

Kent İçi Ulaşımında Yolculuk Amacına Bağlı Güvenilirlik Algısının İncelenmesi: Tınaztepe Kampüsü Öğrenci Erişimi Örneği

Mustafa ÖZUYSAL^{*1}, Derya KAYA²

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 35160, İzmir (ORCID: 0000-0002-3276-3075)

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 35160, İzmir (ORCID: 0000-0003-1517-9405)

(Alınış / Received: 25.07.2017, Kabul / Accepted: 20.09.2017,
Online Yayınlanma / Published Online: 20.01.2018)

Anahtar Kelimeler
Güvenilirlik,
Yolculuk Amacı,
Toplu Ulaşım,
Belirtilen Tercih
Anketi,
Çoklu Lojistik
Regresyon

Özet: Toplu ulaşımında güvenilirlik, önceden planlanan bir çizelgelemeye ya da belirlenmiş sefer aralıklarına ve sabit bir yolculuk süresine bağlı kalabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Güvenilirliğin özellikle metropol kentlerde yüksek düzeyde olması beklenmekte, bunu sağlamak için ise özel taşıt trafiğinden bağımsız çalışan raylı sistemler, eş zamanlı yolcu bilgilendirme sistemleri gibi yüksek maliyetli yatırımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yatırımlardan sağlanacak toplumsal fayda, güvenilirliğin boyutundan ziyade, kullanıcılar tarafından nasıl algılandığına bağlıdır. Bu çalışmada, yatırımların güvenilirlik bakımından fayda analizi için parametrik bir destek verisi geliştirilmesi amaçlanmıştır; güvenilirlik algısında yolculuk amacı ve kişisel özelliklerin etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Belirtilen tercih anketi yardımıyla toplanan verilerden hareketle, çoklu lojistik regresyonlar oluşturularak parametrik modeller geliştirilmiştir. Model bulguları incelendiğinde, derse gelirken tür seçiminde, cinsiyet, üniversitede 1 ila 3 yıl süreyle bulunma, toplu ulaşım kullanıyor olma gibi parametrelerin, daha yüksek güvenilirlik algısı oluşturan aktarmasız alternatiflere yönelmede etkili olduğu bulunmuştur. Yüksek risk alma davranışının sınırdığı güvenilirlik senaryosunda ise aktarmada metro kullanmayanlar ile şehirde uzun süredir yaşayanların güvenilirlikte daha büyük risk alarak yolculuk süresini kısaltmak istedikleri ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak güvenilirliğin kişiden kişiye hatta aynı kişinin farklı amaçlı yolculuklarında dahi farklı algılandığı, dolayısıyla ulaşım talep modellerinde bir maliyet ağırlıklandırma bileşeni olarak değil; yaş, cinsiyet, gelir vb. gibi başlı başına bir sosyo-ekonomik parametre gibi değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

Investigation of Reliability Perception Based on Trip Purpose in Urban Transportation: Case Study on Student Access to Tınaztepe Campus

Keywords

Reliability,
Trip Purpose,
Public
Transportation,
Stated Preference
Survey,
Polytomous
Logistic
Regression

Abstract: Reliability is defined as the ability to adhere to a pre-planned schedule or to defined intervals and a fixed travel time. Reliability is expected to be high particularly in metropolitan cities. To achieve this, high-cost investments such as rail systems that are operated independently of private vehicle traffic and simultaneous passenger information systems are needed. The social benefit to be made from these investments depends largely on how it is perceived, rather than the magnitude of the reliability. In this study, it is aimed to develop a parametric support data for benefit analysis of investments in terms of reliability. It is investigated whether the purpose of travel and personal characteristics are effective in the sense of reliability or not. Parametric models are developed by using multiple logistic regressions with the collected data by the help of the stated preference survey. When the model findings are examined, it is found that parameters such as gender, presence at the university for 1-3 years, use of public transportation, etc. are effective in tending to direct transportation modes that constitute a higher sense of reliability. In the reliability scenario model testing the high risk taking behavior, it is found that disability for using metro as a transfer alternative and living for a long time in the city generate a tendency to shorten the travel time by taking more risks in reliability. It is concluded that reliability is perceived differently, even on different trip purposes of the same person, and therefore it should be considered as a socio-economic parameter like age, gender, income, etc. on its own, rather than a cost weighting component in transportation demand models.

*Sorumlu yazar: mustafa.ozuysal@deu.edu.tr

1. Giriş

Yolculuk süresi belirsizliği günlük hayatımızın kaçınılmaz bir parçasıdır. Ampirik anketler yolculuk süresi belirsizliğinin / güvenilirliğinin yolcuların güzergâh ve kalkış saati seçiminde önemli bir rol oynadığını doğrulamıştır. Bununla birlikte, geleneksel trafik modelleri ve toplu ulaşım çizelgeleme çalışmalarının çoğu, yolculuk kararının alınmasında belirsizliğin rolü ve yolculuk süresinin stokastik niteliğini yeterince ele almamaktadır. Dakikliğe duyarlı yolcuların, rastgele kapasite yetersizliği, talep dalgalanmaları ve dışsal kaynaklardan gelen yolculuk süresi belirsizliklerini dikkate alan ağ denge

modellerinde birbirleriyle etkileşime girdikleri, birbirlerinin kararlarından etkilendikleri bilinmektedir [1].

Yolculuk süresi belirsizliğinin ulaşım ağları üzerindeki etkisini incelemek için ilk adım, belirsizlik durumundaki yolculuk seçimi davranışının incelenmesidir. Günlük yolculuk kararlarında yolcular, ulaşım türü ve evden ayrılış zamanı tercihlerini, memnuniyetini veya faydayı en üst düzeye çıkaracak şekilde ayarlamaktadır. Genel olarak, seçim modelleri (beklenen) fayda maksimizasyonu veya (beklenen) maliyet minimizasyonu kavramına dayalı olarak geliştirilmektedir. Birçok köklü

araştırma modelinde yolculuk süresi riski, ortalama yolculuk süresi ile benzer şekilde, yolculuk süresi değişkenliğine ilişkin bir ağırlıklandırma katsayısı ekleyerek veya zamanlama (evden ayrılış zamanı) kararını ayarlayarak yansıtılmaktadır [1]. Small [2] trafik atama modelinde, yolcular için yalnızca trafik tıkanıklığına bağlı olarak değil, aynı zamanda istenen programa uyulmaması nedeniyle (yani toplu ulaşım taşıtı çok erken veya çok geç ulaştığında) bir sürtünme parametresi uygulanmasını önermiştir.

Güvenilirlik, toplu ulaşım sisteminin bir çizelgelemeye ya da daha önceden belirlenmiş sefer aralıklarına ve sabit bir yolculuk süresine bağlı kalma kabiliyeti olarak tanımlanabilmektedir [3]. Toplu ulaşım sistemlerinde güvenilirlik, yolcular ve işletmeciler açısından çok önemli bir yere sahiptir. Güvenilirliğin göz ardı edilmesi yolcular için bekleme sürelerinin artmasına, düzensiz araç sıklıkları nedeniyle konforsuzluğa neden olmaktadır. İşletmeciler açısından ise ölü mesafe ve işletme maliyeti artmasına, ayrıca filodan yararlanma oranının azalmasına yol açmaktadır. Bununla birlikte, yapılan çalışmalar güvenilirliğin yolcuların tür seçimlerini de etkilediğini göstermektedir [4, 5, 6].

Güvenilirlik, toplu ulaşım sisteminin işletme karakteristikleriyle ilişkili olan hizmet kalitesi ölçme yöntemidir [7]. Abkowitz vd. [8], güvenilirliği toplu ulaşım işletmecilerinin ve yolcuların karar verme süreçlerini etkileyen servis özelliklerindeki süreklilik olarak tanımlamıştır. Güvenilirlikle ilgili yapılan çalışmalarda temel olarak toplam yolculuk süresinin ve temel bileşenlerinin tahmin edilmesi konusu incelenmektedir. Özellikle yolculuk süresindeki değişkenlik yolcuları iki farklı şekilde etkilemektedir [9]:

- Güvenilir olmayan servislerin toplam yolculuk süresi ve bekleme süresinin tahmin edilememesi,
- Güvenilir olmayan servislerin, yolcuların faydasızlığı minimize edilmesini amaçlayan en uygun yolculuk seçeneği kararını vermesini engellemesi.

Dolayısıyla yolculuk karar sürecinde güvenilirliğin rolünü incelemek gereklidir. Modelleme aşaması için özellikle şu soruların cevaplanması gerekmektedir:

- Güvenilirlik, fayda fonksiyonunda bir maliyet ölçeklendirme bileşeni midir? Değilse ayrı bir bileşen veya boyut olarak değerlendirilebilir mi?
- Güvenilirlik gelir, yaş ve cinsiyet gibi kişisel bir özellik midir? Değilse ulaşım ağının bir unsuru gibi düşünülebilir mi? [1]

Bu nedenle, güvenilirliğin kişinin karar vermesine nasıl yansıdığına ilişkin mekanizma, ampirik kanıtlarla dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Bu çalışmada, ulaşım sistemi yolculuk süresi güvenilirliğinin, yolcular tarafından algılanma şekli irdelenmiştir. Güvenilirlik algısı iki farklı şekilde sınanmış; öncelikle farklı güvenilirlik algısı oluşturan toplu ulaşım alternatiflerinin tercih sebepleri, ardından süre tasarruf veya kaybı ihtimallerine karşı risk alma davranışları, parametrik modellerle açıklanmaya çalışılmıştır. Böylece, güvenilirliğin bir varyans bileşeninden ziyade, oluşturduğu etkinin farklı yolcu özellikleri ve amaçlarına göre değerlendirilmesinin sağlanması, bu sayede ulaşım sisteminde yapılacak güvenilirliği arttırmaya yönelik yatırımların daha sonuç odaklı olması için bir karar destek verisi oluşturulması amaçlanmıştır.

Davranış modellerini doğrulamada en çok kullanılan ampirik yöntemler, "belirtilen tercih" [10] veya "ortaya konan tercih" [11] anketleri gibi doğrudan yöntemler veya döngüsel dedektör verileriyle yolculuk süresi değişkenliğini kalibre eden dolaylı yöntemler [12] olabilmektedir [1]. Bu çalışmada ulaşım kararlarının analizinde sıkça kullanılan, "belirtilen tercih" anket yaklaşımından yararlanılmıştır. Turistik bölgelerde uygulanan erişim politikalarının etkilerinin değerlendirilmesi [13], yeni raylı sistemlerin günlük iş yolculuklarındaki tür seçimine etkisinin araştırılması [14], Pekin'de yolculuk süresi güvenilirliğinin, yine iş yolculuğu yapanlar tarafından nasıl dikkate alındığının modellenmesi [15] gibi belirtilen tercih anketine dayalı çalışmalar, bu yöntemin tercihinde etkili olmuştur. Sosyo-ekonomik ve ulaşım-aktivite çeşitliliği bakımından türdeş yakın bir örneklem elde etmek amacıyla, İzmir'in Buca ilçesindeki Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Tınaztepe Kampüsü'nde öğrenim gören 180 öğrenci katılımcı üzerinde çoktan seçmeli olarak düzenlenen bir "belirtilen tercihler" anketi uygulanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünün ilk kısmında, uygulanan ankete ilişkin bilgiler verilmiştir. Anket sonucu elde edilen veriler kullanılarak, güvenilirlik algısının bağımlı değişken olduğu çoklu lojistik regresyon modelleri oluşturulmuştur. Lojistik regresyon modeli, çoktan seçmeli cevaplarda olduğu gibi ayrık bağımlı değişkenlerin kullanıldığı birçok alanda standart bir analiz yöntemine dönüşmüştür [16]. Bu model yapısına ilişkin detaylar ikinci bölümün ikinci kısmında aktarılmıştır. Üçüncü bölümde, anket verilerinden, tür seçim ve güvenilirlik modellerinden elde edilen bulgular aktarılmış, son bölümde ise bulgulardan elde edilen çıkarımlar tartışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma için öncelikle belirtilen tercih anketi oluşturulup uygulanmıştır. Bu ankette güvenilirlik algısında etken olabilecek kişisel veriler sorulmuş, ardından güvenilirlik algısını ölçmeye yarayan varsayımsal ulaşım türlerine ve güvenilirlik senaryolarına ilişkin cevaplar elde edilmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla, farklı güvenilirlik düzeyleri öneren ulaşım türleri ve farklı düzeyde risk içeren güvenilirlik senaryoları için çoklu lojistik regresyon modelleri oluşturulmuştur. Kullanılan anket ve model kurgusuna ilişkin detaylar iki başlık halinde aşağıda detaylandırılmıştır.

2.1. Belirtilen tercih anketi

Yanıtlayan kişilere, gerçek durumları tecrübe etme zorunluluğu olmaksızın, varsayımsal durumların sunulduğu ve her bir sunulan alternatife ait özelliklere dayalı olarak seçim yapmaları istenen anketlere belirtilen tercih anketi denilmektedir. Bu anketler genellikle, alternatifler için fayda fonksiyonunu tahmin etmeye odaklanmış, ortaya konan tercih yönteminin çok popüler bir alt sınıfıdır [17].

Çalışmada kullanılan anketin kurgulanmasında, 2003 yılında Hong Kong Bilim ve Teknoloji Üniversitesi (HKUST) tarafından gerçekleştirilen çalışmadan yararlanılmış [1], çalışmadaki anket sadeleştirilerek İzmir ulaşım altyapısı ve DEÜ Tınaztepe Kampüsü'nün erişim olanaklarına uyarlanmıştır.

Çoğunluğunu DEÜ Mühendislik Fakültesi öğrencilerinin oluşturduğu toplam 180 katılımcıya anket formu açıklanıp dağıtıldıktan bir süre sonra toplanarak gerçekleştirilen anket iki bölüme ayrılmıştır. Birinci bölümde, katılımcının cinsiyeti, yaşı, üniversitedeki yılı, İzmir'de bulunma süresi (yıl), İzmir'de oturduğu ilçe, kampüse gelirken

toplu taşıma kullanıp kullanmadığı, ne sıklıkla toplu taşıma kullandığı, en sık kullandığı güzergâhta aktarma yapılıp yapılmadığı, aktarma yapıyorsa kaç farklı ulaşım türünü beraber kullandığı ve toplu taşıma türü seçiminde en önemli etkenin ne olduğu gibi sorular sorulmuştur. Kişisel ve temel ulaşım davranışı tercihlerini içeren birinci kısım cevapları çalışmada sunulan modellerde açıklayıcı (bağımsız) değişkenleri oluşturmuştur. Elde edilecek verilerin tamamının kategorik olması ve cevaplama kolaylığı için tüm sorular çoktan seçmeli formatta düzenlenmiştir. Sorular ve 0-1 şeklinde sayısallaştırılıp model için kukla değişkene dönüştürülen seçenekler Tablo 1'de verilmiştir.

Anketin ikinci kısmında iki temel bölümde varsayımsal ulaşım tercihleri sorulmuş ve elde edilen cevaplar farklı modeller için bağımlı değişkenleri oluşturmuştur. Varsayımsal sorularda, yolculuk algısında eşdeğerlik sağlamak için, öğrencilerin kayda değer bir kısmının yaşadığı, öğrenci odaklı sosyal aktivite bakımından yoğun olan Bornova ilçesi ile Tınaztepe Kampüsü arasında yaptıkları yolculuklar için cevaplamaları istenmiştir. İkinci kısmın ilk bölümünde katılımcılardan, sınava geliş, derse geliş ve eve dönüş yolculuk amaçları için farklı güvenilirlik algıları yaratabilecek üç toplu ulaşım alternatifi arasından tercih yapmaları istenmiştir. Yolculuk amacı, ulaşım ana planı gibi modelleme çalışmalarında genellikle ev uçlu iş, ev uçlu eğitim ve ev uçlu olmayan gibi sınıflara bölünmektedir. Bu anket çalışmasında katılımcılara aktarılan yolculuk amaçlarının tamamı, ana plan model mantığına göre ev uçlu eğitim sınıfına girmektedir. Çalışmada, yolculuğun yönüne ve sonunda dâhil olunan aktiviteye göre önem düzeyini belirlemek için yolculuk amacı bakımından daha farklı bir amaç sınıflandırması yapılmıştır. Amaçlara

göre sunulan ulaşım türleri aşağıdaki gibidir:

- Otobüs ile aktarmasız yolculuk (O)
- Metro-banliyö - otobüs aktarmalı yolculuk (MBO)
- Metro-otobüs aktarmalı yolculuk (MO)

Tablo 1. Açıklayıcı değişkenleri oluşturan anket soruları ve seçenekler

| Anket sorusu | Seçenekler |
|-----------------------------------|---|
| Cinsiyet | a) Bayan b) Erkek |
| Yaş | a) 18'den az b) 18-21 c) 22-25 d) 25'den fazla |
| Üniversitedeki yıl | a) İlk senem b) 2-3 c) 4-5 d) Daha fazla |
| Şehirde bulunma | a) 1 yıldır b) 2-4 yıldır c) 4-10 yıldır d) 10 yıldan fazla |
| Yaşadığı ilçe | a) Buca b) Bornova c) Karşıyaka d) Hatay e) Gazieмир f) Diğer |
| Toplu taşıma (TT) kullanıcısı mı? | a) Evet b) Kendi aracım c) Yakında oturuyorum |
| TT kullanma sıklığı | a) Her gün b) Hafta içi her gün c) Haftada birkaç gün d) Hafta sonları e) Kullanmıyorum |
| Aktarma sayısı | a) Tek araçla geliyorum b) 1 c) 2 d) Daha fazla e) Toplu taşıma |
| Aktarma taşıtı | a) Otobüs b) Metro c) Banliyö d) Vapur e) Dolmuş f) Aktarma yapmıyorum |
| Tür seçim etkeni | a) Güvenilirlik b) Konfor c) Kısa süre d) Aktarmasız olması e) Ekonomik olması |

Şehir içi güzergâhı kullanan bir hattın önerildiği ilk seçenek, aktarmasız olması yönünden konfor sağlarken, ayakta yolculuk yapma ihtimali bakımından konforsuzluk da içermekte; yolculuk süresi, trafik ve biniş yoğunluğuna bağlı olarak bir miktar değişebilmektedir. İkinci seçenek, iki adet aktarma içermekle beraber, yolculuğun büyük bir kısmı raylı sistemler üzerinde yapıldığından yüksek güvenilirlik sağlamaktadır. Üçüncü alternatif hem bir aktarma içermekte, hem de Bornova'dan yapılan yolculuğun büyük bir kısmı yine otobüs ile gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, yolculuk süresi güvenilirliği bakımından en düşük alternatif olarak algılanma ihtimali yüksektir. Tür seçimi için oluşturulan çoklu lojistik regresyon modellerinde son seçenek karşılaştırma kategorisi olarak alınmış, böylece katılımcıların hangi sebeplerle daha yüksek güvenilirlik sunan ulaşım türlerine yöneldiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Tür seçimi sorularının ardından, katılımcıların yolculuk süresi güvenilirliği algısını ortaya çıkarmak amacıyla, farklı düzeyde güvenilirlik riski içeren ve ikişer seçenekten oluşan üç farklı varsayımsal soru, sınava geli ve eve dönüş amaçlı yolculuklar için ayrı ayrı (iki amaç ve üç senaryo için toplam 6 soru) olmak üzere sorulmuştur. Bu sorular, yolculuk süresinin değişiminde risk almayan veya daha az risk alan yolcuların güvenilirliğe daha çok önem verdiği hipotezine dayanmaktadır.

Kısaca "net güvenilirlik" adıyla değinilen birinci güvenilirlik senaryosu (GS1) soruları, garanti bir yolculuk süresine karşı %50 ihtimalle garanti sürenin yarısını kazanma veya kaybetme seçeneğini sunmakta olup seçenekler:

A) % 50 ihtimalle 30 dk., % 50 ihtimalle 90 dk. sürecek yolculuk

B) % 100 ihtimalle 60 dk. sürecek yolculuk

şeklinde. İkinci seçenekte ilkindeki eşit olasılıklı aralığın ortalaması garanti süre olarak önerilmektedir. Düşük riskli güvenilirlik algısının ölçüldüğü ikinci senaryodaki (GS2) seçenekler:

A) % 60 ihtimalle 60 dk., % 40 ihtimalle 75 dk. sürecek yolculuk

B) % 80 ihtimalle 45 dk., % 20 ihtimalle 100 dk. sürecek yolculuk

şeklinde olup düşük baskın 1/4 süre kazanma olasılığına karşılık yüksek baskın iki kattan fazla süre kazanma olasılığı sunmaktadır. İkinci seçenekte yolculuk, ilkinde göre büyük olasılıkla (ilk seçeneğin alt sınırından) 15 dk. daha kısa, küçük olasılıkla (ilk seçeneğin üst sınırından) 15 dk. daha uzun olacaktır. Yüksek riskli güvenilirlik algısını değerlendirmeye yönelik üçüncü senaryoda (GS3) ise:

A) % 60 ihtimalle 75 dk., % 40 ihtimalle 100 dk. sürecek yolculuk

B) % 20 ihtimalle 45 dk., % 80 ihtimalle 120 dk. sürecek yolculuk

seçenekleri sunulmuş olup düşük baskın 1/4 süre kazanma olasılığına karşılık yüksek baskın 2.5 kat süre kaybetme olasılığı önerilmektedir. İkinci seçenekte yolculuk, ilkinde göre küçük olasılıkla (ilk seçeneğin alt sınırından) 30 dk. daha kısa, büyük olasılıkla (ilk seçeneğin üst sınırından) 20 dk. daha uzun olacaktır. Anket sonuçlarına ilişkin temel bulgular Bölüm 3.1'de verilmiştir.

2.2. Çoklu lojistik regresyon

Regresyon yöntemleri, bir yanıt değişkeniyle bir veya daha fazla açıklayıcı değişken arasındaki ilişkiyi açıklayan herhangi bir veri analizinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bağımlı değişkeninin iki veya daha fazla ayrık değer alması, özellikle davranışsal

analizlerde sıkça karşılaşılan bir durumdur. Lojistik regresyon modeli, son yıllarda ayrık bağımlı değişkenlerin kullanıldığı birçok alanda standart bir analiz yöntemine dönüşmüştür [16]. Lojistik regresyon analizinin kullanım amacı, istatistikte kullanılan diğer model yapılandırma teknikleriyle aynı olup temel amaç, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi, en az değişken ile en iyi uyuma sahip olacak şekilde tanımlayabilen, kabul edilebilir bir model kurmaktır [18, 19]. Lojistik regresyon, en küçük kareler algoritmalarına dayanan genel doğrusal modellerin özellikle doğrusallık, normallik, eş varyanslılık (homoscedasticity) gibi birçok kısıtlayıcı varsayımını gerektirmemektedir [20]. Bu çalışmada, çoklu yanıt (polytomous) ve çok değişkenli (multivariate) lojistik regresyon modelinden yararlanılmıştır. Model mantığı, basit ikili (dichotomous) lojistik regresyon mantığından türetilerek aşağıda aktarılmıştır.

Basit ikili lojistik regresyonda, bağımlı değişken Y "var" ve "yok" gibi iki kategoriye sahiptir ve model kurulmadan önce "1" ve "0" şeklinde sayısallaştırılmalıdır. X açıklayıcı değişken ve ε hata terimi olarak düşünülürse basit en küçük kareler modeli aşağıdaki gibi tanımlanabilmektedir:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

Burada X_i , "i"nci gözlem için açıklayıcı değişken, Y_i Bernoulli dağılımlı ikili yanıt değişkenini ifade etmektedir. Hata teriminin beklenen ortalama değerinin "0" olduğu düşünülürse, yanıtın beklenen ortalama değeri:

$$E[Y_i] = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_i \quad (2)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

olacaktır. Y_i Bernoulli dağılımlı rastgele değişken olduğundan olasılık fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilmektedir:

$$f(Y; \pi) = \begin{cases} \pi, & Y = 1 \\ 1 - \pi, & Y = 0 \end{cases} \quad (3)$$

π_i , $Y_i=1$ ve $1-\pi_i$ $Y_i=0$ olma olasılıkları ise Bernoulli rastgele yanıt Y 'nin beklenen değeri:

$$E[Y_i] = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_i = 1(\pi_i) + 0(1 - \pi_i) = \pi_i \quad (4)$$

olmaktadır. Yanıt değişkeninin beklenen değerinin 0-1 aralığında olması istendiğinden lojistik dönüşüm uygulanması gerekmektedir:

$$\pi_i = E[Y_i] = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 \cdot X_i)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 \cdot X_i)} \quad (5)$$

Böylece doğrusal lojit model (logaritmik olasılıklar) aşağıdaki gibi elde edilebilmektedir:

$$\text{lojit}[\pi(x)] = g(x) = \ln \frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_i \quad (6)$$

Burada,

$$\pi(x) = P(Y = 1|X = x) = 1 - P(Y = 0|X = x) \quad (7)$$

olup doğrusal öngörücü yaklaşım ile lojit bağlantıyı sağlamaktadır [21, 22].

Çok değişkenli lojistik regresyon ise basitçe, katsayılar doğrusal bağıntının "k" adet bağımsız değişken içeren şeklidir:

$$\pi(x) = [\exp(\beta_0 + \beta_1 \cdot X_{i1} + \beta_2 \cdot X_{i2} + \dots + \beta_k \cdot X_{ik})] / [1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 \cdot X_{i1} + \beta_2 \cdot X_{i2} + \dots + \beta_k \cdot X_{ik})] \quad (8)$$

Çok yanıtli lojistik regresyon, ulaşım planlamasında bireysel tür seçimi modellerinde sıkça kullanılan çoklu lojit modelin özel bir durumu olarak hesaplanabilmektedir [23, 24]. İkili lojistik modelin çok yanıtli modele dönüştürülmesi için bağımlı (yanıt) değişkendeki bir yanıt (genellikle ilk veya son yanıt) referans kategorisi olarak atanmakta ($Y=h_0$), diğer kategorilere ait üyelik olasılıkları referans kategorisinininki ile kıyaslanmaktadır. Bağımlı değişken M sayıda kategoriye sahip ise M-1 adet model denkleminin hesaplanacağı anlamına gelmektedir. Her bir kategori için lojit olasılık:

$$\begin{aligned} g_h(X_1, X_2, \dots, X_k) \\ = \exp(\beta_h + \beta_{h1} \cdot X_1 \\ + \beta_{h2} \cdot X_2 + \dots \\ + \beta_{hk} \cdot X_k) \\ h = 1, 2, \dots, M - 1 \end{aligned} \quad (9)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada k indisi, bağımsız değişken numarasını gösterirken h indisi, bağımlı değişken kategorisini göstermektedir. Seçilen referans kategori için $g_0(X_1, X_2, \dots, X_k)=1$ dir. Y'nin referans kategori dışındaki herhangi bir kategoride olma olasılığı ise:

$$\begin{aligned} P(Y = h | X_1, X_2, \dots, X_k) = \\ \frac{\exp(\beta_h + \beta_{h1} \cdot X_1 + \beta_{h2} \cdot X_2 + \dots + \beta_{hk} \cdot X_k)}{1 + \sum_{h=1}^{M-1} \exp(\beta_h + \beta_{h1} \cdot X_1 + \beta_{h2} \cdot X_2 + \dots + \beta_{hk} \cdot X_k)} \quad (10) \\ h = 1, 2, \dots, M - 1 \end{aligned}$$

olmaktadır. Referans kategori için olasılık:

$$\begin{aligned} P(Y = h_0 | X_1, X_2, \dots, X_k) = \\ \frac{1}{1 + \sum_{h=1}^{M-1} \exp(\beta_h + \beta_{h1} \cdot X_1 + \beta_{h2} \cdot X_2 + \dots + \beta_{hk} \cdot X_k)} \quad (11) \\ h = 1, 2, \dots, M - 1 \end{aligned}$$

şeklinde hesaplanmaktadır [24]. Çalışmada tür seçim modelleri 3 kategoriye sahip olduğundan çok yanıtli

lojistik regresyon ile, güvenilirlik senaryosu modellerinde ise ankette iki seçenek sorulduğundan ikili lojistik regresyon ile modellenmiştir. Tür seçimin modellenmesi için ankette sunulan yalnız otobüs, metro-banliyö aktarması ile metro-otobüs aktarması seçeneklerinden sonuncusu referans kategorisi olarak seçilmiştir.

Lojistik regresyon yönteminde ayrık çıktılar (0 veya 1) elde edilmesi gerektiğinden, model katsayılarının elde edilmesi doğrusal regresyon modelindeki gibi basit en küçük kareler yöntemi ile mümkün olmamaktadır. Model parametreleri, maksimum olabilirlik, iterasyonla ağırlıklandırılmış en küçük kareler, minimum lojit Ki-kare gibi yöntemlerle bulunabilmektedir [16]. Bu çalışmada, lojistik regresyon bağımsız değişkenlerine ait β katsayıları, sıkça kullanılan bir yaklaşım olan Maksimum Olabilirlik Yöntemi ile elde edilmiştir.

Gözlem verisi içindeki bütün (x_i, y_i) veri çiftinin birleştirilmiş olasılık fonksiyonu, model parametrelerine ait olabilirlik fonksiyonu $(L(b_0, b_1))$ olarak tanımlanmaktadır. Tek bir noktaya ait olasılık yoğunluk fonksiyonu:

$$\begin{aligned} P(Y = y_i) = f(y_i) \\ = \pi(x_i)^{y_i} (1 - \pi(x_i))^{1-y_i} \quad (12) \end{aligned}$$

şeklinde ifade edilirse, birleşik olabilirlik fonksiyonu:

$$\begin{aligned} L(\beta_0, \beta_1) = g(y_1, y_2, \dots, y_n) \\ = \prod_{i=1}^n f_i(y_i) \\ = \prod_{i=1}^n \pi(x_i)^{y_i} (1 - \pi(x_i))^{1-y_i} \quad (13) \end{aligned}$$

şeklini almaktadır. Bu fonksiyonu maksimize edebilmek için her bir parametreye göre türevinin alınıp sifıra eşitlenerek çözülmesi gerekmektedir. Bu aşama, denklemin doğal logaritması

üzerinde aynı işlem uygulanarak basitleştirilebilmektedir:

$$\ln L(\beta_0, \beta_1) = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln(\pi(x_i)) + (1 - y_i) \ln(1 - \pi(x_i))\} \quad (14)$$

Olasılıksal yanıt değişkeni sadeleştirilirse:

$$\ln L(\beta_0, \beta_1) = \sum_{i=1}^n \left\{ y_i (\beta_0 + \beta_1 \cdot X_i) - \ln(1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 \cdot X_i)) \right\} \quad (15)$$

şekline dönüşmektedir. Burada her bir parametre için sıfıra eşitlenip çözülmesi gereken denklemler:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\beta_0, \beta_1)}{\partial \beta_0} &= \sum_{i=1}^n [y_i - (\beta_0 + \beta_1 \cdot X_i)] = 0 \\ \frac{\partial \ln L(\beta_0, \beta_1)}{\partial \beta_1} &= \sum_{i=1}^n x_i [y_i - (\beta_0 + \beta_1 \cdot X_i)] = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

şeklinde ortaya çıkmaktadır. Logaritmik olabilirlik fonksiyonu doğrusal ve kapalı bir forma sahip olmadığından parametrelerin 0'dan başlatılarak iteratif olarak değiştirildiği Newton-Raphson algoritması gibi yöntemler uygulanabilmektedir [25].

Çalışmada, çok değişkenli lojistik modeller IBM SPSS Statistics (v.24) paket yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Model açıklayıcı değişkenleri seçilirken "ileri kademeli" (forward stepwise) değişken ekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde her bir adımda olabilirlik oranı (Ki-kare) test sonucu 0.05'ten küçük olan değişkenler modele dâhil edilirken, değişkenler eklendikçe olabilirlik oranı testi 0.10'un altına inen değişkenler modelden çıkarılmaktadır.

Bu iki eşik değer her açıklayıcı değişken için sağlanana kadar iterasyonlar devam etmektedir [26].

Lojistik regresyon model başarımını ifade etmek için birçok istatistiksel ölçüt geliştirilmiştir. Bunlardan en basiti sapma istatistiği (deviation) olup logaritmik olabilirlik fonksiyonun "-2" katı şeklinde hesaplanmaktadır. Eğer sonuç modelinin sapma istatistiği, yalnız sabit terim içeren modelin sapma istatistiğinden anlamlı derecede farklı ise açıklayıcı değişkenlerin, yanıt değişkenini tahmin etmede katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Bunun için olabilirlik oranı (Ki-kare), yalnız sabitli ve sonuç modellerinin sapma istatistiklerinin farkı şeklinde hesaplanmakta, Ki-kare dağılımında iki modelin serbestlik derecesi farkına göre test edilmektedir [27].

İkinci bir başarıım ölçütü, modelin veriye uyumunu sınımaya yöneliktir. Çalışmada uyum derecesini belirlemek için Pearson sapma istatistiği kullanılmıştır. Bu yaklaşım model tahminlerinin gözlem verilerinden farklı olup olmadığını sınamakta, farklılık belirgin değilse (anlamlılık %5'in üzerinde ise) modelin uyum derecesinin iyi olduğu sonucuna varılmaktadır.

Lojistik regresyon model başarımının doğrusal regresyondaki gibi 0-1 aralığında tek bir istatistik ile ifade edilebilmesi için bazı yapay R-kare istatistikleri türetilmiştir. Cox ve Snell tarafından önerilen yapay R-kare, olabilirlik oranı (Ki-kare) ve n veri sayısına bağlıdır [28]:

$$R_{CS}^2 = 1 - \exp \left(\frac{(-2MOF(sonuc)) - (-2MOF(sabit))}{n} \right) \quad (17)$$

Ancak bu istatistik hiçbir zaman teorik maksimum "1" değerine

ulaşamamaktadır. Bu durumu düzeltmek için Nagelkerke tarafından aşağıdaki iyileştirme önerilmiştir [27]:

$$R_N^2 = \frac{R_{CS}^2}{1 - \exp\left(-\frac{2MOF(sabit)}{n}\right)} \quad (18)$$

McFadden tarafından önerilen diğer bir yapay R-kare istatistiği de aşağıdaki gibidir:

$$R_{MF}^2 = 1 - \frac{MOF(sonuç)}{MOF(sabit)} \quad (19)$$

Genel başarımlı ölçütlerinden bir diğeri de başarılı tahmin oranıdır. Basitçe her bir gözleme karşılık tahmin edilen olasılığın tamsayıya yuvarlanmış değerinin ne oranda birbirine eşit olduğunu ortaya koymaktadır [27].

3. Bulgular

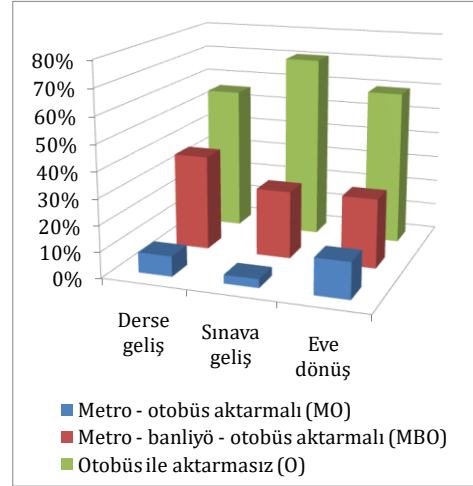
Anket verilerinin değerlendirilmesi, üç farklı tür seçim modeli ve altı farklı güvenilirlik senaryo modeline ilişkin bulgular bu bölümde üç ayrı başlık altında sunulmuştur.

3.1. Anket sonuçları

Bu bölümde, toplam 180 öğrenci katılımcı ile gerçekleştirilen, "belirtilen tercih" esaslı güvenilirlik algısı anketi sonuçlarından önemli bazı istatistikler sunulmuştur. Şekil 1'de, farklı güvenilirlik algıları oluşturan üç değişik toplu ulaşım seçeneğinin ulaşım amaçlarına göre tercih edilme yüzdeleri görülmektedir.

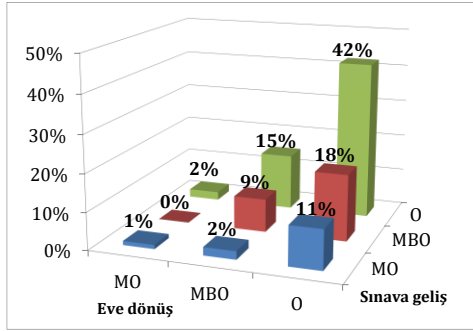
Otobüs ile aktarmasız yolculuk, en yüksek güvenilirliği sağlayan tür olduğundan tüm yolculuk amaçları için en çok tercih edilen tür olmuştur. Onu, orta düzeyde güvenilirlik sağlayabilecek metro-banliyö-otobüs aktarmalı yolculuk izlemiştir. Katılımcıların düşük güvenilir olan metro-otobüs aktarmasının özellikle

sınava geliş amaçlı yolculuklarda oldukça az (%3) tercih ederek aktarmasız seçeneğe yönelmesi, yolculuk amacının güvenilirlik algısında önemli olduğunu göstermektedir. Düşük güvenilir türün seçim oranının eve dönüşlerde kayda değer düzeyde olması da (%14) bu durumun bir diğer göstergesidir.



Şekil 1. Yolculuk amaçlarına göre tür seçim yüzdeleri

Her bir katılımcının sınava geliş ve eve dönüş amaçları arasında tür seçiminin ne düzeyde farklı olduğu Şekil 2 yardımıyla değerlendirilebilir. Yolculuk amacına göre tür seçimi etkilenmeseydi, şekilde köşegene denk gelen (MO-MO, MBO-MBO ve O-O) sütunlarda yığılma olurken diğer sütunların hemen hemen boş kalması beklenirdi. Bu durumun gerçekleşmediği şekilden net olarak anlaşılmaktadır. Örneğin MBO türüyle sınava gelip aynı türle eve dönmeyi tercih eden katılımcılar %9 iken, aktarmasız otobüsle (O) dönmeyi tercih edenler %18 düzeyinde gözlemlenmiştir. Benzer şekilde geliş ve dönüşte otobüsü seçenler %42 iken, toplamda %59 olan otobüsle geliş içinden %17'lik kesim dönüşte diğer türlere yönelmiştir. Sonuç olarak, yolculuğun yönü ve sonundaki aktivite türüne göre algılanan güvenilirlik, aynı birey için de belirgin şekilde ayırt edicidir.



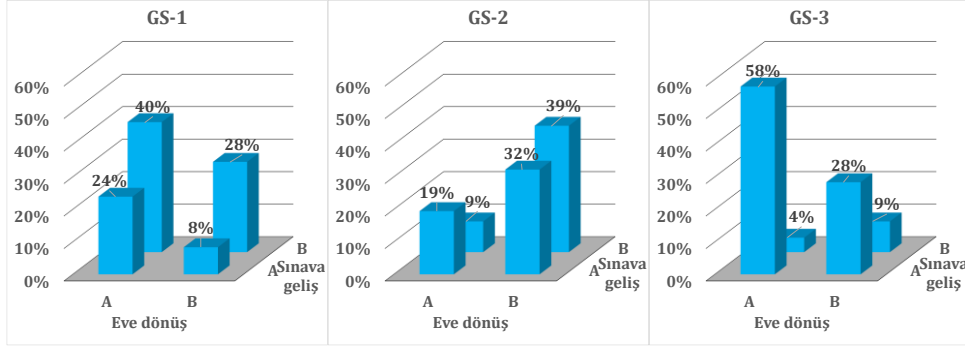
Şekil 2. Aynı katılımcılara ait sınava geliş ve eve dönüşte ulaşım türü seçimlerinin yüzdesel dağılımı

Şekil 3'te, güvenilirlik senaryolarına verilen cevapların yolculuk amaçlarına göre çapraz karşılaştırmaları verilmiştir. Şekildeki grafiklerin amaçlara göre simetrik olmaması, her bir senaryoda güvenilirlik algısının yolculuk amacından etkilendiğini göstermektedir. GS1 grafiğinde, sınava gelişte garanti süreyi (B) tercih edenlerin eve dönüşte %50 sapma riski almaları çoğunluktadır (%40). GS-2 grafiği eve dönüşte riskli seçeneğe (B) yönelimin yüksek olduğunu (%32+%39=%71), ancak aynı kişilerin sınava gelişte de B'yi seçerek risk alabildiğini (%39) göstermektedir. Yüksek riskli GS3 senaryosunda ise her iki yolculuk amacı için göreceli düşük risk öneren A cevabı baskın olmuş (%58), eve dönüşte dahi güvenilirlikte yüksek riske girme %28'de kalmıştır. Beklendiği üzere, sınava gelirken yüksek risk alma önerisi toplamda sadece %13'lük bir kabul görmüştür.

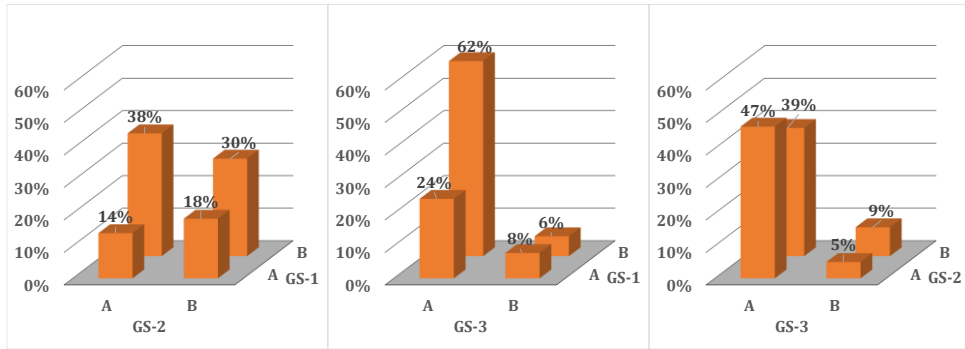
Güvenilirlik senaryolarının kendi aralarında nasıl bir algı oluşturduklarını anlayabilmek için senaryo cevaplarının çapraz tabloları yardımıyla bazı grafikler oluşturulmuştur. Şekil 4'te sınava geliş yolculukları için güvenilirlik senaryolarına verilen cevapların çapraz karşılaştırmaları görülmektedir. Net güvenilirlik algısına yönelik GS1 senaryosuna, garanti yolculuk süresi öneren B cevabını verenlerin büyük bir kısmı GS2 senaryosunda daha az risk

içeren B'yi tercih etmiştir (%38). Bununla birlikte GS1'de garanti süre öneren B cevabını verenlerin diğer bir önemli kesimi de GS2 senaryosunda A'ya göre daha çok risk öneren B cevabını (%30) vermiştir. Dolayısıyla düşük riskli GS2 senaryosunun GS1 ile ayrımı katılımcılar için çok net değildir. Başka bir deyişle katılımcılar, sınava geliş gibi önemli amaçlı yolculuklar için dahi düşük riskler olarak yolculuk süresini kısaltmayı göze alabilmektedir. GS1 ile yüksek riskli GS3 senaryoları arasındaki ayrım ise çok daha nettir. GS1'de garanti süre öneren B'yi seçen katılımcıların çoğu GS3'te de düşük risk öneren (B'ye göre) A'yı seçmiştir (%62). Yüksek riske yönelmeme davranışı tutarlı olmuştur. GS2-GS3 karşılaştırıldığında, en çok cevap çiftinin her iki senaryoda daha az riskli olan A seçeneğinde (%47) olduğu görülmektedir. Dolayısıyla iki senaryo için risk almama davranışında bir ortaklık söz konusudur. Ancak GS3'te az riskli alternatifi (A) seçip GS2'de çok riskli (B) alternatife yönelenlerin de payı yüksektir (%39). Bu durum, GS2'nin yüksek riskinin, GS3'ün düşük riskine denk algılandığını göstermektedir. Sonuç olarak sınava geliş yolculukları için güvenilirlik algısının var ya da yok şeklinde doğrudan yorumlanmasının mümkün olmadığı, dolayısıyla algının parametrik bir model ile açıklanmasında yarar olduğu söylenebilir.

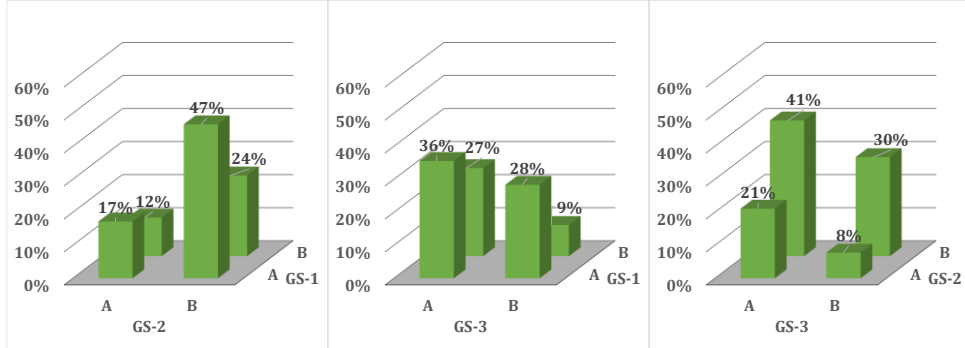
Şekil 5'teki eve dönüş amaçlı yolculukların GS1-GS2 cevapları karşılaştırıldığında, her iki senaryoda sunulan diğer seçeneğe göre daha riskli yolculuk süresi öneren (GS1'de A, GS2'de B) seçeneklerin ortak tercihi baskın gelmiş (%47), risk alma davranışı örtüşmüştür. GS1-GS3 karşılaştırmasında ise, iki senaryo arasındaki risk farklılığı GS1-GS2 çiftine göre daha fazla olmasına rağmen, kayda değer bu tür bir davranış görülmemektedir. GS2-GS3 karşılaştırmasında, düşük riskli



Şekil 3. Senaryo cevaplarının yolculuk amacına göre çapraz karşılaştırması



Şekil 4. Sınava geliş yolculuklarının senaryo cevaplarına göre çapraz karşılaştırması



Şekil 5. Eve dönüş yolculuklarının senaryo cevaplarına göre çapraz karşılaştırması

senaryoda risk alıp (GS2:A) yüksek riskli senaryoda risk almayanların (GS3:A) çoğunlukta olduğu görülmektedir (%41). Sınava geliş yolculuklarında olduğu gibi, GS2'nin yüksek riskinin, GS3'ün düşük riskine denk algılandığını söylenebilir. Dolayısıyla, doğrudan senaryo cevap dağılımlarına bakarak eve dönüşlerde güvenilirlikte risk büyüdükçe riskten kaçınma davranışını yakalayıp katılımcıları belirli algı sınıflarına

ayrımaktır. Sonuç olarak algıda etkili parametrelerin mutlaka lojistik regresyon ve benzeri bir yaklaşımla irdelenmesi gerektiği açıktır.

3.2. Tür seçim modelleri

Farklı yolculuk amaçları için farklı güvenilirlik sunan ulaşım türleri arasındaki seçimde hangi parametrelerin etkili olduğunu sınıma yönelik oluşturulan çoklu lojistik regresyon

modelleri, ikinci bölümde değinilen tüm başarımların kriterleri bakımından iyi sonuçlar vermiştir. Tablo 2’de, derse gelirirken, sınava gelirirken ve eve dönerken seçilen türlere ait üç modelin başarımların istatistikleri görülmektedir. Her üç modelde de yalnız sabit terim içeren olabilirlik fonksiyonu ile sonuç olabilirlik fonksiyonu değerleri arasında kayda değer farklılıklar oluşmuştur. Olabilirlik oranı (Ki-kare) anlamlılık testlerinin 10^{-4} ve altında olması da bunu göstermektedir. Uyum derecesi istatistiklerinin anlamlılık değerleri %5’in oldukça üzerinde olduğundan, model tahminleri ile gözlemlerin farklılığının belirgin olmadığı anlaşılmaktadır. Farklı araştırmacılar tarafından önerilen yapay R-kare değerleri, hiçbir zaman doğrusal regresyonda olduğu gibi teorik maksimum “1” değerine yaklaşmasa da uygulamada verilen örnekler mertebesinde (bkz. [16]). Üç model karşılaştırıldığında en başarılı modelin %70 tahmin oranı ile sınava geliş yolculuk amacına ait model olduğu görülmektedir. Tahmin oranları derse geliş ve eve dönüş modelleri için aynı olsa da diğer başarımların istatistiklerine bakıldığında, derse geliş modelinin daha

iyi sonuç verdiği görülmektedir. Bu durum geliş yolculuklarında daha net ve kestirilebilir bir tür tercihi davranışı olduğunu göstermektedir. Model parametrelerine ait istatistikler Tablo 3’te görülmektedir. Olabilirlik oranı testleri ve Wald istatistiği bakımından modellerde ön plana çıkan değişkenler kalın ve italik yazı ile gösterilmiştir.

Tabloda görülen Wald istatistiği, basitçe parametre katsayısının standart sapmasına oranı olup “0”dan uzaklaştıkça parametrenin modele katkısının yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Olabilirlik oranı testleri, parametre modele katılmadığında maksimum olabilirlik fonksiyonunun (MOF) hangi değeri alacağını göstermekte, bu değer son MOF değerinden kayda değer ölçüde büyük olması, bu parametre modele katılmadığında modelin yakınsayamayacağı, dolayısıyla parametrenin modele yüksek katkısı olduğu anlamına gelmektedir. MOF değerlerindeki farklılık Ki-kare dağılımına göre test edilerek anlamlılığının %10’dan küçük olması beklenmektedir.

Tablo 2. Tür seçim modellerine ait başarımların istatistikleri

| Model türü: | | Derse gelirken | Sınava gelirken | Eve dönerken |
|---------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Sapma | Yalnız sabit terim: | 321.502 | 254.240 | 335.514 |
| (-2*MOF) | Sonuç modeli: | 280.191 | 205.170 | 301.040 |
| Ki-kare: | | 41.312 | 49.070 | 34.474 |
| Ser. der.: | | 10 | 16 | 10 |
| Anlamlılık: | | 9.94E-06 | 3.22E-05 | 1.53E-04 |
| Pearson uyum derecesi | Ki-kare: | 354.458 | 318.038 | 317.342 |
| | Ser. der.: | 342 | 336 | 342 |
| | Anlamlılık: | 0.310 | 0.752 | 0.827 |
| Yapay R-kare | Cox and Snell: | 0.205 | 0.239 | 0.174 |
| | Nagelkerke: | 0.246 | 0.315 | 0.206 |
| | McFadden: | 0.128 | 0.192 | 0.102 |
| Başarılı tahmin oranı: | | 61.11% | 70.56% | 61.11% |

Tablo 3. Tür seçim modellerine ait açıklayıcı değişken istatistikleri

| Model Türü | Model Parametreleri | Değişken İstatistikleri | | | | | | Olabilirlik Oranı Testleri | | |
|--|--|-------------------------|------------|-----------------|-------------------------|------------|-----------------|----------------------------|--------------|-----------------|
| | | Yalnız otobüs | | | Metro-banliyö aktarmalı | | | -2*MOF | Ki-Kare | Anlam- lılık |
| | | Katsayı | Wald Testi | Anlam- lılık | Katsayı | Wald Testi | Anlam- lılık | | | |
| Derse gelirken tür seçimi | Sabit terim | -0.27 | 0.04 | 0.84 | -17.11 | 249.26 | 0.00 | 280.19 | 0.00 | |
| | Tür seçim etkeni (kısa süre) | 1.36 | 4.54 | 0.03 | 0.79 | 1.41 | 0.23 | 286.70 | 6.51 | 0.04 |
| | TT kullanma sıklığı (hiç) | 0.36 | 0.05 | 0.81 | 18.21 | | | 292.37 | 12.18 | 0.00 |
| | Üniversitedeki yıl (4-5) | 2.29 | 4.34 | 0.04 | 2.18 | 3.78 | 0.05 | 287.41 | 7.22 | 0.03 |
| | Cinsiyet | 15.87 | 0.00 | 0.99 | 16.73 | 0.00 | 0.99 | 294.22 | 14.03 | 0.00 |
| | Aktarma sayısı (TT kullanmıyor) | 0.64 | 0.33 | 0.56 | -0.80 | 0.54 | 0.46 | 287.43 | 7.24 | 0.03 |
| Sınava gelirken tür seçimi | Sabit terim | -3.81 | 0.00 | 1.00 | -21.42 | 0.00 | 0.98 | 205.17 | 0.00 | |
| | Aktarma taşıtı (otobüs) | 14.76 | 0.00 | 0.99 | 15.21 | 0.00 | 0.98 | 211.14 | 5.97 | 0.05 |
| | TT kullanma sıklığı (haftada 2-3) | 0.57 | 0.37 | 0.55 | 1.37 | 1.92 | 0.17 | 209.84 | 4.67 | 0.10 |
| | Üniversitedeki yıl (2-3) | 0.51 | 0.26 | 0.61 | -0.51 | 0.24 | 0.63 | 211.26 | 6.09 | 0.05 |
| | Aktarma sayısı (2) | 3.35 | 6.01 | 0.01 | 2.95 | 4.25 | 0.04 | 211.51 | 6.34 | 0.04 |
| | Aktarma sayısı (TT kullanmıyor) | 1.62 | 2.00 | 0.16 | 0.15 | 0.02 | 0.90 | 213.99 | 8.82 | 0.01 |
| | Aktarma taşıtı (yok) | 15.40 | 0.00 | 0.98 | 16.62 | 0.00 | 0.98 | 216.83 | 11.66 | 0.00 |
| | Tür seçim etkeni (konfor) | 1.11 | 1.12 | 0.29 | 2.70 | 4.51 | 0.03 | 211.77 | 6.60 | 0.04 |
| Tür seçim etkeni (aktarma sayısı) | -14.30 | 0.00 | 0.99 | 1.62 | | | 217.34 | 12.18 | 0.00 | |
| Eve dönerken tür seçimi | Sabit terim | -1.10 | 0.00 | 1.00 | 14.10 | 0.00 | 0.95 | 301.04 | 0.00 | |
| | Otomobil kullanıcısı | -13.44 | 0.00 | 0.95 | -11.22 | 0.00 | 0.96 | 318.08 | 17.04 | 0.00 |
| | Yaşadığı ilçe (Gaziemir) | 2.04 | 4.93 | 0.03 | 0.67 | 0.61 | 0.44 | 306.87 | 5.83 | 0.05 |
| | Şehirde bulunma (1 yıl) | 13.80 | 0.00 | 0.99 | -3.04 | | | 306.22 | 5.18 | 0.08 |
| | Üniversitedeki yıl (4-5) | 1.55 | 6.54 | 0.01 | 0.85 | 1.73 | 0.19 | 310.39 | 9.35 | 0.01 |
| | Toplu Taşıma (TT) kullanıcısı | -1.04 | 4.19 | 0.04 | -0.11 | 0.04 | 0.84 | 308.21 | 7.17 | 0.03 |

Daha önce de değinildiği gibi, tür seçimi sorusundaki üçüncü seçenek olan metro-otobüs aktarması referans kategori olarak alınmış, diğer aktarmasız otobüs ve metro-banliyö aktarmalı türler bu referansa kıyasla modellenmiştir. Kullanılan bütün bağımsız değişkenler kukla değişken olduğundan SPSS yazılımı bu değişkenlerin 0 veya 1 değeri alması durumlarından bir tanesini referans almaktadır. Tablo 3'teki değişken katsayıları, bütün bağımsız değişkenler için "0" (gerçekleşmeme) değerine göre elde edilen katsayılardır.

Derse gelirken seçilen ulaşım türüne ait model sonuçları incelendiğinde, olabilirlik oranı testlerine göre, model parametrelerinin sonuç modelin yakınsamasına katkısının hepsi için anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle cinsiyet ve toplu ulaşım kullanmama değişkenlerinin olabilirlik fonksiyonuna katkısının büyük olduğu görülmektedir.

Cinsiyet=0 (bayan) parametresinin pozitif etkin çıkması, tür seçiminde daha güvenilir süre sağlayan aktarmasız otobüs ve metro-banliyö aktarmalı türlerin seçimine, bayan öğrencilerin daha net eğilim gösterdiğini sergilemektedir. Toplu ulaşım kullanma sıklığı (hiç)=0 (hiç cevabı vermeme) değişkeninin etkin çıkması da ancak toplu ulaşım kullanıcısı olanların tür seçim algısının modellenebileceğinin göstergesidir. Diğer taraftan, çoğu model parametresinin Wald testi anlamlılıklarının düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, tür seçimini modellemede bu parametrelerin olabilirlik testine göre gerekli, ancak çoğu değişken katsayısının standart sapmasının yüksek olması sebebiyle yetersiz olduğunu göstermektedir. Üniversitedeki yıl (4-5)=0 değişkeni her iki tür modelinde de anlamlı Wald istatistiğine sahip olan tek değişkendir. Bu durum, üniversitede 4 yıldan daha

kısa süredir okumakta olan öğrencilerin tür seçimindeki güvenilirliğe daha çok önem verdiğini göstermektedir. Bunun sebebi, son yılına veya uzatma yılına devam eden öğrencilerin ders ve sınav yüklerinin ilk üç yıla kıyasla daha az olması ve kampüse nispeten daha az sıklıkta gelmeleri olabilir.

Sınava gelirken seçilen ulaşım türü modelinde, olabilirlik istatistiklerine göre en etkili değişkenler tür seçim etkeni (aktarma sayısı)=0 ve aktarma sayısı (toplu taşıma kullanmıyor)=0 cevapları olmuştur. Dolayısıyla mutlaka toplu ulaşım kullanıp tür seçiminde etkin olarak aktarma sayısını beyan etmeyenlerin tür seçiminin, sınava geliş gibi daha önemli bir yolculuk amacı için daha net ortaya konabildiği anlaşılmaktadır. Aktarma sayısı (2)=0 değişkeninin her iki kategori modelinde de Wald istatistiği bakımından anlamlı çıkması, her ne kadar aktarma sayısı etkili seçim faktörü olarak beyan edilmese de tür seçim davranışının, 2'nin altında aktarma yapıldığında kestirilebilir olacağı sonucu ortaya çıkmaktadır. Tür seçim etkeni (konfor)=0 parametresi ise metro-banliyö aktarması kategorisinde Wald testi bakımından etkili çıkmıştır. Bu durum, yüksek önemli yolculukların tür seçiminde konforun çok fazla dikkate alınmıyor olduğunu göstermektedir.

Eve dönüş amaçlı yolculukların tür seçimi modelinde, otomobil kullanıcısı=0 ve üniversitedeki yıl (4-5)=0 cevapları en etkin çıkmıştır. Otomobil kullanıcısı olan ve üniversitede son yılları olan öğrencilerin, sunulan toplu ulaşım seçeneklerine göre tür seçim davranışının net bir şekilde kestirilemeyeceği anlaşılmaktadır.

3.3. Güvenilirlik algısı modelleri

Güvenilirlik senaryoları için geliştirilen 6 farklı modele ait başarımlar istatistikleri Tablo 4'te görülmektedir. Maksimum olabilirlik fonksiyonu bütün modeller için %5'in altında Ki-kare anlamlılıkları vermiştir. Dolayısıyla modellerin yeterince yakınsadığı söylenebilir. Pearson uyum derecesi ve yapay R-kare istatistiklerine bakıldığında, sınava geliş amaçlı yolculuklar için en başarılı modelin yüksek riskli güvenilirlik senaryosuna (GS3) ait olduğu görülmektedir. Bölüm 3.1'deki grafiklerden de görüldüğü gibi, sınava geliş yolculuklarında yüksek riskli güvenilirlik çok fazla tercih edilmediğinden daha net bir eğilim ortaya çıkmakta, dolayısıyla yüksek riskli güvenilirliğin tercih edilmeme sebepleri daha belirgin kestirilebilmektedir. Eve dönüş amaçlı yolculuklardaki güvenilirlik senaryoları karşılaştırıldığında ise net güvenilirlik (GS1) modeli başarımlar olarak ön plana çıkmaktadır. Eve dönüş yolculuklarında risksiz seçeneğin tercih oranının %36 düzeyinde olması, kayda değer güvenilirlik riski alındığını göstermekte, bu modele ait göreceli yüksek başarımlar, bu davranışın sebeplerinin ortaya konabildiğini ifade etmektedir.

Sınava gelişlerde güvenilirlik algısına ilişkin model parametrelerine ait istatistikler Tablo 5'te verilmiştir. Net güvenilirlik algısının sınıandığı GS1 modelinde aktarma sayısı (2 üstü)=0 ve aktarma taşıtı (vapur)=0 cevapları, negatif katsayılar ile etkin bulunmuştur. Modelde risksiz güvenilirlik öneren B seçeneğinin "1", %50 ihtimallerle daha kısa veya daha uzun yolculuk süreleri (B'deki sürenin %50'si oranında) öneren A seçeneğinin "0" olarak sayısallaştırıldığı düşünülürse,

Tablo 4. Güvenilirlik senaryo modellerine ait başarımlar istatistikleri

| Model türü: | | Sınava gelirken | | | Eve dönerken | | |
|------------------------|--------------------|-----------------|----------|----------|--------------|----------|----------|
| | | GS1 | GS2 | GS3 | GS1 | GS2 | GS3 |
| Sapma | Yalnız sabit terim | 224.886 | 246.560 | 143.673 | 234.073 | 216.415 | 238.668 |
| (-2*MOF) | Sonuç modeli: | 213.257 | 230.384 | 120.697 | 209.009 | 200.425 | 230.408 |
| Ki-kare: | | 11.629 | 16.176 | 22.976 | 25.065 | 15.990 | 8.259 |
| Ser. der.: | | 2 | 4 | 6 | 4 | 3 | 2 |
| Anlamlılık: | | 2.98E-03 | 2.79E-03 | 8.05E-04 | 4.88E-05 | 1.14E-03 | 1.61E-02 |
| Pearson | Ki-kare: | 172.632 | 173.155 | 149.144 | 169.028 | 177.000 | 181.139 |
| uyum | Ser. der.: | 174 | 172 | 170 | 172 | 173 | 174 |
| derecesi | Anlamlılık: | 0.515 | 0.461 | 0.874 | 0.550 | 0.402 | 0.340 |
| Yapay | Cox and Snell: | 0.063 | 0.086 | 0.120 | 0.130 | 0.085 | 0.045 |
| R-kare | Nagelkerke: | 0.087 | 0.115 | 0.217 | 0.178 | 0.122 | 0.061 |
| | McFadden: | 0.051 | 0.065 | 0.158 | 0.106 | 0.074 | 0.035 |
| Başarılı tahmin oranı: | | 70.56% | 57.78% | 85.00% | 69.44% | 72.78% | 65.00% |

Tablo 5. Sınava gelirken güvenilirlik algısı modellerine ait açıklayıcı değişken istatistikleri

| Model türü | | Değişken Değerleri | | | Olabilirlik Oranı Testleri | | |
|------------|--|--------------------|------------|------------|----------------------------|---------------|--------------|
| | | Katsayı | Wald testi | Anlamlılık | -2*MOF | Ki-Kare | Anlamlılık |
| GS-1 | Sabit terim | 33.841 | 42314.071 | 0.000 | 213.257 | 0.000 | |
| | Aktarma sayısı (2 üstü) | -17.337 | | | 220.308 | 7.051 | 0.008 |
| | Aktarma taşıtı (vapur) | -17.337 | | | 217.983 | 4.726 | 0.030 |
| GS-2 | Sabit terim | 18.217 | 369.531 | 0.000 | 230.384 | 0.000 | |
| | Tür seçim etkeni (güvenilirlik) | -1.253 | 6.525 | 0.011 | 237.748 | 7.364 | 0.007 |
| | Yaşadığı ilçe (Gaziemir) | -1.301 | 3.095 | 0.079 | 233.921 | 3.537 | 0.060 |
| | Aktarma taşıtı (vapur) | -17.109 | | | 234.920 | 4.536 | 0.033 |
| | Tür seçim etkeni (aktarma sayısı) | 1.346 | 4.238 | 0.040 | 235.184 | 4.800 | 0.028 |
| GS-3 | Sabit terim | 2.781 | 3.041 | 0.081 | 120.697 | 0.000 | |
| | Tür seçim etkeni (güvenilirlik) | -1.675 | 2.345 | 0.126 | 124.161 | 3.464 | 0.063 |
| | Aktarma sayısı (1) | 0.934 | 3.672 | 0.055 | 124.403 | 3.707 | 0.054 |
| | Cinsiyet | -0.922 | 2.982 | 0.084 | 123.608 | 2.912 | 0.088 |
| | Şehirde bulunma (10 yıldan fazla) | -2.177 | 3.865 | 0.049 | 127.035 | 6.338 | 0.012 |
| | TT kullanma sıklığı (haftaıçi) | 1.367 | 3.767 | 0.052 | 124.104 | 3.407 | 0.065 |
| | Aktarma taşıtı (metro) | 1.635 | 10.001 | 0.002 | 131.047 | 10.351 | 0.001 |

kampüse uzak bir ulaşım türü olan vapuru kullanan ve 2'den fazla aktarma yapan öğrencilerin A seçeneğine yöneldiği, bu soruları olumsuz yanıtlayanların B seçeneğine yöneldiği söylenebilir. Sonuç olarak, ulaşımında çok aktarmalı ve düşük güvenilir alternatifleri kullananlar, daha riskli ancak süre kazanma olasılığı sunan seçenekleri tercih edebilmektedir.

Orta riskli seçenekler sunan GS2 senaryosuna ait sınava geliş modelinde tür seçimi etkeni (güvenilirlik)=0 ve (aktarma sayısı)=0 cevapları en etkili

parametreler olmuştur. Modele göre, güvenilirliği tür seçiminde önemseyenler negatif katsayı ile, aktarma sayısını önemsemeyenler ise pozitif katsayı ile B seçeneğine yönelmiştir. Senaryoda, B seçeneği büyük olasılıkla A'nın alt sınırından 15 dk. daha kısa, küçük olasılıkla da A'nın üst sınırından 15 dk. daha uzun yolculuk süreleri önermektedir. Dolayısıyla sınava gelişlerde güvenilirlik bakımından düşük risk alabilme davranışı, güvenilirliğe verilen önemle paralel, aktarma sayısına verilen önemle ters orantılıdır. Sonuç olarak öğrenciler sınava gelişlerinde,

güvenilirliğe önem verseler dahi, aktarma sayısına bakmaksızın düşük riskler alabilmektedir. Ancak bu senaryoya verilen cevapların iki seçenek için birbirine oldukça yakın olması (A:%52-B:%48) ve başarılı tahmin oranının diğer senaryo modellerine kıyasla en düşük olması (%58) sebebiyle, model çıkarımlarının dikkatli yapılması gerekmektedir.

Sınava geliş yolculuklarında yüksek riskli güvenilirlik senaryosuna (GS3) ait modelde ise şehirde bulunma (10 yıldan fazla)=0, aktarma taşıtı (metro)=0 ve aktarma sayısı (1)=0 cevapları etkin parametreler olmuştur. Bunlardan şehirde bulunma değişkeni negatif katsayıya sahipken diğerleri pozitif işaretlidir. Dolayısıyla şehirde 10 yıldan fazla zamandır bulunan, toplu taşımada metro kullanmayan ve 1'den farklı aktarma yapan öğrencilerin, yüksek riskli seçenek sunan "B" cevabına yöneldiği görülmektedir. Şehirde uzun süredir yaşıyor olmak, toplu ulaşım olanakları hakkında daha tecrübeli olmak, metro aktarması yapmamak ise kent merkezine hızlı bir ulaşım türü ile gidebiliyor olmamak anlamına gelmektedir. Dolayısıyla yüksek güvenilir seçeneklerden yararlanamıyor olmak ve şehirdeki tecrübe, yolculuk süresinde risk alabilmeyi beraberinde getirmektedir. 1'den farklı aktarma yapmak, 2 veya üzerinden aktarma tecrübe eden öğrenci sayısının düşük gözlemlendiği (%12) düşünülürse, aktarma kullanmıyor olmanın güvenilirlikte yüksek risk alabilmeye sebep olduğu söylenebilir.

Eve dönüş amaçlı yolculuklar için güvenilirlik algısı modellerine ait parametre istatistikleri Tablo 6'da görülmektedir. Net güvenilirlik algısını sınavan GS1 senaryosu için üniversitedeki yıl (2-3)=0 ve aktarma sayısı (2 üstü)=0 cevapları, pozitif katsayılar ile risksiz "B" alternatifinin

seçiminde etkin olmuştur. 2 ve altında aktarma yapanların risksiz seçeneğe yönelmesi, çok aktarmalı yolculuk yapanlara göre eve dönüş yolculuklarında bile güvenilirliğe daha çok önem verdikleri şeklinde yorumlanabilmektedir. Üniversitede ilk veya son yılını okuyan öğrenciler için de eve dönüş yolculuk süresinde risk almama söz konusudur. Üniversitede genellikle 2. ve 3. sınıf öğretim programları daha yoğun olduğundan, öğrenciler ders ve ders dışı aktiviteler için kampüste daha çok vakit geçirmekte, bu yüzden eve dönüş süresinin toplam aktivite süresine oranı düşük kalmaktadır. Dolayısıyla yolculuk süresi güvenilirliğinde riskli alternatiflere yönelme davranışı, 2. ve 3. sınıf öğrencilerinde bu senaryo için daha baskındır.

GS2 senaryosunda ise eve dönüş yolculukları için, "A"ya göre düşük riskli süreci kazancı öneren "B" alternatifinin seçimi üzerindeki en etkin parametre, pozitif katsayılı tür seçim etkeni (kısa süre)=0 cevabı bulunmuştur. Kısa süreye önem vermeyen kesimin eve dönüşte düşük riskle 100 dk.'ya kadar uzayabilecek "B" alternatifine yönelmesi beklenen bir sonuçtur.

Yüksek riskli GS3 eve dönüş senaryoları modelinde otomobil kullanıcısı=0 cevabı, negatif katsayı ile en etkin değişken olmuştur. Dolayısıyla otomobil kullanıcısı olmayanlar, senaryoda daha garanti süre sunan "A" seçeneğine yönelmiş, yüksek riski tercih etmemiştir. Diğer bir deyişle, ulaşım alternatifleri içinde otomobile de erişebilenler, yüksek riskli "B" alternatifini seçebilmişlerdir. Dolayısıyla, düzenli toplu taşıma kullanıcıları, eve dönüş yolculuklarında da güvenilirliğe daha çok önem vermekte, alıştıkları süreden yüksek sapmalara sebep olacak seçeneklere sıcak bakmamaktadır.

Tablo 6. Eve dönerken güvenilirlik algısı modellerine ait açıklayıcı değişken istatistikleri

| Model türü | Değişken Değerleri | | | Olabilirlik Oranı Testleri | | | |
|------------|-------------------------------------|------------|------------|----------------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Katsayı | Wald testi | Anlamlılık | -2*MOF | Ki-Kare | Anlamlılık | |
| GS-1 | Sabit terim | -14.871 | 0.000 | 0.988 | 209.009 | 0.000 | |
| | Aktarma taşıtı (dolmuş) | -15.703 | 0.000 | 0.987 | 214.915 | 5.906 | 0.015 |
| | Aktarma sayısı (2 üstü) | 28.893 | | | 215.032 | 6.024 | 0.014 |
| | Yaşadığı ilçe (Gazimir) | 1.449 | 3.795 | 0.051 | 213.071 | 4.063 | 0.044 |
| | Üniversitedeki yıl (2-3) | 1.207 | 10.583 | 0.001 | 219.809 | 10.800 | 0.001 |
| GS-2 | Sabit terim | 32.445 | 13004.027 | 0.000 | 200.425 | 0.000 | |
| | Tür seçim etkeni (kasa süre) | 1.006 | 7.937 | 0.005 | 208.839 | 8.414 | 0.004 |
| | Şehirde bulunma (1 yıl) | -17.220 | | | 203.841 | 3.416 | 0.065 |
| | Aktarma taşıtı (vapur) | -16.766 | | | 205.813 | 5.388 | 0.020 |
| GS-3 | Sabit terim | 0.974 | 2.649 | 0.104 | 230.408 | 0.000 | |
| | Otomobil kullanıcısı | -1.409 | 5.098 | 0.024 | 236.612 | 6.204 | 0.013 |
| | Şehirde bulunma (10 yıldan fazla) | 0.947 | 4.255 | 0.039 | 234.788 | 4.380 | 0.036 |

4. Tartışma ve Sonuç

Metropol kentlerde günlük hayatımızın önemli bir bileşeni olan yolculuk süresi belirsizliği, ulaşım sisteminin de en kritik başarımlı ölçütünü oluşturmaktadır. Çalışmada, yolculuk süresi güvenilirliğinin kişisel faktörler ve farklı yolculuk amaçları için ne şekilde algılandığı irdelenmiş, böylece ulaşım talep modellerine ve dolayısıyla kentsel ulaşım yatırım kararlarına nasıl yansıtılması gerektiği incelenmiştir.

Tür seçimine yönelik anket sonuçları, sunulan varsayımsal ulaşım türlerinin beklenen şekilde bir güvenilirlik algısını oluşturduğunu göstermiştir. Yolculuk amaçlarının da tür seçiminde gözle görülür bir etken olduğu anlaşılmıştır. Sınava geliş senaryolarında net güvenilirlik (GS1) ve yüksek riskli güvenilirlik (GS3) senaryolarının algısının risk almama bakımından net bir şekilde fark ettiği belirlenmiştir. Eve dönüş senaryolarında ise düşük riskli (GS2) ve yüksek riskli (GS3) senaryolarında ortak risk alma davranışı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak güvenilirliğin aynı bireyler tarafından yolculuk amacına göre farklı algılandığı ortaya konmuştur.

Farklı güvenilirlik algısı doğuran toplu ulaşım seçenekleri arasındaki tercihte etkili faktörlerin değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan tür seçim modellerinde, sınava ve derse geliş amaçları için güvenilirliğe dayalı tür seçim algısının, eve dönüş yolculuklarına göre daha kestirilebilir olduğu anlaşılmıştır. Tür seçiminde farklı yolculuk amaçları için farklı parametrelerin ön plana çıkması, yolculuk amacının toplu ulaşım türleri tarafından sağlanan güvenilirlik algısında etkili ve bireysel özelliklere bağlı olduğu sonucunu doğurmaktadır. Çalışmada sunulan tür seçim modellerinden amaç, tür seçimini ulaşım talep modeli düzeyinde tahmin etmek olmamasına ve talep modellerinde toplanan ulaşım hane halkı anketi verilerine kıyasla çok daha basit bir veri kullanılmasına rağmen %60 ve üzerinde başarılı tahminler sağlanmıştır.

Sınava gelişte net güvenilirlik algısı modeli, çok aktarmalı ve düşük güvenilir alternatifleri kullanan yolcuların net güvenilirlikten ödün vererek daha kısa süre için risk alabildiklerini göstermiştir. Düşük riskli senaryoda ise güvenilirliğin ve aktarma

sayısının tür seçiminde etken parametre olarak cevaplanması, daha güvenilir seçenektir. düşük riskli seçeneğe yönelmelere sebep olmuştur. Dolayısıyla sınava gelirken bile yolculuk süresini düşük risk alarak kısaltma eğilimi yüksektir. Yüksek risk alma davranışının sınırdışı GS3 senaryosunda ise aktarma için metroyu kullanmayanlar ile şehirde uzun süredir yaşayanların güvenilirlikte daha büyük risk alarak yolculuk süresini kısaltmak istedikleri ortaya çıkmıştır. Senaryolar türden bağımsız olup özel taşıtlı yolculuk olarak da düşünülebileceğinden, şehir hâkim olan özel taşıt kullanıcıları, kullanacakları güzergâhı eniyileyerek yolculuk süresini kısaltabilecekleri görüşündedir.

Eve dönüşte güvenilirlik algısını sınavan modellerden net güvenilirlik modelinde (GS1), çok aktarmalı yolculuk yapan ve kampüste daha çok vakit geçiren öğrencilerin, güvenilirlikte risk almayı (risksiz seçeneğe göre) tercih ettiği kanısına varılmıştır. Yolculuk süresi, toplam aktivite süresine oranla kısaltıldıkça ve hâlihazırda uzun yolculuklar gerçekleştirildikçe güvenilirlikten ödün vererek daha kısa süren alternatifler arama çabası yükselmektedir. Düşük riskli senaryoda ise yolculuk süresinin kısa olmasına önem vermeyen öğrencilerin eve dönüşte güvenilirlikte risk alabildikleri ortaya çıkmaktadır. Eve dönüşte yüksek riskten kaçınma davranışında etkili parametre (GS3) otomobil kullanıcısı olmamak ile orantılıdır. Sınava geliş yüksek risk senaryosunda olduğu gibi, eve dönüş GS3 senaryosunda da özel taşıt kullanmak, yüksek riski göze alabilmek anlamına gelmektedir.

Sonuç olarak güvenilirliğin kişiden kişiye hatta aynı kişinin farklı amaçlı yolculuklarında dahi farklı algılandığı, dolayısıyla ulaşım talep modellerinde bir maliyet ağırlıklandırma bileşeni

olarak değil; yaş, cinsiyet, gelir vb. gibi başlı başına bir sosyo-ekonomik parametre gibi değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Güvenilirlik algısında kişisel özellikler ile yolculuk amacının kayda değer düzeyde etkin olması, güvenilirliği arttırmaya yönelik raylı sistem veya gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemi gibi yatırımlara ilişkin kararlarda, güvenilirliği önemseyen kullanıcıların yoğun kullandığı güzergâhlara öncelik verilmesi gereğini ortaya koymaktadır.

Takip eden çalışmalarda, bu tür bir "belirtilen tercih" anket çalışmasının kent ölçeğinde bir örneklem ile yaygınlaştırılarak uygulanması, böylece yolculuk amacı ve sosyo-ekonomik açıdan daha geniş çaplı çıkarımlara ulaşılması düşünülmelidir. Ayrıca güvenilirlik algısının ulaşım talep modelindeki türel dağılım ve atama aşamalarına yansıtılmasına yönelik yöntemler sınavmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenen 112M117 no.lu ve "Akıllı Kart Verilerine Dayalı Güvenilirlik Ölçütlerinin Toplu Ulaşım Atama Modellerine Entegrasyonu" başlıklı araştırma projesinde yer alan bazı çalışmaları içermektedir. Bu bağlamda, sağladığı proje desteği için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynakça

- [1] Siu, W.Y. 2009. Reliability Based Transportation Network Studies. The Hong Kong University of Science and Technology, Doktora Tezi, 236s, Hong Kong.
- [2] Small, K.A. 1982. The Scheduling of Consumer Activities: Work Trips, American Economic Review, Cilt. 72, s. 467-479. DOI: [jstor.org/stable/1831545](https://doi.org/10.2307/1831545).

- [3] Chen, X., Yu, L., Zhang, Y., Guo, J. 2009. Analyzing Urban Bus Service Reliability at the Stop, Route, and Network Levels, *Transportation Research Part A*, Cilt. 43, s. 722-734. DOI: 10.1016/j.tra.2009.07.006.
- [4] Turnquist, M.A., Bowman, L.A. 1980. The Effects of Network Structure on Reliability of Transit Service, *Transportation Research*, Cilt. 14B, s. 79-86. DOI: 10.1016/0191-2615(80)90034-X.
- [5] Murat, Y.S., Uludağ, N. 2008. Bulanık Mantık ve Lojistik Regresyon Yöntemleri ile Ulaşım Ağlarında Rota Seçim Davranışının Modellenmesi, *İMO Teknik Dergi*, Cilt. 19 (2), s. 4363-4379.
- [6] Doğan, G., Özuysal, M. 2017. Toplu Ulaşımında Bekleme Süresini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi: Güvenilirlik, Yolcu Bilgilendirme Sistemi ve Fiziksel Koşullar, *İMO Teknik Dergi*, Cilt. 28 (3), s. 7927-7954, DOI: 10.18400/tekderg.307513.
- [7] Liu, R., Sinha, S. 2007. Modelling Urban Bus Service and Passenger Reliability. *The Third International Symposium on Transportation Network Reliability (INSTR)*, 19-20 Temmuz, The Hague, Netherlands, 2007.
- [8] Abkowitz, M., Slavin, H., Waksman, R., English, L., Wilson, N. 1978. *Transit Service Reliability Report*. USDOT Transportation Systems Center, Cambridge, MA.
- [9] Özuysal, M., Uzunoğlu, U.Z.K., Akpulat, N., Çalışkanelli, S.P., Tanyel, S., Ceylan, H. 2015. Akıllı Kart Verilerine Dayalı Güvenilirlik Ölçütlerinin Toplu Ulaşım Atama Modellerine Entegrasyonu. TÜBİTAK Projesi Final Raporu, 112M117, Ankara, 369s.
- [10] Small, K.A., Noland, R., Chu X., Lewis, X. 1999. Valuation of Travel-Time Savings and Predictability in Congested Conditions for Highway User-Cost Estimation. NCHRP Report 431, Transportation Research Board, National Research Council, 74s.
- [11] Brownstone, D., Small, K.A. 2005. Valuing Time and Reliability: Assessing the Evidence from Road Pricing Demonstrations, *Transportation Research Part A*, Cilt. 39, s. 279-293. DOI: 10.1016/j.tra.2004.11.001
- [12] Liu, H.X., Recker, W., Chen, A. 2004. Uncovering The Contribution of Travel Time Reliability to Dynamic Route Choice Using Real-Time Loop Data, *Transportation Research Part A*, Cilt. 27, s. 435-453. DOI: 10.1016/j.tra.2004.03.003
- [13] Orsi, F., Geneletti, D. 2014. Assessing the Effects of Access Policies on Travel Mode Choices in an Alpine Tourist Destination, *Journal of Transport Geography*, Cilt. 39, s. 21-35. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2014.06.015.
- [14] Sohoni, A.V., Thomas, M., Rao, K.V.K. 2017. Mode Shift Behavior of Commuters Due to the Introduction of New Rail Transit Mode, *Transportation Research: Procedia*, Cilt. 25C, s. 2607-2622. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.311.
- [15] Kou, W., Chen, X., Yu, L., Qi, Y., Wang, Y. 2017. Urban Commuters' Valuation of Travel Time Reliability Based on Stated Preference Survey: A Case Study of Beijing. *Transportation Research Part A*, Cilt. 95, s. 372-380. DOI: 10.1016/j.tra.2016.10.008

- [16] Hosmer, D.W., Lemeshow, S. 2000. Applied Logistic Regression: Second Edition, Wiley Series in Probability and Statistics, John Wiley and Sons Inc., New York, 528s.
- [17] Lee-Gosselin, M. 1995. Scope and Potential of Interactive Stated Response Data Collection Methods. Conference on Household Travel Surveys: New Concepts And Research Needs, 12-15 Mart, Irvine, California.
- [18] Atasoy, D. 2001. Lojistik Regresyon Analizinin İncelenmesi ve Bir Uygulaması. Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sivas.
- [19] Çokluk, Ö. 2010. Lojistik Regresyon Analizi: Kavram ve Uygulama, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, Cilt. 10 (3), s. 1357-1407.
- [20] Silahlı, N. 2013. Applications of Logistic Regression with Missing Data. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76s.
- [21] Agresti, A. 2002. Categorical Data Analysis (Second Ed). Wiley Series in Probability and Statistics, Wiley and Sons Inc., New York, 710s.
- [22] Göksülük, D. 2011. Panelized Logistic Regression, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54s.
- [23] DeMaris, A. 1992. Logit Modeling. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-086, Sage Publications, Newbury Park, CA. DOI: 10.4135/9781412984836.
- [24] Menard, S. 2002. Applied Logistic Regression Analysis: Second Edition. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-106, Sage Publications, Thousand Oaks, CA, 128s.
- [25] Ben-Akiva, M., Lerman, S. R. 1985. Discrete Choice Analysis. The MIT Press, Cambridge, MA, 412s.
- [26] SPSS. 2016. IBM SPSS Statistics Software Tutorial, IBM Corporation.
- [27] Field, A. 2009. Discovering Statistics Using SPSS: Third Edition. Sage Publications, Thousand Oaks, CA, 752s.
- [28] Cox, D. R., Snell. E. J. 1989. The Analysis of Binary Data, Second Edition, Chapman and Hall, London, 240s.