

Ulaşım Talebinin Belirlenmesinde Erişebilirlik ve Arazi Kullanım Modellerinden Yararlanılması*

Özet

Kentsel ulaşım talebinin doğru bir şekilde belirlenmesi kentsel yatırım kararlarını etkileyen en önemli etkenlerden birisidir. Seyahat dağılımı, Tür Seçimi ve Trafik Ataması süreçleri hem günümüzdeki, hem de kestirim yılındaki ulaşım talebi belirlendikten sonra şekillenen adımlardır. Gelecekteki ulaşım talebini bulmak için kestirim yapılırken nüfus, araç sahipliği, gelir ve öğrenci sayısı gibi pek çok bağımsız değişkenden yararlanılmaktadır. Buna karşılık, gelişen ulaştırma bilimi, değişken olarak yeni kavramlar üretmekte ve bu kavramları kendi kurallarıyla bütünleştirmektedir. Erişebilirlik ve arazi kullanım modelleri, günümüzde öne çıkan bu kavramlardandır. Yolculuk yaratımı ile çekimi, demografik verilerle olduğu kadar erişebilirlik verileriyle de ilişkilidir. Bir zonun erişebilirliğinin artması insanların o zona olan seyahat isteklerini arttırmakta, insanların o zonu yaşamak için seçmelerini sağlamakta ve böylelikle zonun ürettiği ve çektiği seyahat miktarı da artmaktadır. Bu nedenle erişebilirlik kavramı kentsel ulaşım talebinin belirlenmesinde yararlanılması gereken önemli bir parametredir.

Bu çalışmada erişebilirlik ve arazi kullanım parametrelerinin yolculuk yaratımı ve çekimi ile ilişkisi araştırılmıştır. Bu ilişkiden faydalanarak hangi parametrenin bağımsız değişken olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir. Yerleşkeye gelecek ek nüfusu hesaplayan Hansen Modeli, yerel işgücü büyüklüğü ile dağılımını bulan Lowry-Garin Modeli ve Potansiyel Erişebilirlik ölçütü kullanılmıştır. Aynı zamanda bu süreçte, mevcut yolculuk yaratımı ve çekimi ile ilişki kurularak duyarlılık parametrelerinin tespiti yapılmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki, erişebilirlik ve arazi kullanım modelleri ile yolculuk yaratımı/çekimi arasında güçlü bir ilişki vardır. Gelecekteki üretim/çekimin belirlenmesi ve duyarlılık parametresinin belirlenmesinden bu ilişkiden faydalanılabilir.

Anahtar sözcükler: Yolculuk yaratımı, Erişebilirlik, Arazi kullanım, Duyarlılık parametresi.

Giriş

Kentsel ulaşım talebi ile ulaşım yatırımları mekansal, ekonomik ve teknik yetersizlikler nedeniyle senkronize olarak büyüyemeyen iki olgudur. Kentsel ulaşım talebi günümüzde kentleşme hızıyla paralel olarak artmakta fakat buna karşılık yatırımlar ise kısıtlı kalmaktadır. Özellikle geçmiş yüzyıllar öncesine dayanan kentlerimizde, ekonomik ve konutsal alanların iç içe geçmiş olması ve açılan yeni konutsal alanların gerektirdiği ulaşım altyapısının, entegrasyonlu düzenlemeler yerine ilave-

* Bu yazı, 10. Ulaştırma Kongresi'nde sunulmuştur.

lerle karşılanması, kent içi ulaşım performansının giderek azalmasına sebep olmaktadır (Özuysal, 2010). Kuşkusuz bu açığı gidermenin en önemli aracı etkin bir ulaşım planlaması yapmak ve ulaşım talebi kestirimlerinin isabet oranını arttırmaktır.

Ulaşım talebi kestirimlerinde demografik ve mekansal verilerden bağımsız değişkenler olarak yararlanılmaktadır. Günümüzde ulaşım özelliklerini derinden etkileyen ulaşım araçları ya da çok yüksek çekim özelliklerine sahip arazi kullanışları, nedeniyle bölgelerin erişilebilirlik değerleri büyük farklar gösterebilmektedir. Bu tarz farklılıkları da değerlendirebilmek için erişilebilirlik ve arazi kullanım modelleri ulaşım planlaması içerisinde gün geçtikçe daha fazla kullanılmaktadır (Litman, 2010).

Erişilebilirlik (ya da sadece erişim) olanaklar olarak tanımlanan ürünlere, hizmetlere, aktivitelere ve hedeflere ulaşım kolaylığını temsil etmektedir. Etkileşim ve karşılıklı alıp verme için potansiyel olarak da tanımlanabilir (Litman, 2010). Erişilebilirlik ulaşım planlaması, şehir planlama ve coğrafya gibi pek çok alanda kullanılmış bir kavram olup özellikle karar sürecinde önemli rol oynamaktadır (Geurs ve Van Wee, 2004). Günümüzde ulaşım planlamasında önemli bir etken olabilecek erişilebilirlik kavramı bu süreçte özellikle ülkemizde ihmal edilmektedir. Bu ihmalin sebeplerinden en önemlileri alınacak kararların sonuçlarını kestirmeyi sağlayacak rasyonel sistemlerin olmayışı ve konu hakkında erişilebilirliğin tahminine yönelik belirli bir rasyonel fikir oluşturacak çalışmanın eksikliğidir. Erişilebilirlik arazi kullanım ve ulaşımın ortak sonucudur. Genellikle ulaşım boyutu direnç olarak tanımlanmakta ve seyahat süresi veya uzaklığı ile temsil edilmektedir. Arazi kullanım boyutu ise çekicilik, fırsat ve aktivite olarak tanımlanmaktadır (Bath ve diğ., 2001). Erişilebilirlik ölçütleri ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar lokasyon erişilebilirliği (Song, 1996; Handy ve Niemeier, 1997), bireysel erişilebilirlik (Pirie, 1979; Kwan, 1998) ve ekonomik fayda (Koeing, 1980; Niemeier, 1997) perspektiflerinden erişilebilirliği ele almışlardır. Erişilebilirlik performansının ölçülmesine yönelik altyapı temelli, birey temelli, fayda temelli ve lokasyon temelli ölçütler geliştirilmiştir. Geurs ve Van Wee (2004) bu ölçütleri tanımlayarak, ilgili bileşenlerin uygun perspektifte ele alınması gerektiğini belirtmiştir.

Arazi kullanım modelleri erişilebilirlik indeksinden yola çıkan modellerdir. En bilinenleri Hansen Modeli (HM) ve Lowry-Garin Modeli (LGM)'dir. HM erişilebilirlik indeksi, gelişme potansiyeli, ticari talep ve onun doğurduğu konut talebini belirlemektedir (Hansen, 1959). Model erişilebilirliği temel olarak nüfus talebini hesaplamakta ve alansal dağılımını yapmaktadır. LGM ise mekansal etkileşimi ekonomik-temel kavramı ile bütünleştirmektedir (Çubukçu, 2008). Model kentsel aktivitelerin büyüklüğüne dair hem öngörü hem de aktivitelerin mekansal atanmasına ilişkin sonuçlar üretmektedir (Lowry, 1964).

Yolculuk yaratımında erişilebilirlik ve arazi kullanım modelleri gibi kavramların değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirmeye yönelik yöntem ve teknikler, erişilebilirlik kavramına ve uygulamalarına yeni bir bakış açısı getireceği için gerekmektedir.

Bu çalışmada, orta ölçekli bir sanayi ve ticaret kenti olan Denizli'de erişilebilirliğin arazi kullanım ve ulaşım ile ilişkisi araştırılmış olup, erişilebilirlik ile ilgili ölçütlerin ulaşım planlaması sürecine dahil edilebilmesine yönelik sorgulamalar yapılmıştır. Erişilebilirlik ve arazi kullanım ölçütlerinin ulaşım planlaması ile ilişkisi ve bu ölçütlerin süreç içerisinde ne kadar anlamlı oldukları araştırılarak bazı ilkesel ve genel yargılar oluşturulmuştur. HM, LGM ve Potansiyel Erişilebilirlik (PE) değerleri zonal bazda hesaplanarak seyahat üretim ve çekim değerleri ile ev-iş, ev-okul ve ev-diğer grupları altında ilişkilendirilmiştir. Erişilebilirlik ve arazi kullanım modellerinin duyarlılık parametrelerinin belirlenmesinde yolculuk yaratımı/çekimi ile aralarındaki ilişkiden faydalanılmıştır. Çalışmada aynı zamanda literatürde belirtilen erişilebilirliğe dair iletişim, anlaşılabilirlik ve yorumlama eksikliği gözlemlenmiş ve genel kurgu bu doğrultuda oluşturulmuştur.

Metodoloji ve Çalışma Alanı

Metodoloji

Bu çalışma üç aşamalı bir analiz yöntemi oluşturularak erişilebilirlik ve arazi kullanım modellerinin ulaşım talebi ile olan ilişkisini incelemiştir. Oluşturulan üç aşamalı akış şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.

Adım 1. Verilerin Elde Edilmesi

- Hane halkı anketlerinin yapılması
- Ev-iş, ev-okul ve ev-diğer yolculuklarının tespiti
- Arazi kullanım verileri
- Direnimsiz matrislerinin elde edilmesi

Adım 2. Erişebilirlik Parametrelerinin Belirlenmesi

- HM hesaplanması
- LGM hesaplanması
- PE Hesaplanması
- Duyarlılık parametrelerinin seyahat üretim/çekimi ile korelasyonu

Adım 3. İlişkilendirme

- Ulaşım talebi ve HM ilişkisi
- Ulaşım talebi ve LGM ilişkisi
- Ulaşım talebi ve PE ilişkisi
- Ulaşım talebinin belirlenmesinde kullanılacak modelin belirlenmesi

Şekil 1 - Akış şeması**Adım 1;**

Hane halkı anketlerinden ev-iş, ev-okul ve ev-diğer yolculukları ile kente ait demografik veriler elde edilmiştir. Toplam veri grubu içerisinde Hane Halkı Anketleri (hha)'ne ek olarak arazi kullanım bilgileri Hali Hazır Haritalar ve İmar Planı Revizyonları'ndan elde edilmiştir. Direnimsiz matrisleri doğrudan uzaklık ve dolaylı uzaklık olmak üzere iki şekilde ölçümlenmiştir.

Adım 2;

Bu adımda HM ve LGM ve PE hesaplamaları yapılmış ve duyarlılık parametrelerine göre sonuçlar elde edilmiştir.

HM erişebilirliği temel olarak nüfus talebini hesaplamakta ve alansal dağılımını yapmaktadır. Nüfus ve işgücü arasındaki ilişki erişilebilirlik endeksi ile belirlenir. *i* mahallesi için erişilebilirlik endeksi (A_i) Denklem 1'de verilmiştir.

$$A_i = \sum_{j=1}^n E_j \cdot d_{ij}^{-\alpha} \quad (1)$$

Burada E_j j mahallesindeki toplam işgücü sayısını (ekonomik aktivite büyüklüğü), d_{ij} i mahallesinden j mahallesine olan uzaklığı, α duyarlılık parametresi ve n kentteki mahalle sayısını simgelemektedir. *i* mahallesinin gelişme potansiyeli Denklem 2'deki şekildedir.

Burada H_i i mahallesindeki yerleşime uygun konut alanlarıdır. Model yerleşime uygun konut alanlarını, mahallenin taşıma kapasitesi olarak adlandırmıştır. *i* mahallesinin çekeceği nüfusun toplam

$$D_i = A_i \cdot H_i \quad (2)$$

ek nüfus içindeki payı R_i , Denklem 3 ile hesaplanabilir.

$$R_i = \frac{A_i H_i}{\sum_{j=1}^n A_j H_j} = \frac{D_i}{\sum_{j=1}^n D_j} \quad (3)$$

Kente eklenecek toplam ek nüfus GT ile gösterildiğinde, *i* mahallesine yerleşecek nüfus yani G_i , Denklem 4'de gösterilmektedir.

$$G_i = GT \cdot R_i \quad (4)$$

LGM modelinin kurgusunda ise iki önemli kavram büyük rol oynamaktadır bu kavramlar nüfus-işgücü oranı (işgücüne katılım oranı) ve nüfus-servis (nüfus-yerel) işgücü oranıdır. Nüfus-işgücü

oranı, α , yerleşkede bir çalışan kişinin kendisi dahil kaç kişiyi beslediği şeklinde açıklanarak yerleşkedeki toplam nüfusun toplam işgücüne bölünmesi ile elde edilmektedir (Lee,1973):

$$\alpha = \frac{P}{E} \quad (5)$$

Denklem 5'de P, toplam nüfusu; E, toplam işgücünü göstermektedir. Ekonomik temel modeline göre toplam işgücü, toplam temel işgücünün (E^b) ve toplam yerel işgücünün (E^s) toplamına eşittir ve bu durum Denklem 6'da gösterilmektedir.

$$E = E^s + E^b \quad (6)$$

Denklem 7'de yerel işgücünün toplam işgücüne bölümü gösterilmektedir.

$$\beta = \frac{E^s}{E} \quad (7)$$

Garin 1966 yılında Lowry modelini seri matris denklemleri ile modifiye etmiştir (Horowitz, 2004). Burada n, yerleşkedeki mahalle sayısı, α , nüfus-işgücü oranı ve β , nüfus-servis işgücü oranıdır. α ve β değerleri için diyagonal biçimde nxn boyutlarında matrisler oluşturulur. Bu matrislerin diyagonal değerleri α ve β değerlerine eşit olup diğer değerler sıfırdır. Ayrıca mahalleler arası mesafe matrisi T olarak tanımlanır. Modelde mahallelerde çalışan temel sektör işgücü sayıları dışsal veri olarak girilmektedir. Temel sektör işgücünün (E_n^b) çalışma yerleri n mahalle için 1xn vektörü formunda yazılır. Denklem 8'de her mahalle için temel sektör değerlerinin vektörel olarak gösterimi yapılmıştır.

$$E^b = (E_1^b, E_2^b, E_3^b, \dots, E_n^b) \quad (8)$$

Temel ve yerel sektörde çalışan işgücünün ikamet ettiği konut alanları dağılımı ise iş-ev fonksiyonu ile tanımlanmaktadır (a'_{ij}). İş-ev fonksiyonu matris biçimi nxn boyutunda kare bir matristir (A) ve iş-ev dağılım matrisi olarak adlandırılmaktadır ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

$$\begin{bmatrix} a'_{11} & a'_{12} & \dots & a'_{1n} \\ a'_{21} & \ddots & & \\ \vdots & & \ddots & \\ a'_{n1} & & & a'_{nn} \end{bmatrix}$$

Şekil 2 - İş-ev dağılım matrisi

Bu durumda, temel sektör işgücünün dağılımına bağlı olarak temel sektör işgücünün geçindirilmekte olduğu nüfusun mahallelere dağılımı hesaplanır. Garin iş-fonksiyonu Denklem 9'da tanımlanmaktadır.

$$a'_{ij} = \frac{e^{-0.11t_{ij}}}{\sum_{j=1}^n e^{-0.11t_{ij}}} \quad (9)$$

Denklem 10 işgücünün bulunmasını sağlayan temel formülasyonu tanımlamaktadır.

$$E = E^b * [I - (A'[\alpha][\beta]B')]^{-1} \quad (10)$$

LGM'de nüfusa hizmet verecek olan işgücünün de hizmet ihtiyacı olduğu değerlendirilir. Denklem 11'de yerel işgücünün elde edilmesi gösterilmiştir.

$$E^s = E - E^b \quad (11)$$

PE'nin hesaplanmasında ise potansiyellik konsepti öne çıkar ve ilk olarak, ekonomide pazar potansiyellerinin konumsal analiz ile belirlenmesinde kullanılmıştır (Haris, 1954). Hansen (1959)'da yapmış olduğu çalışmada bu yaklaşımı erişebilirlik üzerinde "olanakların etkileşim potansiyeli" şeklinde uygulamıştır. Ölçütün matematiksel gösterimi Denklem 12'de gösterilmiştir (Geurs ve Van Eck, 2001).

$$A_i = \sum_{j=1} D_j \cdot d_{ij}^{-\alpha} \quad (12)$$

Burada A_i , i zonundan j deki tüm D olanaklarına erişilebilirlik ölçütünü, d_{ij} , i ve j zonları arasındaki mesafeyi, α ise mesafeye bağımlılık parametresini göstermektedir.

Bulunan sonuçlarda duyarlılık parametreleri belirleyici rol oynamaktadır bu nedenle duyarlılık parametresinin farklı değerleri ile model kurulmuş ve seyahat üretim/çekimi ile en anlamlı korelasyonu veren duyarlılık parametresi seçilmiştir.

Adım 3;

Seyahat üretim/çekimlerinin anlamlı bağımsız değişkenlerinin belirlenmesinde demografik veriler kullanılmıştır. Bu demografik verilerle birlikte her üç model ev-iş, ev-okul ve ev-diğer gruplaması altında çoklu doğrusal regresyon analizi ile sorgulanmıştır ve en anlamlı değeri veren modeller ilgili grubun geleceğe yönelik ulaşım talebi belirlenmesinde yararlanılmak üzere seçilmiştir.

Çalışma Alanı

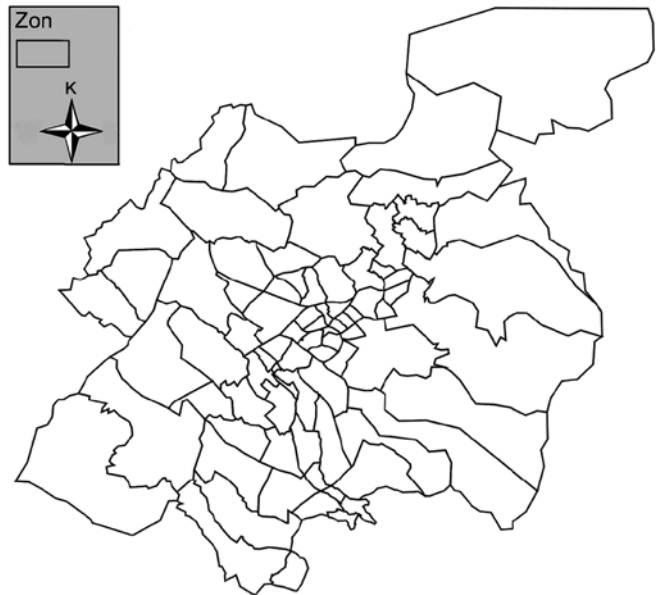
Denizli ili hızla büyümekte olan ve metropol olma yolunda ilerleyen bir kenttir. Kentleşme sürecinde nüfus, sanayileşme ve sosyo-ekonomik büyüme hızı artan Denizli'nin, aynı zamanda uzmanlaşma ve kentsel örgütlenme gücünde artmaktadır. Araç sahipliği ve trafik yükünün gün geçtikçe artması ile birlikte mekansal etkileşim oranları da büyümektedir (DUAP, 2010). Çalışma, Denizli Kent içi ve Yakın Çevre Ulaşım Ana Planı ve Süreç Yönetimi (2010) kapsamında yapılmış olan hane halkı anketleri ve alan ile kurumlardan elde edilmiş verilerle yürütülmüştür. Çalışma alanı toplam 80 mahalleden oluşmaktadır ve merkez nüfusu 500.000'dir. Zonlar, özellikle kent merkezinde alansal olarak küçülmekte çeperele doğru gidildikçe alansal olarak genişlemektedir, Şekil 3'de çalışma alanı gösterilmektedir (DUAP, 2010).

Kent içi ulaşım ağlarının iyileştirilmesi kapsamında düzenlenen hane halkı anketleri %2 örneklem büyüklüğündedir. Yaklaşık 14.000 kişinin seyahat bilgileri mevcut olup, 4000 üzerinde hane anketi ulaşım planı içerisinde yer almaktadır. Anket verilerinden yararlanarak çalışma alanı için 80x80 zonlar arası seyahat matrisi oluşturulmuştur ve yolculuklar ev-iş, ev-okul ve ev-diğer olarak gruplandırılmıştır.

Analiz

Çalışmada; HM ve LGM ve PE modellerinin sonuçları yolculuk yaratımı ve çekimi aşamasında ilişkilendirilerek korelasyon katsayıları bulunmuştur.

2030 yılında bölgeye gelmesi öngörülen ek nüfusun bölgedeki ticari aktivitelere, işgücü dağılımına ve yerleşime uygun boş konut alanlarına göre mahallelere dağıtılması HM yardımıyla yapılmıştır. Modelde, mahalleler arasındaki uzaklıklar hem doğrusal mesafe hem de dolaylı mesafe ölçümlene-



Şekil 3 - Denizli merkez ilçe zon sınırları

Tablo 1 - Yolculuk yaratımı ile Erişebilirlik Bağınıtları İlişkisinde En İyi Duyarlılık Parametreleri ve Korelasyon Katsayıları

Ev-iş Yolculukları						
	HM DG	HM DL	LGM DG	LGM DL	PE (K) DG	PE (K) DL
DP	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.5$	a =1 b =1,5	a =1,5 b =1,5	$\alpha=1$	$\alpha=1$
KK	-0.21	-0.22	0.72	0.71	0.67	0.63
Ev-okul Yolculukları						
	HM DG	HM DL	LGM DG	LGM DL	PE (K) DG	PE (K) DL
DP	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.5$	a =1 b =1,5	a =1,5 b =1,5	$\alpha=1$	$\alpha=1$
KK	-0.19	-0.21	0.68	0.63	0.61	0.57
Ev-diğer Yolculukları						
	HM DG	HM DL	LGM DG	LGM DL	PE (K) DG	PE (K) DL
DP	$\alpha=1$	$\alpha=0.5$	a =1 b =1,5	a =1,5 b =1,5	$\alpha=1$	$\alpha=1$
KK	-0.20	-0.19	0.75	0.73	0.59	0.56

DP: en iyi korelasyonu sağlayan duyarlılık parametresi
DG: doğrudan mesafe

KK: korelasyon katsayısı
DL: dolaylı mesafe

K: konut

rek toplamda ikişer defa hesaplanmıştır. Bu şekilde merkeze gelecek olan ek nüfusun mahalleler arasında nasıl dağılacığı tespit edilmiştir. Kente yerleşecek toplam ek nüfus, her mahalleye yerleşecek ek nüfusun toplamına eşittir. Bulunan sonuçlarda α yani duyarlılık parametresi belirleyici rol oynadığı için 6 farklı duyarlılık parametresi ile model kurulmuştur. LGM doğrusal ve dolaylı mesafe ölçümlerine göre ayrı ayrı kurulmuş ve çalışan sayısının mahalleler arasında nasıl dağılacığı tahmin edilmiştir. Modelde parametrelerinin tespitinden önce merkez ilçedeki işgücü sayısının temel ve servis işgücü olarak ayrıştırılması yapılmıştır. Çalışma alanında varsayım tekniği ile ziraat, avcılık, ormancılık ve balıkçılık sektörü ile imalat sanayi temel sektörler olarak değerlendirilmiştir. PE'in hesaplanmasında; ticaret, eğitim, konut ve sosyal olanaklar arazi kullanım çeşitleri olarak değerlendirilmiş olup doğrusal ve dolaylı uzaklıklar ölçülerek her iki veri grubuna göre sonuçlar elde edilmiştir. Seyahat üretimleri ile ilişkilendirildiğinde en iyi korelasyon katsayılarını veren erişebilirlik bağıntılarının yolculuk türlerine göre gösterimi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'de yolculuk türlerine göre duyarlılık parametrelerinin önemli değişikliklere uğramadığı görülmektedir. PE için arazi kullanım türleri içerisinde en anlamlı çıkan ise her yolculuk türü için konut kullanımı olmuştur. Korelasyon değerleri incelendiğinde yolculuk üretimi ile en küçük korelasyon değerini HM'nin verdiği ve LGM ve PE'nin yüksek korelasyon değerleri taşıdığı görülmüştür. Seyahat çekimleri ile ilişkilendirildiğinde en iyi korelasyon katsayılarını veren modellerin yolculuk türlerine göre gösterimi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 - Seyahat Çekimi ile Erişebilirlik Türleri İlişkisinde En İyi Duyarlılık Parametreleri ve Korelasyon Katsayıları

Ev-iş Yolculukları						
	HM DG	HM DL	LGM DG	LGM DL	PE (T) DG	PE (T) DL
DP	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.5$	a =1 b =1	a =1.5 b =1.5	$\alpha=1$	$\alpha=1$
KK	-0.17	-0.18	0.12	0.16	0.64	0.61
Ev-okul Yolculukları						
	HM DG	HM DL	LGM DG	LGM DL	PE (E) DG	PE (E) DL
DP	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.5$	a =1 b =1	a =1.5 b =1.5	$\alpha=1$	$\alpha=1$
KK	-0.23	-0.24	0.58	0.50	0.39	0.39
Ev-diğer Yolculukları						
	HM DG	HM DL	LGM DG	LGM DL	PE (T) DG	P PE (T) DL
DP	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.5$	a =1 b =1.5	a =1.5 b =1.5	$\alpha=1$	$\alpha=1$
KK	-0.17	-0.18	0.28	0.28	0.51	0.48

DP: en iyi korelasyonu sağlayan duyarlılık parametresi
DG: doğrudan mesafe

KK: korelasyon katsayısı
DL: dolaylı mesafe

T: ticaret E: eğitim

Tablo 2’de yolculuk türlerine göre duyarlılık parametrelerinin önemli değişikliklere uğramadığı görülmektedir. PE için arazi kullanım türleri içerisinde en anlamlı çıkan arazi kullanım türleri, ev-iş ile ev diğer yolculukları için ticari alanlar ve ev-okul yolculukları için eğitim alanları olmuştur. Korelasyon değerleri incelendiğinde yolculuk çekimi ile en küçük korelasyon değerini gene HM’nin verdiği görülmektedir. LGM ve PE’nin yolculuk üretiminden daha düşük olsa da HM’den yüksek korelasyon değerleri taşıdığı görülmüştür. Elde edilen korelasyon değerleri ile duyarlılık parametresinin seçimi sağlanmıştır. Erişebilirlik modellerinin ulaşım talepleri ile ilişkisinin araştırılması çoklu doğrusal regresyon modeli yardımıyla yapılmıştır. Yolculuk yaratımı ve erişebilirlik arasındaki ilişki Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3’te görülmektedir ki R² değeri her yolculuk türü için yüksektir. Aynı zamanda t istatistiği HM ve LGM’nde hiç bir yolculuk türü için anlamlı değildir. HM ve LGM regresyon içerisine dahil edildiğinde diğer değişkenlerin anlamlılıklarını düşürmektedir. Ev-okul yolculukları ve Ev-diğer yolculukları konut temelli PE’in doğrudan uzaklık ile hesaplanmış durumu için anlamlı çıkmaktadır. Seyahat çekimi ve erişebilirlik arasındaki ilişki Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 4’te görülmektedir ki R² değeri ev-iş ve ev-diğer yolculuk türleri için düşüktür. Aynı zamanda t istatistiği HM ve LGM’nde hiç bir yolculuk türü için anlamlı değildir. HM ve LGM regresyon içeri-

Tablo 3 - Yolculuk yaratımı ve Erişebilirlik Modelleri Arasındaki İlişki

	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p
Ev-iş														
R²	0.95		0.95		0.95		0.95		0.95		0.95		0.95	
Nüfus	6.25	0.00	6.32	0.00	6.34	0.00	6.18	0.00	6.21	0.00	5.35	0.00	5.90	0.00
Çalışan	-2.92	0.00	-2.83	0.01	-2.84	0.01	-2.89	0.00	-2.82	0.01	-3.01	0.00	-2.94	0.00
Araç	2.50	0.01	2.47	0.02	2.47	0.02	2.48	0.02	2.45	0.02	2.28	0.03	2.41	0.02
Öğrenci	2.50	0.01	2.32	0.02	2.32	0.02	2.47	0.02	2.46	0.02	2.72	0.01	2.54	0.01
Meskun	2.25	0.03	2.41	0.02	2.43	0.02	2.23	0.03	2.15	0.04	-0.61	0.55	0.21	0.83
HM DG			-0.99	0.33										
HM DL					-1.05	0.30								
LGM DG							-0.04	0.97						
LGM DL									-0.35	0.73				
PE DG T											1.44	0.15		
PE DL T													0.59	0.55
Ev-okul														
R²	0.90		0.90		0.90		0.90		0.90		0.90		0.90	
Nüfus	3.30	0.00	3.23	0.00	3.26	0.00	3.27	0.00	3.54	0.00	2.45	0.02	2.99	0.00
Öğrenci	2.32	0.02	2.29	0.03	2.27	0.03	2.30	0.02	2.20	0.03	2.71	0.01	2.44	0.02
Eğitim	-0.54	0.59	-0.52	0.60	-0.50	0.62	-0.53	0.60	-0.93	0.36	-0.15	0.88	-0.35	0.73
Çalışan	-2.37	0.02	-2.35	0.02	-2.35	0.02	-2.34	0.02	-2.03	0.05	-2.59	0.01	-2.45	0.02
Araç	2.71	0.01	2.69	0.01	2.69	0.01	2.69	0.01	3.28	0.00	2.42	0.02	2.58	0.01
Meskun	1.31	0.19	1.27	0.21	1.30	0.20	1.30	0.20	1.03	0.31	-1.51	0.14	-0.49	0.63
HM DG			0.00	1.00										
HM DL					-0.13	0.90								
LGM DG							-0.06	0.95						
LGM DL									-1.95	0.06				
PE DG E											2.06	0.04		
PE DL E													0.99	0.33
Ev-diğer														
R²	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	
Nüfus	18.83	0.00	18.73	0.00	18.76	0.00	17.21	0.00	18.32	0.00	19.17	0.00	18.61	0.00
Araç	-1.26	0.21	-1.25	0.22	-1.25	0.21	-1.30	0.20	-0.89	0.38	-0.94	0.35	-1.14	0.26
Eğitim	3.28	0.00	3.30	0.00	3.32	0.00	3.29	0.00	3.16	0.00	3.00	0.00	3.16	0.00
Pazar	-1.55	0.13	-1.49	0.14	-1.51	0.14	-1.55	0.13	-1.52	0.13	-1.16	0.25	-1.48	0.14
Sağlık	2.82	0.01	2.84	0.01	2.90	0.00	2.75	0.01	2.85	0.01	2.83	0.01	2.81	0.01
Yeşil	1.47	0.15	1.52	0.13	1.59	0.12	1.48	0.14	1.44	0.15	0.86	0.39	1.27	0.21
Meskun	-2.37	0.02	-2.32	0.02	-2.31	0.02	-2.35	0.02	-2.42	0.02	1.11	0.27	-0.12	0.90
HM DG			-0.49	0.62										
HM DL					-0.74	0.46								
LGM DG							0.38	0.70						
LGM DL									-0.56	0.58				
PE DG T											-2.02	0.05		
PE DL T													-0.71	0.48

Tablo 4 - Seyahat Çekimi ve Erişebilirlik Modelleri Arasındaki İlişki

	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p
Ev-iş														
R²	0.27		0.27		0.27		0.27		0.28		0.57		0.56	
Nüfus	2.45	0.02	2.43	0.02	2.42	0.02	2.43	0.02	2.34	0.02	2.25	0.03	2.25	0.03
Çalışan	1.08	0.28	1.08	0.28	1.08	0.28	1.08	0.29	0.97	0.34	0.32	0.75	0.32	0.75
Araç	-1.88	0.06	-1.87	0.07	-1.87	0.07	-1.84	0.07	-2.00	0.05	-1.41	0.16	-1.41	0.16
Öğrenci	-0.97	0.34	-0.97	0.33	-0.97	0.34	-0.94	0.35	-0.92	0.36	-0.66	0.51	-0.66	0.51
Meskun	-1.67	0.10	-1.58	0.12	-1.59	0.12	-1.66	0.10	-1.53	0.13	-0.67	0.50	-0.67	0.50
HM DG			-0.14	0.89										
HM DL					-0.11	0.92								
LGM DG							-0.13	0.90						
LGM DL									0.70	0.49				
PE DGT											7.28	0.00		
PE DLT													7.28	0.00
Ev-okul														
R²	0.79		0.79		0.79		0.79		0.79		0.79		0.79	
Nüfus	4.00	0.00	4.08	0.00	0.00	0.38	3.91	0.00	4.05	0.00	4.11	0.00	4.21	0.00
Öğrenci	0.05	0.96	-0.07	0.95	0.95	-2.20	-0.04	0.97	-0.01	0.99	0.18	0.86	-0.08	0.94
Eğitim	2.93	0.00	3.04	0.00	0.00	0.00	3.02	0.00	2.70	0.01	-1.41	0.16	-1.36	0.18
Çalışan	0.50	0.62	0.53	0.60	0.60	-1.30	0.44	0.66	0.63	0.53	0.31	0.76	0.48	0.63
Araç	-2.11	0.04	-2.13	0.04	0.04	-1.28	-2.17	0.03	-1.68	0.10	-2.41	0.02	-2.31	0.02
Meskun	-2.22	0.03	-1.97	0.05	0.05	0.00	-2.19	0.03	-2.31	0.02	-1.50	0.14	-1.45	0.15
HM DG			-0.87	0.39										
HM DL					0.38	-0.10								
LGM DG							0.78	0.44						
LGM DL									-0.80	0.43				
PE DGE											1.62	0.11		
PE DLE													1.62	0.11
Ev-diğer														
R²	0.47		0.47		0.47		0.47		0.47		0.64		0.63	
Nüfus	3.56	0.00	3.53	0.00	3.53	0.00	3.45	0.00	3.48	0.00	2.60	0.01	2.73	0.01
Araç	-1.32	0.19	-1.32	0.19	-1.32	0.19	-1.22	0.23	-1.09	0.28	-1.18	0.24	-1.22	0.22
Eğitim	-0.23	0.82	-0.23	0.82	-0.23	0.82	-0.29	0.77	-0.26	0.79	-0.23	0.82	-0.27	0.79
Pazar	-0.17	0.87	-0.17	0.87	-0.17	0.87	-0.16	0.88	-0.15	0.88	0.03	0.98	0.20	0.84
Sağlık	-0.49	0.62	-0.49	0.63	-0.49	0.63	-0.45	0.66	-0.46	0.65	-1.13	0.26	-1.02	0.31
Yeşil	0.33	0.74	0.31	0.76	0.31	0.76	0.30	0.77	0.32	0.75	-0.80	0.43	-1.01	0.32
Meskun	-0.97	0.34	-0.96	0.34	-0.96	0.34	-0.97	0.33	-0.99	0.33	0.58	0.56	0.43	0.67
HM DG			0.04	0.97										
HM DL					0.04	0.97								
LGM DG							-0.46	0.64						
LGM DL									-0.23	0.82				
PE DGT											5.80	0.00		
PE DLT													5.59	0.00

sine dahil edildiğinde diğer değişkenlerin anlamlılıklarını düşürmektedir. Ev-iş ve ev-diğer yolculukları için ticari alanlar temelli PE'in her uzaklık türü ile hesaplanmış durumu anlamlı çıkmaktadır. Regresyon modellerine sabit konulmamasının sebebi, R²'nin sabit kullanılmadığı regresyon modellerinde daha yüksek çıkmış olmasıdır. Bu nedenle sıfır noktasından geçen regresyon modelleri, değişkenler arasındaki ilişkiyi daha net temsil etmektedir.

Sonuç ve Değerlendirmeler

Bu çalışmada geleceğe yönelik seyahat üretim ve çekimlerinin tespit edilmesinde yararlanılabilecek arazi kullanım ve erişebilirlik parametrelerini içeren talep modelleri araştırılmıştır. Denizli merkez ilçe için ulaşım talebi tespit edilmiş ve HM, LGM ve PE hesaplanmıştır. Duyarlılık parametreleri ulaşım talebi ile korelasyon durumuna göre belirlenmiştir. Modellerin sonuçları ulaşım talebiyle ilişkilendirilerek seyahat üretim ve çekiminde yararlanılabilecek modellerin kestirimi yapılmıştır.

Sonuçlar göstermektedir ki, HM ve yolculuk talep çeşitleri arasında herhangi bir ilişki yoktur. LGM için anlamlılık düzeyi HM'den yüksek olsa da yeterli anlamlılık düzeyine ulaşamamaktadır. Ev-okul yolculukları ve ev-diğer yolculukları ile konut temelli PE'in doğrudan uzaklık ile hesaplanmış du-

rumu arasında ilişki tespit edilmiştir. Aynı zamanda ev-iş ve ev-diğer yolculukları ile ticari alanlar temelli PE'in her direnir türü ile hesaplanmış durumu arasında ilişki tespit edilmiştir. Bu ilişkilerden ilgili ulaşım taleplerinin kestirimlerinin yapılmasında yararlanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Özellikle veri toplama aşamasında bu ilişki dikkate alınarak bu doğrultuda verilerin toplanması ulaşım talebi kestiriminin yapılmasında alternatif yöntemler sağlayacaktır. Her kentin farklı mekansal, ekonomik ve sosyal özelliklere sahip olmasından dolayı bu ilişkinin uygulama alanına benzer dokularda kurulabileceği yorumu yapılabilir. Bu şekilde sanayi ve turizme dayalı ekonomik yapıya sahip orta büyüklükteki kentlerde bu ilişkinin benzerlik taşıyabileceği varsayılabilir.

Denizli'de yolculuk yaratımı ve PE arasında tespit edilen ilişki Denizli'deki nüfusun, ticari faaliyetlerin ve diğer faaliyetlerin kente mekansal olarak dağılımının, sosyo-ekonomik özellikler dışında mahallelerin birbirleri ile olan uzaklıklarına göre de şekillendiğini göstermektedir. Bunun nedeni yer seçimi yapılan mahallelerden yolculuk yaratımının olmasıdır. Mesafenin doğrusal veya dolaylı olarak ele alınması bu ilişkinin varlığını etkilememektedir. Denizli'de yolculuk yaratımı hesaplamalarında bu ilişkiden yararlanılabılır.

Potansiyel erişebilirlik kavramı olanakların dağılımını gösteren bir ölçüttür (istihdam, konut, perakende servisleri vb.) ancak bu olanaklara olan talebi veya bu olanakların yarattığı yolculuk yaratımını dikkate almamaktadır. Literatürde bir yerleşimdeki talebin homojen dağılmadığı durumda, potansiyel ölçütün hatalı ve yanıltıcı sonuçlar verebileceği belirtilmektedir. Yolculuk yaratımı sırasında erişebilirlik ölçütlerinin değişken olarak sorgulanması arazi kullanım dağılımı arasındaki ilişkinin sorgulanmasını sağlamaktadır.

İlişkinin doğrulanması için örnek kent sayının artırılarak doğrusal ve dolaylı uzaklıkların ölçümü ile arazi kullanım modellerinin kurulabilmesi için gerekli verilerin toplanması ve bu çalışmanın başka alanlarda da sistematik biçimde tekrarlanması gerekmektedir.

Teşekkür

Yazarlar bu çalışmaya olan değerli katkıları için DBM ve Denizli Belediyesi'ne teşekkür ederler. Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Komisyonu'nun desteklemiş olduğu 2010-FBE-060 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- Aydın, F. (2008) *Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'ndeki Ek Şerit Uygulamasının Simülasyon Modeli İle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Bhat, C., Handy, S., Kockelman, K., Mahmassani, H., Chen, Q., Srour, I., and Weston, L. (2001) *Assessment of Accessibility Measure (Research Report No. 7-4938), Texas: Texas Department of Transportation, Texas, U.S.A.*
- Çubukçu, K.M. (2008) *Planlamada Klasik Sayısal Yöntemler, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.*
- Denizli Ulaşım Ana Planı (DUAP). (2010) *Denizli Belediyesi Planlama Çalışmaları, Denizli.*
- Litman, T. (2010) *Evaluating Accessibility for Transportation Planning, Victoria Transport Policy Institute, Canada.*
- Geurs, K. T. and Ritsema van Eck, J. R. (2001) *Accessibility Measures: Review and Applications, RIVM, Bilthoven.*
- Geurs, K.T. and Van Wee, B., (2004) *Accessibility Evaluation of Land-use and Transport Strategies: Review and Research Directions. Journal of Transport Geography, 12, 127–140.*
- Handy, S. and Niemeier, D. A. (1997) *Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives, Environment and Planning A, 29 (7), 1175–1194.*
- Hansen, W. G. (1959) *How Accessibility Shapes Land Use, Journal of the American Institute of Planners, 25, 73–76.*
- Koenig, J. G. (1980) *Indicators of Urban Accessibility: Theory and Applications, Transportation, 9, 145–172.*
- Kwan, M. P. (1998) *Space-time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis Using a Point-based Framework, Geographical Analysis 30, 191–216.*
- Lowry, I. S. (1964) *A Model of Metropolis, The Rand Corporation.*
- Niemeier, D. A. (1997) *Accessibility: An Evaluation Using Consumer Welfare. Transportation, 24, 377-396.*
- Özaysal, M. (2010) *Şehirscl Yerleşimlerde Erişebilirlik Ölçütünün Modellenmesi ve Kullanımı: Ulaşım Türü Seçimi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.*
- Pirie, G. H. (1979) *Measuring Accessibility: A Review and Proposal, Environment and Planning A, 11, 299–312.*
- Song, S. (1996) *Some Tests of Alternative Accessibility Measures: A Population Density Approach. Land Economics, 72 (4), 474–482.*