürde daha önce kullanılmış olan farklı formüller uygulanmıştır.

Yayaların seyahat süresi hesaplaması gerçekleştirilirken Tobler'ın (1993) "Tobler Walking Function" olarak literatürde yerini alan eğime duyarlı yaya hızı formülü kullanılmıştır. Yaya ulaşım süresi ve hız modelinde;

Yaya seyahat süresi:

$$t_{yaya} = (L / v) \times 60$$

Yaya hızı, eğime duyarlı "Tobler Walking Function" kullanılarak hesaplanmıştır:

$$v = 6 \cdot e^{(-3.5 |s + 0.05|)}$$

Burada;

L : yol segmentinin uzunluğu (km),

v : yaya hızı (km/saat),

s : desimal eğim,

t<sub>yaya</sub> : dakika cinsinden yaya seyahat süresi (Tobler, 1993).

Bisiklet hızı, literatürde yaygın olarak kullanılan eğime duyarlı iki parçalı fonksiyonel yapı temel alınarak modellenmiştir.

a) Pozitif eğim (yokuş) için üstel hız azalması:

$$v = v_0 \cdot e^{(-\alpha s)}$$

b) Negatif eğim (iniş) için sınırlı lineer hız artışı:

$$v = v_0 \cdot (1 + \beta(-s))$$

Burada;

v : bisiklet hızı (km/saat),

v<sub>0</sub> : düz zemindeki ortalama hız (16 km/saat),

s : desimal eğim,

α : eğimin yokuşta hızı düşürme katsayısı,

β : inişte sınırlı hız artışı katsayısı.

Bisiklet süre hesabı:

$$t_{bisiklet} = (L / v) \times 60 \text{ (Parkin vd., 2008; Menghini vd., 2010).}$$

Araç hızlarının eğimden etkilenmesi; motor gücü, çekiş gereksinimi, sürücü davranışı ve yol güvenliği faktörleri dikkate alınarak modellenmiştir.

a) Pozitif eğim (yokuş) için hız azalışı (inverse model):

$$v = v_0 / (1 + k s)$$

b) Negatif eğim (iniş) için sınırlı hız artışı:

$$v = v_0 \cdot (1 + \gamma(-s))$$

Burada;

v : efektif araç hızı (km/saat),

$v_0$  : yolun hız limiti (km/saat),

s : desimal eğim,

k : eğimin yokuşta hız düşürme katsayısı,

$\gamma$  : iniş eğiminde sınırlı hız artışı katsayısı.

Araç süre hesabı:

$$t_{\text{arac}} = (L / v) \times 60 \text{ (Gillespie, 1992; AASHTO, 2018).}$$

Network analizinde seyahat süresinin doğru biçimde hesaplanabilmesi için yol ağı, segment bazında değerlendirilmiştir. Bu aşamada her bir yol segmenti için öncelikle ulaşım türüne ve topografik koşullara bağlı olarak efektif hız (v) değeri hesaplanmıştır. Efektif hız; yaya, bisiklet ve araç kullanımı için tanımlanan eğime duyarlı hız modelleri aracılığıyla elde edilmiş ve her segmentin desimal eğim değeri (s) bu modellere dahil edilmiştir. Efektif hızların belirlenmesinin ardından, yol segmentlerinin uzunluğu (L, km) kullanılarak segment bazlı seyahat süreleri hesaplanmıştır. Seyahat süresi, hız-mesafe ilişkisine dayalı olarak aşağıdaki denklemle ifade edilmiştir:

$$t = \frac{L}{v} \times 60$$

Burada t, dakika cinsinden seyahat süresini; L, yol segmentinin uzunluğunu (km); v ise eğim ve ulaşım türüne bağlı olarak hesaplanan efektif hızı (km/saat) temsil etmektedir. Çarpan olarak kullanılan 60 katsayısı, saat cinsinden elde edilen sürenin dakika birimine dönüştürülmesini sağlamaktadır. Bu yöntemle, her bir yol segmenti için gerçekçi ve karşılaştırılabilir seyahat süresi değerleri elde edilmiş; söz konusu süreler network dataset içerisinde maliyet (cost) alanı olarak tanımlanarak en kısa yol ve servis alanı analizlerinde kullanılmıştır.

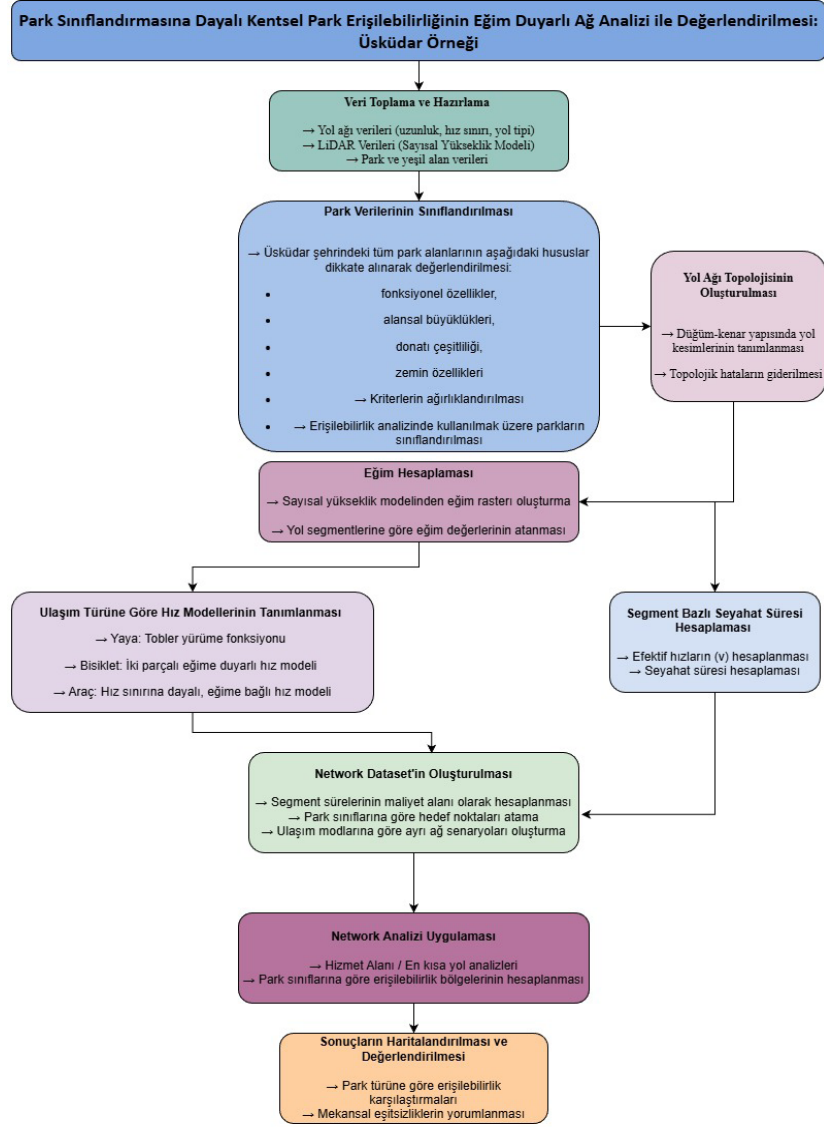
Network dataset içerisinde, çalışmanın odak noktasını oluşturan park ve yeşil alanlar hedef noktalar (destinations) olarak tanımlanmıştır. İlk aşamanın altıncı adımını oluşturan bu kısım park verileri, önceki aşamada gerçekleştirilen fonksiyonel, alansal, donatı ve zemin özelliklerine dayalı sınıflandırma sonuçları dikkate alınarak ağa entegre edilmiştir. Bu sayede, farklı niteliklere sahip park sınıflarının erişilebilirlik düzeyleri ayrı ayrı analiz edilebilir hâle getirilmiştir. Ayrıca, ulaşım türlerinin hız, eğim duyarlılığı ve kullanım koşulları açısından birbirinden farklı olması nedeniyle, network dataset içerisinde yaya, bisiklet ve araç ulaşımı için ayrı ağ senaryoları oluşturulmuştur. Her bir senaryoda, ilgili ulaşım türüne özgü hız modeli ve seyahat süresi maliyetleri tanımlanmış; böylece ulaşım türleri arasında karşılaştırmalı erişilebilirlik analizlerinin yapılması mümkün kılınmıştır. Sonuç olarak oluşturulan network dataset, zamana dayalı, ulaşım türüne ve park sınıflarına duyarlı erişilebilirlik analizlerinin gerçekleştirilmesine olanak sağlayan bütüncül bir altyapı sunmuştur.

Araştırmanın ikinci aşamasında, ilk adımda oluşturulan tüm veriler ile network analizi gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan network dataset kullanılarak park ve yeşil alanlara erişilebilirliğin değerlendirilmesi amacıyla çeşitli network analizleri uygulanmıştır. Bu kapsamda, zamana dayalı erişilebilirlik düzeylerini ortaya koymak için service area (servis alanı) ve en kısa yol (shortest path) analizleri gerçekleştirilmiştir.

Service area analizi ile, her bir parkın belirli seyahat süresi eşikleri (örneğin 5, 10 ve 15 dakika) içerisinde erişilebilen alanları hesaplanmıştır. Analizlerde, önceki aşamalarda tanımlanan segment bazlı seyahat süreleri maliyet (cost) alanı olarak

kullanılmıştır. Böylece erişilebilirlik zonları, doğrusal mesafeye dayalı tamponlar yerine, gerçek yol ağı ve topografik koşulları dikkate alan zamansal alanlar şeklinde elde edilmiştir.

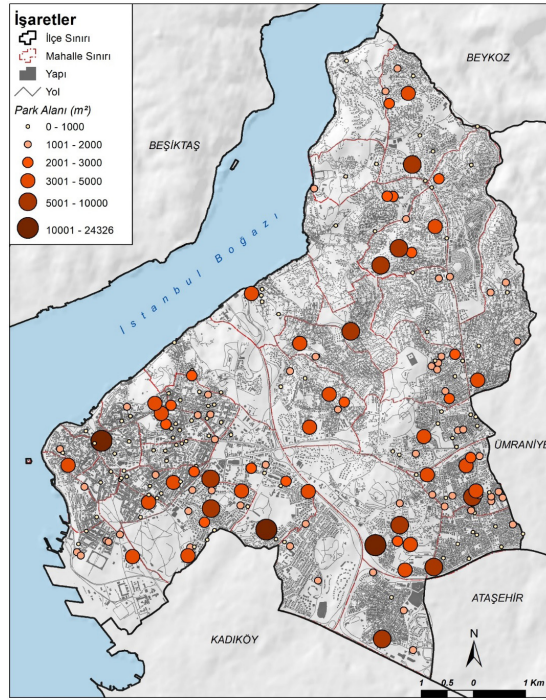
En kısa yol analizleri ise, farklı park sınıflarına yönelik en düşük seyahat süresine sahip güzergâhların belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu analiz sayesinde, kullanıcıların farklı niteliklere sahip park alanlarına ulaşırken kat ettikleri güzergâhlar ve süreler karşılaştırılabilir hâle getirilmiştir. Elde edilen service area çıktıları, parkların fonksiyonel sınıflarına göre gruplanarak değerlendirilmiş ve her bir park sınıfı için erişilebilirlik zonları oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, parkların yalnızca mekânsal dağılımına değil, niteliksel özelliklerine bağlı olarak erişilebilirlik düzeylerinin karşılaştırılmasına olanak sağlamıştır (Şekil 2).



Şekil 2: Araştırma İş Akış Şeması

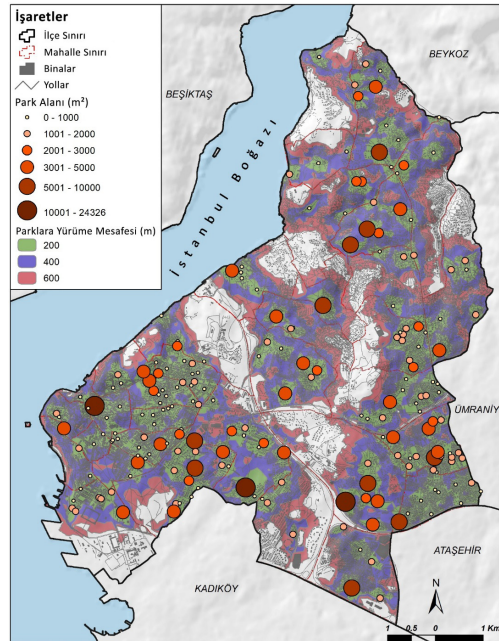
## BULGULAR

Üsküdar kentinde, kent içerisinde yer alan refüj, okul bahçesi gibi kentsel yeşil alanlar dahil edilmediğinde farklı büyüklüklere sahip 213 adet parkın varlığı tespit edilmiştir. Tespit edilen bu parklar alansal büyüklüklerine göre m<sup>2</sup> ölçeğinde sınıflandırılmışlardır (Şekil 3). Kentin kuzey, güney, doğu ve batı olmak üzere sayıca farklılık gösterse de parkların var olduğu görülmektedir.



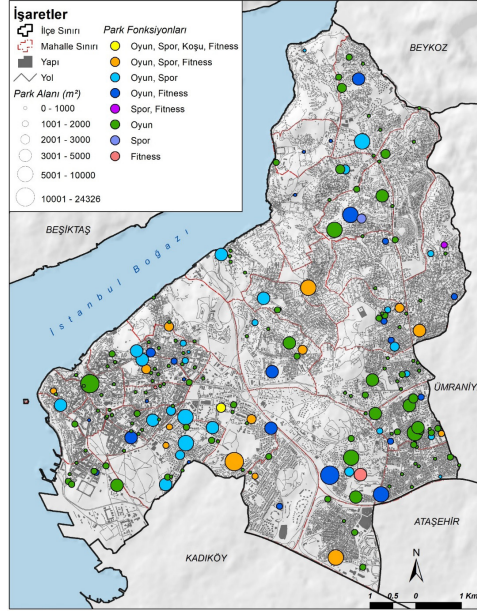
Şekil 3: Kentsel Parkların Alansal Büyüklükleri ve Kent İçerisindeki Dağılımları

Erişilebilirlik çalışmalarında herhangi bir kentsel mekân veya donatıya erişimin tespiti en kolay hâliyle mesafe bazında hesaplanmaktadır. Mesafe bazında yapılan çalışmalarda da bilimsel olarak bir sonuç elde edilebilmektedir. Ancak genellikle ölçümü yapılması tasarlanan erişilebilirlik oranı yüksek çıkmaktadır. Üsküdar kentinde de 200-400 ve 600 metre mesafeleri baz alınarak parkların erişilebilirlik durumu incelenmiştir. Özellikle 600 metre mesafede parkların hepsine erişilebildiği görülmektedir (Şekil 4). Kentin kuzeydoğu, kuzeybatı, merkezde yer alan bazı kesimler, güney ve güneybatısında herhangi bir parka erişilebilirliğin olmadığı saptanmıştır.



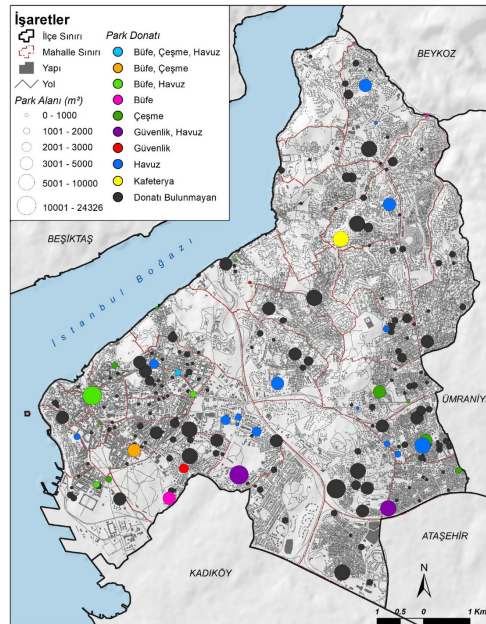
Şekil 4: Kentsel Parkların Mesafe Bazlı Erişilebilirlik Analizi

Üsküdar kentinde yer alan parkların hepsi aynı amaca hizmet etmeleri amacıyla inşa edilmemişlerdir. Parklar spor, fitness, çocuk oyun alanı, koşu yolu gibi farklı fonksiyonlara sahip olacak şekilde inşa edilmişlerdir (Şekil 5). Kentteki parklardan bazıları bu fonksiyonlardan sadece birisine sahiptir. Bazı parklar ise fonksiyon olarak birden fazla amaca hizmet edecek şekilde dizayn edilmişlerdir.



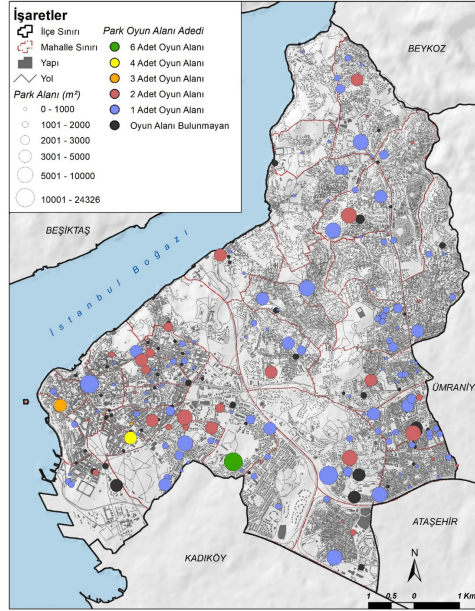
Şekil 5: Parkların Sahip Oldukları Fonksiyonel Özellikler

Kentsel alanda yer alan parklar sadece fonksiyonel özelliklerine göre farklılık göstermemektedir. Ayrıca parklar sahip oldukları donatılar bakımından da farklılaşmaktadır. Kentte yer alan 213 adet parktan sadece 37 adedi kafeterya, havuz, güvenlik, çeşme, büfe gibi donatılara sahiptir (Şekil 6). 176 adet parkta ise bahsi geçen donatılardan hiçbirisi yer almamaktadır. Parkların bazılarında sadece donatılardan birisi yer alırken bazı parklar da ise birden fazla donatı aynı anda yer almaktadır.



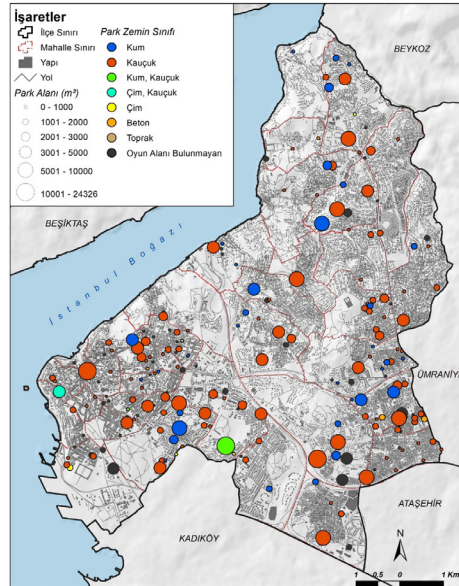
Şekil 6: Parkların Sahip Oldukları Donatılara Göre Dağılımı

Parklar nüfusun tüm yaş gruplarına hizmet verebilecek kentsel mekânlar arasında yer almaktadırlar. Fonksiyonel özelliklerin çeşitliliği ve çocuk oyun alanlarının varlığı aynı anda hem ebeveynlerin hem de çocukların kaliteli vakit geçirmelerine olanak sunmaktadır. Üsküdar kentinde yer alan 213 adet parkın 156 tanesinde çocuk oyun alanı bulunmaktadır (Şekil 7). Kentte bulunan 57 adet parkta hiç oyun alanı bulunmamaktadır. Çocuk oyun alanı bulunan parklarda oyun alanı sayıları farklılık göstermektedir. Parklar içerisinde en fazla 6 adet en az ise 1 adet çocuk oyun alanına sahiptirler.



Şekil 7: Parkların Oyun Alanı Sayılarına Göre Dağılımı

Çocuk oyun alanları bulunan parklar donatılarda olduğu gibi aynı zemin standartlarına sahip değildir. Kentte 156 adet çocuk oyun alanı bulunan park vardır. Çocuk oyun alanlarında zemin malzemesi olarak en fazla kauçuk kullanılmıştır. 110 adet çocuk oyun alanı zemini kauçuk malzeme ile kaplıdır (Şekil 8). Kauçuk malzemeden sonra zemin malzemesi olarak 34 adet parkta kum kullanılmıştır. Beton zemine sahip park sayısı 4, çim zemin 4, kum ve kauçuk bir arada 2, çim ve kauçuk bir arada 1, toprak zemine sahip olan da 1 adettir.

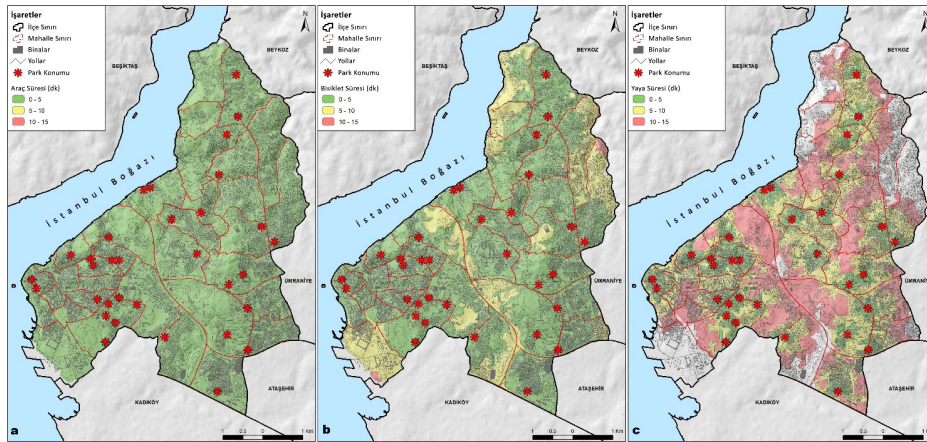


Şekil 8: Parkların Zemin Sınıflarına Göre Sınıflandırılması

Bu çalışmada Üsküdar kentinde yer alan parklar sahip oldukları fonksiyonlar, donatılar, çocuk oyun alanları gibi kriterleri göz önünde bulundurularak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan parkların kriterlerine göre insanların zaman bazında erişilebilirlik durumları değerlendirilmiştir. Yapılan sınıflandırmaya göre fonksiyon ve donatı özelliklerine göre 9-10 arasında kritere sahip olan parkların kent içerisindeki dağılımı homojen yakın durumdadır. Araçla erişilebilirliğe bakıldığında (a) parkların kent genelinde büyük ölçüde 10–15 dakikalık erişim süresi içerisinde kaldığı ve erişimin mekânsal olarak daha homojen dağıldığı görülmektedir. Bu durum, araçla ulaşımın erişilebilirliği artırdığını ortaya koysa da, sürdürülebilirlik ve mekânsal adalet açısından yaya ve bisiklet odaklı erişimin güçlendirilmesi gerekliliğini gündeme getirmektedir (Şekil 9).

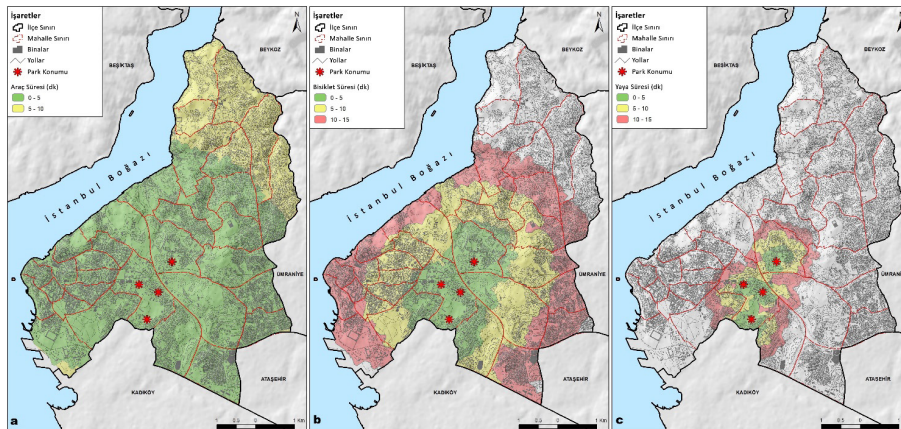
Bisiklet erişilebilirliği (b), yaya erişimine kıyasla daha geniş ve süreklilik arz eden erişim alanları sunmaktadır. Ana ulaşım aksları boyunca 0–5 ve 5–10 dakikalık sürede erişilebilirliğin yaygınlaştığı dikkat çekmektedir. Ancak eğimin arttığı kuzey kesimlerde bisiklet erişiminin görece sınırlı kalması, bisikletli ulaşımın hem altyapı hem de eğim koşullarına duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Yaya erişilebilirliğinde (c) parkların büyük bir bölümünün 0–10 dakikalık yürüme mesafesi içerisinde erişilebilir olduğu görülmektedir. Özellikle merkezi ve yerleşim yoğunluğu yüksek mahallelerde erişim alanları süreklilik göstermektedir. Buna karşılık, kentin kuzey ve doğu kesimlerinde topografyanın eğimli yapısı ve kentsel dokunun parçalı karakteri nedeniyle erişilebilirlik süresi 10–15 dakikaya çıkmaktadır. Bu durum, yaya erişiminin topografik koşullara karşı daha kırılgan olduğunu göstermektedir.



Şekil 9: 9-10 Kriteri Karşılaman Parklara Erişilebilirlik Durumları (a Araç, b Bisiklet, c Yaya)

Şekil 10 Üsküdar kentinde 11–13 kriteri sağlayan, çok yüksek nitelikli parkların yaya, bisiklet ve araç ulaşım türlerine göre zamana dayalı erişilebilirlik alanlarını göstermektedir. Bu parkların sayıca daha sınırlı olması, erişilebilirlik desenlerini önceki gruplara kıyasla daha seçici ve merkezi bir yapıya dönüştürmektedir.



Şekil 10: 11-13 Kriteri Karşılaman Parklara Erişilebilirlik Durumları (a Araç, b Bisiklet, c Yaya)

Araçla erişilebilirlik (a), yüksek nitelikli parkların kent genelinde daha geniş bir alan tarafından erişilebilir hale geldiğini göstermektedir. Parkların önemli bir kısmı 10–15 dakikalık araç erişim süresi içerisinde kalmakta, erişilebilirlik mekânsal olarak daha dengeli bir dağılım sergilemektedir. Bununla birlikte, bu durum araçla ulaşımın erişimi artırıcı rolünü ortaya koymaktadır.

Bisikletle erişim (b), yaya erişimine kıyasla daha geniş bir kapsama alanı sunmakla birlikte, yine de kentin tamamında homojen bir erişilebilirlik sağlamamaktadır. Merkezi parklar etrafında 0–10 dakikalık zonlar belirginleşirken, özellikle kuzey ve doğu kesimlerde 10–15 dakikalık erişim sürelerinin baskın olduğu görülmektedir. Bu durum, bisiklet erişiminin park niteliğini mekânsal eşitsizlikleri azaltan bir faktör olarak kısmen iyileştirdiğini, ancak topografya ve altyapı kısıtlarının etkisini tamamen ortadan kaldıramadığını göstermektedir.

Yaya erişilebilirliği (c), parkların yalnızca çevresindeki sınırlı alanlarda 0–5 ve 5–10 dakikalık sürede erişim imkanı oluşturabildiği görülmektedir. Kent genelinde yaygın bir erişilebilirlikten söz etmek mümkün değildir. Özellikle parkların çevresinden uzak mahallelerde 10–15 dakikalık yürüme süreleri dahi aşılmakta, bu durum yüksek nitelikli parkların yaya erişimi açısından mekânsal olarak eşitsiz dağıldığını ortaya koymaktadır. Topografyanın eğimli yapısı bu sınırlılığı daha da artırmaktadır.

11–13 kriterli parklara ilişkin bulgular, park niteliği arttıkça park sayısının azaldığını ve buna bağlı olarak yaya ve bisikletle erişilebilirliğin mekânsal olarak daraldığını göstermektedir. Bu sonuçlar, yüksek nitelikli parkların planlanmasında yalnızca donatı ve kalite unsurlarının değil, çok yönlü erişilebilirliğin ve mekânsal dağılımın da temel bir planlama ölçütü olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

## TARTIŞMA

Erişilebilirlik konusu üzerine yapılmış birçok akademik çalışma bulunmaktadır. Erişilebilirliği ölçülen kurum veya mekân ile bu alanlara erişim sağlanması beklenen yaş gruplarında farklılıklar olmaktadır. Eğitim kurumlarına erişilebilirlik (Yasak, 2021, Deniz, 2024), turizm kaynaklarına erişilebilirlik (Deniz Adıgüzel, Sertkaya Doğan, 2024), sağlık hizmetleri ve hastanelere erişilebilirlik (Akgiş İlhan, 2020), engelli bireylerin tarihi miras alanlarına erişilebilirliği (Ruiz-Rodrigo vd., 2024) gibi çalışmalar mevcuttur. Literatürde sıkça odaklanılan tema, erişilebilirlik ölçütlerinin doğrusal mesafe yerine gerçekçi seyahat sürelerine dayandırılması gerekliliğidir. Bu perspektif, hem network analizi tabanlı çalışmalarda hem de GIS tabanlı erişilebilirlik modellerinde ön plana çıkmaktadır. Wang vd. 2021 tarihli çalışmalarında, üç farklı GIS temelli yaklaşımın park erişilebilirliğini karşılaştırılmasında, ulaşım modu ve network yapısının ölçüm sonuçlarını belirgin biçimde etkilediğini ortaya koymuşlardır; bu sonuç, yalnızca mesafe eşiklerinin yeterli bir gösterge olmadığını göstermektedir. Üsküdar kentinde yapılan bu çalışmada da eğimin etkisi ve ulaşım türlerine duyarlı hız modelleri kullanılarak benzer bir doğrulamaya ulaşılmıştır. Özellikle yaya ve bisiklet için zamansal maliyetlerin hesaplanması, erişilebilirlik değerlendirmesinde daha gerçekçi mekânsal çıktılar sağlamıştır.

Kentsel alanlarda yer alan parkların kalite anlamında sınıflandırılmasına yönelik çalışmalar literatürde mevcuttur. Yücel ve Yıldızcı (2006), araştırmalarında parkların kalite kriterlerini tespit ederken aktivite ve kullanımlar (çeşitlilik), erişilebilirlik, güvenlik ve bakım, sosyallik gibi unsurları ele almışlardır. Varol ve Tutkun (2023), çalışmalarında Avrupa kentlerinde yer alan bazı kent parklarının kullanıcılarına aktivite ve donatı bazında sunmuş oldukları imkanları değerlendirmişlerdir. Ilgar ve Şeran (2019), İstanbul Bahçelievler’de yer alan kent parklarının kullanıcıları tarafından tercih edilme sebeplerine yönelik nicel bir araştırma yapmışlardır. Kullanıcıların nicelik ve nitelik yönünden parkları değerlendirmeleri istenmiştir. Üsküdar özelinde yapılan araştırmada da benzer kriterler baz alınarak sınıflandırma yapılmıştır.

Çalışmanın bulguları, ulaşım modlarının erişilebilirlik üzerinde farklı düzeylerde etkili olduğunu göstermekle birlikte, bu sonuçlar daha önce yapısal network analizleriyle elde edilen benzer çalışmalarla uyumludur. Örneğin, Çin’de Tiexi Bölgesi gibi kentsel alanlarda yapılan çalışmalarda motorlu taşıtlarla ulaşımın erişilebilirliği en çok sağlayan ulaşım türü olduğu; yaya

erişiminin ise daha sınırlı kaldığı tespit edilmiştir (Lu vd., 2014). Bu çalışmada da benzer bulgulara ulaşılmış, yaya erişiminin eğime duyarlı şekilde kısıtlandığı tespit edilmektedir.

Erişilebilirlik çalışmalarında giderek artan bir şekilde park niteliklerinin incelenmesi gerektiğine yönelik çağrılar yapılmaktadır. Sadece mekânsal ve ulaşım odaklı modeller yerine, parkların kullanım değeri, sosyal çekicilik ve kullanıcı memnuniyeti gibi boyutların da dahil edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Gupta vd., 2025). Çalışmada parkların sahip oldukları özelliklere göre sınıflandırılması son yıllardaki gerçekleştirilen araştırmalar ile uyumludur.

Network analizi ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalar yalnızca erişilebilirlikle sınırlı kalmayıp kentsel planlama ve politika önerileriyle doğrudan ilişkili çalışmalarla gelişmektedir. Zuo vd., (2025) Baotou City örneğinde yapılan çalışmada, GIS tabanlı multilayer erişilebilirlik incelemesi, planlama stratejileri önerileriyle doğrudan ilişkilendirilmiştir. Üsküdar kenti örneğinde yapılan bu çalışmada, mekânsal eşitsizlik ve ulaşım modlarına duyarlı erişilebilirlik farkları üzerinden politika ve planlama önerileri ilişkilendirilmektedir.

## SONUÇ

Üsküdar kenti tarihsel süreç boyunca farklı medeniyetlerin yaşamış oldukları bir yerleşim sahasıdır. Günümüzde idari bakımdan İstanbul ilinin önemli ilçelerinden birisi konumundadır. Kent barındırmış olduğu nüfusa sosyal ve ekonomik anlamda farklı imkanlar sunabilmektedir. Sunmuş olduğu sosyal imkanlardan birisi de parklardır. Üsküdar'da alansal büyüklükleri, sahip oldukları fonksiyonel özellikleri, donatıları ve zemin özellikleri açısından birbirinden farklı parklar yer almaktadır. Herhangi bir kriter baz almadan değerlendirme yapıldığı takdirde kent içerisinde yaşamakta olan nüfusu neredeyse tamamı yakınında yer alan bir parka kolaylıkla kısa süre içerisinde erişebilmektedir. Ancak parklar sahip oldukları özellikler bakımından kategorize edildiği takdirde erişilebilirlik durumları değişmektedir. Ayrıca araç sahipliği, trafik kuralları ve yoğunluğu, eğitim, bisiklet kullanımı ve yaya olarak da erişilebilirlik değişkenlik göstermektedir.

Günümüz dünyasında kent yerleşmeleri de adeta insanlara herhangi bir ürün sunan firmalar gibi markalaşma yoluna gitmektedirler. Marka kentler olmak yolunda ise sahip oldukları farklı fonksiyonları, kendilerini diğer kentlerden ayıran özellikleri ön plana çıkartmaktadırlar. Kentlerin sahip oldukları doğal veya kültürel turizm değerleri, gastronomi özellikleri, eğitim-kültür faaliyetleri, kişi başına düşen park ve yeşil miktarı gibi unsurlar bunlardan sadece birkaçıdır. Bu minvalde kentlerin karmaşık ve stresli gündelik yaşamında bireylere veya ailelere rekreasyon faaliyetlerine de katılabilecekleri alanlar ve mekânlar sunmak önemli hâle gelmektedir.

Üsküdar'da kentsel park ve yeşil alanlara erişilebilirliği; topografik koşullar, ulaşım türleri ve parkların niteliksel özelliklerini birlikte dikkate alan eğim duyarlı bir network analizi yaklaşımıyla değerlendirmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen yöntem, yalnızca mesafeye dayalı erişilebilirlik ölçümü yapmanın dışında, seyahat sürelerini esas alan çok boyutlu bir analizle sonuçlar elde edilmiştir. Üsküdar kentine sadece park ve yeşil alanlara erişilebilirlik kapsamında bakıldığında nüfusun neredeyse tamamı çok kısa mesafe ve sürede en yakınında yer alan parklara erişim sağlayabilmektedirler. Ancak parkların sahip oldukları özellikler göz önünde bulundurulduğunda nitelik ve niceliklerine göre erişilebilirlik durumu değişkenlik göstermektedir. En yüksek özelliklere sahip parklara şehrin kuzeyinde ikamet etmekte olan nüfusun erişilebilirliği düşmektedir veya erişim süresi 15 dakikanın üzerine çıkmaktadır.

Kentte park ve yeşil alan miktarında sayısal olarak bir problem bulunmamaktadır. Elde edilen bulgular, park erişilebilirliğinin Üsküdar kenti genelinde mekânsal olarak homojen dağılmadığını ortaya koymaktadır. Özellikle eğimin yüksek olduğu mahallelerde, yaya ve bisiklet erişilebilirliğinin belirgin biçimde azaldığı; buna karşılık araç erişilebilirliğinin görece daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, topografyanın kentsel park erişiminde belirleyici bir faktör olduğunu açıkça göstermektedir. Parkların fonksiyonel, alansal, donatı ve zemin özelliklerine dayalı olarak sınıflandırılması, erişilebilirlik analizine önemli bir derinlik kazandırmıştır. Analiz sonuçları, nitelik açısından yüksek düzeydeki parkların çoğunlukla belirli bölgelerde yoğunlaştığını, bu park türlerine erişimin ise özellikle dezavantajlı topografik alanlarda sınırlı kaldığını

göstermektedir. Bu bulgu, kentsel park erişilebilirliğinde yalnızca fiziksel uzaklığın değil, park niteliğinin de dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yerel yönetim tarafından parkların fonksiyonel özellikleri ve donatılarında iyileştirmeler yapılması nüfusun nitelikli erişilebilir park sayısında artış sağlayacaktır. Erişilebilirlik konusunda araç ve yaya erişilebilirliği sürelerinde iyileştirme yapmak kolay olmayacaktır. Ancak bisiklet ile erişim hususunda kent içerisinde bisiklet yolu ağının genişletilmesi trafik ve süre açısından faydalı olacaktır.

## ÖNERİLER

Parklarda yer alan oyuncuklarda ve zeminde kullanılan malzemeler özellikle çocukların gelişimi ve sağlığı açısından önemlidir. Çalışmada parkların sınıflandırılmasındaki kriterlerden olan bu unsurlar parkların kalitesi konusunda değerlidir. Özellikle yaz mevsiminde sıcaklığı arttıracak ve ısıyı daha fazla absorbe eden malzemelerin kullanımı mümkün oldukça tercih edilmemelidir.

Üsküdar'da donatı ve fonksiyonel özellikler bakımından daha nitelikli parkların bulunduğunu, ancak bu parkların kent içinde homojen dağılmadığını ve özellikle kentin güney kesimlerinde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle, nitelikli parkların mekânsal dağılımının daha dengeli hâle getirilmesi ve yeşil alan yatırımlarında park niteliğinin de dikkate alınması önerilmektedir. Bu anlamda, Üsküdar Belediyesi 2025–2029 Stratejik Planı'nda yer alan “toplumsal ihtiyaçlara yönelik çeşitlilik sunan, güvenli, ekoloji ile uyumlu ve biyoçeşitliliği destekleyen yeşil alanlar oluşturmak” hedefiyle doğrudan ilişkilidir. Aynı planda park ve yeşil alanlara ilişkin ihtiyaç envanterinin oluşturulması, yeni park yapımı, park yenileme çalışmaları, bakım-onarım faaliyetleri ve kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarının artırılması gibi göstergelere yer verilmesi, bu çalışmanın bulgularının yerel politika düzeyinde izlenebilir ve uygulanabilir bir karşılığı olduğunu göstermektedir (Üsküdar Belediyesi, 2024).

Yeşil alan planlama politikalarının yalnızca doğrusal mesafe temelli erişilebilirlik ölçütleri üzerinden değerlendirilmesi yerine, zamana dayalı, eğitim duyarlı ve yaya hareketliliğini dikkate alan ölçütlerle desteklenmesi önerilmektedir. Bu yaklaşım, özellikle topografik olarak karmaşık kentsel dokularda park erişilebilirliğinin daha gerçekçi biçimde analiz edilmesine katkı sağlayacaktır. Üsküdar gibi eğitim farklılıklarının belirgin olduğu kentlerde, kısa mesafe her zaman kolay erişim anlamına gelmemektedir. Bu nedenle erişilebilirlik analizlerinde yürüyüş süresi, eğitim, güzergâh sürekliliği, yol güvenliği, yaya konforu ve alternatif bağlantıların birlikte değerlendirilmesi planlama kararlarının daha adil ve uygulanabilir biçimde geliştirilmesine katkı sunacaktır.

Aktif ulaşımı destekleyen kentsel ulaşım politikalarının yeşil alan planlamasıyla birlikte düşünülmesi önem taşımaktadır. Yaya ve bisiklet erişiminin eğitim, kesintili güzergâhlar veya altyapı yetersizlikleri nedeniyle dezavantajlı olduğu alanlarda alternatif bağlantılar, mikro ölçekli kamusal alanlar, dinlenme noktaları, gölgelikli yaya aksları ve güvenli geçiş düzenlemeleri içeren tasarım stratejilerinin geliştirilmesi önerilmektedir. İstanbul Vizyon 2050 Strateji Belgesi'nde yer alan yaya ve bisikletli ulaşımın kent genelinde yaygınlaştırılması, ulaşım sistemlerinde kapsayıcılığın sağlanması ve herkes için erişilebilir kamusal alanların güçlendirilmesi hedefleriyle uyumludur (İBB, 2022). İstanbul Vizyon 2050 belgelerinde yaya ve bisikletli ulaşımın kent genelinde yaygınlaştırılması, ulaşım sistemlerinde kapsayıcılık ve herkes için erişilebilir kamusal alan vurgusu açık biçimde yer almaktadır.

Park niteliklerinin standartlaştırılmasına yönelik yerel politika çerçevelerinin geliştirilmesi de bu çalışmanın temel önerileri arasındadır. Parkların, çocuk oyun alanı, spor alanı, dinlenme alanı, gölgelendirme, zemin niteliği, güvenlik, engelli erişimi, bakım durumu ve sosyal kullanım çeşitliliği gibi göstergelere göre sınıflandırılması, hangi park türlerinin hangi nüfus gruplarına hizmet verdiğini daha açık biçimde ortaya koyacaktır. Böyle bir sınıflandırma, yerel yönetimlerin kaynak tahsisini daha rasyonel, şeffaf ve ihtiyaç temelli biçimde yapmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca çocuklar, yaşlılar, gençler, engelli bireyler ve farklı sosyo-ekonomik gruplar açısından parkların kullanım kapasitesinin izlenmesi, yeşil alan politikalarının sosyal adalet boyutunu güçlendirecektir.

Veriye dayalı planlama ve izleme politikaları bakımından bu çalışma, yerel yönetimler için uygulanabilir bir model sunmaktadır. Network analizi tabanlı erişilebilirlik modelleri, yerel yönetimler tarafından belirli aralıklarla güncellenebilir; park yatırımlarının, yenileme çalışmalarının ve erişilebilirlik iyileştirmelerinin zaman içindeki etkilerini izlemek amacıyla kullanılabilir. Bu noktada İBB tarafından geliştirilen Yeşil Alan Yönetim Sistemi Strateji Belgesi ve YAYSİS yaklaşımıyla da doğrudan ilişki kurulabilir. YAYSİS kapsamında açık ve yeşil alanların güncel envanterinin oluşturulması, erişilebilirlik durumlarının izlenmesi, yeterli ve yetersiz bölgelerin belirlenmesi ve yeşil alanların kent bütününde sistemli biçimde planlanması hedeflenmektedir (İBB, 2023). Bu bakımdan çalışmada kullanılan erişilebilirlik ve park niteliği analizleri, yerel yönetimlerin yeşil alan politikalarını izleme, önceliklendirme ve güncelleme süreçlerinde yararlanabileceği karar destek yaklaşımı olarak değerlendirilebilir. İBB'nin YAYSİS yaklaşımı açık ve yeşil alanların güncel envanteri, erişilebilirlik durumu, eksik bölgelerin tespiti ve yeşil alanların bütüncül planlanması hedefleriyle bu öneriyi desteklemektedir.

Bu çalışmada konunun kapsamının dışına çıkmamak veya araştırma sahasının boyutunu aşmamak adına birtakım konulara değinilememiştir. Bunlardan ilki Üsküdar kentinde yer alan parklara toplu taşıma araçları ile erişilebilirlik durumudur. Bu kapsamda Marmaray, metro hatları, otobüs, dolmuş ve vapur seferleri ile parklara erişilebilirlik konusu başka bir akademik çalışmada ele alınmalıdır. Ayrıca farklı yaş grupları (çocuk, genç ve yaşlı nüfus), engelli bireyler ve sosyo-ekonomik yapı gibi unsurların da analizlere dahil edildiği kapsayıcı ve adil planlama imkanları sunacak araştırmaların yerel yönetimler ile birlikte yapılması önemlidir.

Gelecek araştırmalarda farklı yaş grupları, engelli bireyler, çocuklu aileler, yaşlı nüfus, kadın kullanıcılar ve sosyo-ekonomik farklılıklar gibi değişkenlerin analizlere dâhil edilmesi de önem taşımaktadır. Böylece park erişilebilirliği yalnızca mekânsal yakınlık üzerinden değil, farklı kullanıcı gruplarının gündelik yaşam pratikleri, güvenlik algıları, fiziksel hareketlilik kapasiteleri ve sosyal ihtiyaçları üzerinden de değerlendirilebilir. Bu tür çalışmaların yerel yönetimler, mahalle ölçekli paydaşlar ve kullanıcı gruplarıyla birlikte yürütülmesi, kapsayıcı ve adil yeşil alan planlaması açısından daha güçlü sonuçlar üretecektir.

## EXTENDED ABSTRACT

### Evaluation of Urban Park Accessibility Based on Park Classification Using Slope-Sensitive Network Analysis: The Case of Üsküdar

Hüseyin Melih ÖZDEMİR 

#### INTRODUCTION

Urban parks and green spaces are essential components of urban life because they support recreation, public health, social interaction, ecological balance, and overall quality of life. However, the existence of parks within a city does not automatically mean that all residents can access them equally. Accessibility is shaped not only by physical distance but also by travel time, transportation mode, road network structure, slope, pedestrian comfort, bicycle infrastructure, and the functional quality of parks. For this reason, recent accessibility studies increasingly emphasize the need to move beyond simple distance-based measurements and to develop more realistic models based on network analysis and travel time.

Accessibility has been examined in various urban contexts, including access to educational institutions (Yasak, 2021; Deniz, 2024), tourism resources (Deniz Adıgüzel & Sertkaya Doğan, 2024), health services and hospitals (Akış İlhan, 2020), rural facilities (Sakamoto & Lima, 2016), and historical heritage sites for individuals with disabilities (Ruiz-Rodrigo et al., 2024). These studies indicate that accessibility is a multidimensional concept. In park accessibility research, GIS-based approaches have shown that network structure and transportation mode significantly affect accessibility results (Wang et al., 2021). Similarly, studies on spatial equity in urban facilities underline the importance of integrating multiple criteria into accessibility assessments (Taleai et al., 2014; Li & Tong, 2017).

Urban parks also differ in terms of quality. A park may be close to users but may not provide sufficient facilities, functional diversity, safety, or comfort. Therefore, accessibility to parks should be evaluated not only through proximity but also through park quality. Previous studies have emphasized criteria such as activity diversity, accessibility, maintenance, safety, sociability, and facility variety in assessing park quality (Yücel & Yıldızci, 2006; Varol & Tutkun, 2023). Recent research also highlights the importance of inclusive public open spaces and universal design principles (Gupta et al., 2025).

Üsküdar, one of the historically important districts of Istanbul, has a dense urban fabric, fragmented road networks, and a complex topographic structure. These characteristics make the district a suitable case for examining park accessibility through a slope-sensitive and multimodal approach. In Üsküdar, a short physical distance does not always indicate easy access, particularly for pedestrians and cyclists. Therefore, this study evaluates accessibility to urban parks in Üsküdar by integrating topographic conditions, transportation modes, road network characteristics, and park quality indicators within a GIS-based network analysis framework. The study also relates its findings to local policy documents, including the Istanbul Vision 2050

Strategy Document, the Green Space Management System Strategy Document, and the Üsküdar Municipality 2025–2029 Strategic Plan (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2022, 2023; Üsküdar Belediyesi, 2024).

## METHOD

This study used a GIS-based network analysis approach to examine accessibility to urban parks in Üsküdar. The analysis consisted of two main stages. The first stage included data preparation, park classification, slope modelling, road network topology construction, and travel time calculation. The second stage involved service area and shortest path analyses for pedestrian, bicycle, and vehicle accessibility.

The main spatial dataset was the urban park inventory obtained from Üsküdar Municipality. The park data belonged to 2024 and were updated by comparing municipal records with open-source data. Recently opened parks were also included. The final dataset contained information about park size, functional characteristics, amenities, playgrounds, and ground surface materials. Parks were classified according to criteria such as children's playgrounds, sports areas, running tracks, fitness areas, cafés, fountains, pools, security units, kiosks, and surface materials such as sand, rubber, grass, concrete, soil, and mixed surfaces. According to this classification, parks meeting 11–13 criteria were considered the highest-quality parks, while those meeting 9–10 criteria represented another high-quality group.

Road network data were also obtained from Üsküdar Municipality. The dataset included road lines, segment lengths, and speed limits. In order to perform reliable network analysis, the road network was transformed into a topologically consistent node-edge structure. Road segments were defined as edges, and their start and end points were defined as nodes. Topological errors such as disconnected segments, overlaps, dangles, incorrect intersections, and unnecessary short segments were corrected.

Slope was derived from 1-meter resolution LiDAR data produced by Istanbul Metropolitan Municipality in 2013. A slope raster was generated and integrated into the network model as a cost parameter. Since slope affects each transportation mode differently, separate slope-sensitive speed models were applied. Pedestrian speed was calculated using Tobler's Walking Function (Tobler, 1993). Bicycle speed was modelled through an uphill exponential speed reduction and a limited downhill speed increase, following previous cycling-related studies (Parkin et al., 2008; Menghini et al., 2010). Vehicle speed was modelled by considering the effects of slope on vehicle dynamics, engine power, traction, and road safety (Gillespie, 1992).

For each road segment, effective speed and travel time were calculated separately for walking, cycling, and driving. These travel times were then defined as cost values in the network dataset. Parks were assigned as destination points, and separate network scenarios were created for each transportation mode. Service area analysis was used to determine the areas that could reach parks within specific time thresholds such as 5, 10, and 15 minutes. Shortest path analysis was used to identify the routes with the lowest travel time to different park categories.

## FINDINGS

The study identified 213 urban parks in Üsküdar, excluding green areas such as medians and school gardens. These parks vary in size, spatial distribution, functional characteristics, amenities, playground availability, and ground surface materials. When distance-based accessibility was examined using 200, 400, and 600-meter thresholds, almost all parks appeared accessible within 600 meters. However, this result provided an overly optimistic picture because it did not fully reflect slope, network structure, or travel time. Some areas in the northeast, northwest, central parts, south, and southwest still showed weaker access to parks.

The findings show that parks in Üsküdar do not have the same functional quality. Some parks include only one function, while others include multiple functions such as sports areas, fitness areas, playgrounds, and running tracks. In terms of amenities, only 37 of the 213 parks have facilities such as cafés, fountains, pools, security units, or kiosks. The remaining 176 parks do

not include these amenities. Children's playgrounds exist in 156 parks, while 57 parks have no playgrounds. Rubber is the most common playground surface material and is used in 110 parks, followed by sand in 34 parks. Concrete, grass, soil, and mixed surface types are less common.

The slope-sensitive network analysis revealed that accessibility varies significantly according to park quality and transportation mode. For parks meeting 9–10 criteria, vehicle accessibility is relatively high across the district. Most areas can reach these parks within 10–15 minutes by car. However, this does not necessarily represent sustainable or equitable accessibility. Bicycle accessibility provides wider coverage than pedestrian access, especially along main transportation axes, but it remains limited in northern areas where slope values are higher. Pedestrian accessibility is relatively strong in central and densely settled neighbourhoods, where many areas fall within 0–10 minutes of walking access. In contrast, northern and eastern parts of the district experience longer walking times due to steep slopes and fragmented urban structure.

For parks meeting 11–13 criteria, accessibility becomes more selective because these high-quality parks are fewer in number. Vehicle accessibility again provides the widest coverage, while bicycle accessibility is broader than walking but still uneven. Pedestrian accessibility to these highest-quality parks is spatially restricted. Only areas close to these parks can reach them within 0–5 or 5–10 minutes. In more distant and sloped neighbourhoods, walking times often exceed 15 minutes. This finding shows that while many residents may have access to a nearby park, they do not necessarily have equal access to high-quality parks.

## CONCLUSION

This study evaluated accessibility to urban parks in Üsküdar through a slope-sensitive, multimodal, and quality-oriented network analysis. The results show that Üsküdar has a considerable number of parks and that most residents appear to have access to a nearby park when simple distance-based measures are used. However, when slope, travel time, transportation mode, and park quality are included, accessibility becomes spatially unequal. Therefore, physical proximity alone is not a sufficient indicator of park accessibility.

The findings indicate that vehicle accessibility provides the widest spatial coverage, but this result should not be interpreted as an ideal accessibility condition. Pedestrian and bicycle access are more important for everyday use, active mobility, sustainability, and public health. Yet these modes are strongly affected by slope and infrastructure conditions. In Üsküdar, steep topography particularly limits pedestrian and bicycle access in the northern and eastern parts of the district. For this reason, planning strategies should strengthen pedestrian routes, expand bicycle infrastructure, improve safe crossings, create resting points, and support shaded and continuous walking corridors.

Another important conclusion is that park quality must be included in accessibility planning. The study shows that high-quality parks are not evenly distributed across Üsküdar. While some neighbourhoods have access to parks with diverse functions and amenities, others can access only smaller or less-equipped parks. Thus, local governments should not focus only on the number or total area of parks but also on functional diversity, safety, maintenance, ground quality, playground standards, and inclusive design.

The results are compatible with the Üsküdar Municipality 2025–2029 Strategic Plan, which emphasizes safe, diverse, ecological, and socially responsive green spaces (Üsküdar Belediyesi, 2024). They also support the goals of the Istanbul Vision 2050 Strategy Document and the Green Space Management System Strategy Document, which highlight accessible public spaces, active mobility, updated green space inventories, and data-based planning (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2022, 2023). In this sense, the method used in this study can serve as a decision-support model for local governments.

Future studies should include public transportation modes such as Marmaray, metro, bus, minibus, and ferry systems. In addition, accessibility should be analysed for different user groups, including children, older adults, disabled individuals,

women, families with children, and socio-economically disadvantaged groups. Such studies would provide a more inclusive understanding of park accessibility and contribute to more equitable urban green space planning.

## KAYNAKÇA

- Akış İlhan, Ö. (2020). Türkiye’de sağlık hizmetleri ve hastanelere erişebilirliğin mekânsal profili: Sosyal refah açısından bir analiz. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(2), 259–271. <https://dergipark.org.tr/pub/ecd/issue/58525/808518>
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2018). A policy on geometric design of highways and streets (7th ed.). AASHTO.
- Aycan, E. (2024). Üsküdar ilçesinin gelişimi ve mekânsal analizi (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bektaş, B., & Develi, A. (2020). Engelli bireylerin erişilebilirlik sorunu: Destekler ve eksiklikler. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(3), 179–191. <https://izlik.org/JA92LT76EL>
- Belge, R. ve Siyavuş, A. E. (2021, 15–17 Ekim). Üsküdar’da yeşil alan kullanımı [Bildiri sunumu]. Uluslararası 11. Üsküdar Sempozyumu, İstanbul, Türkiye.
- Çağlar, S. (2012). Engellilerin erişilebilirlik hakkı ve Türkiye’de erişilebilirlikleri. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 61(2), 541–598. [https://doi.org/10.1501/Hukfak\\_000.000.1666](https://doi.org/10.1501/Hukfak_000.000.1666)
- Çakmak, E., Belli, B. ve Kubat, A. S. (2022). Üsküdar’ın çeper kuşak gelişim süreci. *Türkiye Kentsel Morfoloji Ağı*, 1077–1098.
- Conway, H. (1996). *Public parks*. Shire Publications.
- Deniz Adıgüzel, A., & Sertkaya Doğan, Ö. (2024). Tarsus kent merkezinde yaya olarak turistik kaynaklara ulaşılabilirlik: Zaman ve mesafe optimizasyonu ile rota analizi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 12(4), 2643–2659. <https://doi.org/10.21325/jotags.2024.1504>
- Deniz, M. F. (2024). Analysis of accessibility to public schools with GIS: A case study of Salihli city (Turkey). *Children’s Geographies*, 22(1), 30–51. <https://doi.org/10.1080/14733.285.2023.2209532>
- Dincer, Ş. E., Ünsal, Ö. ve Demircioğlu Yıldız, N. (2025). Kentsel erişilebilirlikte yeni bir perspektif: Engelli dostu peyzaj tasarımı ve mekân dizim analizi, Üsküdar örneği. Engelli ve mekan içinde (ss. 154–170). DAKAM Doğu Akdeniz Akademik Araştırmalar Merkezi.
- Erdurak, Y., & Yıldız, R. (2025). Engelli bireylerin toplumsal bütünleşmelerini etkileyen bariyerlere yönelik geliştirdikleri çözümler. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(3), 536–562. <https://doi.org/10.18037/ausbd.1711212>
- Gezer, A., & Gül, A. (2009). Kent ormancılığı: Kavramsal, teknik ve kültürel boyutu. SDÜ Basım Evi.
- Gillespie, T. D. (1992). *Fundamentals of vehicle dynamics*. SAE International.
- Gupta, A., Yadav, M., & Nayak, B. K. (2025). A systematic literature review on inclusive public open spaces: Accessibility standards and universal design principles. *Urban Science*, 9, Article 181. <https://doi.org/10.3390/urbansci9060181>
- Hannebo, D. (1983). Antik ve Ortaçağ kentlerinde yeşil alanlar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*.
- Henneberger, J. W. (2002). Origins of fully funded public parks. *The George Wright Forum*, 19(2), 13–20.
- İlgar, R., & Şeran, Y. (2019). İstanbul ili Bahçelievler ilçesinde park ve yeşil alan kullanımı. *Türk Coğrafya Dergisi*, (73), 7–16. <https://doi.org/10.17211/tcd.543667>
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2022). İstanbul vizyon 2050 strateji belgesi. İstanbul Büyükşehir Belediyesi.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2023). Yeşil alan yönetim sistemi strateji belgesi. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Park Bahçe ve Yeşil Alanlar Dairesi Başkanlığı.
- Li, R., & Tong, D. (2017). Incorporating activity space and trip chaining into facility siting for accessibility maximization. *Socio-Economic Planning Sciences*, 60, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.007>
- Lu, N., Li, J. Y., Yan, H. W., Shi, T., & Li, Y. (2014). Analysis on accessibility of urban park green space: The case study of Shenyang Tiexi District [Çince makale]. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 25(10), 2951–2958.
- Menghini, G., Carrasco, N., Schüssler, N., & Axhausen, K. W. (2010). Route choice of cyclists in Zurich. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(9), 754–765. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.07.008>
- Özata, T. ve Özdemir Darby, D. (2023). Green areas as an important component of place attachment: Kuzguncuk Orchard. *Kent Akademisi Dergisi*, 16(2), 702–726. <https://doi.org/10.35674/kent.1086441>
- Öztürk, B. (2004). Kentsel açık ve yeşil alan sistemi oluşturulması: Kayseri kent bütünü örneği. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12, 28–34.
- Parkin, J., Wardman, M., & Page, M. (2008). Estimation of the determinants of bicycle mode share for the journey to work using census data. *Transportation*, 35(1), 93–109. <https://doi.org/10.1007/s11116.007.9137-5>
- Ruiz-Rodrigo, A., Morales, E., Lakoud, M., Riendeau, J., Lemay, M., Savaria, A., Mathieu, S., Feillou, I., & Routhier, F. (2024). Experiencing accessibility of historical heritage places with individuals living with visible and invisible disabilities. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 5, Article 1379139. <https://doi.org/10.3389/fresc.2024.137.9139>

- Sakamoto, E., & Lima, J. P. (2016). Accessibility in the rural environment: A multicriteria approach using GIS. *Transportes*, 24(1), 63–73. <https://doi.org/10.14295/transportes.v24i1.958>
- Sargın, S. ve Taş, M. A. (2019). Development and distribution of gated communities and their effects on neighborhood structure in Üsküdar. *International Journal of Geography and Geography Education*, 40, 208–229. <https://doi.org/10.32003/iggei.519536>
- Sarıkahya, M., & Şap Acar, H. H. (2025). Engelli bireyler için erişilebilir eğitim mekânlarının irdelenmesi ve erişilebilirliğin ailelerin psikososyal durumuna katkıları. *İçtimaiyat, Aile Özel Sayısı*, 387–408. <https://doi.org/10.33709/ictimaiyat.1749233>
- Soydan, O. (2020). Kent parklarının kullanıcı memnuniyetinin Niğde örneğinde incelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 712–722. <https://doi.org/10.31590/ejosat.764122>
- Taleai, M., Sliuzas, R., & Flacke, J. (2014). An integrated framework to evaluate the equity of urban public facilities using spatial multi-criteria analysis. *Cities*, 40, 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.04.006>
- Tobler, W. (1993). Three presentations on geographical analysis and modeling (Technical Report No. 93-1). National Center for Geographic Information and Analysis.
- Topalfakıoğlu, G. C. (2002). Üsküdar ilçesi'ndeki yeşil alanların kullanımının ve kullanıcıların memnuniyet derecelerinin değerlendirilmesi: Büyük Çamlıca Korusu, Fethi Paşa Korusu ve Doğançılar Parkı [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Üsküdar Belediyesi. (2024). Üsküdar Belediyesi 2025–2029 stratejik planı. Üsküdar Belediyesi.
- Varol, E., & Tutkun, M. (2023). Kullanım çeşitliliği açısından kent parklarının değerlendirilmesi. *YDÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 5(1), 45–55. <https://doi.org/10.32955/neufja202351702>
- Wang, S., Wang, M., & Liu, Y. (2021). Access to urban parks: Comparing spatial accessibility measures using three GIS-based approaches. *Computers, Environment and Urban Systems*, 90, 101713. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2021.101713>
- Wiggweshaus, R. (2003). Günümüz bahçe ve parkları. In H. Sarkowicz (Ed.), *Bahçelerin ve parkların tarihi* (E. Kayaoğlu, Çev.; ss. 236–247). Dost Kitabevi.
- Yasak, Ü. (2021). Sürdürülebilir kentleşme bağlamında kentsel hizmetlere erişebilirlik: Eğitim kurumlarına erişebilirlik yönüyle Muğla kenti üzerine bir analiz. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 8(74), 2353–2367. <https://doi.org/10.26450/jshsr.2672>
- Yücel, G. F., & Yıldızcı, A. C. (2006). Kent parkları ile ilgili kalite kriterlerinin oluşturulması. *İTÜ Dergisi/A Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 2(2), 220–230. <https://core.ac.uk/download/pdf/230193425.pdf>
- Zengin, E. ve Esedov, A. (2011). Çevre sorunlarının yerel özellikleri ve Üsküdar örneği. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, 59, 149–178.
- Zhang, T., Zeng, Z., Jia, T., Li, J., & Wang, J. (2016). Examining the amenability of urban street networks for locating facilities. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 457, 469–479. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.03.059>
- Zuo, Y., Ding, X., Wei, Y., Wang, W., & Wang, M. (2025). GIS-based accessibility analysis of urban park green space landscape. *Scientific Reports*, 15, Article 28498. <https://doi.org/10.1038/s41598.025.13750-5>