

# Farklı Erişilebilirlik Hesap Yöntemleri ile Erişilebilirliğin Hesaplanarak Yöntemlerin Birbirleriyle Karşılaştırılması: İstanbul Örneği

**Araş. Gör. Sabahat Topuz KİREMİTÇİ, Prof. Dr. Haluk GERÇEK**

İTÜ Maslak Kampüsü, İnşaat Fakültesi, 34469, Sarıyer/İstanbul

Tel: (0212)2857056, (0212)2853658

E-Posta: topuzsa@itu.edu.tr, hgercek@itu.edu.tr

## ÖZ

Erişilebilirlik, en basit haliyle, çeşitli imkanlara (iş, eğitim, alışveriş, sosyal etkinlikler v.b.) erişme kolaylığı olarak tanımlanmakla birlikte, pek çok farklı tanıma ve dolayısıyla farklı hesap yaklaşımlarına sahip bir terimdir. Söz konusu hesap yaklaşımlarının hepsi genel olarak erişilebilirliği ifade ederken, içerdikleri değişkenler ve kullanılan yöntemler ile birbirlerinden ayrılmaktadırlar.

Erişilebilirliğin ölçümünde en yaygın kullanılan ölçütlerden birisi “eşik ölçütü”dür. Bu ölçütte, belirli bir bölgedeki hizmetlere ya da etkinliklere belirli sürelerde erişebilme potansiyeli hesaplanır. “Sürekli ölçütler” ise belirli hizmetlere ya da bölgelere erişim kolaylığı açısından bir yerleşim alanının çekiciliğini ortaya koymak için kullanılan en uygun ölçütlerdir. Bu ölçütler, yolculuğun karakteristikleri (yolculuk süresi ya da maliyeti) ve tesislerin ya da hizmetlerin karakteristikleri (belirli bir bölgedeki işyeri ya da istihdam sayıları) ile yolculuk süresi ya da maliyetindeki değişime bağlı olarak hesaplanan bölgeler arasındaki yolculuk direnimini birleştirirler.

Bu çalışmanın amacı, erişilebilirlik açısından sorunlu bölgelerin belirlenmesinden ulaşım yatırımlarının değerlendirilmesine kadar farklı kullanım alanlarına sahip olan erişilebilirliği, literatürde mevcut olan farklı ölçütlerle hesaplayarak, gerek hesap sürecini, gerekse elde edilen sonuçları birbiri ile karşılaştırmaktır. Böylece hangi erişilebilirlik ölçütünün hangi tür ve hangi amaçlı çalışmalarda kullanılabileceği sorusuna cevap verilmeye çalışılacak, aynı zamanda yöntemlerin olumlu ve olumsuz yönleri vurgulanacaktır.

Bu amaç doğrultusunda, çalışma alanı olarak İstanbul ili seçilmiştir. Çalışma kapsamında, öncelikle erişilebilirlik ve erişilebilirlik ölçütleri hakkında bilgi verilecek, ardından İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 2006 yılında yapılmış hanehalkı yolculuk anketi verileri kullanılarak, literatürde en sık kullanılan erişilebilirlik ölçüm yöntemlerinden eşik yöntemi, çekim yöntemi ve fayda yöntemi ile İstanbul için ev-iş yolculuklarına ait erişilebilirlik hesapları yapılacaktır. Son bölümde hesap yöntemlerinin karşılaştırması ve değerlendirmesi yapılacaktır.

**Anahtar sözcükler:** Erişilebilirlik, Erişilebilirlik ölçüm yöntemleri, Eşik yöntemi, Çekim yöntemi, Fayda tabanlı yöntem

## GİRİŞ

Gerek karar vericiler gerekse toplum düzeyinde çevre ve kent bilincinin artması ile sürdürülebilirlik kavramı da her geçen gün önemini arttırmaktadır. Temelde, gelecek kuşakların ihtiyacı olan kaynakları tüketmeden, ekonomik gelişmenin artırılması, toplumsal eşitliğin oluşturulması ve çevrenin korunması olarak özetlenebilen sürdürülebilirlik hedeflerinin ulaştırma özelinde sağlanabilmesi için ise erişilebilirlik en önemli ölçütler arasında yer almaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının öneminin artması ile, günümüzde ulaştırma planlaması, yalnızca hareketlilik miktarının ölçülmesi yerine, erişilebilirliğin kalitesini ölçen çıktılara odaklanmaktadır. Hareketlilik, çoğu zaman, tek başına bir sonuç değildir. Artan hareketlilik her zaman yararlı değildir ve gereksinimlerin karşılanması için daha fazla yolculuk yapılmasına yol açan verimsiz bir ulaştırma sisteminin de belirtisi olabilir (Gerçek, 2005). Ulaştırma sitemindeki ya da arazi kullanımındaki bir iyileşme, yolculuk taleplerindeki ya da tür seçimlerindeki bir değişim, ulaşım süresini ve maliyetini azaltmakta, bunun sonucunda erişilebilirlik artmakta ve bu artış da bölgenin çekiciliğini ve potansiyelini arttırmaktadır.

Erişilebilirlik pek çok şekilde tanımlanmış ve kullanılmıştır. Bunlardan en iyi bilinen bazıları “Karşılıklı etkileşim için potansiyel fırsatlar” (Hansen, 1959), “Belirli bir ulaşım sistemi kullanarak herhangi bir arazi kullanımına ulaşım kolaylığı sağlanması” (Dalvi ve Martin, 1976), “Bireylerin değişik etkinliklere katılıp katılmayı seçme özgürlüğü” (Burns, 1979) ve “Bir ulaşım/arazi kullanım sistemi ile sağlanan kolaylıklar” (Bek-Akiva ve Lerman, 1979) şeklinde ifade edilmiştir. Erişilebilirlik, en yalın ve uygulamaya dönük haliyle, kişinin ihtiyacı olan ya da istediği yer, hizmet, tesise ulaşabilme kolaylığı olarak tanımlanabilir (DfT, 2004). Erişilebilirliğin ölçümünde de tanımları olduğu gibi farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar, içerdikleri bileşenler ve kullanılan yöntemler ile birbirlerinden ayrılmaktadır. Her erişilebilirlik hesap yöntemi sonuç olarak erişilebilirliği verdiği göre, hangi durumlarda hangi ölçütlerin kullanılmasının daha uygun olacağı, yöntemlerin olumlu ve olumsuz yönlerinin vurgulanması, farklı erişilebilirlik hesap yöntemlerinin hesaplama ve sonuçlarının birbirleri ile karşılaştırılması bu bildirinin konusudur.

Bildirinin ikinci bölümünde erişilebilirlik ile ilgili literatür araştırmasına yer verilecek, erişilebilirliğin bileşenleri ve literatürde en sık kullanılan yöntemler olan eşik yöntemi, çekim yöntemi ve fayda tabanlı bir yöntem olan logaritmik toplamlar yöntemi üzerinde durulacaktır. Üçüncü bölümde, söz konusu yöntemler ile İstanbul ili için erişilebilirlik hesaplarının sonuçları verilecektir. Dördüncü bölümde ise yöntemlerin birbirleri ile karşılaştırılması yapılacak ve çalışmadan elde edilen sonuçlar vurgulanacaktır.

## ERİŞİLEBİLİRLİK

İdeal bir erişilebilirlik ölçüm yönteminin barındırması gereken çeşitli bileşenler bulunmaktadır. Bu bileşenler Geurs ve Wee (2004) tarafından arazi kullanım bileşeni, ulaştırma bileşeni, zamansal bileşen ve bireysel bileşen olarak tanımlanmıştır. Farklı erişilebilirlik ölçüm yöntemleri bu bileşenlerden bir kısmını ya da hepsini ifade edebilmekte, ifade edilemeyen bileşenler yöntemin eksik kaldığı kısımları göstermektedir.

Arazi kullanımı bileşeni her varış noktasındaki imkanların miktar ve kalitesi, başlangıç noktalarında bu imkanlara olan talep, imkanlar için arz ve talebin karşılaştırılması ile ifade edilebilmektedir. Ulaşım bileşeninin ifade edilmesinde genellikle yolculuk süresi (araç içi yolculuk, bekleme, aktarma, park etme süreleri), yolculuk maliyeti (sabit ve değişken

maliyetler) ve çeşitli hizmet düzeyi özellikleri (güvenilirlik, konfor, kaza riski vb.) kullanılmaktadır. Zamansal bileşen, zamansal kısıtları barındırır. İmkanların günün farklı saatlerinde mevcut olup olmaması şeklinde ifade edilebilir. Bireysel bileşen ise kişinin, ihtiyaçları (yaşa, gelire, eğitim düzeyine göre değişken), yetenekleri (fiziksel durum, kullanılan ulaşım türleri) ve imkanları (kişinin gelir düzeyi, yolculuk bütçesi, eğitim düzeyine göre değişken) ile tanımlanmaktadır.

### Eşik Yöntemi

Kümülatif fırsatlar yöntemi (Bhat ve diğerleri, 2000) ve kontür yöntemi (Geurs ve Van Eck, 2001) olarak da isimlendirilen bu yöntemde, belirli bir başlangıç noktasından, hedeflenen etkinlik alanlarına erişilebilirlik, zamansal aralıklar şeklinde ifade edilmektedir.

$$A_i = \sum_j O_{jt} \quad (1)$$

Denklem (1)'de,  $A_i$ , t eşik değerinde, i zonundan j zonundaki  $O_{jt}$  imkanlarına erişilebilirlik olarak tanımlanmaktadır.  $O_{jt}$  imkanları, hedeflenen amaç doğrultusunda, zonlardaki iş imkanı sayısı (istihdam), eğitim imkanlarının sayısı (öğretmen sayısı, sıra sayısı, toplam sınıf kapasitesi sayısı, vb.), sağlık imkanı sayısı (hastane sayısı, doktor sayısı ya da yatak sayısı), alışveriş imkanı sayısı olarak alınabilir. Örneğin 15 dakikalık bir eşik değerinde erişilebilen hastanelerin toplam yatak sayısı ya da 5 TL yolculuk maliyeti ile erişilebilen iş imkanlarının sayısı eşik yöntemi ile hesaplanabilir. Bu yöntem altyapı kısıtlarını içerdiği gibi, aynı zamanda arazi kullanım bileşenini de bünyesinde barındırmaktadır.

Eşik yöntemin başlıca avantajı, bireylerin ulaşım, arazi kullanımı ve bunların bileşimi hakkındaki algılamaları ile ilgili karmaşık kabuller gerektirmemesidir. Ayrıca, bu ölçüt için gerekli olan veri nispeten ulaşılabilir (Jones,1981). Bunun yanında, yöntemin çeşitli dezavantajları bulunmaktadır. Bunların başında, bütün imkanların, ulaşım için harcanan zaman ya da imkan türü dikkate alınmaksızın eşit derecede çekici olarak ele alınması gelmektedir (Vickerman, 1974). Örneğin, 15 dakikalık bir eşik düşünüldüğünde, aynı eşik aralığı içinde 1 dakikada erişilebilen imkanlar ile 15 dakikada erişilebilen imkanlar aynı çekicilikte görülmekte, benzer şekilde iş imkanlarının da ticaret, sanayi ya da hizmet sektörü fark etmeksizin ya da eğitim, maaş uzmanlık alanı gözetilmeksizin eşit çekicilikte olduğu kabul edilmektedir. Diğer bir sorun ise, seçilen başlangıç noktasına bitişik ve takip eden eşik çizgisi üzerinde kalan imkanlar arasında herhangi bir ayırım yapılmamasıdır (Ben-Akiva ve Lerman, 1979). Yani, 15 dakikalık bir eşik değerinin 1 dakika dışında kalan bir merkezi iş alanı yok kabul edilmektedir. Eşik ve aralıklarının, araştırmacının kabulüne göre seçilmesi de (15 dakika mı yoksa 30 dakika mı ya da 5 TL mi yoksa 3 TL mi), bazı durumlarda sorun yaratabilmektedir (Özuysal, 2010).

Yöntemin uygulamasına yönelik çok sayıda yayın (Ingram, 1971; Wickstrom, 1971; Wachs ve Kumagai, 1973; Black ve Conroy, 1977; Guy, 1983) mevcuttur.

### Çekim Yöntemi

Potansiyel erişilebilirlik (Geurs ve Van Eck, 2001) olarak da adlandırılan bu yöntem eşik yönteminin eksikliği olarak değerlendirilen keyfi ve rijit eşik değeri sorununu ortadan kaldırarak, fırsatları zaman ve mesafe bütününde birbirinden farklı değerlendirmektedir. Buna karşılık model yine de çalışma alanındaki bütün kullanıcılara eşit yaklaşarak bireysel ve davranışsal etkileri ifade etmekte yetersiz kalmaktadır.

İlk defa Hansen (1959) tarafından Newton'un çekim teorisine dayanarak üssel fonksiyon olarak düzenlenmiş yöntemde, daha sonra negatif eksponansiyel ve Gauss fonksiyonlar kullanılmıştır. En basit haliyle çekim yönteminde erişilebilirliğin matematiksel ifadesi (2) numaralı denklemle gösterilebilir.

$$A_i = \sum_j O_j . d_{ij}^{-\alpha} \quad (2)$$

Burada,  $A_i$  i zonundan j zonundaki  $O_j$  imkanlarına bağlı erişilebilirlik,  $d_{ij}$  i ve j zonları arasındaki yolculuk süresi, maliyeti ya da mesafesi,  $\alpha$  ise zonlar arasındaki yolculuk süresi, maliyet ya da mesafesinin etkisini gösteren katsayıdır (duyarlılık parametresi). Burada da  $O_j$  imkanları, eşik yöntemine benzer şekilde, zonlardaki iş, eğitim, sağlık vb. imkanı sayıları olarak alınabilir.

Literatürde çekim yöntemine örnek olarak gösterilebilecek çok sayıda çalışma bulmak mümkündür. (örneğin, Hansen, 1959; Vickerman, 1974; Linneker ve Spence, 1992; Handy,1994)

### Fayda Yöntemi

Erişilebilirliğin ölçümünde sıklıkla kullanılan diğer bir yöntem de fayda tabanlı yöntemdir. Bu yöntem farklı yolculuk tercihlerinden kullanıcının algıladığı faydaya dayanmaktadır. Rassal fayda teorisi temelli bu yöntemde, bireylerin tercihlerini kendilerine en yüksek faydayı sağlayan seçenektan yana kullanacakları varsayımı yapılmaktadır (Dong ve diğerleri, 2006). Fayda tabanlı erişilebilirliğin en genel hali (3) numaralı denklemde verilmiştir.

$$A_n = E \left[ \text{Max}_{i \in C} U_{in} \right] \quad (3)$$

Burada n bireyi için erişilebilirlik,  $A_n$ , C tercih kümesindeki, bütün i varış mekanları seçenekleri için beklenen en büyük fayda  $U_{in}$  olarak tanımlanmaktadır. Burada faydanın stokastik ifadesi (4) numaralı denklemdeki gibi yazılabilir.

$$U_{in} = V_j + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

$V_j$ , varış zonunun çekimini ya da n kullanıcısının i zonundan j zonuna yapılan yolculuktan elde ettiği faydanın deterministik değerini ifade etmektedir.  $\varepsilon_{ij}$  ise denklemin stokastik bileşeni olup, faydanın rassal ve gözlemlenemeyen kısmını ifade etmektedir.

Faydanın rassal ve gözlemlenemeyen kısmı, daha kolay çözülebilir bir ifade elde etmek amacıyla genellikle, stokastik bileşenlerin ( $\varepsilon_{ij}$ ) özdeş olduğu ve Gumbel dağılımına uyduğu varsayımı yapılarak bir  $\mu$  parametresi ile ölçeklendirilir. Böylece denklem (5) ile ifade edilen çoklu bir lojistik model elde edilir.

$$E \left[ \text{Max}_{i \in C} U_{in} \right] = \frac{1}{\mu} \ln \sum_{i \in C} \exp(\mu V_j) \quad (5)$$

Koenig (1980), Niemeier (1997) ve Handy ve Niemeier'in (1997) çalışmalarında fayda tabanlı yöntemin (logaritmik toplamlar olarak) başarılı uygulamalarını bulmak mümkündür.

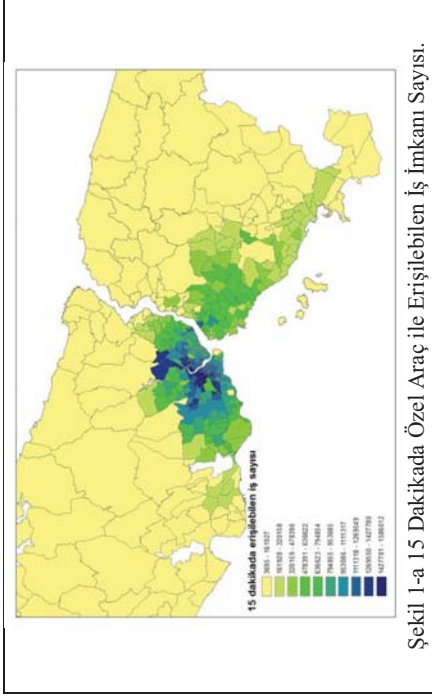
## İSTANBUL'DA İŞ YOLCULUKLARININ ERİŞİLEBİLİRLİĞİ

Erişilebilirlik hesaplamalarında kullanılan yolculuk süreleri, ArcGIS ile hazırlanmış toplu taşıma ve özel otomobil ulaşım ağlarından İstanbul Ulaşım Ana Planı'nda (İUAP, 2011) kullanılmış olan 451 trafik analiz zonunun merkezleri arasındaki yolculuk sürelerinin hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Zonlardaki iş imkanları (iş yerlerindeki istihdam sayıları) verileri İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nden alınmıştır. Fayda yönteminde kullanılan yolculuk maliyeti, yolculuk yapanların gelir, yaş ve otomobil sahipliği verileri ise İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılmış 2006 yılı hanehalkı yolculuk anketinden elde edilmiştir.

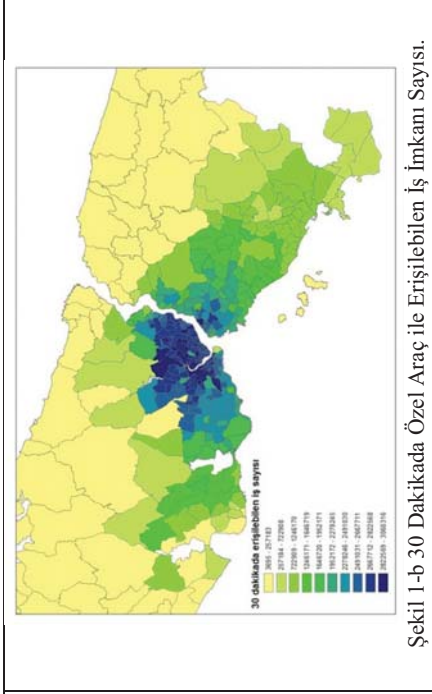
### İstanbul İçin İş İmkanlarının Erişilebilirliğinin Eşik Yöntemi İle Hesaplanması

Eşik yöntemi ile yapılan hesaplamalarda belirlenen eşik değerleri uygulamayı yapmanın kararına bırakılmıştır. Bu çalışmada aradaki farkın daha iyi görülebilmesi için dört farklı eşik değeri için hesap yapılmıştır. Özel araçla zonlar arası yolculuk süresine göre yapılmış olan hesaplarda, belirlenen eşik değerinin bir dakika fazlası dikkate alınmadığı gibi eşik değeri içerisinde kalan imkanların hepsi aynı çekicilikte kabul edilmektedir. Şekil 1-a'da 15 dakika, Şekil 1-b'de 30 dakika, Şekil 1-c'de 45 dakika ve Şekil 1-d'de 60 dakikada İstanbul için özel araç ile erişilebilen iş imkanları gösterilmiştir.

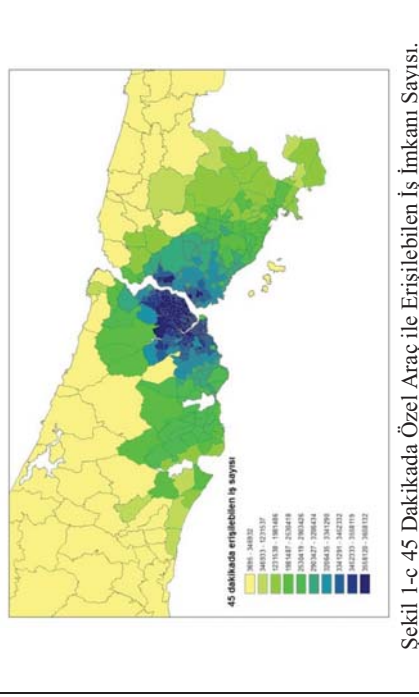
Eşik yöntemiyle hesaplanan erişilebilirlikle ilgili olarak özetle, Avrupa yakasındaki erişilebilirlik değerlerinin Anadolu yakasına göre daha yüksek olduğu, Haliç çevresi iş imkanlarına erişilebilirliğin yüksek olduğu bir merkez olarak kabul edilirse söz konusu merkezden uzaklaştıkça erişilebilirliğin düştüğü söylenebilir. Haritalardan da anlaşılacağı üzere eşik yönteminde seçilen eşik değerleri sonuçlar üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Örneğin 15 dakikalık eşik değeri içinde iş imkanlarına erişilebilirliğin en düşük olduğu zon sayısı (haritada en açık renk ile gösterilen alanlar) çok fazla iken 60 dakikalık eşik değeri içinde iş imkanlarına erişilebilirliğin en düşük olduğu zon sayısı çok daha azdır. Benzer haritaların lejandı incelendiğinde 15 dakikada erişilebilirliğin en fazla olduğu (en koyu renk ile gösterilen) zonlarda erişilebilen iş imkanı sayısı 1.427.781 ile 1.586.012 arasında değişirken, 60 dakikada erişilebilirliğin en yüksek olduğu zonlarda erişilebilen iş imkanı sayısı 3.706.176 ile 3.741.191 arasında değişmektedir.



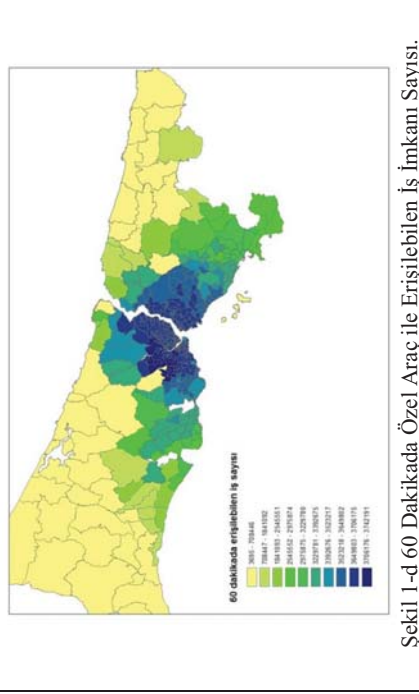
Şekil 1-a 15 Dakikada Özel Araç ile Erişilebilen İş İmkani Sayısı.



Şekil 1-b 30 Dakikada Özel Araç ile Erişilebilen İş İmkani Sayısı.



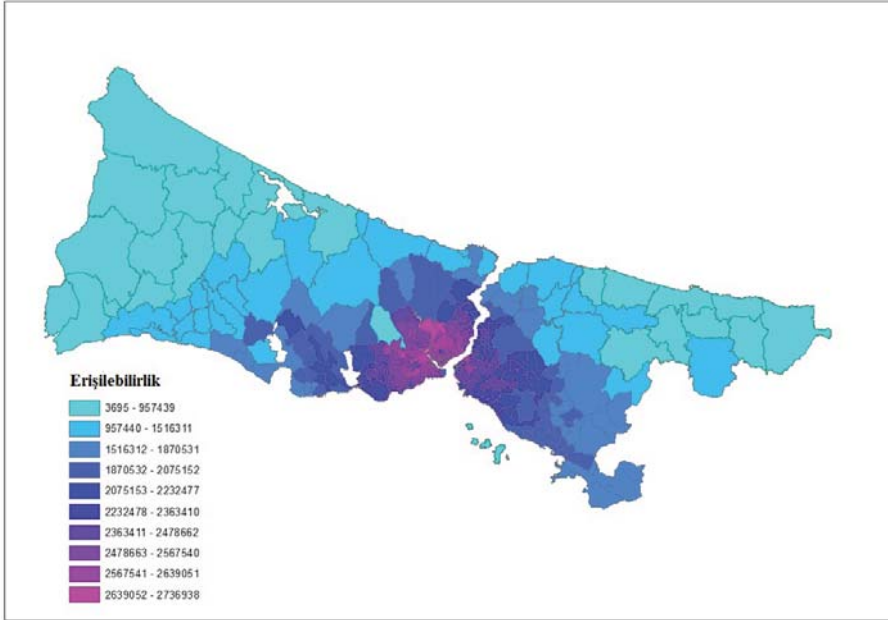
Şekil 1-c 45 Dakikada Özel Araç ile Erişilebilen İş İmkani Sayısı.



Şekil 1-d 60 Dakikada Özel Araç ile Erişilebilen İş İmkani Sayısı.

## İstanbul İçin İş İmkanlarının Erişilebilirliğinin Çekim Yöntemi İle Hesaplanması

Çekim yöntemi ile yapılan hesaplamalarda direnım fonksiyonu olarak negatif üssel fonksiyon ve değişken olarak zon merkezleri arası özel otomobil ile yolculuk süresi kullanılmıştır. Şekil 2, İstanbul'da özel araç erişilebilen iş imkanlarını göstermektedir. Erişilebilirliğin en yüksek olduğu kesimler koyu renk ile gösterilen, sınırları batıda Bakırköy, kuzeyde Şişli ve doğuda Anadolu yakasında Kadıköy'le belirlenmiş kentin merkezindeki bir bölgedir.

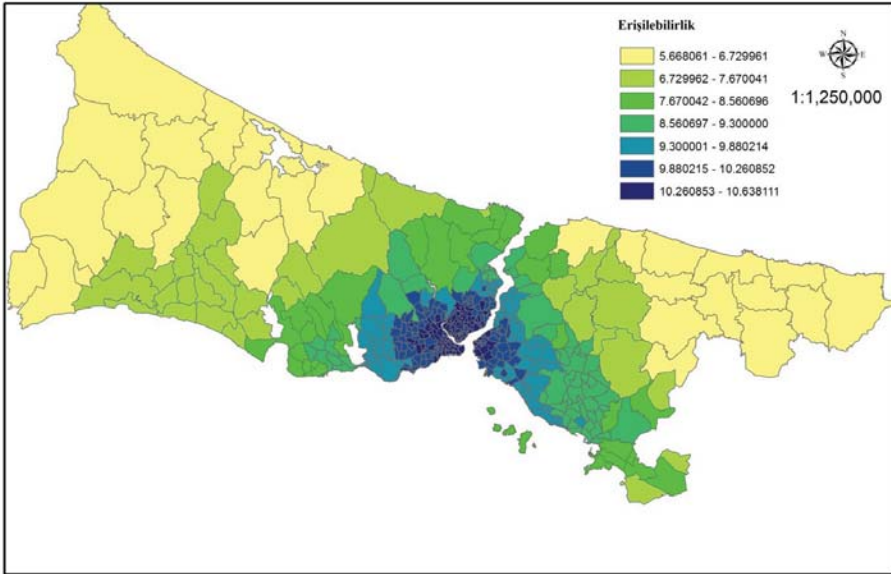


Şekil 2 Çekim Yöntemi ile İş İmkanlarının Erişilebilirliği

## İstanbul İçin İş İmkanlarının Erişilebilirliğinin Fayda Tabanlı Yöntem İle Hesaplanması

Fayda tabanlı hesaplamalarda yolculuk türü ve varış noktası (zonu) tercihinin birlikte yapıldığı kabulü ile birleşik logit model kullanılmıştır. Fayda fonksiyonunda değişken olarak yolculuk süresi, yolculuk maliyetinin hanehalkı gelinine oranı, zonlardaki istihdam sayısının kentin toplam istihdam sayısına oranı, kişilerin cinsiyet ve otomobil sahipliği değişkenleri kullanılmıştır. Öncelikle, 2006 yılında, ev-iş yolculuğu yapmış 18.000 kişinin hanehalkı yolculuk verileri kullanılarak bireysel bazda fayda fonksiyonu kalibre edilmiştir. Daha sonra, mekansal bazda (zon bazında) erişilebilirliğin hesaplanabilmesi için, birey bazında kalibre edilmiş olan fayda fonksiyonları, cinsiyet (kadın, erkek), gelir düzeyi (düşük, orta, yüksek), otomobil sahipliği (otomobil sahibi değil, 1 otomobil sahibi, birden fazla otomobil sahibi) şeklinde 18 kategori oluşturularak toplulaştırılmıştır. Bu kategorideki kişiler için (5) numaralı denklemde belirtilen beklenen en büyük fayda değerleri hesaplanmış ve her zonda söz konusu 18 kategorideki kişi sayısı ile çarpılarak mekansal bazda toplulaştırılmış erişilebilirlik haritası oluşturulmuştur. Şekil 3 fayda tabanlı yöntem ile oluşturulmuş erişilebilirlik haritasını göstermektedir.

Çekim yöntemi ile oluşturulmuş haritadakine benzer şekilde, fayda yönteminde de yüksek erişilebilirlik değerlerine sahip alanlar yine Tarihi Yarımada, Beyoğlu, Beşiktaş, Şişli, Kadıköy gibi merkezi bölgelerdir.



Şekil 3 Fayda Tabanlı Yöntem ile İş İmkanlarının Erişilebilirliği.

## SONUÇLAR

Erişilebilirlik hesap yöntemlerinin birbirleri ile karşılaştırılması yapılırken öncelikle yöntemlerin kullanım amaçlarının doğru değerlendirilmesi gerekir. Eşik yönteminin gerek hesabı gerekse sonuçları konunun uzmanı olmayan kişilerce de kolaylıkla anlaşılabilir sadeliktedir. Uygulaması son derece basit, gerekli olan veri ise kolay temin edilebilir niteliktedir. Bu yöntem ulaştırma amaçlı küçük ölçekli erişilebilirlik hesaplamalarında kullanılabileceği gibi aynı zamanda firmalar için pazar alanı hesaplamalarında da kullanılabilir.

Çekim yöntemi, eşik yönteminin olumsuz yanı olarak belirtilen uygulamacının tercihinine bağlı eşit değerlerini ortadan kaldırır. Bu yöntem için gerekli olan veriler eşik yöntemiyle aynı olmakla birlikte hesaplama aşamaları eşik yöntemine göre biraz daha ayrıntılıdır. Seçilen direnir fonksiyonu (negatif üssel, ekspanansiyel vb.) sonuçları az da olsa değiştirebilir.

Fayda tabanlı yöntem ise diğer yöntemlere nazaran daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Eşik yöntemi ve çekim yöntemi bireysel bileşenler içermezken fayda tabanlı yöntemde bireysel değişkenlerin etkisi hesaplara yansıtılabilir. Hesaplarda yolculuk yapanların cinsiyeti, hanehalkı geliri, otomobil sahipliği gibi bireysel değişkenler kullanılmıştır ve bunların çeşitlendirilmesi de mümkündür. Ayrıca bireysel bazda kalibre edilmiş olan fayda fonksiyonunun katsayıları üzerinden her değişkenin fonksiyon üzerindeki etkilerinin incelenmesi, duyarlılık analizlerinin yapılması da mümkündür. Diğer bir deyişle, bu yöntem daha fazla değişken içermesi ve daha karmaşık bir yapıya sahip olması açısından uygulaması daha zor olsa da diğer yöntemlere göre daha gerçekçi ve hassastır.



## Kaynaklar

- Ben-Akiva, M., Lerman, S.R., (1979). Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. Behavioural travel modelling. (Hensher, D.A., Sopher, P.R., (Eds)). 654-679. Andover: Croom Helm.
- Bhat, C., Handy, S., Kockelman, K., Mahmassani, H., Chen, Q., & Weston, L. (2000). Development of an urban accessibility index: Literature review. Research project conducted for the Texas department of transportation. University of Texas, Austin, TX:Center for Transportation Research.
- Black, J., Conroy, M., (1977) Accessibility measures and the social evaluation of urban structure. Environment and Planning A 9,1013–1031.
- Burns, L.D., 1979. Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility. Lexington Books, Lexington/Toronto.
- Curtis, C., Scheurer, J., (2010), Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. Progress in Planning 53–106.
- Dalvi, M.Q., Martin, K.M., 1976. The measurement of accessibility: some preliminary results. Transportation 5, 17–42.
- DfT, Transport Analysis Guidance (2010). The Personal Affordability Sub-Objective. [www.dft.gov.uk/webtag](http://www.dft.gov.uk/webtag) (adresinden indirilebilir)
- Dong, X., Ben-Akiva, M.E., Bowman, J.L., Walker, J.L., (2006) Moving from trip-based to activity-based measures of accessibility. Transportation Research Part A, 40 (2006) 163-180.
- Gerçek, H. (2005) Sürdürülebilirlik açısından İstanbul'da ulaştırmanın bugünü ve geleceği, 6. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, 130 - 142.
- Geurs, K. T., & van Eck, J. R. (2001). Accessibility measures: Review and applications. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (National Institute of Public Health and the Environment, RIVM) and Urban Research Centre. Bilthoven/Utrecht, Netherlands: Utrecht University.
- Geurs, K. T., & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of landuse and transport strategies: Review and research directions. Journal of Transport Geography, 12, 127–140.
- Guy, C.M., (1983). The assessment of access to local shopping opportunities: a comparison of accessibility measures. Environment and Planning B 10, 219–238.
- Handy, S., (1994). Regional versus local accessibility: implications for non-work travel. Transportation Research Record 1400, 58–66.
- Handy, S.L., Niemeier, D.A., (1997). Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. Environment and Planning A 29, 1175–1194.

Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. Journal of the American Planning Institute, 25, 73–76.

Ingram, D.R., (1971). The concept of accessibility: a search for an operational form. Regional Studies 5, 101–107.

İUAP (2011). İstanbul Metropolitan Alan Kentsel Ulaşım Ana Planı. İBB Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İstanbul.

Jones, S.R. (1981). Accessibility measures: a literature review (TRRL Report 967). Berkshire: Transport and Road Research Laboratory.

Koenig, J.G., (1980). Indicators of urban accessibility: theory and applications. Transportation 9, 145–172.

Linneker, B.J., Spence, N.A., (1992) Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London orbital motorway on Britain. Environment and Planning A 24, 1137–1154.

Lucas, K. (2006) Providing transport for social inclusion within a framework for environmental justice in the UK. Transportation Research Part A, 40, 801–809.

Özuysal, M., (2010) Şehirsel Yerleşimlerde Erişilebilirlik Ölçütünün Modellenmesi ve Kullanımı: Ulaşım Türü Seçimi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Vickerman, R.W. (1974). Accessibility, attraction and potential: a review of some concepts and their use in Europe. Regional Studies, 33, 1-15

Wang, D., Timmermans, H. (1996) Accessibility: Activity-Based Measures of Accessibility for Transportation Policy Analysis. 24th European Transport Conference Proceedings

Wachs, M., Kumagai, T.G., 1973. Physical accessibility as a social indicator. Socio-Economic Planning Science 6, 357–379

Wickstrom, G.V., (1971). Defining balanced transportation—a question of opportunity. Traffic Quarterly 25 (3), 337–349