

## Yaya yolculuk taleplerinin mahalle karakteristiklerine dayalı tahmini

### *Estimating pedestrian travel demands based on neighborhood characteristics*

Çağdaş KARA<sup>\*1</sup>, 

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 26040, Odunpazarı/Eskişehir

• Geliş tarihi / Received: 05.04.2021

• Kabul tarihi / Accepted: 21.02.2023

#### Öz

Tüm dünyada ulaştırma yatırımlarına verilen önem her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle, etkin planlama gerek yeni ulaşım yatırımlarında gerekse mevcut ulaşım sisteminin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ulaşım planlamasında, sürdürülebilir kentleşme ve sürdürülebilir hareketliliğin sağlanması için temel hedeflerden biri; yaya ve toplu taşıma öncelikli bir ulaşım sisteminin sağlanması olarak gösterilmektedir. Bu kapsamda birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede, özellikle yaya güvenliği ön planda tutulup, bunlarla ilgili uygulama ve çalışmalar geliştirilerek, çevre ve yaya dostu ulaşım sistemlerinin kullanımı yaygınlaştırılmaktadır. Yaya olarak seyahate teşvik edici uygulamalar ve politikalar geliştirilebilmek için öncelikle yaya karakteristikleri ve davranışları incelenmelidir. Bu çalışmada, diğer (sosyalleşme, eğlence, alışveriş, banka, spor, vb.) amaçlı yaya yolculuk davranışlarını etkileyen sosyo-ekonomik ve demografik karakteristikler araştırılmaktadır. Bu kapsamda 50 mahalleye ait karakteristikler ve toplamda yaklaşık 21000 hane halkı anketi kullanılmıştır. Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR), Ridge Regresyonu (RR) ve Liu Regresyonu yöntemleriyle diğer amaçlı yaya yolculuk sıklığındaki değişimleri öngören modeller üretilmiştir. Üç yöntem, Hata Kareler Ortalaması (HKO), Akaike Bilgi Kriteri (ABK) ve Bayes Bilgi Kriteri (BBK) açısından değerlendirilmiştir. Her üç başarı ölçütü de RR'nin daha başarılı model ürettiğini göstermiştir. HKO'ya göre, RR ve Liu modellerinin ÇDR modeline kıyasla, sırasıyla yaklaşık %35 ve %27 daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Talep tahmini, Ulaşım planlaması, Yaya yolculukları, Yanlı tahmin teknikleri

#### Abstract

The importance given to transportation investments all over the world is increasing day by day. Therefore, effective planning plays an important role in both new transportation investments and improvement of the existing transportation system. In transportation planning, one of the main goals for sustainable urbanization and sustainable mobility is to provide a transportation system that gives priority to pedestrian and public transportation. In this context, in many developed and developing countries, especially pedestrian safety is prioritized and practices and studies are developed. Accordingly, the use of environment- and pedestrian-friendly transportation systems is being expanded. Pedestrian characteristics and behaviors should be examined first in order to develop practices and policies that encourage pedestrian travel. In this study, socio-economic and demographic characteristics that affect other-purpose (socializing, entertainment, shopping, banking, sports, etc.) pedestrian travel behaviors are investigated. In this context, characteristics of 50 neighborhoods and approximately 21000 household surveys were used. With the help of Multiple Linear Regression (MLR), Ridge Regression (RR) and Liu Regression methods, models explaining the changes in the frequency of pedestrian travel for other purposes were produced. Three methods were evaluated in terms of Mean Squares of Error (HKO), Akaike Information Criteria (AIC) and Bayesian Information Criteria (BIC). All three criterias showed that the RR produced more successful model. According to HKO, the RR and Liu models were found to be approximately 35% and 27% more successful than the MLR model, respectively.

**Keywords:** Demand forecast, Transportation planning, Pedestrian trips, Regularization techniques

## 1. Giriş

\* Çağdaş KARA; ckara@ogu.edu.tr

## 1. Introduction

Günümüzde sosyal, kültürel ekonomik gelişimler ve nüfusun hızla artması, ulaşım ihtiyacını da önemli ölçüde arttırmaktadır. Ulaşıma olan taleplerin ve bu sektördeki yatırımların gün geçtikçe artması ve önem kazanması ulaştırma alanında etkin ve sistemli bir planlama ihtiyacı doğurmaktadır. Özellikle hızlı nüfus artışına sahip olan ve gelişmekte olan ülkelerde ulaşım planlarının etkin bir şekilde tasarlanması, ülke kaynaklarının en iyi şekilde değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Başarılı bir kent içi ulaşım planı günlük ihtiyaçlara (okul, iş, sosyal ve günlük aktiviteler, sağlık, seyahat, vb.) ekonomik ölçütler gözetilerek en iyi şekilde karşılık verecek yapıya sahip olmalıdır (de Almeida Guimarães & Leal Junior, 2017; Yu vd., 2017). Bu ihtiyaçlar yolculuk taleplerini üretmekte ve bu talepler doğrultusunda kısa, orta ve uzun vade için tahminler yapılmaktadır. Bu noktada talep tahminlerinin belirlenmesi, planlama sürecinin ana bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Yatırım kararları, bu tahminler yardımıyla tasarlanan planlama sonucunda alınan kararlardır. Tahminlerdeki hatalar, yapılacak yatırımların etkinliğini azaltarak, yanlış yatırım kararlarının alınmasına sebep olmakta ve ülke ekonomisine verilen zararlarla sonuçlanabilmektedir (Khisty & Arslan, 2005). Diğer taraftan, yanlış yatırım kararları, kent içinde trafik sıkışıklığı yaşanması ve çevre kirletici etkenlerin artması ile insanların psikolojisinin ve sağlığının bozulması gibi birçok zararlı etkiye de sebep olabilmektedir. Böylelikle, kent içi planlamada sürdürülebilir ulaşım kapsamında yapılan birçok çalışma, yolculuk davranışlarını daha iyi anlamaya yarayan ve daha başarılı tahminlerin önünü açabilen analiz ve yöntemlere odaklanmaktadır (Papagiannakis vd., 2018; Primerano vd., 2008; Sorensen vd., 2017). Diğer taraftan, planlamada sürdürülebilir kentleşme ve sürdürülebilir hareketliliğin sağlanmasında temel hedeflerden biri; toplu taşıma ve yaya öncelikli, bir ulaşım sisteminin sağlanması olarak gösterilmektedir (Öğüt vd., 2017). Bu kapsamda birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede, özellikle yaya ve bisiklet güvenliği ön planda tutulmaktadır. Bu konudaki uygulama ve çalışmalar özellikle son yıllarda geliştirilerek, çevre ve insan dostu ulaşım sistemlerinin kullanımı yaygınlaştırılmaktadır (Deb vd., 2017; Jain vd., 2020; Rasouli vd., 2017; Ridel vd., 2018; Wells vd., 2018). Türkiye de son zamanlarda bu tür uygulamaları genişleten ülkelerden biri olarak, 2019 yılını “Öncelik Hayatın, Öncelik Yayanın” sloganıyla “Yaya Önceliği Yılı” olarak ilan etmiştir. 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu’nun 74’üncü maddesinde 26 Ekim 2018 tarihinde yapılan değişiklikle; yaya önceliği ve güvenliğine dair yasal düzenleme getirilmiştir (Resmî Gazete, 2018). Sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin oluşturulması için gerekli olan yasal düzenlemeler, bu konudaki yapılan planlama çalışmaları ile bir bütün halinde ele alındığında daha etkin olmaktadır. Yaya ulaşımına teşviğin sağlanması ve geliştirilen politikaların etkili olabilmesi için bireylerin yolculuk davranışları ve talepleri etkin bir şekilde değerlendirilmelidir. Bu noktada en önemli gereksinim yaya yolculuk taleplerinin belirlenmesi ve yolculuk modeli için güvenilir yöntemlerin kullanılmasıdır (Kim & Susilo, 2013).

Planlamada yolculuk davranışları ve talepleri, bireylerin karakteristikleriyle (sosyo-ekonomi, demografi vb.) ilişkili olarak modellenabilmektedir (de Dios Ortázar & Willumsen, 2011).

Bu çalışmada amaç, diğer amaçlı (sosyalleşme, eğlence, alışveriş, banka, spor, vb.) yaya yolculuk davranışlarını etkileyen karakteristiklerin araştırılması ve yolculuk davranışlarını en iyi belirleyen modelin değerlendirilmesidir. Bu doğrultuda Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR) ve yanlı tahmin teknikleri (Ridge Regresyonu ve Liu Yöntemi) kullanılarak 7 farklı bağımsız değişken ile bağımlı değişkeni (Diğer amaçlı yaya yolculukları oranı) açıklayan modeller geliştirilmiştir. Çalışmada, 50 mahalleye ait yaklaşık 21000 hane halkı anketi kullanılmıştır. Bireylerin yaya olarak yolculuk yapma sıklıklarını açıklayan talep modelleri geliştirilmiş ve modeller ile Hata Kareler Ortalaması (HKO) kriterine göre karşılaştırılmıştır.

Çalışmada sonraki bölümde, geçmiş çalışmaların derlendiği Literatür kısmı bulunmaktadır. Ardından, kullanılan istatistiksel yöntemlerin kullanılmasındaki motivasyonun açıklandığı İstatistiksel Arka Plan bölümü gelmektedir. Materyal ve Yöntem bölümünde veriler, uygulanacak yöntemler ve geliştirilecek model tanıtılmıştır. Ardından gelen Bulgular bölümü, analiz sonuçlarının elde edilip değerlendirildiği ve bu sonuçların tartışıldığı bölümdür. Sonuçlar bölümünde ise çalışmanın ve sonuçlar genel olarak değerlendirilmiştir.

## 2. Literatür

## 2. Previous studies

Yaya ulaşımının, doğrudan insan sağlığına olumlu etkilerinin bulunması, çevre ve gürültü kirliliğini azaltması, ekonomik bir ulaşım türü olması gibi bir çok avantajı bulunmaktadır (Herrero-Fernández vd., 2020). Ancak bireylerin yaya ulaşımına teşvik edilmesi için öncelikle yolculuk davranışlarını etkileyen önemli faktörler incelenmelidir. Ancak bu şekilde Literatürde yaya yolculuklarının sıklığını etkileyen çalışmalarda gelir (Olvera vd., 2003; Sietchiping vd., 2012), otomobil sahipliği (Clifton, 2004; Schneider vd., 2009), aile büyüklüğü (Baran vd., 2008; Schneider vd., 2009), yaş (Baran vd., 2008; Schneider vd., 2009; Shay vd., 2006) istihdam (Pulugurtha ve Repaka, 2008), eğitim durumu (Pabayo vd., 2011) gibi sosyo-ekonomik faktörler incelenmiştir.

Bazı çalışmalar yoksul toplumlarda yaya yolculuklarının daha baskın yolculuk türü olduğunu göstermektedir (Olvera vd., 2003; Sietchiping vd., 2012). Bu durum, ekonomik yönden az gelişmiş ülkelerde toplu taşıma sistemlerinin de geliştirilmesi konusunda yaşanan zorluklardan kaynaklanabilmektedir. Bunun yanında yoksul kesimin ulaşım maliyetlerini karşılayamaması ve iş veya okul yolculuklarını yaya olarak gerçekleştirme durumu söz konusu olabilmektedir (Olvera vd., 2008). Pabayo vd. (2011), yetersiz gelire sahip veya daha düşük ücretli meslek kategorilerinde olan ebeveyne sahip öğrencilerin okula yürüyerek gitme eğilimlerinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Clifton (2004), daha düşük araç sahipliğinin ve daha düşük hane gelirinin daha yüksek yürüme sıklığı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan yüksek gelire ve eğitime sahip bireylerin fiziksel aktivitelere daha fazla katılmaları beklenir ve bu durum onları yaya olarak yolculuk yapmaya teşvik etmektedir (Craig vd., 2002). Baran vd. (2008) ve Pabayo vd. (2011), hane büyüklüğü ve hanedeki çalışan sayısının artmasıyla eğlence amaçlı yolculukların azaldığını göstermişlerdir. Delice vd. (2019) yaş, istihdam ve otomobil sahipliğinin artması ile kırsal kesimde diğer amaçlı yaya yolculuklarının azaldığını; gelirin artması ile diğer amaçlı yolculukların arttığını belirlemişlerdir.

Geçmiş çalışmalarda iş ve okul yolculuklarının modellenmesi üzerine oldukça fazla sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak diğer (sosyalleşme, eğlence, alışveriş, banka, spor, vb.) amaçlı yaya yolculuklarının yolculuk davranışları ile ilgili çalışmalar kısıtlı sayıdadır. Bu nedenle geçmiş çalışmalarda incelenen parametreler ve yöntemler diğer amaçlı yaya yolculuklarını açıklamada kısıtlı ve yetersiz kalmaktadır. Bu çalışma, literatüre bu alandaki yapılabilecek çalışmalar, kullanılabilecek parametreler ve yöntemler konusunda katkıda bulunmaktadır. Üç devlet üniversitesinin bulunduğu Eskişehir’de il nüfusunun önemli kısmı öğrenci nüfusudur. Özellikle okul amaçlı yaya yolculukları için öğrenci miktarları yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, bilindiği kadarıyla diğer amaçlı yaya yolculuklarının zonal karakteristiklerini değerlendirmede öğrenci yoğunluğunun kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu noktada çalışmanın literatüre olan diğer bir katkısı, öğrenci yoğunluğunun diğer amaçlı yolculukların üzerindeki etkinin araştırılmasıdır.

## 3. İstatistiksel arka plan

### 3.1. Statistical background

Ulaşım planlamasında ve yolculuk davranışlarının analizlerini içeren çalışmalar (Dört Aşamalı Ulaştırma Modeli vb.) en sık kullanılan yöntemler EKK tabanlı ÇDR ve Lojistik Regresyon (LR) gibi yöntemlerdir. Bu yöntemler varsayımları sağlandığında başarılı ve yansız tahminler üretebilmektedir. Ancak, varsayımların bir veya birkaçı sağlanmadığında yöntemler başarılı tahminler üretememektedir (Kara & Bilgiç, 2021a). EKK'nın en önemli varsayımlarından biri, bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı (ÇDB) olmamasıdır. ÇDB iki veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki anlamlı doğrusal ilişkilerin bulunması durumunda ortaya çıkabilen bir durum olarak tanımlanmaktadır (Gujarati, 2004). Yolculuk talep modelleri veya ulaştırma ana planı gibi kapsamlı çalışmalarda analizler oldukça büyük veri setleri ile yapılmaktadır. Bu veri setlerinde ÇDB problemi ile sıklıkla karşılaşmaktadır. Geleneksel olarak, ÇDB, yüksek korelasyonlu değişken gruplarından seçilenler veri setinden silinerek kalan değişkenlere EKK modeli uygulanmaktadır (de Dios Ortáozar & Willumsen, 2011). Ancak, bu şekilde bir yol izlendiğinde hangi verilerin silinmesi gerektiği net olmadığı için, yanlış değişkenlerin silinerek tahmin hatalarının artmasına neden olabilmektedir (Albayrak, 2005; Rathert vd., 2011; Topal vd., 2010). Bu durumda veri silmek yerine değişkenlerin tümü kullanılarak RR, Liu gibi yanlı tahmin tekniklerinin kullanılması önerilmektedir (Akçay & Sarıözkan, 2015; Kara & Bilgiç, 2021a, 2021b; Rathert vd., 2011; Üçkardeş vd., 2012). Böylelikle RR, Liu ve Temel Bileşenler Analizi gibi yanlı tahmin teknikleri OLS'den çok daha başarılı modeller üretilmektedir (Demirci, 2014; Özlem vd., 2010).

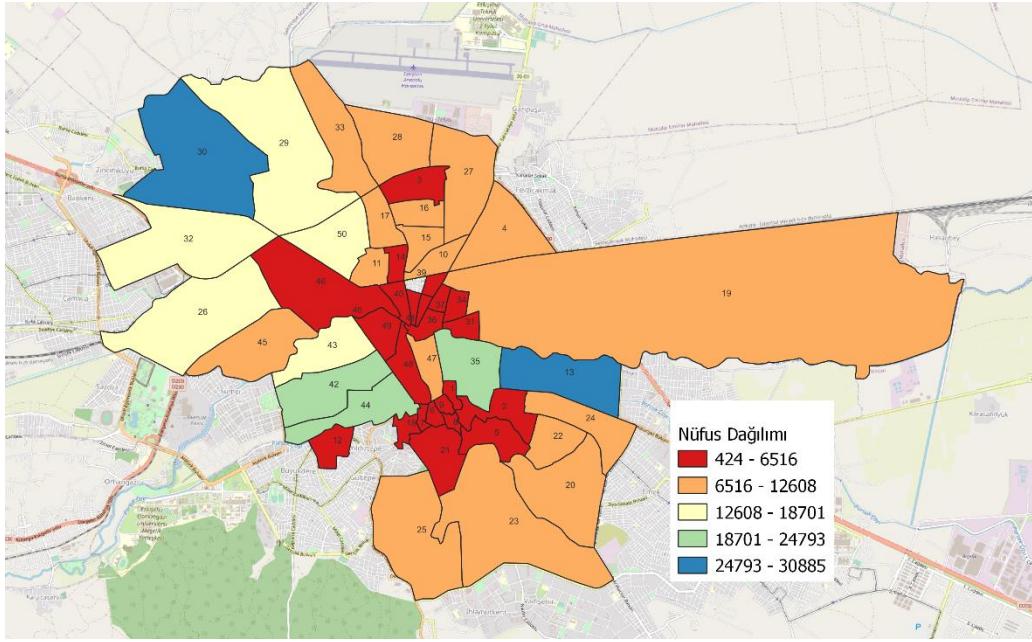
## 4. Materyal ve yöntem

### 4. Material and method

#### 4.1. Veriler

##### 4.1. Data

Çalışmada, Eskişehir Ulaştırma Ana Planı 2017 kapsamında yapılan hane halkı ham anket verisi ve belediyelerden mahalleler ile ilgili alınan veriler kullanılmıştır. Eksik veya hatalı veri satırları çıkartılarak ve gerekli hesaplamalar yapılarak, 50 zona ait toplamda yaklaşık 21000 geçerli anketten oluşan veri seti analizler için düzenlenmiştir. Şekil 1’de analize dahil edilen 50 mahalle ve bu mahallelere ait nüfus dağılımları görülmektedir.



**Şekil 1.** Analize dahil edilen 50 mahalle için elde edilen nüfus dağılımları

**Figure 1.** Population distributions obtained for 50 neighborhoods included in the analysis

#### 4.2. Değişkenler ve model yapısı

##### 4.2. Variables and model structure

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, otomobil ve ev sahipliği, gelir düzeyi, hane büyüklüğü, yaş, istihdam, sürücü belgesi olup olmaması, istihdam oranı gibi değişkenler yolculuk talep modellerini önemli ölçüde etkileyen değişkenler arasında yer almaktadır (Chang vd., 2014; Frank, 1995; Golob, 2000; Kroeger vd., 2018; Suel & Polak, 2017). Bu doğrultuda diğer amaçlı yaya yolculuklarını etkileyebileceği düşünülen bağımsız değişkenler şu şekilde belirlenmiştir:

**Otomobil Sahipliği Ortalaması (OtoS):** Zondaki ortalama otomobil sahipliği değerini ifade etmektedir.  $i$  zonundaki toplam otomobil sahipliği sayısının zondaki nüfusa oranı ile elde edilmiştir.

**Ev Sahipliği (EvS):** Zondaki ortalama ev sahipliği değerini ifade etmektedir.  $i$  zonundaki toplam ev sahipliği sayısının zon nüfusuna oranı ile elde edilmiştir.

**Gelir Ortalaması (GO):** Zondaki kişi başına düşen geliri ifade etmektedir.  $i$  zonundaki gelir toplamının, zon nüfusuna oranı ile elde edilmiştir.

**Ortalama Hane Büyüklüğü (OH):**  $i$  zonundaki toplam nüfusun zondaki hane sayısına oranı ile hesaplanmıştır.

**Ortalama Yaş (OY):**  $i$  zonundaki bireylere ait ortalama yaşını ifade etmektedir.

**Çalışan Oranı (ÇO):**  $i$  zonundaki çalışan birey sayısının zondaki nüfusa oranını ifade etmektedir.

**Öğrenci Oranı (ÖO):**  $i$  zonundaki öğrenci sayısının zondaki nüfusa oranını ifade etmektedir.

Bağımlı değişken ise,



*Diğer Amaçlı Yaya Yolculuk Oranı (DY):* i zonunda yapılan diğer amaçlı yaya yolculuklarının zondaki nüfusa oranı ile hesaplanmıştır.

Yolculuk talep modelleri ile ilgili çalışmalarda, sosyo-ekonomik ve demografik değişkenlerin yolculuklara etkisi genellikle doğrusal ilişkilerle açıklanmaktadır (de Dios Ortázar & Willumsen, 2011). Bu kapsamda çalışmada kullanılan doğrusal model, DY bağımlı değişken tahmini ve  $X_i$  bağımsız değişkenler olmak üzere aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$\widehat{DY} = OtoSX_1 + EvSX_2 + GelirX_3 + OHX_4 + YOX_5 + ÇOX_6 + ÖOX_7 \quad (1)$$

### 4.3. Çoklu doğrusal regresyon

#### 4.3. Multiple linear regression

X bağımsız değişken veri seti, Y ise bağımlı değişken olmak üzere, ÇDR katsayıları aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmaktadır:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y \quad (2)$$

ÇDR'nin tutarlı tahminler yapabilmesi için bazı varsayımları bulunmaktadır. En önemli varsayımlarından bir tanesi bağımsız değişkenler arasında ÇDB bulunmamasıdır.

### 4.4. Çoklu doğrusal bağlantı tespiti ve alternatif yöntemler

#### 4.4. Detecting multicollinearity and alternative methods

Veri setinde ÇDB probleminin tespiti için bazı yöntemler kullanılmaktadır. Bunların başında bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri veren korelasyon tablosu gelmektedir (Alpar, 1997). Bunun yanı sıra Varyans Şişme Faktörü (VIF) analizi de ÇDB tespitinde kullanılan güçlü yöntemlerden biridir. ÇDB'nin bulunmaması durumunda ( $R_j^2 = 0$ ), VIF=1 olur. VIF>5 olması durumunda ÇDB'den bahsedilebilmektedir (Tari, 2010). Bu durumda ÇDB probleminin bulunması halinde geçmiş çalışmalarda en sık kullanılan yöntemler RR, Liu ve Temel Bileşenler analizidir (Alpu & Şamkar, 2010; Topal vd., 2010).

#### Ridge Regresyonu

RR bağımsız değişkenlerin birbiri üzerindeki ÇDB etkilerinin minimize edilerek daha kararlı katsayı tahminleri elde edebilmek amacı ile kullanılmaktadır (Üçkardeş vd., 2012). RR,

- Bağımsız değişkenler arasındaki ÇDB probleminin standardize edilmesi,
- Tahmin parametreleri için OLS'den daha küçük varyanslı değişkenler elde edilmesi gibi amaçlar için önerilmiştir.

ÇDB durumunda bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlı olması sebebiyle,  $X'X$  matris varyansı önemli ölçüde büyümektedir. Böyle durumlarda önemli olan parametreler, varyansın artması ile birlikte önemsiz görülebilmekte ve tahmin hataları artmaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için önerilen RR yöntemine göre, Denklem 3'te görülen  $X'X$  matrisinin köşegen elemanlarına pozitif bir "k" sabiti eklenerek varyans değeri önemli ölçüde küçültülebilmektedir.  $K=0$  değeri aldığıında RR tahmin edicisi OLS'ye dönüşür.

$$\hat{\beta}_{RR} = [X'X + kI]^{-1}X'Y \quad (3)$$

Burada I birim matristir. RR yöntemi için k'nın optimum değerinin bulunması oldukça önemlidir. Literatürde en iyi k değerinin tespit edilmesi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Hoerl & Kennard, 1970; Kibria & Banik, 2020; Muniz vd., 2012; Muniz & Kibria, 2009; Thisted, 1976).

#### Liu Yöntemi

Liu tahmin edicisi EKK tahmin edicisinin doğrusal bir fonksiyonu olarak gösterilebilir (Küçük, 2019). d yanlılık parametresi ve  $\hat{\beta}_{MLR}$  ÇDR katsayıları olmak üzere Liu Yöntemi'nin katsayı değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Adegoke vd., 2016):

$$\hat{\beta}_L = (X'X + I)^{-1}(X'X + dI)\hat{\beta}_{MLR} \quad (4)$$

ÇDB varlığında d değerinin belirlenen aralıkta aldığı herhangi bir değer OLS'den daha düşük HKO değeri sunmaktadır (Kaçıranlar & Sakallıoğlu, 2000). e d=1 alınırsa Liu tahmin edicisi EKK tahmin edicisine dönüşür. Geçmiş çalışmalarda d yanlılık parametresinin optimum değerini tespit etmek için çeşitli yöntemler önerilmiştir (Kejian, 1993; Liu, 2011).

#### 4.5. Değerlendirme kriterleri

##### 4.5. Evaluation criteria

Veri setinde ÇDB problemi varlığında, ÇDR modelin açıklayıcılık oranını ifade eden  $R^2$  değeri artmaktadır. Ancak ÇDB problemi varlığında  $R^2$  değerinin artması, modelin açıklama yeteneğinin artması anlamına gelmemektedir. Üstelik bu durumda  $R^2$  gereğinden fazla artarak "1" değerine çok yaklaşır ve bu durum ÇDB varlığına işaret edebilir. Eğer ÇDB problemi varsa  $R^2$  modelin başarısını gösteren bir ölçüt olmaktan çıkar. Model başarısını gösteren en önemli ölçütlerden biri olarak HKO kullanılmaktadır.

ÇDR tahmin edicisinin performansı şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$HKO_{MLR} = \hat{\sigma}^2 \sum_{i=1}^p \frac{1}{\lambda_i} \quad (5)$$

Burada p: bağımsız değişken sayısını,  $\lambda_i$  ( $i=1,2,3, \dots,p$ ):  $X'X$ 'e ait özdeğerleri,  $\hat{\sigma}$ : varyans değerini, ifade etmektedir (Alpar, 1997).

RR ve Liu yöntemlerine ait HKO aşağıdaki şekildedir (Adegoke vd., 2016; Alpu vd., 2010):

$$HKO_{RR} = \hat{\sigma}^2 \sum_{i=1}^p \frac{\lambda_i}{(\lambda_i+k)^2} + k \sum_{i=1}^p \frac{\hat{\alpha}_i^2}{(\lambda_i+k)^2} \quad (6)$$

$$HKO_{Liu} = \hat{\sigma}^2 \sum_{i=1}^p \frac{(\lambda_i+d)^2}{\lambda_i(\lambda_i+1)^2} + (d-1)^2 \sum_{i=1}^p \frac{\hat{\alpha}_i^2}{(\lambda_i+1)^2} \quad (7)$$

Burada, P= (n×p) boyutlu ortogonal bir matris,  $\alpha_i = P' \hat{\beta}_{MLR}$  vektörünün elemanlarını ifade etmektedir.

Değerlendirme kriterlerinde Denklem 6 ve 7 de gösterildiği gibi, HKO değerleri Varyans ve Yanlılık toplamlarından oluşmaktadır. Toplanan kısımların sol tarafı varyans sağ tarafı ise yanlılık değerini ifade etmektedir. RR ve Liu yöntemleri,  $HKO_{RR}$  ve  $HKO_{Liu}$  değerlerini en küçükleyen k ve d değerlerini araştırır. HKO'nun yanı sıra çoklu model karşılaştırmalarında kullanılan en yaygın başarı ölçütleri arasında Akaike Bilgi Kriteri (ABK/AIC) (Portet, 2020) ve Bayesian Bilgi Kriteri (BBK-BIC) (Watanabe, 2013) yer almaktadır.

## 5. Bulgular

### 5. Findings

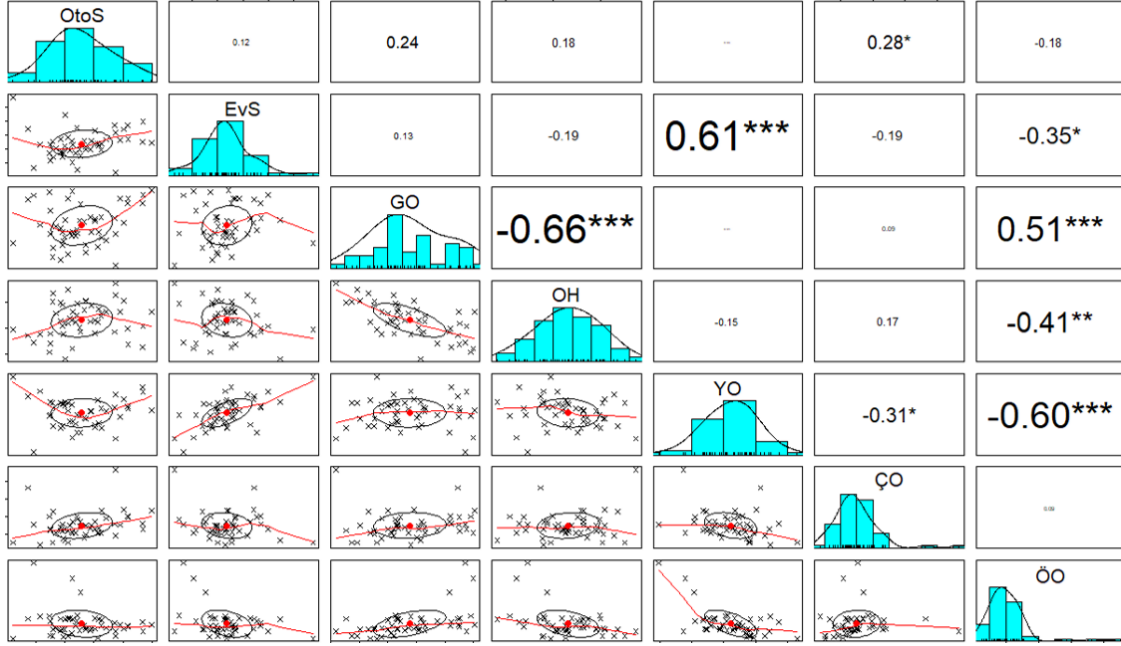
#### 5.1. Tanımlayıcı istatistikler

##### 5.1. Descriptive statistics

Veri setine ait SPSS istatistiksel hesaplama programı ile yapılan tanımlayıcı istatistik bilgileri Tablo 1'de verilmiştir. Korelasyon tablosu bağımsız değişkenler arasında ÇDB probleminin tespiti için yaygın olarak kullanılmaktadır. R paket programından faydalanılarak oluşturulan korelasyon tablosu Şekil 1'de gösterilmektedir (Revelle & Revelle, 2015).

**Tablo 1.** Tanımlayıcı İstatistikler  
*Table 1. Descriptive Statistics*

Değerler/Değişkenler	OtoS	EvS	GO	OH	YO	ÇO	ÖO	DY (Bağımlı değişken)
Ortalama	0.179	0.268	1.553	3.159	46.123	0.150	0.109	0.580
Varyans	0.003	0.002	0.065	0.106	17.058	0.005	0.006	0.027
En küçük değer	0.061	0.166	1.035	2.412	34.784	0.037	0.026	0.051
En büyük değer	0.299	0.437	2.006	3.867	56.553	0.467	0.449	0.867



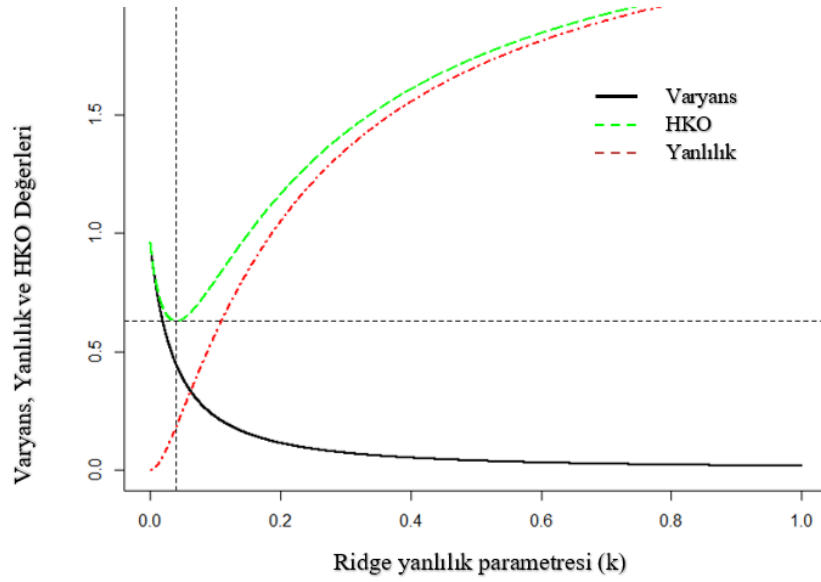
**Şekil 2.** Korelasyon Değerleri  
*Figure 2. Correlation Values*

Şekil 2'ye göre, GO ile OH, YO ile ÖO, GO ile ÖO ve EvS ile YO arasında %99 güven seviyesinde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Bu durum bağımsız değişkenler arasında ÇDB varlığına işaret etmektedir. Diğer taraftan VİF değerleri ise OtoS, EvS, GO, OH, YO, ÇO, ÖO için sırasıyla 20.603, 52.358, 113.590, 84.034, 215.167, 6.479, 8.488 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan VİF değerlerine bakıldığında birçoğunun 10'dan büyük olduğu görülmektedir. Bu durum değişkenler arasındaki ÇDB varlığını desteklemektedir.

## 5.2. İstatistiksel analiz sonuçları

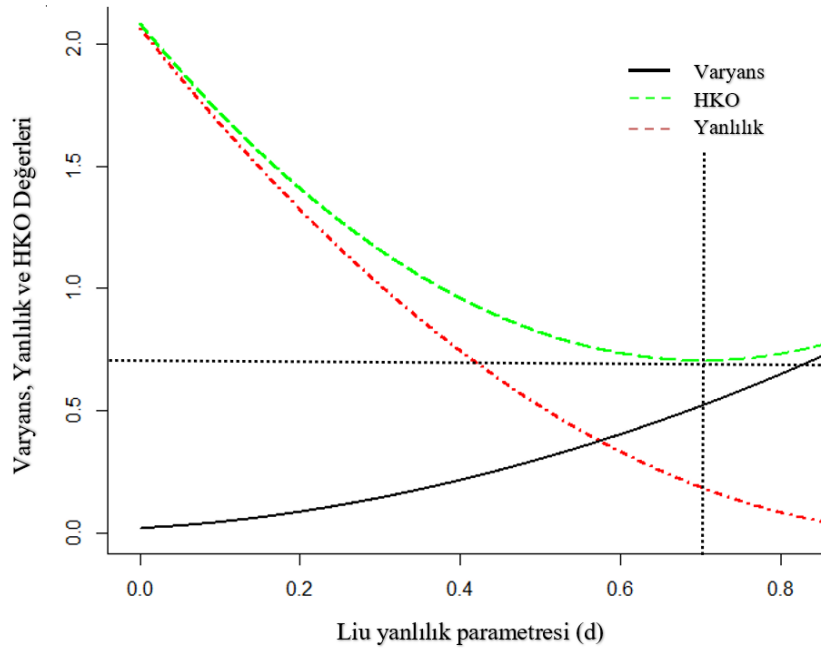
### 5.2. Statistical analysis results

ÇDR, RR, Liu yöntemleri ve yedi bağımsız değişkenin yaya yolculuklarındaki etkileri araştırılmıştır. Analizlerde R Studio yazılımında “lmridge” (Ullah vd., 2018) ve “liureg” (Imdadullah vd., 2017) paketlerinden faydalanılmıştır. RR tahin yöntemine göre yanlılık parametresi k değerine bağlı olarak değişen varyans yanlılık ve HKO değerleri Şekil 3'teki gibidir.



**Şekil 3.** RR yanlılık parametresinin Varyans ve yanlılık miktarına göre değişimi  
**Figure 3.** Variation of the RR bias parameter according to the variance and the amount of bias

Şekil 3'te görüldüğü gibi HKO'nun en küçük olduğu k değerinin 0.041 olduğu hesaplanmıştır. Aynı şekilde Liu yöntemine göre d değerinin varyans, yanlılık ve HKO değerlerine bağlı değişimi Şekil 4'te verilmiştir.



**Şekil 4.** Liu yanlılık parametresinin Varyans ve yanlılık miktarına göre değişimi  
**Figure 4.** Variation of Liu bias parameter according to variance and amount of bias

Şekil 4'e göre en küçük HKO değerinin hesaplandığı d değerinin yaklaşık 0.7 olduğu görülmektedir.

Hesaplanan yanlılık parametrelerine (k ve d) göre ÇDR, RR ve Liu tahmin yöntemlerine ait katsayılar, HKO, ABK ve BBK değerleri Tablo 2'de verilmiştir.



**Tablo 2.** Yöntemlere ait katsayı ve HKO değerleri  
**Table 2.** Coefficient and PCR values of the methods

Katsayılar	ÇDR	RR ( $k_{opt}=0.041$ )	Liu ( $d_{opt}=0.695$ )
OtoS	-0.9236	-0.7138**	-0.6817*
EvS	-1.01	-0.6826*	-0.7258*
GO	-0.1361	-0.1425	-0.1218
OH	-0.0749	-0.0986	-0.0875
YO	0.0165	0.0113	0.0114
ÇO	0.2231	0.1479	0.1536
ÖO	0.8272	0.6404*	0.6057
<b>Başarı ölçütleri</b>			
MSE	0.9613	0.6292	0.7046
ABK (AIC)	-186	-187.037	-187.0000
BBK (BIC)	23	19.62	19.621

\*\* %95; \*%90 Güven aralığı

Tablo 2'deki model katsayılarına göre bağımlı değişken (DY), OtoS, EvS, GO ve OH ile negatif ilişkili; YO, ÇO ve ÖO ile pozitif ilişkilidir. HKO, ABK ve BBK değerlerine göre, en başarılı sonuçlar RR yönteminden, en başarısız sonuçlar ise ÇDR modelinden elde edilmiştir. Ancak, bütün yöntemler için katsayı işaretlerinin yönlerinin aynı olduğu görülmektedir. Katsayı yönlerine göre Tablo 2 sonuçları aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- Genel olarak geçmiş çalışmalar incelendiğinde, okul ve iş yolculukları yoğun olarak özel otomobil veya toplu taşıma ile gerçekleştirilmektedir. Ancak diğer amaçlı yapılan yolculuklarda yaya yolculukları oransal olarak artmaktadır. Bu yüzden diğer amaçlı yolculuk davranışlarını etkileyen unsurlar daha karmaşık olabilmekte ve farklılık gösterebilmektedir.
- DY ile OtoS arasındaki ilişkinin yönü negatiftir. Clifton (2004), daha düşük araç sahipliğinin ve daha düşük hane gelirinin daha yüksek yürüme sıklığı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Diğer bazı çalışmalarda, özellikle yoksul toplumlarda bu ilişkiyi destekleyen sonuçlar elde edilmiştir (Olvera vd., 2003; Sietchiping vd., 2012).
- Literatürde, gelir miktarının artması ile otomobil sahipliğinin ve kullanımının artması beklenen bir durumdur. Ancak diğer amaçlı yolculuk davranışları ile ilgili bulgular farklılaşmaktadır. Delice vd. (2019) kırsal kesimde diğer amaçlı yaya yolculuklarının gelirin artmasıyla arttığını belirlemiştir. Bu sonuç yüksek gelire sahip bireylerin fiziksel aktivitede bulunmak üzere yolculukları yaya olarak gerçekleştirebileceği fikrini desteklemektedir. (Greenwald, 2003). Diğer bir çalışmada sosyalleşme amaçlı yolculuklarda (spor, eğlence, vb.) gelir seviyesinin artması ile yaya yolculuklarının arttığı; sağlık ve alışveriş yolculuklarında ise gelir artışı ile yaya yolculuklarının azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmadaki sonuçlara göre, GO miktarının artması DY miktarını azaltmaktadır. Diğer bir ifadeyle, gelirdeki artış diğer amaçlı yolculuklarda yaya yolculuklarını azalttığına işaret etmektedir. Bu durum, gelir ile özel otomobil kullanımındaki pozitif ilişkinin, okul ve iş yolculuklarında olduğu gibi diğer yolculuklarda da görülebileceğini göstermektedir.
- DY ile EvS arasında negatif ilişkinin bulunduğu görülmektedir. Anket sonuçlarına göre, ev sahibi bireylerin arttığı bölgelerde, genellikle otomobil sahipliği ve gelirin de belirli bir düzeyde arttığı görülmektedir. Böylelikle, ev sahibi olanların yaya olarak yolculuk yapma eğilimini azaltmaktadır yorumu yapılabilir.
- OH değerinin artması, DY miktarının azalması ile sonuçlanmaktadır. Greenwald (2003) çalışmasında, hanedeki çocuk sayısının artması ile yaya olarak yapılan yolculukların otomobil yolculuklarına göre daha fazla tercih edildiğini göstermektedir. Hanedeki çocuk sayısının artması genel olarak hane büyüklüğünü arttırmaktadır.

- YO ile DY arasındaki ilişkinin yönü pozitifdir. Yaş değişkeninin DY üzerindeki etkisi geçmiş çalışmalarda farklılıklar göstermektedir. İsveç'te market alışverişi için yapılan yolculukları inceleyen bir çalışmada (Hagberg & Holmberg, 2017) daha yaşlı bireylerin yürümeyi diğer ulaşım türlerine göre daha az tercih ettiği ortaya konulmuştur. ABD'de yapılan bir diğer çalışma (Greenwald, 2003) ise yaş arttıkça bireylerin yürümeyi özel otomobile göre daha çok tercih ettiklerini göstermiştir. Bu durumda, yaşın tür tercihi davranışlarındaki etkilerinin farklı karakteristiklere sahip bölgelerde farklılık gösterebileceği söylenebilir.
- ÇO ile DY arasında pozitif ilişki bulunmaktadır. Çalışanların yoğunlukta olduğu bölgelerde yaya yolculuklarında bir miktar artış söz konusu olmuştur. Greenwald (2003) çalışmasında çalışan bireylerin daha az yaya yolculuğu yaptıklarını bulmuştur. Ancak bu çalışma sonucunda bulunan farklılık Eskişehir'in arazi kullanım yapısı ile ilgili birtakım farklılıklarından kaynaklanıyor olabilir. Eskişehir iş, alışveriş ve eğlence merkezlerinin bir arada toplandığı yoğun bir kent merkezine sahiptir. Birkaç mahalleyi içerisine alan bu kent merkezi aynı zamanda konut yoğunluğunun da fazla olduğu bir bölgedir. Kent merkezinde yayalaştırılmış cadde ve sokakların sayısının da fazla olması bu bölge veya yakın bölgelerdeki çalışan insanların yaya olarak yolculuk yapmasını teşvik ediyor olabilir.
- ÖO ile DY arasındaki ilişkinin yönü pozitifdir. Öğrencilerin yoğunlukta olduğu bölgelerde yaya olarak yapılan yolculuk miktarları da artmaktadır. Öğrencilerin diğer amaçlı yolculuklarını daha çok yaya olarak gerçekleştirmesinin sebebi gelirlerinin genellikle düşük olmasından kaynaklanabilir. Bunun yanı sıra, Eskişehir'de özellikle üniversite öğrencilerinin yoğunlukta olduğu bölgelerde, sosyal aktivite, alışveriş, eğlence amaçlı tesislerin de yoğunlukta olması olabilir. Böylelikle öğrenciler diğer amaçlı yolculuklarını yaya olarak gerçekleştirme eğilimindedirler. Bir diğer sebebi de öğrencilere ait özel otomobil sahipliği değerinin düşük olması olabilir.

## 6. Sonuçlar

### 6. Conclusion

Bu çalışmada diğer amaçlı yaya yolculuk oranlarını etkileyen değişkenler incelenmiş ve üç yönetime ait sonuçlar HKO açısından değerlendirilmiştir.

Geçmiş çalışmalarda iş ve okul yolculuklarının modellenmesi üzerine oldukça fazla çalışma bulunmasına karşın diğer amaçlı yaya yolculuklarının yolculuk davranışları ile ilgili çalışmalar kısıtlı sayıdadır. Böylelikle çalışma, diğer amaçlı yaya yolculuk davranışlarının açıklanması konusunda parametre ve yöntem açısından literatüre katkıda bulunmaktadır.

Veri setinde bağımsız değişkenler arasında ÇDB bulunduğu, ÇDR yöntemi ÇDB'ye duyarlılık göstererek kestirim başarılarını oldukça düşürmektedir. ÇDB problemine karşı duyarlı olmayan olan RR ve Liu yanlı tahmin teknikleri farklı alanlarda yapılan çalışmalardaki başarıları ile dikkat çekmiştir. Bu çalışmada HKO değerlerine bakıldığında, RR ve Liu yöntemlerinin ÇDR'ye göre sırasıyla yaklaşık %35 ve %27 daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, geçmiş birçok çalışmada, "ÇDB varlığında, aralarında korelasyon görülen bağımsız değişkenlerin arasından birer tanesinin seçilerek modele dahil edilmesi" gibi klasik bir uygulama yerine modeldeki değişkenlerin tamamının kullanılarak daha başarılı tahmin modelleri oluşturmaya odaklanılmıştır. Aksi takdirde, modelden yanlış bir değişkenin çıkartılması ile model başarıları düşülebilmektedir. Çalışmada kullanılan değişkenler arasında en yüksek korelasyon değeri GO ve OH arasındadır (-%66). Genellikle, bu değer büyümeye ile birlikte ÇDR'nin tutarsızlığı ve başarısızlığı artmaktadır. Ancak değişkenler arasındaki ilişkinin en fazla %66 olmasına rağmen ÇDB problemi ÇDR analizinde büyük oranda (%35 ve %27) başarısızlığa sebep olmuştur. Korelasyon gücünün (-%66) artmasıyla birlikte ÇDR'nin tahmin başarıları daha fazla düşmektedir.

Ulaştırma planlaması genellikle hane halkı anketlerinin bulunduğu oldukça büyük veri setleri kullanılarak yapılmaktadır. Hane halkı yolculuk anketleri gibi büyük veri setlerinde ÇDB problemi ile sıklıkla karşılaşmaktadır. Çalışma bu yönüyle, ÇDR'den çok daha başarılı yanlı tahmin tekniklerinin ulaştırma planlamasında kullanılması konusunda da teşvik edicidir. Yanlı tahmin teknikleri, ev tabanlı okul veya iş amaçlı yolculukların modellenmesinde ve tür seçimi aşaması için ihtiyaç duyulan modellemelerde kullanılabilir.

**Etik beyanı***Declaration of ethical code*

Bu makalenin yazarları, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve / veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan etmektedir.

**Çıkar çatışması beyanı***Conflicts of interest*

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

**Kaynaklar***References*

- Adegoke, A. S., Adewuyi, E., Ayinde, K., & Lukman, A. F. (2016). A comparative study of some robust ridge and liu estimators. *Science World Journal*, 11(4), 16-20.
- Akçay, A., & Sariözkan, S. (2015). Yumurta tavukçuluğunda gelirin Ridge Regresyon analizi ile tahmini. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 62(1), 69-74.
- Albayrak, A. S. (2005). Çoklu Doğrusal Bağlantı Halinde Enküçük Kareler Tekniğinin Alternatifi Yanlı Tahmin Teknikleri ve Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 1(1), 105-126. [https://doi.org/Retrieved from https://dergipark.org.tr/pub/ijmeb/issue/54840/750869](https://doi.org/Retrieved%20from%20https://dergipark.org.tr/pub/ijmeb/issue/54840/750869)
- Alpar, R. (1997). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemlere giriş-I*. Bağırhan Yayınevi.
- Alpu, Ö., & Şamkar, H. (2010). Liu Estimator based on an M Estimator. *Türkiye Klinikleri Journal of Biostatistics*, 2(2), 49-53.
- Alpu, Ö., Şamkar, H., & Altan, E. (2010). Sağlam Ridge Regresyon Analizi ve Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2).
- Baran, P. K., Rodríguez, D. A., & Khattak, A. (2008). Space syntax and walking in a new urbanist and suburban neighbourhoods. *Journal of Urban Design*, 13(1), 5-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13574800701803498>
- Chang, J. S., Jung, D., Kim, J., & Kang, T. (2014). Comparative analysis of trip generation models: results using home-based work trips in the Seoul metropolitan area. *Transportation Letters*, 6(2), 78-88.
- Clifton, K. J. (2004). Built Environment And Trip Generation for Non-Motorized Travel.
- Craig, C. L., Brownson, R. C., Cragg, S. E., & Dunn, A. L. (2002). Exploring the effect of the environment on physical activity: a study examining walking to work. *American journal of preventive medicine*, 23(2), 36-43. [https://doi.org/10.1016/s0749-3797\(02\)00472-5](https://doi.org/10.1016/s0749-3797(02)00472-5)
- de Almeida Guimarães, V., & Leal Junior, I. C. (2017). Performance assessment and evaluation method for passenger transportation: a step toward sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 142, Part 1, 297-307. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.071>
- de Dios Ortáozar, J., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelling transport*. John Wiley & Sons.
- Deb, S., Strawderman, L., DuBien, J., Smith, B., Carruth, D. W., & Garrison, T. M. (2017). Evaluating pedestrian behavior at crosswalks: Validation of a pedestrian behavior questionnaire for the US population. *Accident Analysis & Prevention*, 106, 191-201. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.05.020>
- Delice, Y., Ozen, H., & Amirnazmifshar, E. (2019). Suburban Passenger's Mode Choice Behavior Based on Trip Purpose. *International Journal of Management and Applied Science*, 5(8).
- Demirci, M. A. (2014). *Ridge Regresyonda Sapma Parametresi k'nın Elde Edilmesinde Genetik Algoritma Yaklaşımı* [Yüksek Lisans Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi].
- Frank, L. D. (1995). *An analysis of relationships between urban form (density, mix, and jobs: housing balance) and travel behavior (mode choice, trip generation, trip length, and travel time)*.

- Golob, T. F. (2000). A simultaneous model of household activity participation and trip chain generation. *Transportation Research Part B: Methodological*, 34(5), 355-376.
- Greenwald, M. J. (2003). The road less traveled: New urbanist inducements to travel mode substitution for nonwork trips. *Journal of Planning Education Research* 23(1), 39-57. <https://doi.org/10.1177/0739456X03256248>
- Gujarati, D. (2004). Basic Econometrics. United States Military Academy, West Point. In: Tata McGraw-Hill.
- Hagberg, J., & Holmberg, U. (2017). Travel modes in grocery shopping. *International Journal of Retail Distribution Management*. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-08-2016-0134>
- Herrero-Fernández, D., Parada-Fernández, P., Oliva-Macías, M., & Jorge, R. (2020). The influence of emotional state on risk perception in pedestrians: A psychophysiological approach. *Safety Science*, 130, 104857. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104857>
- Hoerl, A. E., & Kennard, R. W. (1970). Ridge regression: applications to nonorthogonal problems. *Technometrics*, 12(1), 69-82.
- Imdadullah, M., Aslam, M., & Altaf, S. (2017). liureg: A Comprehensive R Package for the Liu Estimation of Linear Regression Model with Collinear Regressors. *R J.*, 9(2), 232. <https://doi.org/10.32614/RJ-2017-048>
- Jain, A., Casas, S., Liao, R., Xiong, Y., Feng, S., Segal, S., & Urtasun, R. (2020). Discrete residual flow for probabilistic pedestrian behavior prediction. 3rd Conference on Robot Learning, Osaka, Japan.
- Kaçıranlar, S., & Sakalioğlu, S. (2000). Liu Ve Temel Bileşenler Regresyon Tahmin Edicilerinin Birleştirilmesi. *İstatistik Araştırma Sempozyumu*, 27-29.
- Kara, Ç., & Bilgiç, Ş. (2021a). Estimation of hospital trip characteristics in terms of transportation planning. *Journal of Transport & Health*, 20, 100987. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100987>
- Kara, Ç., & Bilgiç, Ş. (2021b). Hospital Trip Production and Attraction Modeling for Future Predictions. *Journal of Urban Planning and Development*, 147(4), 05021049. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000754](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000754)
- Kejian, L. (1993). A new class of biased estimate in linear regression. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 22(2), 393-402. <https://doi.org/10.1080/03610929308831027>
- Khisty, C. J., & Arslan, T. (2005). Possibilities of steering the transportation planning process in the face of bounded rationality and unbounded uncertainty. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 13(2), 77-92. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2005.04.003>
- Kibria, B., & Banik, S. (2020). Some ridge regression estimators and their performances. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 15(1). <https://doi.org/10.22237/jmasm/1462075860>
- Kim, N. S., & Susilo, Y. O. (2013). Comparison of pedestrian trip generation models. *Journal of Advanced Transportation*, 47(4), 399-412. <https://doi.org/10.1002/atr.166>
- Kroeger, L., Heinitz, F., & Winkler, C. (2018). Operationalizing a spatial differentiation of trip generation rates using proxy indicators of accessibility. *Travel Behaviour and Society*, 11, 156-173.
- Küçük, A. (2019). *Doğrusal regresyonda Ridge, Liu ve LASSO tahmin edicileri üzerine bir çalışma* [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi].
- Liu, X.-Q. (2011). Improved Liu estimator in a linear regression model. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 141(1), 189-196. <https://doi.org/10.1016/j.jspi.2010.05.030>
- Muniz, G., Kibria, B., & Shukur, G. (2012). On developing ridge regression parameters: a graphical investigation. *Department of Mathematics and Statistics*. 10.
- Muniz, G., & Kibria, B. G. (2009). On some ridge regression estimators: An empirical comparisons. *Communications in Statistics—Simulation and Computation*, 38(3), 621-630. <https://doi.org/10.1080/03610910802592838>

- Olvera, L. D., Plat, D., & Pochet, P. (2003). Transportation conditions and access to services in a context of urban sprawl and deregulation. The case of Dar es Salaam. *Transport Policy*, 10(4), 287-298. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00056-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00056-8)
- Olvera, L. D., Plat, D., & Pochet, P. (2008). Household transport expenditure in Sub-Saharan African cities: measurement and analysis. *Journal of Transport Geography*, 16(1), 1-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2007.04.001>
- Öğüt, K. S., Tezcan, H. O., Sarısoy, G., Terzi, F., Gerçek, H., & Gedizlioğlu, E. (2017). *Eskişehir Ulaşım Ana Planı Sonuç Raporu*.
- Özlem, A., ŞAMKAR, H., & ALTAN, E. (2010). Sağlam ridge regresyon analizi ve bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 137-148.
- Pabayo, R., Gauvin, L., & Barnett, T. A. (2011). Longitudinal changes in active transportation to school in Canadian youth aged 6 through 16 years. *Pediatrics*, 128(2), e404-e413. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-1612>
- Papagiannakis, A., Baraklianos, I., & Spyridonidou, A. (2018). Urban travel behaviour and household income in times of economic crisis: Challenges and perspectives for sustainable mobility. *Transport Policy*, 65, 51-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.12.006>
- Portet, S. (2020). A primer on model selection using the Akaike Information Criterion. *Infectious Disease Modelling*, 5, 111-128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idm.2019.12.010>
- Primerano, F., Taylor, M. A., Pitaksringkarn, L., & Tisato, P. (2008). Defining and understanding trip chaining behaviour. *Transportation*, 35(1), 55-72. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11116-007-9134-8>
- Pulugurtha, S. S., & Repaka, S. R. (2008). Assessment of models to measure pedestrian activity at signalized intersections. *Transportation Research Record*, 2073(1), 39-48. <https://doi.org/https://doi.org/10.3141/2073-05>
- Rasouli, A., Kotseruba, I., & Tsotsos, J. K. (2017). Understanding pedestrian behavior in complex traffic scenes. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 3(1), 61-70. <https://doi.org/10.1109/TIV.2017.2788193>
- Rathert, T. Ç., Üçkardeş, F., Nariç, D., & Aksoy, T. (2011). Comparison of principal component regression with the least square method in prediction of internal egg quality characteristics in japanese quails. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(5).
- Resmî Gazete. (2018). *Karayolları Trafik Kanunu İle Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun*. Resmî Gazete: Resmî Gazete
- Revelle, W., & Revelle, M. W. (2015). Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research. *The comprehensive R archive network*, 337, 338.
- Ridel, D., Rehder, E., Lauer, M., Stiller, C., & Wolf, D. (2018). A literature review on the prediction of pedestrian behavior in urban scenarios. 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC),
- Schneider, R. J., Arnold, L. S., & Ragland, D. R. (2009). Pilot model for estimating pedestrian intersection crossing volumes. *Transportation Research Record*, 2140(1), 13-26. <https://doi.org/https://doi.org/10.3141/2140-02>
- Shay, E., Fan, Y., Rodríguez, D. A., & Khattak, A. (2006). Drive or walk? Utilitarian trips within a neotraditional neighborhood. *Transportation research record*, 1985(1), 154-161. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/036119810619850011>
- Sietchiping, R., Permezel, M. J., & Ngomsı, C. (2012). Transport and mobility in sub-Saharan African cities: An overview of practices, lessons and options for improvements. *Cities*, 29(3), 183-189. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cities.2011.11.005>
- Sorensen, H., Bogomolova, S., Anderson, K., Trinh, G., Sharp, A., Kennedy, R., . . . Wright, M. (2017). Fundamental patterns of in-store shopper behavior. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 37, 182-194. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2017.02.003>
- Suel, E., & Polak, J. W. (2017). Development of joint models for channel, store, and travel mode choice: Grocery shopping in London. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 99, 147-162.



- Tarı, R. (2010). *Ekonometri, Genişletilmiş 6*.
- Thisted, R. (1976). *Ridge regression, minimax estimation, and empirical Bayes methods*. [PhD thesis, Stanford University].
- Topal, M., Eydurun, E., Yağanoğlu, A. M., Sönmez, A., & Keskin, S. (2010). Çoklu Doğrusal Bağlantı Durumunda Ridge ve Temel Bileşenler Regresyon Analiz Yöntemlerinin Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1), 53-57.
- Ullah, M. I., Aslam, M., & Altaf, S. (2018). Inridge: A Comprehensive R Package for Ridge Regression. *R J.*, 10(2), 326.
- Üçkardeş, F., Ercan, E., Narinç, D., & Aksoy, T. (2012). Japon bildircinlarında yumurta ak indeksinin ridge regresyon yöntemiyle tahmin edilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 1(1), 11-20.
- Watanabe, S. (2013). A widely applicable Bayesian information criterion. *Journal of Machine learning research*, 14(27), 867-897.
- Wells, H. L., McClure, L. A., Porter, B. E., & Schwebel, D. C. (2018). Distracted pedestrian behavior on two urban college campuses. *Journal of community health*, 43(1), 96-102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10900-017-0392-x>
- Yu, B., Zhang, J., & Li, X. (2017). Dynamic life course analysis on residential location choice. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2017.01.009>