

## “Park Et – Devam Et” Otoparklarında Kullanıcı Alışkanlıkları

Furkan YILMAZ<sup>1</sup>, Abdullah DEMİR<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Türk Havacılık Uzay Sanayii, Kahramankazan, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Makine Mühendisliği, Teknoloji Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Geliş / Received: 11/09/2019, Kabul / Accepted: 20/02/2020

### Öz

İstanbul gibi yola olan talebin kapasiteyi aştığı, yolculuklarda önemli gecikmelerin yaşandığı, park yeri arzının ve bulmanın büyük sorun olduğu şehirlerde toplu taşıma öncelikli çözümler kaçınılmaz olarak ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda özel araçtan toplu taşımaya geçişi özendirici çeşitli ulaşım - otopark politika ve paradigmalara ihtiyaç vardır. Genellikle dünyada raylı sistem temelli işletilen “park et - devam et” (P+R) otoparkları İstanbul için metrobüs hattında da yoğun olarak kullanılan bir çözümdür. Araştırmanın temel amacı, sürücülerin ve yolcuların, araçlarını uygun bir P+R otoparkına park etmesi ve özellikle şehir merkezlerine ulaşım imkanları kolay ve cazip olan konforlu bir toplu taşıma seçeneğiyle ulaşmasıdır. Bu otoparklar; kullanıcı maliyetlerinde, enerji tüketiminde ve seyahat sürelerinde azalma sağlarken; daha yüksek seyahat konforu ve daha ekolojik çevre olanaklarına da imkan sağlamaktadır. Bu çalışmada İstanbul genelinde iki yakada işletilen toplam 40 P+R otoparkındaki veriler 22 aylık süre ve 16 değişkenle çok değişkenli regresyon analiziyle incelenmiş; devinim, ortalama park süresi ve otopark geliri eşitlikleri türetilmiştir. Devinim, park süresi ve otopark geliri eşitliklerinden iki yakada işletilen P+R’lerin temelde çalışan personel verimliliği ve farklı kullanıcı alışkanlıkları olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** park et-devam et, park süresi, otopark geliri, devinim, regresyon analizi

### User Habits in Park & Ride Facilities

#### Abstract

Istanbul, where the demand for the road exceeds the capacity, significant delays occur in travels, supplying and finding parking space is a big problem; public transportation priority solutions are inevitable. In this respect, there is a need for various transportation - parking policies and paradigms which encourage the transition from passenger car to public transportation. Park & Ride (P+R) facilities, which are generally operated on the basis of rail system in the world, are also intensively operated on the metrobüs line for Istanbul. The main purpose of the research is to allow drivers and passengers to park their vehicles in a convenient P+R facility and to reach particularly city centers in a comfortable public transport option which is easy and attractive. These parking facilities provide not only reduction in user costs, energy consumption and travel times; but also higher travel comfort and more ecological environment opportunities. In this study, data of 40 P+R car parks operated on two sides in Istanbul, Anatolian and European Side, have been collected in 22 months and with 16 variables. With these data, multiple regression analysis has been used to derive the equations of turnover rate, parking duration and car park income. The P + Rs, which are operated on two sides from the equations of turnover rate, parking duration, parking income, have been found to have basically working personnel productivity and different user habits.

**Keywords:** park and ride, parking duration, parking income, turnover rate, multiple regression method

\*Sorumlu Yazar: ademir@marmara.edu.tr

## 1. Giriş

“Park et - devam et” (P+R - Park and Ride, K+R - Kiss and Ride) ve “Kiss & Ride”<sup>2</sup> uygulamaları, kent merkezleri dışındaki önemli toplu taşıma akslarına yapılmakta ve düşük ya da uygun ücretli olarak işletilmektedir. Özel otomobil kullanıcılarının bu noktalara kadar otomobilleri ile gelmeleri ve araçlarını bu alanlara park ederek, kent merkezine toplu taşıma sistemi ile gitmeleri esasına dayalıdır. Gelişmiş ülkelerde pek çok kentte toplu taşıma sistemleri bu alanlarla beraber düşünülmekte, yeni kurulan toplu taşıma sistemleri inşaatıyla aynı anda park et ve devam et otopark alanları da inşa edilmekte ve sistem bir bütün olarak planlanmakta, projelendirilmekte ve hizmete açılmaktadır. Bu sistem, uygulandığı pek çok şehirde toplu taşıma sisteminin sağlıklı bir şekilde işleyişinde ve şehir merkezinde trafik sorunlarının çözümünde kayda değer bir katkıya sahiptir (Yalınız ve Bilgiç, 2007; Gurbetci vd., 2014). Bu amaçla P+R tesislerindeki araç park ücreti ve toplu taşıma gidiş-geliş ücreti için daha uygun entegre bir uygulamanın kullanımı ve tutarlı fiyat politikası sağlanmalı, sefer sıklığı makul düzeyde olan konforlu toplu taşıma hizmeti sunulmalı, mümkün mertebe şehir merkezlerine uzak yerlerden yolcuların toplu taşımaya katılımı özendirilmeli ve bu tesislerinin bulunduğu şehirlerde sistemin tanıtımına yönelik bilinçlendirici ve bilgilendirici çalışmalar yapılmalıdır (William vd., 2001). P+R uygulamaları; toplu taşımayı teşvik etmek, trafik akıcılığına katkı sağlamak, yakıt tüketimini ve dolayısıyla zararlı egzoz emisyon salınımlarını ve küresel

ısınmanın (CO<sub>2</sub> emisyonu) etkisini azaltmak, daha az yol işgali, daha az stresli yolculuk, trafikte zaman kazanımı, yol kenarı otoparklarda daha fazla sirkülasyon olanağı ve ekonomik canlılık gibi potansiyel faydalara sahiptir (Gurbetci vd., 2007; Gurbetci vd., 2014).

P+R uygulaması, ilk olarak 1930’lı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri’nin büyük şehirlerinin kırsal alanlarındaki toplu taşıma yolları boyunca geçici otopark olarak oluşturulmuştur (Noel, 1988). Yıllar süren geliştirme ile bu uygulama, kullanıcı maliyetlerinde azalma, düşük enerji tüketimi, daha kısa seyahat süresi, nispeten yüksek seyahat konforu gibi olanaklar sağlamıştır. P+R uygulamasının temel amacı, özel araç kullanıcılarının araçlarını uygun bir P+R otoparkına park etmesi ve özellikle şehir merkezlerine daha hızlı, konforlu, erişim imkanları kolay ve cazip bir toplu taşıma seçeneğiyle ulaşmasıdır. Son yıllarda birçok ülkede P+R sistemleri artan bir önem kazanmıştır ve bu uygulamalarla şehir merkezlerinde oluşabilecek trafik yoğunluğunun azaltılmasına çalışılmaktadır.

P+R uygulamaları genellikle raylı sistem temellidir. Çünkü ulaşım/erişim bu şekilde daha hızlı olacak ve zaman kazanımı sağlanacaktır. Bunun örnekleri Toronto veya Hamburg gibi ağır raylı sistemlerin yaygın olduğu şehirlerde görülebilir. Aynı zamanda Londra’da da bunun örnekleri vardır fakat İngiltere’nin genelinde hafif raylı sistemler kullanıldığından dolayı P+R sistemi daha az gelişmiştir. Bunlara karşın raylı sistemlerin nispeten daha az olduğu Amerika ve

<sup>2</sup> İngilizce literatürde uygulamaları ve sembolleri itibarıyla yaygın olarak “Park and Ride” ve “Park & Ride” olarak kavramsallaştırılmıştır. Sembolik yazım biçimleri ise “P+R”, “P&R”, “PnR”, “P-and-R” şeklindedir. Azda olsa “Kiss and

Ride” ve “Kiss & Ride” (K+R)” gibi de kullanılmaktadır (Gurbetci vd., 2014; Weiss ve Habib, 2017). Türkçe literatürde ise İSPARK öncesi yaygın olarak “park et - bin” şeklinde kullanıma sahipken; İSPARK’ın ilk uygulamalarıyla park et-devam et olarak Türkçeye kazandırılmıştır.

Avustralya’da kısmen P+R örneklerine rastlamak mümkündür. İngiltere’de ise daha çok otobüsler için P+R noktaları mevcuttur. Bunun en büyük nedeni, tarihi şehirlerde şehir merkezlerine ulaşım/erişim otobüsler veya hafif raylı sistemlerle yapılmaktadır. Örnek olarak Oxford, Cambridge gibi tarihi şehirlerde özellikle otobüsle ulaşım daha büyük bir önem kazanmaktadır. Böylelikle raylı sistemlerin nispeten daha az olduğu veya tarihi yapısı olan şehirlerde de P+R noktaları şehir içi ulaşımında büyük önem arz etmektedir. P+R sisteminin özellikle raylı sistemlere uygulanmasının temel sebebi raylı sistemlerin ulaşımı genellikle yer altından sağlaması ve yollarda trafiğe sebep olmamasıdır (Mills ve White, 2018).

Literatürde P+R planlaması ve işletimi ile ilgili dört temel çalışma yapılmıştır. İlk olarak, ana odak noktalarından biri, optimum P+R tesis konumlarının nasıl seçileceği hususudur. İdeal bir P+R tesis konumu, çevreye duyarlı toplumun ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılarken, kabul edilebilir fayda-maliyet performans kriterlerini de sağlamalıdır. Bununla birlikte, çeşitli yerel kısıtlamalar (örneğin, çevresel sınırlamalar, yetersiz alternatifler) nedeniyle, bir dizi hedefler dengelenmelidir. Araştırmacılar, optimum tesis yerini belirlemek için çeşitli matematiksel veya simülasyon temelli yöntemler önermişlerdir (Du ve Wang, 2014). İkinci olarak, başka bir çalışma grubunun, optimum park kapasitesi ve fiyat belirleme sorunlarını araştırması üzerinedir. Genellikle, *kapasite ve ücret* P+R noktalarının tasarımında önemli olarak görülmektedir (Bagloee ve Asadi, 2012; Habib vd., 2013). Üçüncü olarak, P+R talebinin doğru olarak tahmin edilebilmesine yöneliktir. Bu güncel

ve sıcak bir konudur. Başlangıçta, P+R noktalarına olan talep, her park yeri için belli bir teknik kapasite kısıtlamaları gözetilmeksizin tahmini talep kullanılarak hesaplanmıştır. Bu basit analiz yöntemi, yüksek kullanıcı talebinin olduğu programlarda uygulanmamıştır. Ortak yöntem, *mevcut kapasite ve kullanıcı ücretleri* temelinde park etme talebindeki değişimleri gözlemleyerek değerlendirmektir (Hendricks ve Outwater, 1998; Hamer, 2010). Dördüncü olarak ise, birçok araştırmacı *P+R sisteminin performansını*, diğer ulaşım araçları ile entegrasyon ve ekonomiklik gibi farklı yönlerden analiz etmişlerdir (Duncan ve Cook, 2014).

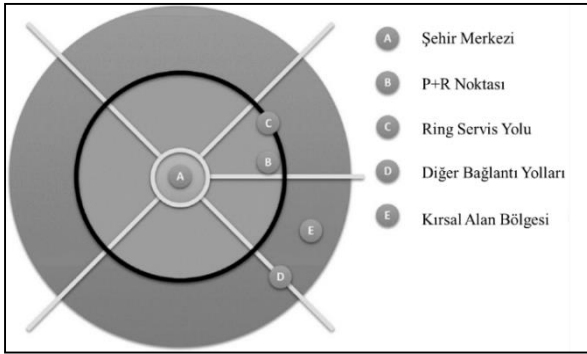
Yapılan bir çalışmada *kullanıcı davranışları* Şekil 1’deki şema ile tarif edilmiştir. Şekil 1’deki A noktasına araçla gitmek isteyen bir kişi P+R noktasına yönlendirilerek birçok kazanım elde etmektedir. B noktasından A noktasına gidişlerde öncelikle araç yerine toplu taşıma kullanıldığı için zamandan ve maliyetten tasarruf sağlanmış olmaktadır. Diğer türlü her bir sürücü trafikte bir araç olacak ve bu sebeple hem trafikte zaman hem de ekonomik kayba uğramış; ayrıca ekolojik ve sağlık sorunlarına da sebep olduğundan dolayı toplumsal maliyetlerin de artmasına sebep olacaktır. Bununla birlikte otobüs istasyonlarına entegre P+R noktalarında otobüs bekleme süreleri uzun olabilmektedir<sup>3</sup>. Oxford şehrinde 1973 yılında A noktasından B noktasına toplu taşıma ile varış süreleri, özel araçla varış süreleri aynı olacak şekilde planlanmıştır. Bunun dışında P+R noktasına uzak mesafede kalan (örnek olarak C veya E noktasındaki) insanlar kendi araçlarıyla bu istasyonu pas geçebilir ya da tamamen farklı yollardan direkt şehir merkezine gidebilir. Bu

<sup>3</sup> Ancak araçla gidilen bölgedeki park arama sürelerinin de azımsanmayacak değerlere ulaştığı gerçeği unutulmamalıdır

(Shoup, 2005; Arnott ve Rowse, 2009; Gallivan, 2011; Kozalı, 2014; Belloche, 2015; Evaluation Report, 2017).

durum yollarda ve şehir merkezlerinde ekstra trafik oluşmasına, dolayısıyla zaman kaybına ve yakıt tüketimine sebep olmaktadır (Mills ve White, 2018). Bu sebeple P+R ve toplu taşıma noktalarının yaygınlaşması bu gibi durumların önüne geçecektir. Ek olarak, şehirlerde park hizmetlerinin zorunlu olarak yetersiz olduğu durumlar mevcuttur. Bu durumda doğal olarak şehir merkezlerindeki trafik artabilmektedir. Bunun yanında şehir merkezlerinde artan istihdam ve yeni alışveriş merkezleri insan ve araç yoğunluğunu arttıracığından dolayı, P+R uygulamaları ile entegre otopark çözümleri daha da önemli hale gelmektedir.

Ankara iline yönelik yapılan bir çalışmada ise seçilen 7 bölgede araç girişlerinin ücretli olması ve yolcuların P+R noktalarına yönlendirilmesi durumu modellenmiştir. Çıkan sonuçlar; trafikte binek araç sayısında %23 azalma ve toplu taşıma ile yolculuklarda %26 artış olacağı tespit edilmiştir. Bu sayede sera gazlarındaki yıllık azalmanın da 8042 ton olacağı tespit edilmiştir (Önder ve Kaplan, 2017).



**Şekil 1.** P+R planlaması ve kullanıcı davranışlarının değişimi (Mills ve White, 2018)

P+R kullanıldığında elde edilen faydalar hakkında, toplumun eğitilmesi amacıyla yönelik olarak yapılan kampanyalar, ciddi anlamda insanların bu sisteme olan ilgisini

arttırmaktadır. P+R kullanıcısı olmayanlar, sistemi kullanmanın yeterli maliyet ve zaman tasarrufu sağladığına inanmamakta, onlar ulaşım türleri arasında özel araçların en elverişli tür olduklarını düşünmektedirler. Hong Kong’da bir yerleşim yeri olan Sheung Shui’de yapılan bir çalışmada, sistemin kullanıcısı olmayanların bir kısmının, P+R’nin varlığından haberdar olmadıklarını ortaya çıkarmıştır. Açıkçası sistemin topluma tanıtılması ve toplumun eğitilmesi, P+R’nin geleceği açısından önemlidir. Ayrıca P+R otoparkları toplu taşımanın bir parçası olduğundan, P+R’nin tanıtımı yapılmadan önce toplu taşıma hizmetleri daha cazip ve kullanılabilir hale getirilmelidir. Bu bağlamda şehir merkezlerindeki park ücretleri ve kısıtlarının, P+R’yi destekleyecek şekilde düzenlenmesi gerekir (Şimşek, 2014). Yapılan bir başka çalışmada ise Çin’in Nanjing kentinde yaşayan sürücülerin %26’sının şehir içi ulaşımı için P+R noktalarını kullanmadığı tespit edilmiştir. Kullanımın az olmasının sebebi olarak uygun yerlerde olmayan P+R noktaları, konforsuz ulaşım araçları, sık aktarmanın olmaması, ekonomik gerekçeler (park ücretlerinin yüksek olması) gibi nedenler belirtilmiştir (Baohong vd., 2012). Bazı P+R uygulamalarında park alanından, raylı sistemlerin istasyonlarına ücretsiz servisler konulmuştur. Bu servisler sadece P+R noktalarına özel olarak kullanılmakta ve sadece park ile en yakın raylı sistem durakları arasında, belirli saatlerde çalışmaktadır. Bu tip bir uygulama Malta’nın Floriana şehrinde uygulanmaktadır (Anonymous, 2019).

Bu çalışmada İstanbul genelinde işletilen tüm P+R otoparklarındaki 22 aylık veriler 15 bağımsız değişkenle incelenerek, bu değişkenlerin Anadolu ve Avrupa yakasındaki

P+R otoparklarındaki devinim<sup>4</sup>, ortalama park süresi ve otopark gelirine etkileri çok değişkenli regresyon analiziyle incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada İstanbul genelinde iki yakada işletilen tüm P+R otoparklardaki veriler 22 aylık süre ve 16 değişkenle çok değişkenli regresyon analiziyle incelenmiştir. Bu kısımda incelemelere yönelik olarak analizlerde kullanılan veri setinin oluşturulması ve çok değişkenli regresyon metoduna yer verilmiştir.

### 2.1 Analizlerde kullanılan veri setinin oluşturulması ve bağımlı değişkenlerin seçilmesi

Regresyon analizinde kullanılan veri seti hazırlanırken dikkate alınan bazı önemli hususlar vardır. Bunlar;

- 0-15 d ücretsiz işlemler kısa süreli parklanma haricinde “çıkışta ödeme” yani nakit işlem olarak kullanılmaktadır.
- *El terminaliyle çalıştırılıp tek tarife uygulanan* otoparklarda, süre aşımalarında ücret uygulaması olmadığından araç çıkışları zamanında yapılmayıp, mesai bitimine kadar sistemde tutulmaktadır. *Mesai bitimiyle araç çıkışları toplu olarak yapılmakta* bu nedenle ödeme tiplerine göre araç parklanma sürelerinde kısmen sapmalar olabilmektedir.
- Bariyer sistemiyle çalıştırılan ve tek tarife uygulanan P+R otoparklarının bazılarında *girişte ödeme* uygulaması yapılmaktadır. Bu uygulamada araç giriş ve çıkış saatleri aynı olmasından dolayı parklanma süreleri “0 dakika” olarak görülmektedir. Bu tür uygulama yapılan otoparklarda araç

parklanma süreleri tespit edilememektedir. Bu otoparklar; *Avcılar İDO, Acıbadem Açık Otoparkı, Üsküdar Ünalın Açık Otoparkı ve Uzunçayır P+R* otoparklarıdır.

Analiz veri seti 669 günlük (yaklaşık 22 aylık) veriler baz alınarak; otopark kapasitesi (K), çalışan personel sayısı (ÇPS), izinli personel sayısı (İPS), devinim (D), ort. giriş ücreti (OGÜ), günlük otopark ücreti (GOÜ), günlük ort. işlem sayısı (GİS), günlük ort. nakit işlem sayısı (GNİS), ort. nakit park süresi (ONPS), ortalama park süresi (OPS), *günlük ücretsiz işlem sayısı (GÜİS), ort. ücretsiz park süresi (OÜPS),* abone sayısı (AS), günlük abone işlem sayısı (GAİS), günlük abone park süresi (GAPS) ve otopark geliri (G) değişkenlerinden oluşturulmuştur. Bu değişkenlerin; *kapasite kullanımı, ücretlendirme (nakit, ücretsiz, abone), işlem çeşitliliğindeki dağılım (abonelik, ücretsiz, nakit vs) ve çalışan/izinli personel verimliliğine* etkisinin değerlendirilmesine imkan tanıyacağından dolayı *devinim, ortalama park süresi ve otopark geliri* 3 bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Veri setlerinin oluşturulduğu P+R otoparkların genel özellikleri Tablo 1 ve 2’de verilmiştir<sup>5</sup>.

### 2.2 Çok değişkenli regresyon analizi

İki değişken arasında bir ilişki bulunup bulunmadığı ve eğer varsa bu ilişkinin derecesinin saptanması istatistiksel çözümlenelerde sık sık başvurulan bir yöntemdir. Bu amaçla regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesinde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir.

<sup>4</sup> **Devinim/Sirkülasyon (ing: Turnover rate):** Bir park tesisinin/lokasyonunun kullanım oranıdır. Tanımlanmış bir

zamanda (gün gibi) park tesisinde park etmiş araç sayısının, mevcut park yeri sayısına oranıdır.

<sup>5</sup> Tablo 1 ve 2 ortalama değerlerden oluşturulmuştur.

**Tablo 1.** Anadolu yakası P+R otopark envanteri

P+R Otoparkları	Kapasite (Araç)	Çalışan personel sayısı	Devinim	Giriş ücreti (TL)	Günlük ücret (TL)	İşlem sayısı	Nakit işlem sayısı	Günlük ücretsiz işl. sys.	Abone sayısı
Kadıköy Salı Pazarı	760	13	2,34	8	13	1776	1561	89	86
Kartal 1-İDO Önü	90	5	1,98	7	12	178	149	13	23
Bostancı Açık	375	6	0,83	8	14	311	277	24	16
Tuzla İDO Açık Otoparkı	210	5	1,36	6	13	286	261	20	0
Acıbadem	110	2	0,57	7	7	63	59	2	20
Akgün Caddesi	55	2	2	8	8	110	104	3	0
Darüşşafaka Yer Altı Otoparkı	89	4	1,05	7	12	93	88	4	0
Çengelköy Açık Otoparkı	425	6	3,6	7	12	1530	1341	81	94
Sabiha Gökçen	1020	8	0,42	10	10	433	402	23	0
Gülsuyu Metro Yer Altı	100	3	0,71	6	6	71	54	11	21
Maltepe Küçükyalı	110	2	1,47	6	6	162	117	6	40
Eski İETT Garajı-2	150	5	0,46	8	8	70	49	1	133
Acıbadem Açık Otoparkı	100	1	0,21	7	7	21	17	2	0
Kartal Köprüsü Kavşağı	135	3	0,58	5	5	78	71	5	0
Üsküdar Ünalın Açık Otoparkı	100	2	1,04	6	6	104	92	8	3
Soğanlık Metro Açık Otoparkı	500	6	0,66	7	7	328	298	24	16
Ayrılık Çeşme Açık Otoparkı	350	3	1,09	7	7	382	360	13	5
Uzunçayır	85	2	0,45	5	5	38	34	3	0
Adnan Kahveci Metro Açık	31	1	2,11	6	6	65	62	3	0
Pendik Tavşantepe Açık	430	2	0,52	5	5	225	209	12	2
Pendik Harmandere Açık	400	8	0,36	10	10	143	59	67	0

**Tablo 2.** Avrupa yakası P+R otopark envanteri

P+R Otoparkları	Kapasite (Araç)	Çalışan personel sayısı	Devinim	Giriş ücreti (TL)	Günlük ücret (TL)	İşlem sayısı	Nakit işlem sayısı	Günlük ücretsiz işl. sys.	Abone sayısı
Avcılar İDO	350	3	0,36	7	7	127	112	13	
Merter Metro	126	2	0,56	6	8	71	66	4	
Bakırköy İDO İskelesi Önü	160	5	1,71	8	17	274	244	20	2
Maslak	120	4	1,07	6	12	128	117	9	
Levent Metro Yer Altı Otoparkı	75	1	1,07	5	13	80	61	1	41
Atatürk Havalimanı Caddesi	100	1	0,99	7	7	99	95	1	
Akgün Caddesi	55	2	2	8	8	110	104	3	
Darüşşafaka Yer Altı Otoparkı	89	4	1,05	7	12	93	88	4	
Hacı Osman Metro Yer Altı	320	5	1,67	8	12	535	454	28	108
Eski İETT Garajı-2	150	5	0,46	8	8	70	49	1	133
Başakşehir Metro	100	1	0,84	5	5	84	71	12	
Kazlıçeşme Marmaray Açık	1000	4	0,99	7	8	990	932	42	2
Esenler Menderes Metro İstisy. Yanı	89	3	0,76	7	12	68	19	17	82
Kazlıçeşme Marmaray Büyük Otop.	750	4	0,32	7	8	239	201	36	10
Yenikapı Marmaray Küçük Otop.	59	4	2,56	7	10	151	140	10	
Yenikapı Marmaray Büyük Otop.	225	5	1,83	7	10	412	382	23	3
Yeşilköy	750	4	0,58	10	10	433	369	58	
Avcılar Meydanı Açık Otoparkı	700	7	1,04	6	10	729	611	48	134
Adnan Kahveci Metro Açık Otoparkı	31	1	2,11	6	6	65	62	3	

Regresyon analizi bir bağımlı değişken ile bir veya birden fazla bağımsız (çoklu regresyon) değişken arasındaki ilişkilerin matematiksel eşitlik ile açıklanmasıdır (Newbold vd., 2013; Anonim, 2018). Regresyon analizinde başarı uygun ve güvenilir veri setinin bulunabilmesine bağlıdır. Regresyon analizinde **X** bağımsız değişkeni ile **Y** bağımlı değişkeni arasındaki ilişki matematiksel bir fonksiyon olarak ifade edilir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki dağılım diyagramının çizilmesiyle iki değişken arasında bir bağlantının kurulup kurulamayacağına, eğer kuruluyorsa nasıl bir fonksiyonun ele alınacağına karar verilir. Örneğin Y ile X arasında  $Y = \beta_0 + \beta_1 X$  gibi basit bir ilişki öngörülüyorsa ilk adım modelin bilinmeyen  $\beta_0$  ve  $\beta_1$  parametrelerinin tahmin edilmesidir. Modelin bilinmeyen parametreleri tahmin edildiğinde bağımsız değişkenlerin farklı değerleri için bağımlı değişkenin alacağı değeri tahmin etmek regresyondaki bir diğer amaçtır (Newbold et al., 2013; Karaca ve Karacan, 2016). Benzer yaklaşımı çok değişkenli doğrusal regresyon modeline taşıdığımızda, örneğin 3 adet açıklayıcı değişken için;  $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$  şeklinde yazılabilmektedir. Gerek basit gerekse çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda elde edilecek olan regresyon modeline ait parametre kestirimlerinin güvenilir olabilmesi için modelle ilgili bazı varsayımların sağlanabilmesi gereklidir (Arı ve Önder, 2013).

Bu çalışmada her iki yaka için seçilmiş olan bağımlı 3 ayrı değişkenin -devinim, ortalama park süresi ve otopark geliri- veri setlerinden toplam 6 adet regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Analizin istatistikleri eklerde verilmiştir (Tablo E1-E6).

### 3. Bulgular ve Tartışmalar

Bu çalışmada Anadolu ve Avrupa yakasındaki işletilmekte olan tüm P+R otoparklarındaki 669 günlük (yaklaşık 22 aylık) veriler kullanılarak; devinim, ortalama park süresi ve otopark gelirini etkileyen değişkenler ve etki düzeyleri 15 bağımsız değişkenle ayrı ayrı çok değişkenli regresyon analiziyle incelenmiştir.

#### 3.1. Anadolu yakası P+R otoparklarında yapılan analizler

**Devinim (D):** K, ÇPS, İPS, OGÜ, GOÜ, GİS, GNİS, ONPS, OPS, GÜİS, OÜPS, AS, GAİS, GAPS ve G bağımsız değişkenlerinin devinime etki düzeyleri çok değişkenli regresyon analiziyle incelenmiştir. Birinci regresyonda 15 bağımsız değişken kullanılmış; giriş ücreti, tam gün otopark ücreti, ortalama nakit işlem sayısı, günlük ücretsiz işlem sayısı, ortalama park süresi, ortalama nakit park süresi, ücretsiz park süresi ve abone park süresi değişkenleri anlamlı çıkmadığından veri setinden çıkarılarak yapılan ikinci analizin istatistikleri Tablo E1’de ve anlamlı katsayılarından türetilen denklem ise (1)’de verilmiştir. Tablodaki istatistiklerden 7 değişkenin anlamlı ( $p < 0,05$ )<sup>6</sup> çıktığı ve devinimdeki değişkenliğin %98,6’sının açıklanabildiği tespit edilmiştir.

$$D = 1,38 - 0,00027 * K - 0,0017 * \text{ÇPS} - 0,0011 * \text{İPS} + 0,000228 * \text{GİS} - 0,0004 * \text{AS} + 0,00014 * \text{GAİS} + 6.10^{-7} * G \quad (1)$$

(1) nolu denklemden Anadolu yakasındaki P+R otoparklarındaki devinimi negatif yönlü etkileyen en önemli değişkenlerin ÇPS, İPS ve AS olduğu tespit edilmiştir. Bu değişkenlerdeki 1 birimlik artışın devinimde sırasıyla; 0,0017, 0,0011 ve 0,0004 birimlik

<sup>6</sup> İstatistiksel anlamlılık bir kararın önemli olma derecesini gösterir. Bu çalışmada “*p anlamlılık düzeyi %5 alınmıştır*”.

bir düşmeye neden olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgulardan abone sayısındaki artışın devinimi azaltması beklenen bir durumdur. Çünkü Anadolu yakasındaki 21 lokasyonun devinim ortalaması 1,18 düzeyindedir.

**Park Süresi:** Birinci regresyonda sabit katsayı anlamlı çıkmadığından sabit katsayısız analizde 15 bağımsız değişkenden; K, İPS, D, OGÜ, GOÜ ve G değişkenleri anlamlı çıkmadığından veri setinden çıkarılarak yapılan ikinci analizin istatistikleri Tablo E2’de ve anlamlı katsayılarından türetilen denklem ise (2)’de verilmiştir. Tablodaki istatistiklerden 9 değişkenin anlamlı ( $p < 0,05$ ) çıktığı ve park süresindeki değişkenliğin %99,8’inin açıklanabildiği tespit edilmiştir.

$$OPS = 37,33 - 0,113*ÇPS - 0,012*GİS + 0,011*GNİS + 0,011*GÜİS - 0,096*AS + 0,09*GAİS + 0,03*GAPS + 0,907*ONPS + 0,053*OÜPS \quad (2)$$

(2) nolu denklemden Anadolu yakasındaki P+R otoparklarındaki ortalama park süresini etkileyen en önemli değişkenlerin; ONPS, GAİS, ÇPS ve AS olduğu tespit edilmiştir. Bu değişkenlerden ONPS ve GAİS’deki 1 birimlik artışın, ort. park süresini sırasıyla 0,907 ve 0,09 dakika düzeyinde arttırdığı; ÇPS ve AS’deki 1 birimlik artışın ise park süresinde sırasıyla 0,113 ve 0,096 dakika düzeyinde bir düşmeye neden olduğu tespit edilmiştir. Burada personel sayısı artışının ücretsiz otopark kullanımını caydırıyor olması, park süresini azaltan bir neden olarak değerlendirilebilir. Regresyonda kullanılan 669 günlük verilerden hareketle günlük ortalama 368 otopark abonesinin sadece 197’sinin yani %53,5’inin otoparkı kullandığı tespit edilmiştir. Eşitlik incelendiğinde abone sayısındaki artışın ortalama park süresini azaltma düzeyi (-0,096) ile günlük abone işlem sayısındaki artışın arttırma düzeyi (0,09) birbirine yakındır.

**Otopark Geliri:** Birinci regresyonda 15 bağımsız değişkenden; OPS, OGÜ, GOÜ, GİS, GAPS, ONPS ve OÜPS değişkenleri anlamlı çıkmadığından veri setinden çıkarılarak yapılan ikinci regresyonda sabit katsayı anlamlı çıkmadığından sabit katsayısız analizde 8 bağımsız değişkenden 7’sinin anlamlı ( $p < 0,05$ ) çıktığı ve otopark gelir değişkenliğinin %99,4’ünün açıklanabildiği tespit edilmiştir (Tablo E3).

$$G = 19639,6*D + 2,54*K + 437,06*ÇPS + 528,8*İPS + 2,40*GNİS + 5,51*GÜİS - 100,9*AS \quad (3)$$

(3) nolu denklemden Anadolu yakasındaki P+R otoparklarındaki geliri etkileyen en önemli değişkenlerin D, ÇPS, İPS ve AS olduğu tespit edilmiştir. Bu değişkenlerden D, ÇPS ve İPS’deki 1’er birimlik artışın, otopark gelirinde sırasıyla; 19639,6 TL, 437 TL ve 529 TL’lik artışlara; abone sayısındaki 1 birimlik artışın ise park gelirinde 101 TL’lik bir düşmeye neden olduğu tespit edilmiştir. Abone sayısındaki artışın geliri düşürüyor olması, kampanyalara, aboneliklerdeki ücret değişkenliklerine, günlük abone işlem sayısındaki azlığa ve park sürelerinin uzun olmasına bağlanabilir. Bir diğer hususta ÇPS ve İPS’nin otopark geliri üzerinde farklı düzeylerde pozitif etkiye sahip olmasıdır. Bu durum belli düzeyde personel verimsizliğine işaret emektedir. Eşitlikten görüldüğü üzere gelir üzerinde izinli personel sayısının çalışan personel sayısından daha fazla olumlu etkisi vardır.

### 3.2. Avrupa yakası P+R otoparklarında yapılan analizler

**Devinim:** Birinci regresyonda 15 bağımsız değişken kullanılmış; İPS, OGÜ, GOÜ, GİS ve AS değişkenleri anlamlı çıkmadığından veri setinden çıkarılarak yapılan ikinci



analizin istatistikleri Tablo E4’de ve anlamlı katsayılarından türetilen denklem ise (4)’de verilmiştir. Tablodaki istatistiklerden 8 değişkenin anlamlı ( $p < 0,05$ ) çıktığı ve devinimdeki değişkenliğin %99,6’sının açıklanabildiği tespit edilmiştir.

$$D = 0,67 - 2,64.10^{-5} * OPS - 1,3.10^{-4} * K + 1,8.10^{-4} * GNİS + 6,06.10^{-5} * GÜİS + 1,6.10^{-4} * GAİS + 2,3.10^{-6} * GAPS + 4,06.10^{-5} * ONPS + 3,75.10^{-6} * G \quad (4)$$

(4) nolu denklemden Avrupa yakasındaki P+R otoparklarındaki devinimi etkileyen en önemli değişkenlerin GNİS, GAİS ve K olduğu tespit edilmiştir. Devinimi, GNİS ve GAİS pozitif yönlü etkilerken; K ise negatif yönlü etkilemiştir (Tablo 3). Bu değişkenlerden *nakit ve abone işlem sayısındaki* 1 birimlik artışın, devinimde sırasıyla  $1,8.10^{-4}$  ile  $1,6.10^{-4}$ ’lük düzeyde bir artışa; otopark kapasitesindeki 1 birimlik artışın ise  $1,3.10^{-4}$ ’lük düzeyde bir düşmeye neden olduğu tespit edilmiştir. Analizde kullanılan 669 günlük veriler incelendiğinde günlük olarak abonelerin yaklaşık %33,5’inin otoparkları kullandığı; ayrıca nakit park işlem sayısının, ortalama park işlem sayısının %88’ine tekabül ettiği hesaplanmıştır. Bir diğer hususta otopark kapasitesindeki artışın, devinimi azaltmasıdır. Bunun nedeni ise 19 lokasyonun ortalama devinimi 0,87 düzeyinde olmasıdır. Yani 1’in altında gerçekleşmiştir.

**Park Süresi:** Birinci regresyonda 15 bağımsız değişkenden; ÇPS, İPS, OGÜ, GOÜ, GİS, GNİS, GÜİS ve G değişkenleri anlamlı çıkmadığından veri setinden çıkarılarak yapılan ikinci analizin istatistikleri Tablo E5’de ve anlamlı katsayılarından türetilen denklem ise (5)’de verilmiştir. Tablodaki istatistiklerden 7 değişkenin anlamlı ( $p < 0,05$ ) çıktığı ve park süresindeki değişkenliğin %98,2’sinin açıklanabildiği tespit edilmiştir.

$$OPS = 112,3 - 0,0208 * K - 73,97 * D + 0,44 * GAİS + 0,044 * GAPS + 0,877 * ONPS + 0,068 * OÜPS \quad (5)$$

(5) nolu denklemden Avrupa yakasındaki P+R otoparklarındaki ortalama park süresini etkileyen en önemli değişkenlerin D, ONPS ve GAİS olduğu tespit edilmiştir. Park süresini, ONPS ve GAİS pozitif yönlü; D ise negatif yönlü etkilemektedir. Bu değişkenlerden devinimdeki 1 birimlik artışın, ort. park süresinde 74 dakika düzeyinde bir düşüşe; nakit park süresi ve abone işlem sayısındaki 1 birimlik artışın ise ort. park süresinde sırasıyla 0,87 ve 0,44 dakika düzeyinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

**Otopark Geliri:** Birinci regresyonda 15 bağımsız değişkenden; OPS, İPS, OGÜ, GOÜ, GİS, GAPS ve OÜPS değişkenleri anlamlı çıkmadığından veri setinden çıkarılarak yapılan ikinci regresyonda 8 bağımsız değişkenden 7’sinin anlamlı ( $p < 0,05$ ) çıktığı ve otopark gelir değişkenliğinin %92’sinin açıklanabildiği tespit edilmiştir (Tablo E6).

$$G = - 70888,8 + 101431 * D + 13,94 * K - 13,23 * GNİS - 3,73 * GÜİS - 11 * AS - 22,50 * GAİS + 16,2 * ONPS \quad (6)$$

(6) nolu denklemden Avrupa yakasındaki P+R otoparklarındaki geliri etkileyen en önemli değişkenlerin D, ONPS, K ve GAİS olduğu tespit edilmiştir. Bu değişkenlerden, D, ONPS ve K değişkenlerindeki birer birimlik artışın, otopark gelirinde sırasıyla; 101431 TL, 16,2 TL ve 13,94 TL’lik bir artışa; abone işlem sayısındaki 1 birimlik artışın ise park gelirinde 22,5 TL’lik bir düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. Nakit park süresindeki artışın geliri arttırdığı bulgusu Demir (2019) tarafından yapılan çalışmadaki

bulgulara ters düşmektedir<sup>7</sup>. Yapılan incelemelerde regresyonda kullanılan 669 günlük verilerden hareketle günlük ortalama abone park süresinin, nakit park süresinden 4 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir<sup>8</sup>. Bir diğer hususta günlük ortalama 540 otopark abonesinin sadece 181’inin otoparkı kullanmış olması. Ayrıca Avrupa yakasında 3953 nakit işlem sayısına karşılık ortalama nakit park süresi 487 dakika; Anadolu yakasında ise 4790 nakit işlem sayısına karşılık ortalama nakit park süresi 454 dakikadır. İlave olarak ortalama park süresinin nakit park süresinden %12,5 düzeyinde daha yüksek olmasıdır<sup>9</sup>. Verilerle ve çıkan bulgularla ilgili olarak bir hususu daha belirtmek gerekir. El terminaliyle çalıştırılıp tek tarife uygulanan otoparklarda, süre aşımalarında ücret uygulaması olmadığından araç çıkışları zamanında yapılmayıp, mesai bitimine kadar sistemde tutulmaktadır. Mesai bitimiyle araç çıkışları toplu olarak yapılmakta, bu nedenle ödeme tiplerine göre araç park sürelerinde belli düzeyde sapmalar olabilmektedir.

Ortalama günlük devinim 1’in altında iken kapasitenin artmasının geliri nasıl arttırdığı üzerinde durmak gerekir. Regresyona analizinde 19 farklı P+R otoparkının verilerinin ortalaması kullanılmıştır. Bu otoparkların kapasiteleri ve devinimleri farklıdır. Devinim 0,32 ile 2,5 arasında değişmekte ve devinimi 1’in üzerinde olan 10 otopark bulunmaktadır. Ayrıca regresyon istatistiklerinden hareketle Avrupa yakasındaki otopark geliri değerlendirmesi yapılırken, eşitlikteki kesişim katsayısının

yaklaşık -70889 olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır.

**Tablo 3.** Regresyon istatistiklerinden türetilen formüllerdeki etkin değişkenlerin özet tablosu

Bağımlı Değişkenler	En etkili değişkenler	
	Anadolu	Avrupa
Devinim	ÇPS↓, İPS↓, AS↓	GNİS↑, GAİS↑, K↓
Park Süresi	ONPS↑, ÇPS↓, AS↓, GAİS↑	D↓, ONPS↑, GAİS↑
Gelir	D↑, İPS↑, ÇPS↑, AS↓	D↑, GAİS↓, ONPS↑, K↑

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Özellikle ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde özel araç kullanımı her geçen gün artmakta, bu artış beraberinde; sağlık sorunları, çevre kirliliği, park yeri yetersizliği, trafik tıkanıklığı, kazalar ve yayaların hareket alanlarının kısıtlanması gibi problemlere sebebiyet vermektedir. Özellikle İstanbul gibi yola olan talebin kapasiteyi aştığı, yolculuklarda önemli gecikmelerin yaşandığı, park yeri bulmanın ve sunumunun büyük sorun olduğu şehirlerde özel araçlı yolculuklardan toplu taşımaya geçiş kaçınılmaz bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda özel araçtan toplu taşımaya geçişi özendirici çeşitli ulaşım ve otopark uygulamalarına ihtiyaç vardır. Genellikle dünyada raylı sistem temelli olmakla birlikte İstanbul için metrobüs hattında da yoğun olarak park et devam et (P+R) otoparkları işletmeye açılmıştır. Araştırmanın temel amacı sürücülerin ve

<sup>7</sup> Salt bakış açısı ile nakit park süresindeki artışın geliri azaltması ve dolayısıyla da devinimi düşürmesi gerekir. İstatistiklerde kullanılan verilerden hareketle yapılan korelasyon incelemesinde nakit park süresinin gelire negatif korelasyona (-0,129) sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo E7).

<sup>8</sup> Ortalama nakit park süresi 487 dakika iken, ort abone park süresi ise 1970 dakikadır.

<sup>9</sup> Ortalama park süresi 547 dakika iken, nakit park süresi 487 dakika olarak tespit edilmiştir.

yolcuların, araçlarını uygun bir P+R otoparkına park etmesi ve özellikle şehir merkezlerine ulaşım imkanları kolay ve cazip olan konforlu bir toplu taşıma seçeneğiyle ulaşmasıdır. Bu durum şehir merkezlerinde oluşabilecek trafik yoğunluğunun belli düzeyde azaltılmasına sebep olacaktır. P+R otopark uygulamaları; kullanıcı maliyetlerinde düşme, seyahat sürelerinde kısalma ve yüksek seyahat konforu sağlarken; enerji verimliliği ve dolayısıyla daha çevreci ulaşım olanakları da sunmaktadır.

Bu çalışmada İstanbul genelinde Anadolu ve Avrupa yakasında işletilen 40 P+R otoparkındaki; otopark kapasitesi, çalışan personel sayısı, izinli personel sayısı, devinim, otopark giriş ücreti, günlük otopark ücreti, işlem sayısı, nakit işlem sayısı, nakit park süresi, toplam park süresi, ücretsiz işlem sayısı, ücretsiz park süresi, abone sayısı, abone işlem sayısı, abone park süresi ve otopark geliri değişkenlerinin bulunduğu 669 gözleme dayalı olarak çok değişkenli regresyon metoduyla devinim, ortalama park süresi ve otopark geliri bağımlı değişken eşitlikleri tahmin edilmiştir. Yapılan analizlerden aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- Kapasite kullanım açısından Anadolu yakasındaki P+R otoparklar, Avrupa yakasından daha verimlidir.
- Her iki yakadaki işletmecilikte, kullanıcı alışkanlıkları ve personel verimliliği açısından farklılıklar mevcuttur.
- Devinim, otopark gelirini pozitif yönlü etkileyen en önemli değişkendir. Otopark gelirinde Avrupa yakasındaki devinim, Anadolu yakasından daha güçlü bir etkiye sahiptir.
- P+R otoparkların, devinim düzeyleri ve kapasite kullanımları dikkate alındığında tanıtıma ve daha cazip tamamlayıcı politikalara gereksinim vardır.

Bu bağlamda yapılabilecek öneriler:

- Konser, spor müsabakaları, siyasi toplantılar, şenlikler gibi sosyal aktivitelere yönelik olarak geçici süreyle P+R lokasyonu planlamasını yapabilecek dinamik veri altyapısının kurulması gerekir.
- P+R otoparkların kendine has farklı özellikleri vardır. Kullanıcı alışkanlıklarının tam takip edilebilmesi için uygun giriş-çıkış ve ücretlendirme sistemleri kullanılmalıdır.
- P+R uygulamaları sabit bölgelerde uygulanmasının yanında merkezi alanlarda geçici olarak ta oluşturulabilir. Örnek olarak, bayram tatillerinde alışveriş merkezlerinde oluşabilecek yoğunluğa yönelik olarak yapılabilir. Bu bağlamda trafiğin yüksek yoğunlukta olduğu bölge ve saatlerde raylı ve metrobüs sistemlerinin belirli istasyonlarına otobüs seferleri konulabilir.
- Zirve saatler, yoldaki araç sayısının en fazla olduğu zaman dilimleridir. P+R'in cazipliğini arttırmak için bu saatlerde ek bir indirim yapılarak daha fazla aracın sistemi kullanması sağlanabilir. Böylece yoldaki araç sayısında azalma ve trafikte bir miktar rahatlatma sağlanabilir.

### Kısaltmalar

AS	: Abone Sayısı
ÇPS	: Çalışan Personel Sayısı
D	: Devinim
G	: Otopark Geliri
GAİS	: Günlük Abone İşlem Sayısı
GAPS	: Günlük Abone Park Süresi
GNİS	: Günlük Nakit İşlem Sayısı
GOÜ	: Günlük Otopark Ücreti
GÜİS	: Günlük Ücretsiz İşlem Sayısı
İPS	: İzinli Personel Sayısı
İSPARK	: İstanbul Otopark İşletmeleri Tic. AŞ
K	: Otopark Kapasitesi
OGÜ	: Ort. Giriş Ücreti
OİS	: Ortalama İşlem Sayısı
ONPS	: Ort. Nakit Park Süresi
OPS	: Ortalama Park Süresi
OÜPS	: Ort. Ücretsiz Park Süresi

## Sembol

- $\beta_0$  : Lineer Fonksiyon Sabiti  
 $\beta_{1,2,\dots}$  : Değişkenlerin Katsayıları  
X : Bağımsız Değişken - Independent Variable  
Y : Bağımlı Değişken - Dependent Variable

## Teşekkür

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde veri desteği sağlayan İSPARK AŞ yönetici ve çalışanlarına teşekkürü bir borç biliriz.

## 5. Kaynaklar

Anonim, 2018. “Onbirinci bölüm: Regresyon analizi”, Bilimsel araştırma ve bilimsel araştırma süreci, content.lms.sabis.sakarya.edu.tr, Sakarya Üniversitesi, Erişim Tarihi: 20.05.2018.

Anonymous, 2019. “Floriana Park & Ride facility Where can I park?” transport.gov.mt/Land-Bus-Service-Park-and-Ride-Services-and-Fares.pdf-f672.

Arı, A. ve Önder, H. 2013. “Farklı veri yapılarında kullanılacak regresyon yöntemleri”, *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 28(3), 168-174.

Arnott, R. ve Rowse, J. 2009. “Downtown parking in auto-city”, *Regional Science and Urban Economics*, 39(1), 1-14.

Bagloee, S., Asadi, M. and Richardson, L. 2012. “Methodology for parking modeling and pricing in traffic impact studies”, *Journal of the Transportation Research Board*, 2319 (-1):1-12, DOI: 10.3141/2319-01.

Baohong, H., Weining, H. and Mingwei, H. 2012. “The attitude and preference of traveler to the park & ride facilities: a Case Study in Nanjing, China”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 43:294-301, DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.04.102.

Belloche, S. 2015. “On-street parking search time modelling and validation with survey-

based data”, *Transportation Research Procedia* 6, 313-324.

Demir, A. 2019. “İstanbul’da yol kenarı parklarda kullanıcı alışkanlıklarının incelenmesi”, *Teknik Dergi*, 30 (3), DOI: 10.18400/tekderg.366692.

Du, B. and Wang, D.Z. 2014. “Continuum modeling of park-and-ride services considering travel time reliability and heterogeneous commuters – a linear complementarity system approach”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volume 71, 58-81.

Duncan, M. and Cook, D. 2014. “Is the provision of park-and-ride facilities at light rail stations an effective approach to reducing vehicle kilometers traveled in a US context?”, *Transportation Research Part A*, 65-74, 10.1016/j.tra.2014.04.014.

Evaluation Report, 2017. “On-street car sharing pilot program”, San Francisco Municipal Transportation Agency, Sustainable Streets Division-Parking.

Gallivan, S. 2011. “IBM global parking survey: drivers share worldwide parking woes”, IBM, September 18.

Gurbetci, K., Demir, A. ve Çalışkan, Ö. 2007. “Otomobilsiz şehirler ağı için otopark çözümleri örnek olay: Haldun Alagaş park et & devam et uygulaması”. 7. *Otomobilsiz Şehirlere Doğru Konferansı*, İMP, İstanbul, 2007.

Gurbetci, K., Demir, A. ve Karahmet, A. 2014. *Otopark Uygulamalarında Teknoloji, Çevre ve Emniyet Faktörleri*. ISBN: 978-605-5961-38-1, İlke Yayıncılık.

Habib, K., Mahmoud, M. and Coleman, J. 2013. “Effect of parking charges at transit stations on park-and-ride mode choice: lessons learned from stated preference survey in Greater Vancouver, Canada”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, <https://doi.org/10.3141/2351-18>.

- Hamer, P. 2010. “Analysing the effectiveness of park and ride as a generator of public transport mode shift”, *Road and Transport Research* 19(1).
- Hendricks, S. and Outwater, M. 1998. “Demand forecasting model for park-and-ride lots in King County”, *Transportation Research Record*, Vol. 1623, p. 80-87.
- Kozalı, B. 2014. “Kentiçi otopark hizmetlerinde özel sektör katılımının sürücülerin park etme tercihleri ve tutumları üzerine etkisi”, *Journal of Life Economics*, 1(2), 191-191.
- Mills, G. and White, P. 2018. “Evaluating the long-term impacts of bus-based park and ride”, *Research in Transportation Economics*, 69, doi:10.1016/j.retrec.2018.07.028, pp. 536-543.
- Newbold, P., Carlson, W.L. and Thorne, B.M. 2013. *Statistics for Business and Economics*. 8th ed., ISBN 13: 978-0-13-274565-9, Pearson Education, Prentice Hall.
- Noel, E.C. 1988. “Park-and-ride: alive, well, and expanding in the United States”, *Journal of Urban Planning and Development*, Volume 114, Issue 1, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(1988\)114:1\(2\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(1988)114:1(2))
- Önder, H.G. ve Kaplan, H. 2017. “Ankara’da park et devam et sisteminin modellenmesi ile yolculuk değişimine bağlı emisyon azaltımının ölçülmesi”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*.
- Shoup, D. 2005. “The High Cost of Free Parking”, *Planners Press*.
- Şimşek, A.V. 2014. “Sürdürülebilir ulaşım politikaları çerçevesinde özel araç sahiplerinin toplu taşımaya yönlendirilmesinde park et devam et yöntemi; İstanbul örneği”, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2014.
- Weiss, A. and Habib, K.N. 2017. “Examining the difference between park and ride and kiss and ride station choices using a spatially weighted error correlation (SWEC) discrete choice model”, *Journal of Transport Geography*, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.01.010>, Volume 59, pp.111-119.
- William, H.K., Holyoak N.M. and Lo H.P. 2001. “How park and ride schemes can be successful in Eastern Asia”, *Journal of Urban Planning and Development*, Vol.127, June.
- Yalınz, P. ve Bilgiç, Ş. 2007. Eskişehir kent merkezinde “park et ve bin” uygulamasının sürdürülebilir ulaştırma bağlamında değerlendirilmesi”, *7. Ulaştırma Kongresi*, 461-470.

## EKLER

**Tablo E1.** Anadolu yakasındaki P + R otoparklarındaki **devinime** etki eden faktörlerin çok değişkenli regresyon istatistikleri

<i>Regresyon İstatistikleri</i>	
Çoklu R	0,99324937
R Kare	0,9865443
Ayarlı R Kare	0,98640181
Standart Hata	0,02280337
Gözlem	669

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>
Regresyon	7	25,20054	3,60007715	6923,31001	0
Fark	661	0,34371579	0,00051999		
Toplam	668	25,5442558			

	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük %95</i>	<i>Yüksek %95</i>	<i>Düşük 95,0%</i>	<i>Yüksek 95,0%</i>
Kesişim	1,38005071	0,05185174	26,6153232	1,23E-106	1,27823674	1,48186467	1,27823674	1,48186467
K	-0,0002692	4,8004E-06	-56,084609	1,764E-253	-0,0002787	-0,0002598	-0,0002787	-0,0002598
ÇPS	-0,0016744	0,00028322	-5,9122633	5,4093E-09	-0,0022306	-0,0011183	-0,0022306	-0,0011183
İPS	-0,0010744	0,00032705	-3,284996	0,00107369	-0,0017166	-0,0004322	-0,0017166	-0,0004322
GİS	0,00022782	2,231E-06	102,113756	0	0,00022344	0,0002322	0,00022344	0,0002322
AS	-0,0003988	0,0001114	-3,5799508	0,00036884	-0,0006175	-0,0001801	-0,0006175	-0,0001801
GAİS	0,00013923	3,113E-05	4,47240274	9,1036E-06	7,8101E-05	0,00020035	7,8101E-05	0,00020035
G, TL	5,9779E-07	2,7517E-07	2,1724149	0,03017903	5,7472E-08	1,1381E-06	5,7472E-08	1,1381E-06

**Tablo E2.** Anadolu yakasındaki P + R otoparklarındaki **park süresine** etki eden faktörlerin regresyon istatistikleri

<i>Regresyon İstatistikleri</i>	
Çoklu R	0,99902 2
R Kare	0,99804 5
Ayarlı R Kare	0,99801 8
Standart Hata	4,83154 4
Gözlem	669

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>
Regresyon	9	7853959	872662,1	37383,01	0
Fark	659	15383,57	23,34382		
Toplam	668	7869343			

	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük %95</i>	<i>Yüksek %95</i>	<i>Düşük 95,0%</i>	<i>Yüksek 95,0%</i>
Kesişim	37,33617	7,403881	5,042784	5,94E-07	22,79813	51,87421	22,79813	51,87421
ÇPS	-0,113352	0,039621	-2,860913	0,004358	-0,19115	-0,035553	-0,19115	-0,035553
GİS	-0,011961	0,00498	-2,401885	0,016587	-0,021739	-0,002183	-0,021739	-0,002183
GNİS	0,010727	0,005165	2,076854	0,038202	0,000585	0,020869	0,000585	0,020869
GÜİS	0,011101	0,004978	2,229853	0,026093	0,001326	0,020875	0,001326	0,020875
AS	-0,096343	0,0185	-5,207877	2,56E-07	-0,132668	-0,060018	-0,132668	-0,060018
GAİS	0,089896	0,006555	13,71369	7,78E-38	0,077024	0,102767	0,077024	0,102767
GAPS, d	0,03154	0,000927	34,01482	3,4E-147	0,029719	0,033361	0,029719	0,033361
ONPS, d	0,906795	0,001901	477,0076	0	0,903062	0,910528	0,903062	0,910528
OÜPS, d	0,052525	0,000223	235,4684	0	0,052087	0,052963	0,052087	0,052963

**Tablo E3.** Anadolu yakasındaki P + R otoparklarındaki **park gelirine** etki eden faktörlerin çok değişkenli regresyon istatistikleri

<i>Regresyon İstatistikleri</i>	
Çoklu R	0,996884
R Kare	0,993778
Ayarlı R Kare	0,9922
Standart Hata	3228,935
Gözlem	669

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>
Regresyon	8	1,1E+12	1,38E+11	13197,83	0
Fark	661	6,89E+09	10426024		
Toplam	669	1,11E+12			

	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük %95</i>	<i>Yüksek %95</i>	<i>Düşük 95,0%</i>	<i>Yüksek 95,0%</i>
Kesişim	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
D	19639,58	3668,623	5,353394	1,19E-07	12436,02	26843,14	12436,02	26843,14
K	2,540861	0,944017	2,691543	0,007292	0,687229	4,394494	0,687229	4,394494
ÇPS	437,0638	41,00201	10,65957	1,37E-24	356,5539	517,5737	356,5539	517,5737
İPS	528,8409	40,40608	13,08815	5,71E-35	449,5012	608,1806	449,5012	608,1806
GNİS	2,397546	0,921121	2,602858	0,009452	0,588871	4,206222	0,588871	4,206222
GÜİS	5,513943	2,544406	2,167084	0,030585	0,51785	10,51004	0,51785	10,51004
AS	-100,866	9,243893	-10,9117	1,33E-25	-119,017	-82,7154	-119,017	-82,7154
GAİS	-6,06461	4,794606	-1,26488	0,20636	-15,4791	3,349889	-15,4791	3,349889



**Tablo E4.** Avrupa yakasındaki P + R otoparklarındaki **devinime** etki eden faktörlerin çok değişkenli regresyon istatistikleri

<i>Regresyon İstatistikleri</i>	
Çoklu R	0,997903
R Kare	0,99581
Ayarlı R Kare	0,995747
Standart Hata	0,010887
Gözlem	669

**ANOVA**

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>
Regresyon	10	18,53601	1,853601	15640,05	0
Fark	658	0,077984	0,000119		
Toplam	668	18,61399			

	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük %95</i>	<i>Yüksek %95</i>	<i>Düşük 95,0%</i>	<i>Yüksek 95,0%</i>
Kesişim	0,672866	0,026094	25,78611	7,1E-102	0,621628	0,724104	0,621628	0,724104
OPS, d	-2,64E-05	2,07E-05	-1,27479	0,202833	-6,72E-05	1,43E-05	-6,72E-05	1,43E-05
K	-0,000128	5,32E-06	-24,02724	4,56E-92	-0,000138	-0,000117	-0,000138	-0,000117
ÇPS	-8,49E-05	8,45E-05	-1,00456	0,315478	-0,000251	8,11E-05	-0,000251	8,11E-05
GNİS	0,000178	1,81E-06	98,70945	0	0,000175	0,000182	0,000175	0,000182
GÜİS	6,06E-05	4,31E-06	14,06101	1,86E-39	5,21E-05	6,91E-05	5,21E-05	6,91E-05
GAİS	0,000158	1,61E-05	9,798616	2,98E-21	0,000126	0,00019	0,000126	0,00019
GAPS, d	2,3E-06	9,78E-07	2,347469	0,019197	3,75E-07	4,21E-06	3,75E-07	4,21E-06
ONPS, d	-4,06E-05	1,92E-05	-2,120198	0,034363	-7,83E-05	-3E-06	-7,83E-05	-3E-06
OÜPS, d	1,34E-06	1,72E-06	0,783619	0,433546	-2,02E-06	4,71E-06	-2,02E-06	4,71E-06
G	3,75E-06	1,89E-07	19,87889	3,15E-69	3,38E-06	4,12E-06	3,38E-06	4,12E-06

**Tablo E5.** Avrupa yakasındaki P + R otoparklarındaki **ortalama park süresine** etki eden faktörlerin çok değişkenli regresyon istatistikleri

<i>Regresyon İstatistikleri</i>	
Çoklu R	0,990789
R Kare	0,981663
Ayarlı R Kare	0,981469
Standart Hata	20,49753
Gözlem	669

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>
Regresyon	7	14867321	2123903	5055,123	0
Fark	661	277718,2	420,1486		
Toplam	668	15145040			

	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük %95</i>	<i>Yüksek %95</i>	<i>Düşük 95,0%</i>	<i>Yüksek 95,0%</i>
Kesişim	112,327	52,37244	2,144773	0,032335	9,490589	215,1634	9,490589	215,1634
K	-0,02082	0,009489	-2,19461	0,028539	-0,03945	-0,00219	-0,03945	-0,00219
D	-73,9675	8,061208	-9,17573	5,65E-19	-89,7961	-58,1388	-89,7961	-58,1388
AS	-0,04534	0,029197	-1,55286	0,120936	-0,10267	0,011991	-0,10267	0,011991
GAİS	0,441705	0,022247	19,85445	3,71E-69	0,398022	0,485389	0,398022	0,485389
GAPS, d	0,044492	0,000557	79,81404	0	0,043397	0,045587	0,043397	0,045587
ONPS, d	0,877326	0,007793	112,5805	0	0,862024	0,892628	0,862024	0,892628
OÜPS, d	0,068075	0,001855	36,7078	1,1E-161	0,064434	0,071717	0,064434	0,071717

**Tablo E6.** Avrupa yakasındaki P + R otoparklarındaki **park gelirine** etki eden faktörlerin çok değişkenli regresyon istatistikleri

<i>Regresyon İstatistikleri</i>	
Çoklu R	0,95961
R Kare	0,92085
Ayarlı R Kare	0,91989
Standart Hata	1763,08
Gözlem	669

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılı k F</i>
Regresyon	8	2,4E+10	3E+09	959,856	0
Fark	660	2,1E+09	3108441		
Toplam	668	2,6E+10			

	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük %95</i>	<i>Yüksek %95</i>	<i>Düşük 95,0%</i>	<i>Yüksek 95,0%</i>
Kesişim	-70888,8	5565,84	-12,7364	2,2E-33	-81817,7	-59959,9	-81817,7	-59959,9
D	101431	4888,76	20,7479	5,4E-74	91832,1	111031	91832,1	111031
K	13,9439	1,04429	13,3526	3,6E-36	11,8934	15,9945	11,8934	15,9945
ÇPS	16,1019	16,6909	0,96471	0,33504	-16,6717	48,8755	-16,6717	48,8755
GNİS	-13,2347	1,03251	-12,8181	9,6E-34	-15,2621	-11,2073	-15,2621	-11,2073
GÜİS	-3,72713	0,77806	-4,79028	2,1E-06	-5,2549	-2,19936	-5,2549	-2,19936
AS	-11,0036	3,21922	-3,4181	0,00067	-17,3248	-4,68248	-17,3248	-4,68248
GAİS	-22,4947	2,2201	-10,1323	1,6E-22	-26,854	-18,1354	-26,854	-18,1354
ONPS, d	16,167	0,68697	23,5336	2,2E-89	14,818	17,5159	14,818	17,5159

**Tablo E7.** Korelasyon Matrisi

	<i>G</i>	<i>D</i>	<i>K</i>	<i>GNİS</i>	<i>AS</i>	<i>GAİS</i>	<i>ONPS</i>
<i>G</i>	1						
<i>D</i>	0,887691	1					
<i>K</i>	0,599551	0,709689	1				
<i>GNİS</i>	0,863339	0,993565	0,747798	1			
<i>AS</i>	-0,2766	-0,09597	0,032807	-0,0755	1		
<i>GAİS</i>	0,586409	0,718027	0,763266	0,721947	0,082584	1	
<i>ONPS</i>	-0,12925	-0,45863	-0,4802	-0,48507	-0,32215	-0,32785	1