



# Savunmasız yol kullanıcıları için yaya yolu hizmet düzeyinin belirlenmesi

## Determining the level of service for vulnerable road users' sidewalk

Ayşe Ünal<sup>1,\*</sup> , Meltem Saphoğlu<sup>2</sup> , Furkan Turgut<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Siirt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 56100, Siirt, Türkiye

<sup>2,3</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

### Öz

Kent içi seyahatlerde engellilerin birçok problemle karşılaştığı bilinmektedir. Şimdiye kadar yapılmış bilimsel çalışmaların yaya hizmet düzeyi (YHD) tespiti kısmında engelliler için gerekli olan parametreler göz ardı edilmiş, engelli yayaların ihtiyaçları mevcut YHD modellerine yansıtılmamıştır. Bu eksikliği ortadan kaldırmak için YHD belirlenirken engelli kişilerinde ihtiyaçlarının dikkate alınması uygun olacaktır. Çalışmada, mevcut hizmet düzeyi modeline, engelli bireylerin seyahat ihtiyaçları eklenerek tüm yaya yol kullanıcıları için yeni bir YHD belirlenmiştir. Bunun için daha önceki çalışmalarda engelli bireylere yapılan anket sonuçları incelenmiştir. Çalışmanın özgünlüğünü arttıran kısım ise bugüne kadar yapılmış literatürden elde edilen engelli yaya ihtiyaç parametrelerinin ayrı ayrı kullanılarak hizmet düzeyi hesabına eklenmesi olmuştur. GYHD (Genel Yaya Hizmet Düzeyi Modeli), EYHD (Engelli Yaya Hizmet Düzeyi) ve bunların her ikisini de bünyesinde bulunduran yeni bir YHD modeli oluşturulmuştur. Hizmet düzeyi tespiti Süleyman Demirel Üniversitesi Batı Yerleşkesinde uygulanmıştır fakat, modelin parametre sınır değerlerinin literatürdeki uluslararası standartların sonuçlarına dayanması nedeniyle, bulunan modelin evrensel olarak uygulanabilir olduğu söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Engelli yaya, Yaya hizmet düzeyi, Yaya yolu geometrisi

### 1 Giriş

Motorlu araçlarla ilgili kayda değer sayıda yolun hizmet düzeyinin belirlenmesinde kullanılan çalışmalar bulunmaktadır. Buna karşılık, savunmasız yol kullanıcılarının hizmet düzeylerinin hesaplanmasına yer veren çalışmalara nadir rastlanmaktadır. Bunun nedeni, yaya yürüme koşullarının değerlendirilmesinin taşıt yoluna göre çok daha karmaşık olmasıdır. Çünkü yayalar, taşıtlara göre daha esnek yürüme alanına sahiptir ve araçlar gibi kısıtlı güzergâh uzunlukları ile sınırlandırılmamışlardır [1].

Yayalar için yürüme yollarının kalitesini tahmin etmeye yönelik en yaygın yaklaşım, yaya hizmet düzeyini (YHD) hesaplamaktır. Yaygın olarak kullanılan YHD modellerinde ise yürüme engelli yayaların ihtiyaçlarını göz ardı etmektedir.

Yaya yürüme yollarının değerlendirilmesinde kullanılan modelleri net olarak tespit edebilmek amacıyla ilk etapta

### Abstract

It is well-known that urban travel for people with disabilities is fraught with difficulties. The parameters required for the disabled have been overlooked in the scientific studies so far, and the needs of disabled pedestrians have not been reflected in the existing YHD models. There is a need to consider the needs of people with disabilities when determining YHD in order to eliminate this deficiency. Pedestrians with disabilities were added to the existing service level model in this study to determine a new YHD for all pedestrians. In previous studies, results of questionnaires given to people with disabilities were examined for this purpose. The addition of the disabled pedestrian need parameters obtained from the literature to the service level calculation by using them separately increased the originality of the study. This model, which incorporates both the GYHD (General Pedestrian Service Level Model) and the EYHD (Disabled Pedestrian Service Level), was developed. It was found that the model developed by Süleyman Demirel University West Campus was universally applicable due to the model's parameter limit values being based on results from international standards.

**Keywords:** Disabled pedestrian, Pedestrian service level, Sidewalk geometry

mevcut literatür çalışmalarını gözden geçirmek önemlidir. Bu nedenle, son yıllarda gerçekleştirilen yaya yürüme yollarının hizmet düzeyinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar detaylı olarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, mevcut YHD modellerine yürüme engelli yayaların ihtiyaçlarını da göz önüne alıp birlikte değerlendirebilecek bir YHD yöntemi önermek amacıyla kullanılmıştır. Literatürde YHD ile ilgili iki genel bakış açısı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi kapasite temelli modeller, ikincisi ise karayolu geometrik özelliklerini dikkate alan modellerdir. İkinci yöntem, yaya-çevre faktörlerine ve tesis özelliklerine dayanmaktadır.

Birinci YHD yöntemi, kaldırım kapasitesi ve hacmine bağlı olarak hesaplanmaktadır [2]. Tanaboriboon ve Guyano [3] çalışmasında, Bangkok şehrinde metrekare başına düşen alan doluluğuna bağlı yaya yürüme yolları tasarlamak için YHD yöntemi önermiştir. Çalışmada kılavuz olarak Fruin'in

\* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: ayseunal@siirt.edu.tr (A. Ünal)

Geliş / Received: 24.05.2022 Kabul / Accepted: 27.06.2022 Yayınlanma / Published: 18.07.2022

doi: 10.28948/ngumuh.1120837

önermiş olduğu YHD tasarım standardını kullanmışlardır. HCM [4] YHD değerlendirmesinde, yapılan çalışmalara ek olarak hacim, kapasite ve hız parametrelerinin etkisini de dikkate almıştır. Gelişmekte olan Asya ülkelerindeki yaya yolları tasarım yönergelerinin çoğu, ABD Otoyol Kapasite El Kitabına [5] dayanmaktadır. HCM'nin önermiş olduğu yöntem ise birçok araştırmacı tarafından eleştirilmiştir. Çünkü yayalar bu modelde araç hareketleri formatında düşünülmüştür. Ayrıca bu yöntem evrensel olmaktan ziyade Amerikan kültür özelliklerini temel alarak oluşturulmuştur [6]. Yürüme yollarının fiziksel özellikleri ve kentsel donatı varlıkları gibi bazı öne çıkan faktörler bu tür modellerde dikkate alınmamış, yürüme ortamının niteliği ve kalitesi önemsiz kabul edilmiştir.

Yaya tesislerini dikkate alan diğer bir çalışma, çevresel unsurların yaya tesisleri üzerindeki etkisini incelemiştir [7]. Bu YHD çalışması daha sonra diğer araştırmacılar tarafından genişletilmiştir. Sarkar [8], A'dan F'ye kadar değişen altı yaya hizmet seviyesi önermiştir. YHD A, yaya dostu yürüme yolunu temsil etmektedir. Buna karşılık, F hizmet düzeyi, yayalar için asgari özellikleri bile sağlayamayan yürüme yollarını temsil etmektedir. Hizmet düzeyi kararında; güvenlik, konfor, rahatlık, süreklilik ve sistem tutarlılığı, kullanılan başlıca faktörlerdir. Khisty [9], Sarkar [8] tarafından önerilen aynı kriterlere dayalı nicel bir yöntem geliştirmiştir. Çalışmada yapılan anketler sonucunda emniyet ve güvenlik parametreleri modelin en önemli değişkenleri olarak bulunmuştur. Seneviratne ve Morrall [10] yapmış oldukları çalışmalarında çevresel faktörlere dayalı bir hizmet düzeyi önermiştir. İlgili çekici mekân varlıklarının (alışveriş merkezleri, restoranlar) yaya yürüme tercihlerinde önemli bir parametre olabileceğini öne sürmüşlerdir. Henson [11] çalışmasında, yürüme mesafesi, yol düzlüğü, eğim, kaldırım rampası ve yön işaretleri gibi uygunluk göstergelerinin yanında konfor faktörlerine de (aydınlatma) dayalı bir YHD modeli önermiştir. Landis vd. [1], mevcut kaldırım genişliği, motorlu araç hacmi, motorlu araç hızı, yayaların motorlu araçlara olan yanal mesafesi ve toplam (geçiş) şerit sayısı için değerlendirilen bir YHD modeli kullanmıştır.

YHD üzerinde etkili parametrelerin seçimine yönelik farklı yaklaşımlar da bulunmaktadır. İlk YHD çalışmaları daha çok yaya akımı ve hacmi ile kaldırım kapasitesi üzerine odaklanmıştır [2,12,13]. Lam vd. [14], çeşitli yaya akım özellikleri önermiş ve bunları hız, akım ve yoğunlukla ilişkilendirmiştir. Bu model, Hong Kong'taki yaya yürüme yolları tasarımına yardımcı olabilecek niteliktedir. Bazı araştırmacılar modellerine yürüme yolları üzerinde bulunan ağaç, bank ve aydınlatma unsuru gibi konfor tesislerini de hesaba katmaktadır [15-18]. Sarkar [17] çalışmasında fiziksel, psikolojik ve fizyolojik faktörlere dayalı bir YHD modeli geliştirmiştir. Sarkar'ın yönteminde, yürüme yolları değerlendirmesi tüm yayaların ihtiyaçlarına göre yapılmaktadır. Ancak bu model, yürüme engelli kullanıcılar için dokunsal kaldırım (uyarı ve yol gösterici) gibi bazı önemli eleman ve tesisleri değerlendirmemektedir. Bu modelin sınırlamaları, finansal ve insan kaynakları gerektirmektedir.

Mevcut tüm YHD modelleri yayaların güvenlik ve rahatlığını değerlendirmek amacıyla sahiptir. Ancak, literatürde yürüme engelli bireylerin özel gereksinimlerini konu olarak YHD modeline dâhil etme çalışmaları eksiktir [19]. Uygulanan YHD analizlerinin çoğu, engelli olmayan yayalar üzerinden yapılmıştır [20]. Tüm yol kullanıcılarını kapsayan ve eksiksiz bir yürüme yolu değerlendirmesi elde etmek için hem engelli yayaları hem de normal yayaları dikkate alan bir YHD modeli oluşturmak önemlidir. Faklı yaya özelliklerini de içine alarak genelleştirilebilecek, yürüme engelli yayalar için de YHD'ni ölçmek için kalibre edilmiş ve uygulanabilir bir yöntem gereklidir.

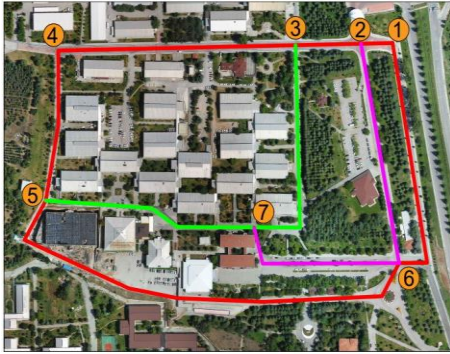
Birçok çalışma, YHD modelleri için veri toplamak amacıyla doğrudan gözlem, anket ve video tekniklerini kullanmaktadır. YHD modellerinde kullanılan yaygın analitik yöntemler arasında regresyon analizi [1,21], simülasyon [21] ve nokta sistemleri [15,23-24] bulunmaktadır. Dixon [15], yürüme yolunun YHD'ni değerlendirmek için yürüme yol koşullarını derecelendiren bir puan sistemi geliştirmiştir. Bu modelde yer alan göstergelerin ağırlıkları keyfi olarak seçilmiştir. Ayrıca, çeşitli durumlar için ayrı puan kategorileri bulunmamaktadır. Bu nedenle ara koşullara uygun ağırlık verilmemiştir. Bir diğer model, yürüme yolunun YHD'ni değerlendirmek için bir derecelendirme sistemi kullanan Gallin'in [24] modelidir. Gallin'in modelindeki bir göstergenin gücü ve ağırlığı, sonuçların yanlılığını artıran kişisel yargıya dayanmaktadır. Seneviratne ve Morrall [25], çalışmasında, seyahate çıkan kişinin kişisel özellikleri (cinsiyet, yaş), yürüme yolunun fiziksel özellikleri ve seyahat özellikleri (seyahat amacı ve saati) arasında bir ilişki oluşturmuştur. Yayaların rota seçiminde etkili olan birinci faktörün güzergâh mesafesi sonrasında sırasıyla yoğunluk, güvenlik ve yürüme yolu görselliği parametreleri olduğunu tespit etmiştir.

Gerekli literatür taraması sonucunda; kullanılan mevcut YHD modellerinde yürüme engelli bireylerin ihtiyaçlarının yer almadığı tespit edilmiştir. Bu eksiklikten yola çıkarak ilk aşamada; engelli yaya hizmet düzeyini (EYHD) etkileyen temel faktörlerin belirlenmesi amacıyla önceden yapılmış engelli anket sonuçlarından [26] ve bu çalışma için tanınmış detaylı kaynak incelemesi sonuçlarından faydalanılmıştır. Kaynak incelemelerinde özellikle engelli yol kullanıcıları için önem verilen parametreler bulunmuş, bu parametrelerin kullanım sayısına göre ağırlıklar oluşturulmuştur. Yayınarda özellikle uluslararası standartlara dikkat edilmiştir. İncelenen yayınların sonuçları tablo halinde sunulmuştur. Anket ve literatürde yer alan çalışmalar yardımıyla EYHD hesaplanmıştır. İkinci aşamada genel yaya hizmet düzeyi (GYHD) hesaplaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda GYHD ve EYHD modellerini birleştiren bir yaya hizmet düzeyi modeli (YHD) elde edilmiştir. Bu çalışmanın temel amacı planlamacıları, yürüme yollarını engelli kullanıcılar için erişilebilir, konforlu ve kapsayıcı hale getirmeye teşvik etmektir. Bu çalışmada açıklanan engelli bireyler için iyileştirmeler, sağlıklı yayaların güvenliğini, rahatlığını ve hareketliliğini de artırabilir.

## 2 Materyal ve metot

### 2.1 Materyal

Çalışmanın batı yerleşkesinde gerçekleştirildiği Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi, Doğu ve Batı Yerleşkesi olmak üzere 10 bin dekarlık arazisi ile laboratuvarlar, atölyeler, bilgisayar merkezleri, kütüphane, kültür merkezleri, yaşam merkezi, diğer sosyal ve spor tesislerinden oluşmaktadır. 2019 verilerine göre, her iki yerleşkede toplam 81 bin öğrenci ve 7300 personel (personel sayısının 2282'si akademik personeldir) bulunmaktadır. Kampüs alanı, şehir merkezinden 7 km uzaklıktadır. Üniversiteye ulaşım; toplu taşıma aracı otobüs ve şahsi araçlar ile sağlanmaktadır. Üniversitenin Batı Yerleşkesinde, otobüsler kampüs içerisine girmemekte, kampüs giriş durağında yolcularını indirmektedir. Öğrenciler batı kampüsünde yaya olarak yolculuklarını gerçekleştirmektedir. Bu nedenle batı yerleşkesinde bulunan yürüme yollarının engelli yayalar için uygun olup olmadığının araştırılmasının öncelikli olduğu düşünülmüştür. Batı yerleşkesinde yer alan yürüme yolları belirlenmiş ve numaralandırılmıştır. Numaralar referans alınarak olası güzergâhlar (10 tane) gösterilmiştir (Şekil 1). Belirlenen yürüme yollarında gözlem ve fiziki ölçüm (uzunluk, genişlik, eğim, rampa, kaldırım üzeri engel) çalışmaları yapılmıştır (Tablo 1).



Şekil 1. SDÜ Batı Yerleşkesi yaya yürüme yolları

### 2.2 Metot

Engelli yayalar için tasarım gereklilikleri karmaşık olabilmektedir. Çünkü bu yol kullanıcıların seyahat sırasındaki gereksinimleri farklı ve fazladır. Bu nedenle tasarımda engelli yayaların ihtiyaçlarını da göz önünde

bulunduran hizmet seviyesi hesaplama yönteminin bulunması oldukça önemlidir. Bu amaçla çalışmanın metot bölümü iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada; detaylı bir kaynak taraması gerçekleştirilmiş, yapılan çalışmalarda yaya güzergâhlarının değerlendirilmesinde kullanılan fiziki özellikler tespit edilmiştir. Bu özellikler derecelendirilerek genel yaya hizmet düzeyi (GYHD) hesaplanmıştır. İkinci aşamada kampüs içerisinde bulunan yürüme engelli bireylerin ihtiyaçlarını ele almak amacıyla yapılmış anket çalışmasından [26] faydalanılmıştır. Elde edilen çıktılar ile engelli yaya hizmet düzeyi (EYHD) hesaplanmıştır. GYHD ve EYHD birleştirilerek tek bir YHD modeli elde edilmiştir. Çalışmanın akış diyagramı Şekil 2'de verilmiştir.

#### 2.2.1 GYHD'nin belirlenmesi

Yaya hizmet düzeyini etkileyen parametreler farklı çalışmalarda belirlenmiştir. Önemli parametreleri değerlendirmek için bilimsel yöntemler kullanan farklı yönergelerle bağlantılı olarak çeşitli yaya göstergeleri sunulmaktadır (Tablo 2). Çalışma, kaynak taramaları sonucu elde edilen değerleri dikkate alarak önemlerine göre derecelendirmektedir. Mevcut çalışma, yaya yürüme yollarının hizmet düzeyini belirlemek amacıyla puan sistemine dayalı GYHD denklemini [19] kullanmaktadır (Denklem 1).

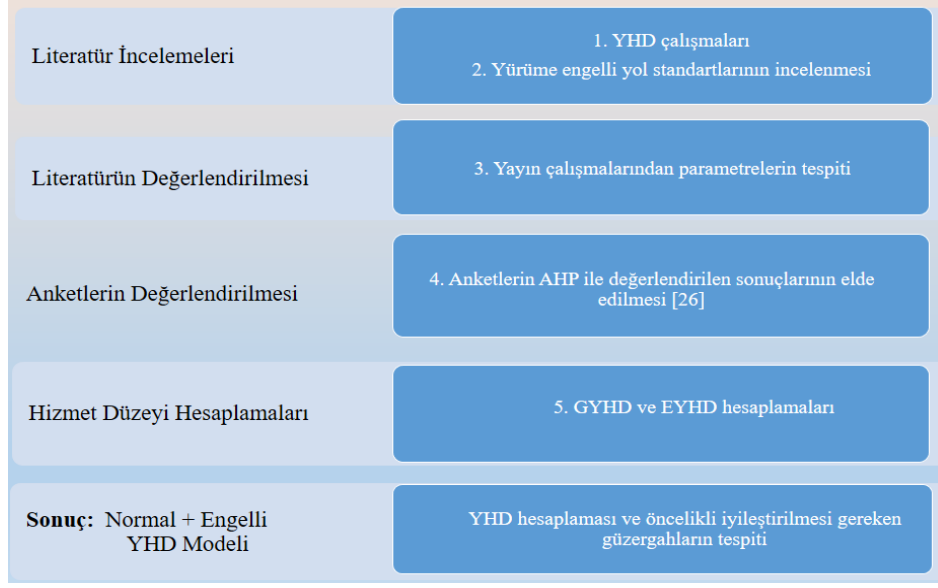
$$GYHD = \sum_{i=1}^7 C_i I_i \quad (1)$$

Burada; GYHD, genel yaya hizmet düzeyi;  $i$ , parametre sayısı;  $C$ , yaya parametre katsayısı;  $I_i$ , yaya gösterge puanını ifade etmektedir.

GYHD üzerindeki her bir parametrenin ağırlığı ( $C$ ) katsayısı ile belirlenmektedir. Bahsedilen katsayı, yapılan son 20 yıl içindeki çalışma sonuçlarından faydalanılarak tespit edilmiştir. Yaya yürüme yollarının değerlendirilmesinde kullanılan parametreler (Tablo 2) kaynak taramaları sonucu tespit edilmiştir. Parametrelerin önem sıralaması yani değerlendirme derecesi 0'dan başlanılarak 3'e kadar puanlanmıştır. Çalışmada araştırılan parametre ile ilgili anlamlı bir sonuç bulunmadıysa 0, yürüme yolları değerlendirilmesinde en etkili olan parametreye 3 puanı verilmiştir. Sonuç olarak, belirli bir parametreyi dikkate alan çalışmaların sayısı derecelendirme yöntemi olan değerlendirme derinliği ( $D$ ),  $C$ 'yi hesaplamak için kullanılmıştır.

Tablo 1. Yürüme yolu özellikleri

Yol kesimi	Y. yolu uzunluğu (m)	Y. yolu genişliği (m)	Eğim (%)	Rampa	Aydınlatma (Adet)	Engel	Donatı (Adet)	Yol kenarı Araç Parkı
1-2	44	3	2.3	Var	1.5	Yok	Yok	Yok
2-3	90	2	3.3	Var	3	Yok	1	Yok
3-4	325	1.5	4	Var	10.5	Yok	2	Yok
4-5	190	1.5	2.1	Var	6	Yok	Yok	190m
5-6	608	0.5	1.3	Var	20	Yok	Yok	608m
6-1	318	0.8	2.8	Var	10.5	Var	Yok	Yok
3-7	292	1.5	4.8	Var	9.5	Yok	Yok	Yok
7-5	292	3	1	Var	9.5	Yok	5	Yok
2-6	281	1.5	2.8	Var	9	Yok	4	Yok
6-7	234	3	3.8	Var	7.5	Yok	4	Yok



Şekil 2. Çalışma akış diyagramı

D, Tablo 2'de gösterilen her parametre ve çalışma için tanımlanmıştır. j değerlendirme derinliği ile i göstergesini dikkate alan çalışmalar Tablo 3'te ( $N_{ij}$  tablosu) sunulmuştur. Bu nedenle, her bir yaya göstergesi için C katsayısı aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Denklem 2) [19].

$$C_i = \sum_{j=1}^3 D_j N_{ij} \quad (2)$$

Burada; C, yaya gösterge katsayısı; i, gösterge numarası; j, değerlendirme derinliği sayısı; D, değerlendirme derinliği ( $D_0=0$  hiç,  $D_1=1$  az,  $D_2=2$  orta,  $D_3=3$  çok etkili); N, bulunduğu çalışma sayısını ( $N_{ij}$ ; j değerlendirme derinliğine sahip i göstergesini ifade eden çalışma sayısı) ifade etmektedir.

Yaya göstergelerinin katsayıları kaynak taramaları sonuçlarından Tablo 3'deki değerler kullanılarak Denklem 2'deki gibi hesaplanmıştır ve Denklem 4'te diğer parametreler de aynı şekilde hesaplanıp sonuç değerleri verilmiştir.

$$C_1 = 1 \times 2 + 2 \times 4 + 3 \times 11 = 43 \quad (3)$$

$$C_2 = 17; C_3 = 11; C_4 = 22; C_5 = 31; C_6 = 30; C_7 = 9 \quad (4)$$

Bir sonraki aşamada GYHD için yaya gösterge puanının hesaplanması gerekmektedir. Bu değer, her bir parametre için mevcut yürüme yollarının durumu ile standartların karşılaştırılması ile hesaplanmıştır.  $I_i$ , 0 ile 1 arasında bir değerdir. Buna göre, mevcut koşullar ile standartlar arasındaki en iyi uygunluk değeri 1 iken, 0 olması gereken standarta uyulmadığını ifade etmektedir.  $I_i$  hesaplanırken standart ve kılavuzlarda yer alan değerler dikkate alınmıştır.

Tablo 2. Literatürde yaya hizmet düzeyi değerlendirilmesinde kullanılan parametreler [27]

Yapılan Çalışmalar	Kriterler						
	Yaya yolu genişliği	Yaya yolu eğimi	Rampa	Aydınlatma Varlığı	Yaya yoğunluğu	Fiziksel engeller	Kentsel donatı varlığı
[28]	0	2	0	1	3	3	0
[29]	2	1	0	0	0	3	0
[30]	0	0	1	0	0	0	0
[31]	3	2	0	2	0	0	0
[32]	3	0	0	2	0	0	0
[33]	3	0	0	0	3	2	0
[34]	3	0	0	1	0	2	1
[35]	0	0	0	1	2	2	0
[36]	2	1	0	0	3	0	0
[37]	0	0	0	1	2	0	0
[38]	1	0	0	0	0	0	0
[39]	3	0	1	0	3	2	1
[40]	2	0	0	1	0	0	0
[41]	0	0	0	1	2	0	0
[42]	0	1	0	1	2	0	0
[43]	0	1	1	1	3	2	0
[44]	0	0	0	1	0	0	0
[45]	3	1	1	1	3	2	1
[46]	3	0	1	1	0	2	0
[47]	0	0	0	0	0	2	1
[48]	0	0	0	1	0	2	1
[49]	3	0	1	0	0	2	0
[50]	3	2	0	1	0	0	1
[51]	1	0	0	0	0	0	0
[52]	0	0	0	0	1	0	0
[53]	3	2	1	1	0	0	1
[54]	2	1	0	0	0	0	0
[55]	0	1	0	1	2	0	1
[56]	3	1	2	1	0	0	1
[57]	0	1	2	1	0	2	0
[58]	0	0	0	1	2	2	0

**Tablo 3.** N<sub>ij</sub>; j değerlendirme derinliğine sahip i göstergesini ifade eden çalışma sayısı

Değerlendirme Derinliği	Parametreler						
	Yaya yolu genişliği	Yaya yolu eğimi	Rampa	Aydınlatma varlığı	Yaya yoğunluğu	Fiziksel engeller	Kentsel donatı varlığı
1	2	9	7	18	1	0	9
2	4	4	2	2	6	12	0
3	11	0	0	0	6	2	0

### 2.2.1.1 GYHD puanının belirlenmesi

#### 2.2.1.1.1 Yaya yolu genişliği

Yaya yolu genişliği; yürüme konforu açısından yaya yolları minimum 1,5 metre optimum 2 metre genişlikte tasarlanmalıdır. Bu genişlik değerleri otobüs duraklarının bulunduğu kısımda 3, dükkân önlerinde ise en az 3.5 metre olmalıdır [26,59-63]. Bu standarttan yola çıkarak yürüme yollarının olması gerekli genişliği ideal genişlik olan 2 metre olarak alınmıştır. Mevcut yürüme yollarındaki genişlik ise farklılık göstermektedir. Kaldırım üzerindeki engellerden (ağaç, aydınlatma direği vb.) dolayı bazı kesimlerde etkili yürüme alanı da azalmaktadır. Bu nedenle yaya yolu genişliği parametresi için yaya gösterge puanı **Denklem (5)** ile hesaplanmaktadır.

$$I_1=W/2 \text{ m} \quad (5)$$

Burada; I<sub>1</sub>, genişlik parametresi için yaya gösterge puanını; W, yürüme yolu genişliğini ifade etmektedir. Örneğin; mevcut etkili genişlik yani W değeri 1 metre ise I<sub>1</sub> değeri 0,5 olarak hesaplanmaktadır. Genişlik değerinin 2 metreden fazla olması durumunda I<sub>1</sub> değeri 1'den fazla hesaplanacaktır. Bu durumlarda da ideal şart sağlandığı için; 1'i geçen değerlerde 1 olarak alınmıştır.

#### 2.2.1.1.2 Yaya yolu eğimi

Eğim; tekerlekli sandalyelerin rahat hareket edebilmeleri için yürüme yollarının boyuna eğimi en fazla %5 olmalıdır. İsveç Yerel Yönetimler Birliği, %2.5 eğimin makul seviyede olduğunu ve hareketleri zorlaştırmadığını, bu eğimden fazla eğimlerin bazı tekerlekli sandalye kullanıcıları için sorun teşkil edebileceğini ileri sürmüştür [64]. Yaya kaldırımlarında özellikle tekerlekli sandalye kullanıcıları açısından problem oluşmasını engellemek için kaldırımdaki enine eğimin %2'den küçük olması gerekmektedir [19,26,65-66].

Yaya yolu eğimi parametresi için yaya gösterge puanı **Denklem (6)** [19] ile hesaplanmaktadır.

$$I_2=C/N \quad (6)$$

Burada; C, standart eğimli kaldırım alanı (m<sup>2</sup>),

$$N=\begin{cases} (\text{Yürüme yolu uzunluğu} - \text{kavşak uzunluğu}) \times 2 & W < 2 \text{ m} \\ (\text{Yürüme yolu uzunluğu} - \text{kavşak uzunluğu}) \times W & W \geq 2 \text{ m} \end{cases}$$

W, yürüme yolu genişliğini (m) ifade etmektedir.

Örneğin; 44 metre uzunluğunda, 3 metre genişliğindeki bir yaya yolunun C değeri 132 m<sup>2</sup>, N değeri de 132 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmaktadır. Buradan I<sub>2</sub> değeri 1 olarak bulunacaktır. 325 metre uzunluğunda, 1,5 metre genişliğindeki bir yaya yolunun C değeri 487,5 m<sup>2</sup>, N değeri de 650 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmaktadır. Buradan I<sub>2</sub> değeri 0,75 olarak bulunacaktır. Bahsedilen işlem adımları tüm güzergâhlar için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

#### 2.2.1.1.3 Rampa

Kaldırım üzerinde bulunan seviye farkları 1.3 cm'yi geçtiği durumlarda TS 12576 tasarım standartına göre bu bölgeye rampa yapılması gerekmektedir. Yapılan rampanın eğimi %8'i geçmemelidir. Kaldırım güzergâhı üzerine yapılacak rampa genişliğinin asgari 90 cm olması, rampaların başlangıç ve bitişlerinde tekerlekli sandalyenin manevra yapabileceği 150 cm x 150 cm'lik bir alanın olması gerekmektedir [26,61,63,65-67].

Yaya yolu rampa parametresi için yaya gösterge puanı **Denklem (7)** [19] ile hesaplanmaktadır. Burada I<sub>3</sub> değerinin anlamı **Denlem (8)** ile ifade edilmektedir.

$$P=C/N \quad (7)$$

$$I_3=\begin{cases} 1 & P \geq 1 \\ P & P < 1 \\ 1 & \text{ihtiyaç yok} \end{cases} \quad (8)$$

Burada; C, standart rampa sayısını; N, yürüme yolunun rampa ihtiyacını ifade etmektedir. Çalışma alanı yürüme yollarında rampa sayıları yeterli olduğundan dolayı rampa parametresi için yaya gösterge puanı 1 olarak alınmıştır.

#### 2.2.1.1.4 Aydınlatma varlığı

Yaya geçitlerinin bulunduğu bölge üstten ve iyi şekilde aydınlatmalı, bu aydınlatma yol aydınlatmasından ayırt edilebilir değişiklikte ayrı ve daha aydınlık bir aydınlatma olmalıdır [65].

Aydınlatma varlığı parametresinin yaya gösterge puanı (I<sub>4</sub>) 0 ile 1 arasında olacak şekilde, yürüme yollarında bulunan aydınlatma kalitesine göre gözlem yoluyla karar verilmiştir. Batı Yerleşkesinde bulunan yürüme yollarında aydınlatma kalitesi yeterli olduğundan dolayı bu değer 1 olarak alınmıştır.

#### 2.2.1.1.5 Yaya yoğunluğu

Yaya yolunda bulunan yaya yoğunluğu parametresi için yaya gösterge puanı (I<sub>5</sub>) değeri 0 ile 1 arasında olacak şekilde, yürüme yollarında bulunan ortalama yaya yoğunluğu durumuna göre gözlem yoluyla karar verilmiştir.

#### 2.2.1.1.6 Fiziksel engeller

Yaya yolu genişliği minimum 1.5 metre, optimum 2.0 metre genişlikte tasarlanmalıdır [26,59-63]. I<sub>6</sub> yaya gösterge puanı **Denklem (9)** yardımıyla hesaplanmıştır.

$$I_6=W_E/W \quad (9)$$

Burada;  $W_E$ , etkili genişliği (m);  $W$ , yürüme yolu genişliğini (m) ifade etmektedir.

Örneğin yaya yürüme yolunun genişliğinin 2 metre fakat yolda bulunan ağaç, aydınlatma direği ve levhalar gibi elemanlardan kaynaklı ortalama etkili yürüme genişliği 0,8 metrelere kadar düşmektedir. Bu durumda fiziksel engel parametresinin yaya gösterge puanı ( $I_6$ ) 0,8/2'den 0,4 olarak hesaplanacaktır.

#### 2.2.1.1.7 Kentsel donatı varlığı

Kamusal dış mekânlara şekil veren donatı elemanları (merdivenler, otobüs durakları, kaldırımlar, rampalar, bordürler, oturma elemanları, gölgelendirme elemanları, plastik elemanlar, büfe/kiokslar, aydınlatma elemanları, caydırıcı ve sınırlayıcılar, çöp kutuları, yönlendirme ve işaret levhaları, peyzaj vb.) gibi unsurlar fiziksel ve görsel özellikleriyle çevresel imge üzerinde son derece etkilidirler [68]. Bu nedenle güzergâh tercihinde etkili bir parametredir. Çalışmada, yaya yürüme yollarında yaya hizmet düzeyi puanının belirlenmesinde ( $I_7$ ) gözlem yoluyla 0'dan 1'e kadar puanlandırılmıştır. Örneğin, kentsel donatı bulunmayan güzergâhlara 1 puanı verilerken, bank gibi yürüme yolu üzerinde bulunan oturma elemanı yoğunluğu durumuna göre 1'den küçük değerler verilmiştir.

Genel yürüme koşullarını ve engelli yürüme koşullarını birlikte değerlendirmek için GYHD yüzdesi ile EYHD yüzdesinin birleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla; 7 etki parametresinin yer aldığı GYHD yüzdesi, Denklem (10) ile hesaplanmıştır [19].

$$GYHD\% = \frac{GYHD}{\sum_{i=7}^7 C_i} \times 100 \quad (10)$$

Burada; GYHD%, Genel yaya hizmet düzeyinin yüzdesi; GYHD, genel yaya hizmet düzeyi;  $i$ , gösterge sayısı;  $C$ , genel yaya göstergesi katsayısını ifade etmektedir.

#### 2.2.2 EYHD'nin belirlenmesi

Engelli yaya yürüme yollarının hizmet düzeyini belirlemek amacıyla, puan sistemine dayalı GYHD denklemi [19] kullanılmıştır (Denklem 11).

$$EYHD = \sum_{i=5}^5 C_i EI_i \quad (11)$$

Burada; EYHD, engelli yaya hizmet düzeyini;  $i$ , parametre sayısını;  $C$ , yaya parametre katsayısını;  $EI$ , engelli yaya gösterge puanını ifade etmektedir.

Çalışmada yürüme engelli bireylere yapılan anket yardımıyla elde edilen etkili parametrelerin ağırlıkları [26] kullanılmıştır. En önemli parametre kaldırımda engel olması olarak gösterilmiştir; diğerleri sırasıyla kaldırım genişliği, kaldırımdan yola geçiş rampası, boyuna eğim ve yol kenarı araç parkıdır. Denklem 10'da bulunan  $C$  katsayısı yerine anket sonucu elde edilen parametre ağırlık değerleri normalize edilerek kullanılmıştır.

Bir sonraki aşamada EYHD için engelli yaya gösterge puanının hesaplanması gerekmektedir. Bu değer, her bir parametre için mevcut yürüme yollarının durumu ile standartların karşılaştırılması ile hesaplanmıştır. Hesaplama, genel yaya gösterge puanı hesaplama adımları

kullanılmıştır.  $EI_i$  0 ile 1 arasında bir değerdir. Buna göre, mevcut koşullar ile standartlar arasındaki en iyi uygunluk değeri 1 iken, 0 olması gereken standarta uyulmadığını ifade etmektedir.  $EI_i$  hesaplanırken standart ve klavuzlarda yer alan değerler dikkate alınmıştır.

#### 2.2.2.1 EYHD puanının belirlenmesi

##### 2.2.2.1.1 Yaya yolu üzerinde bulunan engeller

Yaya yolu genişliği; engelsiz bir yaya kaldırımı en az 1.5 metre, en ideal 2.0 metre genişlikte olmalıdır [26,59-63].  $I_6$  değeri Denklem (12) yardımıyla hesaplanabilir.

$$EI_1 = W_E / W \quad (12)$$

Burada;  $W_E$ , etkili genişliğini (m);  $W$ , yürüme yolu genişliğini (m) ifade etmektedir.

Yaya yolu genişliği ( $EI_2$ ), rampa ( $EI_3$ ) ve eğim ( $EI_4$ ) parametrelerinin engelli hizmet puanı, genel yaya hizmet puanının hesaplanmasında kullanılan denklemler kullanılarak hesaplanmıştır.

##### 2.2.2.1.2 Yaya yol kenarı araç parkı

Yoğun trafik hacmi etkisi ile birlikte yol kenarına kural dışı yapılan araç parkları görüşü ve yürüme alanını kısıtladığı için engelli bireylerin hareketlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Polat [68] yapmış olduğu anket çalışmasında engelli bireylerin %19'nu yol kenarı park etmiş araçların, hareketlerini kısıtladığını belirtmiştir.

Çalışmada yol kenarı araç park parametrenin etkisi  $EI_5$ , Denklem (13) ile hesaplanmıştır.

$$EI_5 = L_P / L \quad (13)$$

Burada;  $L_P$ , yürüme yolu boyunca araç park edilmiş yaya yolu uzunluğunu (m);  $L$ , yaya yolu uzunluğunu (m) ifade etmektedir. Örneğin 100 metre uzunluğundaki yaya yolunun 50 metresi boyunca araç parkı mevcutsa  $EI_5$  değeri 0,5 olarak hesaplanacaktır.

Genel yürüme koşullarını ve engelli yürüme koşullarını birlikte değerlendirmek için GYHD yüzdesi ile EYHD yüzdesinin birleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla; 5 etki parametresinin yer aldığı EYHD yüzdesi Denklem (14) ile hesaplanmıştır [19].

$$EYHD\% = \frac{EYHD}{\sum_{i=5}^5 C_i} \times 100 \quad (14)$$

Burada; EYHD%, Engelli yaya hizmet düzeyinin yüzdesini; EYHD, engelli yaya hizmet düzeyini;  $i$ , gösterge sayısını;  $C$ , genel yaya göstergesi katsayısını ifade etmektedir.

Denklem (15) ile GYHD ile EYHD sonuçları birleştirilerek YHD hesaplanmıştır.

$$YHD = (7 \times GYHD\% + 5 \times EYHD\%) / 12 \quad (15)$$

**Tablo 4.** GYHD için hesaplanan C ve I değerleri

Yol Kesimi	Yaya yolu genişliği		Yaya yolu eğimi		Rampa		Aydınlatma varlığı		Yaya yoğunluğu		Fiziksel Engel		Kentsel Donatı	
	C <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	I <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	I <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	I <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	I <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	I <sub>7</sub>
1-2	43	1	17	1	11	1	22	1	31	1	30	1	9	1
2-3	43	1	17	1	11	1	22	1	31	0.8	30	1	9	0.8
3-4	43	0.75	17	0.75	11	1	22	1	31	0.2	30	1	9	0.6
4-5	43	0.75	17	0.75	11	1	22	1	31	1	30	1	9	1
5-6	43	0.25	17	0.25	11	1	22	1	31	0.6	30	1	9	1
6-1	43	0.4	17	0.4	11	1	22	1	31	0.4	30	0	9	1
3-7	43	0.75	17	0.75	11	1	22	1	31	0.1	30	1	9	1
7-5	43	1	17	1	11	1	22	1	31	0.1	30	1	9	0
2-6	43	0.75	17	0.75	11	1	22	1	31	0.5	30	1	9	0.2
6-7	43	1	17	1	11	1	22	1	31	0.1	30	1	9	0.2

**Tablo 5.** EYHD için hesaplanan C ve I değerleri

Yol Kesimi	Yaya yolu Engel		Yaya yolu genişliği		Rampa		Eğim		Yol kenarı park	
	C <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	I <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	I <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	I <sub>5</sub>
1-2	35	1	24	1	10	1	4	1	3	1
2-3	35	1	24	1	10	1	4	1	3	1
3-4	35	1	24	0.75	10	1	4	0.75	3	1
4-5	35	1	24	0.75	10	1	4	0.75	3	0
5-6	35	1	24	0.25	10	1	4	0.25	3	0
6-1	35	0	24	0.4	10	1	4	0.4	3	1
3-7	35	1	24	0.75	10	1	4	0.75	3	1
7-5	35	1	24	1	10	1	4	1	3	1
2-6	35	1	24	0.75	10	1	4	0.75	3	1
6-7	35	1	24	1	10	1	4	1	3	1

Burada; YHD, yaya hizmet düzeyini, GYHD%, genel yaya hizmet düzeyinin yüzdesini; EYHD%, engelli yaya hizmet düzeyinin yüzdesini ifade etmektedir.

### 3 Bulgular ve tartışma

Metot kısmında bahsedilen işlem adımları sonucunda GYHD ve EYHD modelleri için hesaplanan C ve I değerleri sırasıyla **Tablo 4** ve **Tablo 5**'te verilmiştir.

Hesaplan C ve I değerleri **Denklem 1**, **Denklem 8** ve **Denklem 12**'de yerine yazılarak GYHD, EYHD ve YHD yüzdeleri ile sınıfları **Tablo 6**'daki gibi elde edilmiştir. A hizmet düzeyi (%80-100) kaldırımı en iyi kalitede olduğunu, B hizmet düzeyi (%60-79) kaldırımın yüksek kalitede olduğunu, C hizmet düzeyi (%40-59) kaldırımın ortalama kalitede ve iyileştirme yapılması gerektiğini, D hizmet düzeyi (%20-39) kaldırım düşük kalitede olduğunu, E hizmet düzeyi (%1-19) kaldırımın en düşük kalitede olduğunu, F hizmet düzeyi (%0) kaldırımın kullanılamaz olduğunu ifade etmektedir.

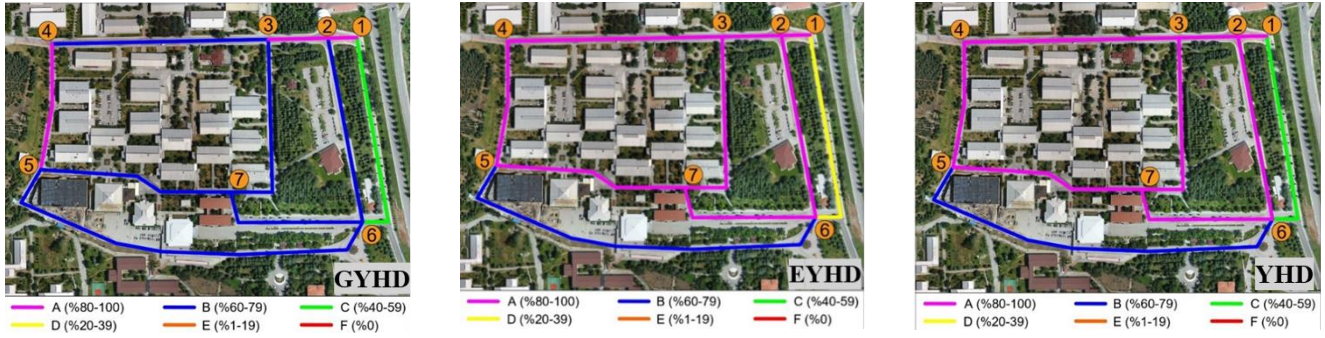
**Tablo 6** sonuçlarına göre; güzergâhların GYHD, EYHD ve YHD sınıfları **Şekil 3**'te gösterilmiştir. GYHD'nde; C sınıfı olarak hesaplanan 6-1 arası yol kesimi EYHD için D sınıfı olarak hesaplanmıştır. Bu da bize kaldırımların yaya yürümesi için uygun hizmet düzeyine sahip olduğu durumlarda engelliler için uygun olmaya bileceğini göstermektedir. Bu nedenle her yaya kaldırımı engelliler için de uygundur demek doğru olmayacaktır.

### 4 Sonuçlar

Engelli yayalar kentsel nüfusun bir parçası olduklarından, onlar için uygun altyapı sağlanmalıdır. Bununla birlikte, daha önceki çalışmalar sadece normal yayalar için YHD modeli oluşturmuşlardır. Mevcut çalışma ise, engelli bireyleri de göz önünde bulundurarak ve daha bütüncül bir yaklaşım metodu kullanarak bu eksiklikleri gidermeye çalışmıştır. Bu bağlamda öncelikle bedensel engelliler olmak üzere tüm yayaların ihtiyaçlarının karşılanmasına dikkat edilmiştir.

**Tablo 6.** Batı Kampüsü yol kesimleri için hizmet düzeyleri

Yol Kesimi	Genel Yaya Hizmet Düzeyi		Engelli Yaya Hizmet Düzeyi		Yaya Hizmet Düzeyi	
	GYHD (%)	SINIF	EYHD (%)	SINIF	YHD (%)	SINIF
1-2	100	A	100	A	100	A
2-3	95	A	100	A	97	A
3-4	73	B	90	A	80	A
4-5	90	A	86	A	88	A
5-6	65	B	68	B	66	B
6-1	48	C	31	D	40	C
3-7	74	B	90	A	81	A
7-5	77	B	100	A	86	A
2-6	77	B	90	A	82	A
6-7	78	B	100	A	87	A



Şekil 3. Güzergâhların yaya hizmet düzeyi sınıfları

Ayrıca kullanılan yöntem, çok çeşitli kılavuzlardan ve literatürden çıkarılan parametreleri içermektedir. Bir başka deyişle, önerilen model evrensel standartların birleşimidir; sonuçlar farklı bölgelerde de uygulanabilir.

Çalışma sonunda; YHD modeline göre C hizmet düzeyi olarak hesaplanan 6-1 yol kesiminde iyileştirme yapılması gerekmektedir. Bu kesimde öncelikle kaldırım genişletmesi (0,8 m) çalışması yapılmalı veya üzerinde bulunan yayaların yürümesini sınırlandıran engeller ortadan kaldırılarak etkili yürüme genişliği artırılmalıdır. B hizmet düzeyi olarak hesaplanan 5-6 yol kesiminde de öncelikle kaldırım genişletmesi (0,5 m) çalışması yapılmalı ve yol kenarı araç parklanması problemi ortadan kaldırılmalıdır. Yol kenarında bulunda araç parkı yayaların görüş mesafesini kısıtlayarak güvenliklerini tehlikeye atmaktadır. Model denemesi; SDÜ Batı Yerleşkesinde yapıldığından dolayı hizmet düzeyi sınıfları makul ölçüde çıkmıştır. Çünkü yoğunlukla, kampüs içerisinde bulunan yürüme yolları standartları uygun olarak inşa edilmiştir. Aynı modelin şehir merkezinde uygulaması gerçekleştirildiği takdirde daha kötü hizmet düzeyi sınıflarının elde edileceği düşünülmektedir.

#### Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

**Benzerlik oranı (iThenticate): %0**

#### Kaynaklar

- [1] B. Landis, V. Vattikuti, R. Ottenberg, D. McLeod and M. Guttenplan, Modeling the roadside walking environment: A pedestrian level of service. Transportation Research Record, 1773(1), 82–88, 2001.
- [2] J.J. Fruin, Pedestrian planning and design. Metropolitan Associations of Urban Designers and Environmental Planners, New York, 1971.
- [3] Y. Tanaboriboon and J.A. Guyano, Level-of-service standards for pedestrian facilities in Bangkok: A case study. ITE Journal, 59(11), 39–41, 1989.
- [4] Highway Capacity Manual, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C, 2000.
- [5] I. Mateo-Babiano and H. Ieda, Street space sustainability in Asia: The role of the Asian pedestrian and street culture. In Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 6, 1915–1930, 2007.
- [6] R. Singh, Factors affecting walkability of neighborhoods. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 216, 643-654, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.048>
- [7] K. Lautso and P. Murola, A study of pedestrian traffic in Helsinki: Methods and results. Traffic Engineering Control, 15(9), 446–449, 1974.
- [8] S. Sarkar, Determination of service levels for pedestrians, with European example. Transportation Research Record, 1405, 35–42, 1993.
- [9] C.J. Khisty, Evaluation of pedestrian facilities: Beyond the level-of-service concept. Transportation Research Record 1438, 45–50, 1994.
- [10] P.N. Seneviratne and J.F. Morrall, Level of service on pedestrian facilities. Transportation Quarterly., 39(1), 109–123, 1985a.
- [11] C. Henson, Levels of service for pedestrians. ITE Journal, 70(9), 26–30, 2000.
- [12] G.P. Benz, Pedestrian time-space concept: A new approach to the planning and design of pedestrian facilities, Parsons, Brinckerhoff, Quade & Douglas, New York, 1986.
- [13] B. Pushkarev and J.M. Zupan, Urban space for pedestrians: A report of the regional plan association, MIT Press, Cambridge, 127–129, 1975.
- [14] W.H.K. Lam, J.F. Morrall and H. Ho, Pedestrian flow characteristics in Hong Kong. Transportation Research Record 1487, Transportation Research Board, Washington, DC, 56–62, 1995.
- [15] L. Dixon, Bicycle and pedestrian level-of-service performance measures and standards for congestion management systems. Transportation Research Record 1538, 1–9, 1996.
- [16] S. Jensen, Pedestrian and bicycle level of service on roadway segments. Transportation Research Record 2031, 43–51, 2007.
- [17] S. Sarkar, Qualitative evaluation of comfort needs in urban walkways in major activity centers. Transportation Research Board, Washington, DC, 2002.
- [18] J.Y.S. Lee and W.H.K. Lam, Levels of service for stairway in Hong Kong underground stations. Journal of Transportation Engineering, 129(2), 196–202, 2003.
- [19] Z. Asadi-Shekari, M. Moeinaddini and M. Zaly Shah, Disabled pedestrian level of service method for



- evaluating and promoting inclusive walking facilities on urban streets. *Journal of Transportation Engineering*, 139(2), 181-192, 2013.
- [20] National Cooperative Highway Research Program. (NCHRP), Multimodal level of service analysis for urban streets. Transportation Research Board, Washington, DC, 2008.
- [21] T.A. Petritsch, et al., Pedestrian level-of-service model for urban arterial facilities with sidewalks. *Transportation Research Record*, 2006.
- [22] J.S. Miller, J. Bigelow and N.J. Garber, Calibrating pedestrian level-of-service metrics with 3-D visualization. *Transportation Research Record* 1705(1), 9–15, 2000.
- [23] D. Mozer, Calculating multi-mode levels-of-service. International Bicycle Fund, Seattle, WA, 1994.
- [24] N. Gallin, Quantifying pedestrian friendliness—guidelines for assessing pedestrian level of service. *Road & Transport Research*, 10(1), 47, 2001.
- [25] P.N. Seneviratne and J.F. Morrall, Analysis of factors affecting the choice of route of pedestrians. *Transportation Planning and Technology*, 10(2), 147–159, 1985b.
- [26] M. Saplıoğlu and A. Ünal, Yürüme engelli bireyler için kentiçi ulaşımında güzergâh iyileştirme önerisi: pilot bölge çalışması. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 10(1), 289-299, 2019.
- [27] M.Ü. Çilek, Kamusal Alanlara Erişimde Optimum Yaya Güzergâhı Konforunu Belirlmeye Yönelik Kavramsal Bir Yaklaşım. *Megaron*, 15(3), 2020.
- [28] S. Handy and K. Clifton, Evaluating neighborhood accessibility: Possibilities and practicalities. *Journal of Transportation and Statistics*, 4(2/3), 67–78, 2001.
- [29] C. Jim and S.S. Chen, Comprehensive greenspace planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China. *Landscape and Urban Planning*, 65(3), 95-116, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00244-X](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00244-X)
- [30] A. Van Herzele and T. Wiedemann, A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces. *Landscape and Urban Planning*, 63(2), 109-126, 2003.
- [31] E. Shay, S. Spoon and A. Khattak, Walkable environments and walking activity. Report to the Southeastern Transportation Center, 1-20, 2003.
- [32] C. Collins, M. H., Ng, K. Broomhall, R.J. Donovan, A. Lange, M. Knuiman, and K. Douglas, Increasing walking: how important is distance to, attractiveness, and size of public open space?. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2), 169-176, 2005.
- [33] A. Barnett and E. Cerin, Individual calibration for estimating free-living walking speed using the MTI monitor. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(4), 761-767, 2006. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000210206.55941.b2>
- [34] Ş. Hepcan, M.B. Özkan, A. Kaplan, E.V. Küçükerbaş, B. Kara, B. Deniz and İ. Altuğ, Yaya erişiminde süreklilik sorunu ve çözüm olanaklarının Bornova Kent Merkezi örneğinde araştırılması. 43(2), 121–132, 2006.
- [35] B. Gültekin and M.F. Altunkasa, Kent içi yolların yaya kullanımına yönelik değerlendirilmesinde çözümlemeli bir yaklaşım: Adana örneği. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 17(3), 2008.
- [36] X. Zhu and C. Lee, Walkability and safety around elementary schools. *American Journal of Preventive Medicine*, 34(4), 282-290, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.01.024>
- [37] T. Sugiyama and C. Ward Thompson, Associations between characteristics of neighbourhood open space and older people's walking. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7(1), 41–51, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2007.12.002>
- [38] D. Van Dyck, B. Deforche, G. Cardon, and I. De Bourdeaudhuij, Neighbourhood walkability and its particular importance for adults with a preference for passive transport. *Health & Place*, 15(2), 496-504, 2009.
- [39] C. Millington, C. Ward Thompson, D. Rowe, P. Aspinall, C. Fitzsimons, N. Nelson and N. Mutrie, Development of the scottish walkability assessment tool (SWAT). *Health & Place*, 15(2), 474-481, 2009.
- [40] J. Schipperijn, O. Ekholm, U.K. Stigsdotter, M. Toftager, P. Bentsen, F. Kamper-Jørgensen and T.B. Randrup, Factors influencing the use of green space: Results from a Danish national representative survey. *Landscape and Urban Planning*, 95(3), 130-137, 2010.
- [41] C.E. Kelly, M.R. Tight, F.C. Hodgson, F.C. and M.W. Page, A comparison of three methods for assessing the walkability of the pedestrian environment. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1500-1508, 2011.
- [42] M. Moniruzzaman and A. Páez, A model-based approach to select case sites for walkability audits. *Health & Place*, 18(6), 1323-1334, 2012.
- [43] D.B. Bhattacharyya and S. Mitra, Making siliguri a walkable city. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 96, 2737-2744, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.307>
- [44] W.M. Wey and Y.H. Chiu, Assessing the walkability of pedestrian environment under the transit-oriented development. *Habitat International*, 38, 106-118, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2012.05.004>
- [45] M. Ünal, Aktif yeşil alanların rekreasyonel hizmet etkinliğinin saptanması: Çukurova ilçesi örneği. *Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye*. 496, 2014.
- [46] J. Zakaria, N. Ujang, Comfort of walking in the city center of Kuala Lumpur. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 170, 642-652, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.066>
- [47] E. Cubukcu, B. Hepguzel, Z. Onder and B. Tumer, Active living for sustainable future: A model to measure “walk scores” via geographic information systems. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 168, 229–237, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.228>
- [48] W. Erna and S.L. Amin, Convenience component of walkability in Malang City case study the street

- corridors around city squares. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 227, 587-592, 2016.
- [49] K. Singh and P.K. Jain, Methods of assessing pedestrian level of service. *Journal of Engineering Research and Studies*, 2(1), 116–124, 2011.
- [50] M. Aghaabbasi, M. Moeinaddini, M. Zaly Shah and Z. Asadi-Shekari, A new assessment model to evaluate the microscale sidewalk design factors at the neighbourhood level. *Journal of Transport & Health*, 5, 97-112, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.08.012>
- [51] F. Moura, P. Cambra, and A.B. Gonçalves, Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon. *Landscape and Urban Planning*, 157, 282-296, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.002>
- [52] R. Rafiemanzelat, M.I. Emadi and A.J. Kamali, City sustainability: the influence of walkability on built environments. *Transportation Research Procedia*, 24, 97-104, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.074>
- [53] M. Aghaabbasi, M. Moeinaddini, M. Zaly Shah, Z. Asadi-Shekari and M. Arjomand Kermani, Evaluating the capability of walkability audit tools for assessing sidewalks. *Sustainable Cities and Society*, 37, 475-484, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.001>
- [54] A. Gharebaghi, M.A. Mostafavi, S. Chavoshi, G. Edwards and P. Fougeyrollas, The role of social factors in the accessibility of urban areas for people with motor disabilities, *ISPRS International Journal of Geo-Information* 7(4), 131, 2018.
- [55] M. Unal and C. Uslu, Evaluating and optimizing urban green spaces for compact urban areas: Cukurova district in Adana, Turkey. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(2), 70, 2018. <https://doi.org/10.3390/ijgi7020070>
- [56] M. Aghaabbasi, M. Moeinaddini, Z. Asadi-Shekari and M.Z. Shah, The equitable use concept in sidewalk design. *Cities*, 88, 181-190, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.10.010>
- [57] K. Shaaban, Assessing sidewalk and corridor walkability in developing countries. *Sustainability*, 11(14), 3865, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11143865>
- [58] A.A. Zuniga-Teran, P. Stoker, R.H. Gimblett, B.J. Orr, S.E. Marsh, D.P. Guertin and N.V. Chalfoun, Exploring the influence of neighborhood walkability on the frequency of use of greenspace. *Landscape and Urban Planning*, 190, 2019.
- [59] Özida (Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı), Herkes için ulaşılabilirliğin iyileştirilmesi: örnek uygulama rehberi, Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, 48, Ankara, 2008.
- [60] Özida (Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı), Yerel yönetimler için ulaşılabilirlik temel bilgiler teknik el kitabı, 49, Ankara, 2010.
- [61] E. Maraz, Özürlülerin kent içinde erişebilirliğini etkileyen standartlar; (Mecidiköy ve Yenibosna metrobüs duraklarının incelenmesi, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [62] B. Sirel, O. Boyacıgil, M. Duymuş, N. Konaklı, F. Altunkasa and C. Uslu, Çukurova Üniversitesi yerleşkesi açık alanlarının fiziksel engelliler bakımından ulaşılabilirliğinin değerlendirilmesi. *Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture* 27(1), 53-72, 2012.
- [63] N. Kuter and M. Çakmak, Kamusal dış mekanlarda engelliler için tasarım: Ankara, Seğmenler Parkı örneği, *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 93-110, 2017.
- [64] C. Koca, Engelsiz şehir planlama bilgilendirme rapor, İstanbul: Dünya Engelliler Vakfı, 2010.
- [65] Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Şehir İçi Yollar – Özürlü ve Yaşlılar İçin Sokak, Cadde, Meydan ve Yollarda Yapısal Önlemler ve İşaretlemelerin Tasarım Kuralları. Hazırlık Grubu: Şehir İçi Yollar Özel Daimi Komitesi, TS No:12576, 1999.
- [66] R. Tiyek, B.H. Eryiğit and B.A. Emrah, Engellilerin erişilebilirlik sorunu ve tse standartları çerçevesinde bir araştırma. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(2), 225-261, 2016.
- [67] ADAAG, American disability act accessibility guideline, ABD Standards, Washington, 2004.
- [68] L. Güremen, Kent kimliği ve estetiği yönüyle kentsel donatı elemanlarının Amasya Kenti özelinde araştırılması. *Social Sciences*, 6(2), 254-291, 2011.

