



The investigation of different chicane applications in traffic calming studies using driving simulator

Metin Mutlu Aydın^{1*}, Kadir Akgöl², Banihan Günay³

¹Department of Civil Engineering, Gümüşhane University, Gümüşhane, 29100, Turkey

²Department of Transportation Services, Giresun University, Giresun, 28200, Turkey

³Freelance Academic, Antalya, 07100, Turkey

Highlights:

- Examine and compare the chicanes types
- Effect of chicanes on road safety as a traffic calming application
- Reduce in vehicle speeds caused by the chicanes

Keywords:

- Traffic calming
- Driving simulator
- Chicanes
- Speed Control

Article Info:

Research Article
Received: 28.02.2018
Accepted: 17.10.2018

DOI:

10.17341/gazimmfd.571558

Acknowledgement:

We would like to thank the Coordination Unit for Scientific Research Projects at Akdeniz University for supporting this study with Project No. FBA-2015-225.

Correspondence:

Author: Metin Mutlu Aydın
e-mail: metinmutluaydin@gmail.com
phone: +90 506 269 91 49

Graphical/Tabular Abstract

High vehicular speeds are one of the most frequent traffic safety problem in urban roads. Lack of obedience to speed limits results in many fatal accidents. Traffic calming measures have been widely used in many developed countries to reduce accidents, the negative effects of speeding and traffic noise in urban roads. For this purpose in this study, 10 most common chicane types were examined and compared with respect to their geometries' speed and safety effectiveness as a traffic calming application.

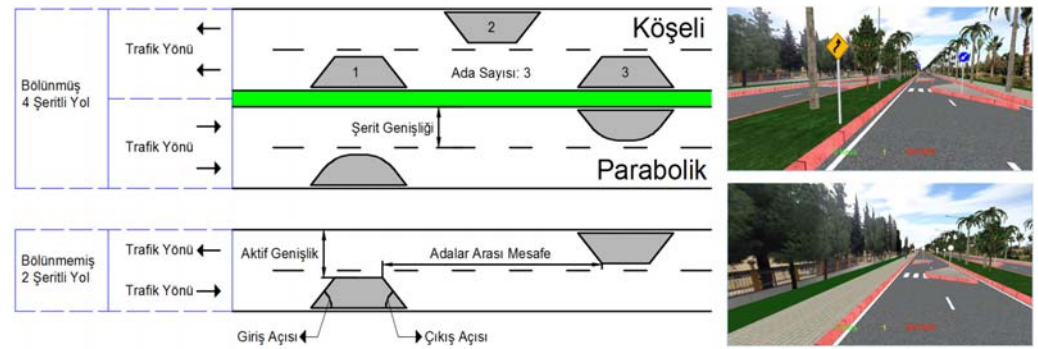


Figure A. Schematic presentation of chicane islands' geometry and 3D model images of the roads on campus.

Purpose: The purpose of this study is to determine the most suitable chicane types according to Turkish driver characteristics by using a driving simulator to measure the effect of control and reduce vehicular speeds.

Theory and Methods: In the study, horizontal calming measures, namely chicanes, which are not in use in Turkey yet, have been studied by using a driving simulator. All tests were conducted by using a driving simulator in Akdeniz University Driving Simulator (AUDSIM) and a total of 125 volunteers participated in the experiments. For the simulator tests, Akdeniz University campus was selected as the pilot case area (including divided and undivided roads) and a number of different roads in the campus have been modeled in 3D. For the analysis, all necessary data were collected from driving tests volunteer drivers obtained by using a driving simulator.

Results: It was determined from the speed data that for divided four lane carriageways, chicane number 10 (K10) which has 3 m effective width and 45° entry and exit angles, for undivided two lane carriageways, chicane number 2 (K2) which has 2.7 m effective width and 60° entry and 30° exit angles, gave the best outcome from the driving tests in accordance with the characteristics of Turkish drivers and they were found as the most proper chicane types for divided roads and undivided roads, respectively.

Conclusion: In this study, all these findings show that systematic investigation of different CTs have a great potential to reduce speeds and supply safety in urban minor roads to limit vehicle speeds and increase road safety. For this reason, the detailed research on different chicane types have a great importance to determine the most optimum chicane type(s) according to different parameters such as different traffic volume, road characteristics, driver type, weather conditions etc. Additionally, the results of the study may help transportation authorities to apply suggested chicane types at urban minor roads to increase road safety.



Trafik sakinleştirme çalışmalarında farklı kıvrımlama uygulamalarının sürüş simülatörü ortamında incelenmesi

Metin Mutlu Aydın^{1*}, Kadir Akgöl², Banihan Günay³

¹Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, 29100, Türkiye

²Giresun Üniversitesi, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Giresun, 28200, Türkiye

³Serbest Akademisyen, Çakırlar mahallesi, Konyaaltı, Antalya, 07100, Türkiye

Ö N E Ç İ K A N L A R

- Kıvrımlama tiplerinin incelenmesi ve karşılaştırılması
- Kıvrımlamaların yol güvenliği üzerinde bir trafik sakinleştirme uygulaması olarak etkileri
- Kıvrımlamalardan kaynaklı olarak araç hızlarında meydana gelen azalma

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 28.02.2018

Kabul: 17.10.2018

DOI:

10.17341/gazimmfd.571558

Anahtar Kelimeler:

Trafiğin sakinleştirilmesi,
sürüş simülatörü,
kıvrımlamalar,
hız kontrolü

ÖZET

Yerleşim alanları içerisindeki yollarda yüksek hızda hareket eden araçlar en fazla şikâyet edilen sorunlardan biridir. Yapılan aşırı hızlar sonucunda ise ölümlü ya da yaralanmalı birçok trafik kazası meydana gelmektedir. Yaşanan bu kazaları azaltabilmek amacıyla araçların hızlarını, trafik problemlerini ve buna bağlı gürültü kirliliğini azaltan trafiği sakinleştirme uygulamaları kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında şehiriçi yollarda araçların hızlarını azaltma ve kontrol etmede gelişmiş ülkelerde yaygın şekilde kullanılan fakat ülkemizde örneği bulunmayan trafiği sakinleştirme uygulamalarından birisi olan kıvrımlamalar araç simülatörü kullanılarak araştırılmıştır. Bu amaçla pilot bölge olarak Akdeniz Üniversitesi kampüsü seçilmiş ve kampüs içerisindeki bazı yollar üç boyutlu olarak modellenmiştir. Sürüş testleri sonucu elde edilen hız verilerinden, ülkemiz sürücülerinin karakteristik özelliklerine cevap verebilen en uygun kıvrımlamaların; bölünmüş dört şeritli yollar için aktif genişliği 3 metre, giriş ve çıkış açıları 45°er derece olan 10 (K10); bölünmemiş iki şeritli yollar içinse aktif genişliği 2,7 metre, giriş açısı 60, çıkış açısı 30 derece olan 2 (K2) numaralı kıvrımlamanın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlardan, testlere katılan kişilerin yaptığı hatalı davranışlar tespit edilerek çözüm önerileri üretilmiştir.

The investigation of different chicane applications in traffic calming studies by using driving simulator

H I G H L I G H T S

- Examine and compare the chicanes types
- Effect of chicanes on road safety as a traffic calming application
- Reduce in vehicle speeds caused by the chicanes

Article Info

Research Article

Received: 28.02.2018

Accepted: 17.10.2018

DOI:

10.17341/gazimmfd.571558

Keywords:

Traffic calming,
driving simulator,
chicanes, speed control

ABSTRACT

High vehicular speeds are one of the most frequent complains in urban roads. Lack of obedience to speed limits results in many fatal accidents. Traffic calming measures have been widely used in many developed countries to reduce accidents, the negative effects of speeding and traffic noise in urban roads. In the scope of this study, horizontal calming measures, namely chicanes, which are not in use in Turkey yet, have been studied by using a driving simulator for the aim of controlling and reducing vehicular speeds. For this purpose, Akdeniz University campus was selected as the pilot case area and a number of different roads in the campus have been modeled in 3D. It was determined from the speed data that for divided four lane carriageways, chicane number 10 (K10) which has 3 m effective width and 45° entry and exit angles, for undivided two lane carriageways, chicane number 2 (K2) which has 2.7 m effective width and 60° entry and 30° exit angles, gave the best outcome from the driving tests in accordance with the characteristics of Turkish drivers. Furthermore, based on the findings, common driver errors are identified and a number of recommendations are made.

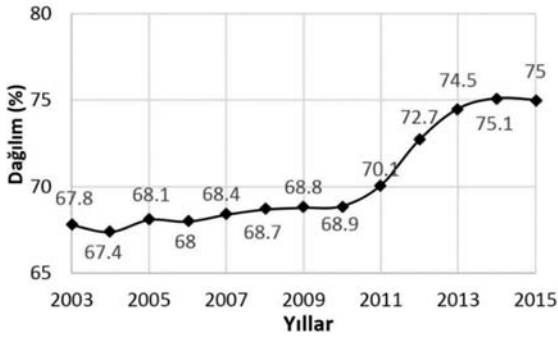
*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: metinmutluaydin@gmail.com, kadirakgol@akdeniz.edu.tr, banihan@gmail.com /

Tel: +90 506 269 9149

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Cadde ve sokaklar gün geçtikçe görsel açıdan çekiciliğini kaybeden, gürültülü ve güvenli olmayan mekânlara dönüşmektedir. Yapılan araştırmalar, yerleşim alanları içerisindeki cadde ve sokaklarda en fazla şikâyet edilen sorunların başında araçların yüksek hızlarda hareket etmesi ve yüksek hacimli trafik akımları olduğunu göstermektedir [1, 2]. Sürücülerin hız limitlerine uymaması sonucunda ise ölüm veya yaralanma ile sonuçlanan trafik kazaları meydana gelebilmektedir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de motorlu taşıtların sayısının her geçen gün düzensiz, plansız ve hızlı bir şekilde arttığı gözlemlenmektedir. Hızlı artan bu araç sayısının etkisiyle, mevcut yollardaki trafik hacimlerinde de ciddi bir artış görülmektedir. Bu durumda ciddi trafik problemleri (tıkanıklıklar, kazalar vb.) oluşmaktadır. Bununla birlikte bazı sürücüler ana arterlerde oluşan trafik problemlerine maruz kalmadan hareketlerine devam etmek amacıyla yerleşim yerlerinde bulunan cadde ve sokakları kullanmaktadır [1- 3].

Sürücülerin gitmek istedikleri yere zaman kaybetmeden gitme ya da ana arterlerdeki yollarda kaybettikleri zamanı telafi etme isteği sonucunda yaya geçidi, oyun parkı, vb. araç-yaya etkileşiminin yoğun olduğu yerlerinin bulunduğu ve sokak yaşamının fazla olduğu yollarda hız limitlerinin üstünde hareket ettikleri gözlemlenmektedir. Ülkemizde meydana gelen ölümlü ya da yaralanmalı trafik kazalarının yerleşim yerlerinde meydana gelme yüzdeleri Şekil 1’de verilmiştir [4].



Şekil 1. Ölümlü ve yaralanmalı kazaların yerleşim yerinde meydana gelme yüzdesinin yıllara göre dağılımı.
(Percentage distribution of fatal and injured accidents in urban areas according to years.)

Şekil 1 incelendiğinde kazaların büyük bir çoğunluğunun ülkemiz insanlarının yaşam alanı olan yerleşim yerlerinde yani cadde ve sokaklar üzerinde meydana geldiği görülmektedir [4]. 2015 yılı istatistikleri incelendiğinde yerleşim yerlerinde meydana gelen kazaların yaklaşık %19’unun araçların hızlarını yol ve hava şartlarına uydurmaması sonucunda, yani aşırı hız sebebiyle oluştuğu gözlemlenmiştir. İstatistiklerden de açıkça görüleceği üzere ülkemizdeki şehiriçi yollarda meydana gelen kazaların temelinde, hız limitlerinin üzerinde araç kullanmanın etkili olduğu söylenebilir. Belirtilen bu soruna çözüm olabileceği

düşüncesi ile ülkemizde yaygın ve bilinçsiz şekilde düşey hız kesiciler (hız rampası, kasis, çizgileme vb.) kullanılmaktadır. Ancak kasislere ya da hız kesici rampalara yüksek hızlarla yaklaşan sürücüler bu tümsekleri ya son anda fark edip ani fren yaparak yavaşlamakta ya da mevcut hızını azaltmadan hareketine devam etmektedir. Hatta bazı sürücülerin kasislerin üzerinde hızlarını daha da arttırarak hareketlerine devam ettikleri ve böylece kasislerin etkisine (aracın amortisör sisteminin çalışma prensibi gereği) daha az maruz kalmaya çalıştıkları görülmektedir.

Bu çalışmada yukarıda detaylı olarak bahsedilen sorunlara çözüm olabileceği düşünülen; ters eğriler, kısa ve yatay yer değiştirmeler ya da kıvrımlı şekilde yapılan seri daraltmalar olarak tanımlanan ve kıvrımlamalar olarak adlandırılan trafiği sakinleştirme uygulamaları araç simülatorü ortamında araştırılmıştır. Çünkü kıvrımlamalar şehiriçi yollarda araçların hızlarını ve trafik problemlerini düzenleyebilmekte, sokaklara estetik görünüm kazandırabilmekte, yayalar, bisikletler ve araçlar için güvenliği arttırmaktadır. Fakat ülkemizde ne yazık ki standartlara uygun olarak tasarlanmış bir kıvrımlama mevcut değildir. Çalışma kapsamında bu açığın kapatılmasına yönelik olarak, Akdeniz Üniversitesi kampüs kullanıcıları özelinde Türk sürücülerin ülkemiz için henüz yeni sayılabilecek bu uygulamaya verecekleri tepkiler, bir araç simülatorü ortamında araştırılmıştır. Bu amaçla pilot bölge olarak Akdeniz Üniversitesi kampüsü seçilmiş ve üç boyutlu (3B) olarak modellenmiştir. Araç simülatoründe yapılan sürüş testleri çerçevesindeki Türk sürücülerin en kolay adaptasyon sağladığı kıvrımlama tipleri tespit edilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

Kıvrımlamalar, şehiriçi yollarda araçların hızlarını azaltması için tasarlanmış ABD, İngiltere vb. gelişmiş ülkelerde yıllardır kullanılan en yaygın trafiği sakinleştirme uygulamalarındandır. Ülkemizde ise henüz bir uygulaması bulunmamaktadır. Kıvrımlamalar temel olarak hızı azaltmak amacıyla bir yol güzergâhı üzerinde bilinçli olarak oluşturulan yanal kıvrımlar olarak tanımlanmaktadır [3]. Kıvrımlamalar ayrıca yollardaki ters eğriler ya da kıvrımlı şekilde yapılan seri daraltmalar olarak da ifade edilen kısa ve yatay yer değiştirmeler olup, sürücülerini yavaş gitmeleri konusunda teşvik etme özelliğine sahip trafiği sakinleştirme uygulamaları olarak da tanımlanmaktadır [5]. Bu tür uygulamalarda amaç, sapmalar, yılan şeklinde kıvrılma, ters eğriler, burkulmalar ya da kıvrımlı şekilde yapılan bir seri daraltma ile sürücülerin görüş mesafesini azaltarak, araçların hızlarını azaltmaya çalışmaktır [6]. Caddelerde bir yükseltilmiş adanın yolun merkezine eklenmesi ve bunun sonucunda taşıtların merkez çizgi üzerinde hareket etmelerinin engellenmesiyle uygulanmaktadır (Şekil 2).

Literatürde en uygun kıvrımlama tasarımını belirleyebilmek amacıyla yapılan birçok çalışma mevcuttur. Örneğin, Kastenhofer [9] çalışmasında kıvrımlama tasarımındaki geometri ve işaretlemedeki kilit noktaları araştırmıştır. Elde



Şekil 2. a) Kıvrımlamalara ait bir 3B çizim örneği ve b) gerçek bir uygulama [7, 8].
((a) A 3D drawing chicane example and (b) a real site application [7, 8].)

edilen sonuçlardan, görülme ve uyarı levhalarının önceden fark edilmesinin işaretlemedeki en önemli noktalar olduğu; geometrik incelemede ise kıvrımlamalardaki aliymanların en az bir şerit genişliğinde olacak şekilde yerleştirilmesi ve sapma açısının ise en az 45 derece olması gerektiği belirlenmiştir. Uygun yerlerde olması durumunda kıvrımlama oluşturmak için sürücülerin şeritleri ayıran çizgilerden hareket etmelerini önlemek amacıyla merkez adalar da yerleştirilebilmektedir. Macbeth [10] trafiği sakinleştirme stratejisi olarak kıvrımlamaların kullanımı üzerine yaptığı çalışmada Toronto'da günlük ortalama 8000 araç geçen bir arter üzerine inşa edilen kıvrım değerlendirmiştir. İncelenen yol 8,4 metre genişliğinde tasarlanmış ve kıvrımlama olarak merkez adaların kullanılmasıyla birlikte yol genişliği 6,3 metreye düşürülmüştür. Çalışma kapsamında yapılan analizlerden %85 hızın 49,8 km/sa'ten 44,8 km/sa'e düştüğü gözlemlenmiştir. Corkle vd. [11] ise yaptıkları araştırmalardan kıvrımlamaların uygulanmasıyla o yoldaki %85 hız değerinin yaklaşık olarak %6 azaldığını hesaplamışlardır. Bir başka çalışmada ise Berengier ve Picaut [12] kıvrımlama uygulandıktan sonra araçların uygulamadan hemen sonra ivmelenerek hızlarını arttırmaları durumunun ortalama 3 desibellik bir ses artışına neden olduğunu belirlemiştir. Sayer vd. [13] yaptıkları çalışmada kıvrımlamaların araçların kasis veya rampalarda hızlarını azaltmaya göre daha fazla etki yaptığını gözlemiştir. Kıvrımlama olan bölgede hızdaki azalma miktarının kasis olan bölgelerden daha fazla olduğunu belirlemiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlardan kıvrımlama uygulanan şehirçi yollarda yaralanmalı kazaların %54 azaldığı gözlemlenmiştir [6]. Swindon Borough Belediyesi (İngiltere) 1994 yılında yaptığı kıvrımlama çalışmasında kıvrımlama uygulanmadan önce 4 yılda 24 olan kaza sayısının uygulamadan sonra 6 yılda 13 olduğunu gözlemiştir. York Belediyesi (İngiltere) benzer bir çalışmada kıvrımlama uygulamasından sonra 3 yılda 6 olan kaza sayısını yine 3 yıllık bir gözlem için 2'ye indirmiştir. Araçların ortalama hızları uygulamadan önce 51,2 km/sa, %85 hızı 56 km/sa, trafik akımı 8000 araç/gün iken; uygulamadan sonra ortalama hız 35,2 km/sa %85 hız 46,4

km/sa ve trafik akımı günlük 6500 araç olarak elde edilmiştir. Çalışma sonucundan da görüldüğü üzere kıvrımlama uygulamaları her ne kadar hızların azaltılması hususunda olumlu ve önemli bir etkiye sahip olsa da ortalama hızlardaki düşüşe bağlı olarak o yolu kullanan araç sayısında da azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Garcia vd. [14] ise yaptıkları çalışmada mikro-simülasyon yazılımı ile kıvrımlamalar vb. trafiği durağanlaştırma tekniklerinin yolun kapasitesi üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma kapsamında yapılan analizlerden trafiği sakinleştirme uygulamalarının boyutlarının ve birbirleri arasındaki mesafenin yolun kapasitesi üzerinde etkili olan en önemli parametreler olduklarını göstermişlerdir. Molino vd. [15] yaptığı araç simülatörü çalışmasında kıvrımlama uygulanan iki şeritli yollarda uygulamadan sonra araçların hızlarının ortalama 6,4 km/sa ile 14,5 km/sa azaldığını gözlemlenmiştir. Hallmark vd. [16] ise çalışmasında kıvrımlamaların %85 hızları 72 km/sa'ten 56 km/sa'e ortalama hızları ise 57,6 km/sa'ten 46,4 km/sa'e düşürdüğünü belirlemiştir. Labuschagne ve Kruger [17] 4. ve 5. sınıf yollarda (yani şehirçi ara yollarda) uygulanan hız limitlerinden daha yüksek hız limitlerine ve trafik akımına sahip olan yollarda trafiği sakinleştirme yöntemlerini araştırmıştır. Bu amaç doğrultusunda Middelburg (Güney Afrika)'da yer alan Tofelberg yolu üzerinde araştırma yapmışlardır. İki şeritli, 11 metre genişliğe sahip ve önemli bir kesişim merkezi üzerinde yer alan bu yolda 2 kilometre uzunluk boyunca uygulanan bir seri kıvrımlamalar ve yol işaretlemelerinin ortalama %85 hız değerini azalttığını gözlemiştir. Sisiopiku [18] ise çalışmasında belirli aralıklarla yol kenarına yapılan park alanlarının akan trafikle yayalar arasında bir köprü görevi gördüğünü ve kıvrımlama gibi kıvrımlı bir yol oluşturarak yol güvenliğini arttırabileceğini belirtmiştir.

Amerikan Yerel Yönetimler Birliği (APWA)'nin 2010 yılında trafiğin sakinleştirilmesi ile ilgili hazırladığı tasarım rehberine göre kıvrımlama, yol üzerinde en az bir kurp genişletmesi ile yanal doğrultuda oluşturulan ve trafiğin hızını azaltmaya yarayan uygulama olarak tanımlanmaktadır

[19]. Hazırlanan bu raporda yol üzerinde bulunan ve 13 metrelik bir yarıçapa sahip bir kurp ile oluşturulan bir kıvrımlamanın normal bir aracın hızını ortalama olarak 24 km/sa azalttığı belirtilmiştir. Galante vd. [20] ise çalışmada araç simülatörleri yardımıyla “geçit”, “giriş yeri” ya da “giriş kapısı” olarak adlandırılan ve kırsal yerleşim yerlerine yaklaşıldığını belirtmek amacıyla kullanılan trafiği sakinleştirme uygulamasını incelemişlerdir. Bu amaçla giriş yerlerinde oluşturulacak geçitler kıvrımlamalar kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar %90 güven aralığında incelenmiş ve araç hızlarında yaklaşık olarak 11 km/sa’lık bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Du vd. [21] yaptıkları çalışmada trafiği sakinleştirme yöntemlerinin uygulandığı bir bölgedeki toplumun algısını incelemişlerdir. Bu amaçla o bölgedeki yerleşim alanlarına koyulan farklı kıvrımlamalara karşı sürücülerin tepkisini ve davranışlarını belirlemişlerdir. Bu amaçla gidis ve geliş şeridinden oluşan iki yönlü toplam genişliği 9,1 m olan bir yol, 6,7 m genişliğinde ve üzerinde kıvrım bulunacak şekilde tek yönlü olarak yeniden inşa edilmiştir. Yapılan analizlerden kıvrımlama uygulamalarının sürücülerin hızlarını azaltma ve kontrol etmede aktif bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sürücülerden alınan geri dönüşlerden kıvrımlamaların şerit genişliğini azaltan bir uygulama olması sebebiyle konforlu olmadığı belirtilmiştir. Fakat değerlendirmeye katılan sürücülerin %70’i, kıvrımlamaların uygulanmasını desteklemiş ve hız kesicilerin yerine etkili olarak kullanılabilir bir yöntem olduğuna dikkat çekmiştir. Kang vd. [22] ise ticari bölgelerdeki sakin sokakların fiziksel elemanlarının değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi üzerine çalışmış, Busan/Güney Kore’de yer alan sakin sokaklardaki fiziksel elemanların yayalar için önem ve memnuniyet derecesini Önem-Performans Analiz (ÖPA) yöntemi kullanarak incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre yayalar için kıvrımlamaların önem derecesinin oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

3.1. Simülatör ortamı, kıvrımlama tipleri, güzergâh senaryosu ve yazılımın hazırlanması (Simulator environment, chicane types, route scenario and preparation of software)

Çalışma kapsamında simülatör kabini olarak Renault 12-Toros model gerçek bir araç kullanılmıştır. Araçta mevcut olan direksiyon ve hareket donanımları sökülerek yerine hazırlanan yazılımla entegre çalışan ve aracın kullanımında etkin rol oynayan donanımlar (direksiyon, gaz pedalı, vites, el freni ve emniyet kemeri) monte edilmiştir (Şekil 3). Yazılımdan elde edilecek ön, arka, sağ ve sol görüntülerin sürücülerin net olarak görebileceği bir alan üzerine yansıtılması amacıyla 4 adet yüksek çözünürlüğe (1920×1080 piksel) sahip projeksiyon sistemi kullanılmıştır. Ayrıca aracın farklı yerlerine yerleştirilen ses sistemi ile sürücülere gerçek bir sürüş algısı sağlanmıştır. Sürücülerin hızlarını azaltmaları ve trafiğin düzenlenmesi için kullanılan kıvrımlama uygulamalarında ülkemizdeki sürücülerin davranışlarını incelemek amacıyla gelişmiş ülkelerde

kullanılan 10 farklı kıvrımlama tipi seçilmiştir [15, 23-29]. Akdeniz Üniversitesi merkez yerleşkesi içerisindeki ana arterler üzerinde bir güzergâh belirlenmiş ve bu güzergâh üzerinde seçilen 10 noktaya bu kıvrımlamalar yerleştirilerek simülatör yazılımında kullanılmak amacıyla modellenme yapılmıştır. Modellenen her bir kıvrımlamaya ait teknik özellikler Tablo 1’de, bu teknik özellikleri tanımlamak üzere hazırlanan görsel ise Şekil 4’te verilmiştir. Örnek olarak Tablo 1’deki 5 numaralı kıvrımlamayı açıklamak gerekirse; bölünmüş, 4 şeritli ve her bir şeridi 4 m genişliğine sahip bir yolda uygulanmıştır. İki şeritten gelen araçlardan kıvrımlamaya aynı anda tek araç giriş yapabilmektedir. Gerçek kıvrımlama uygulamalarında olduğu gibi hazırlanan yazılıma da önce gelen önce geçer kuralı tanımlanmış ve önce gelen aracın kıvrımlamada geçiş önceliğinin olması sağlanmıştır. Kıvrımlamalar geometrik olarak köşeli bir yapıdadır. Aracın uygulama içinde kullanabileceği şerit genişliği minimum 5 m’ye düşmektedir. Birbirini takip eden adalar arasında 18 m mesafe bulunmaktadır. Bunun sebebi kampüste belirtilen güzergâhı kullanan ikiden çok dingilli otobüslerin gerçek bir uygulamada adalar arasında rahatça manevra yapabilmelerine imkân tanımadır. Karayolları Trafik Yönetmeliğinin 128. maddesinde bu araçlara ait maksimum uzunluk 15 m olarak belirtilmiştir [30]. Hazırlanan parkurda eğim bulunmamaktadır. Sürücülerin kıvrıma gelmeden önce hızlanabilmeleri için bölünmemiş yollarda minimum 200 m, bölünmüş yollarda ise minimum 400 m mesafeleri bulunmaktadır [31].

Seçilen noktaların kampüs üzerindeki konumları Şekil 5’te verilmiştir. Tasarlanan 10 farklı kıvrımlama tipine ait görsel elemanlar ve kampüs ortamı 3B çizim programında gerçeğe uygun olarak ve ölçekli bir şekilde çizilerek modellenmiştir. Hazırlanan bu 3 boyutlu modeller yazılım içerisine entegre edilmiştir (Şekil 6). Kıvrımlama tipleri ve belirlenen teknik özellikler birleştirilerek Şekil 7’de kontrol paneli görülen özgün bir yazılım (AUDSIM Drive V1) hazırlanmıştır. Bu yazılıma ait birçok teknik parametre (farklı akım koşulları, araç takip aralıkları, motor gücü, fren kuvveti, ivmelenme kuvveti vb.) kontrol paneliyle kolaylıkla değiştirilebilmektedir. Böylece birçok farklı durum ise (araç sayısı etkisi, araç hız etkisi vb.) kolaylıkla incelenebilmektedir. Modellemelerde havanın güneşli, kesitlerdeki ve yaklaşım kollarındaki trafik hacminin ise kampüsün bu kesiminde yapılan saha gözlemlerine dayanarak ortalama bir değer olan 400 taşıt/sa olduğu durum dikkate alınmış ve yazılım bu duruma göre hazırlanmıştır. Hazırlanan bu yazılım sürücülere 270 derecelik bir açı ile sürüş imkânı sağlamaktadır. Araç hızı, vites bilgisi ve motor devri değerleri yazılım tarafından ön ekranda gösterilmektedir. Ses sistemi ile gerçeğine uygun işitsel uyarılarda bulunularak sürücülere gerçek bir araç kullanıyormuş hissi verilmektedir.

3.2. Simülatör testlerinin ve ölçümlerin yapılması (Performing of simulator tests and measurements)

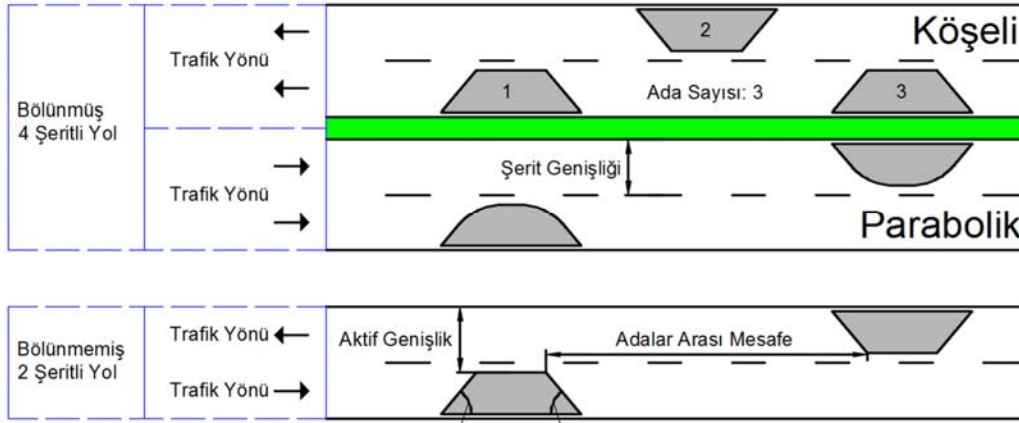
Sürüş testlerine üniversite içerisinden ve dışarıysından daha önce hiç araç simülatörü kullanmamış ve kıvrımlamalar



Şekil 3. Hazırlanan araç simülatörü ortamı (Prepared driving simulator atmosphere.)

Tablo 1. İncelenen 10 farklı kıvrımlamaya ait karakteristik özellikler.
(Characteristic properties of 10 different chicanes.)

Kıvrımlama No	Yol Türü	Şerit Sayısı-Genişliği (m)	Kıvrımlama Geometrisi	Aktif Genişlik (m)	Adalara Giriş-Çıkış Açısı (Derece)	Ada Sayısı
K1	Bölünmemiş	2 - 4	Köşeli	2,7	30-30	2
K2	Bölünmemiş	2 - 4	Köşeli	2,7	60-30	2
K3	Bölünmemiş	2 - 4	Köşeli	3,3	30-30	2
K4	Bölünmemiş	2 - 4	Köşeli	3,3	60-30	2
K5	Bölünmüş	4 - 4	Köşeli	5	45-45	2
K6	Bölünmüş	4 - 4	Parabolik	3	45-45	2
K7	Bölünmüş	4 - 4	Köşeli	3	60-30	2
K8	Bölünmüş	4 - 4	Köşeli	3	45-45	2
K9	Bölünmüş	4 - 4	Köşeli	3	30-30	2
K10	Bölünmüş	4 - 4	Köşeli	3	45-45	3



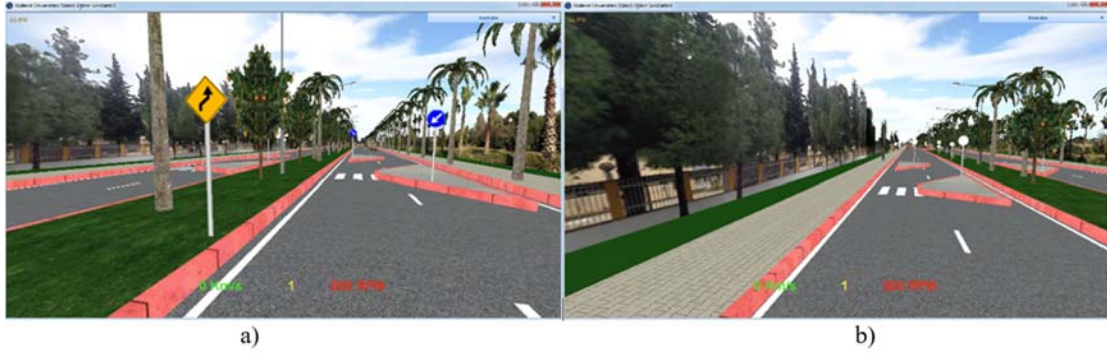
Şekil 4. Kıvrımlama adalarına ait geometrik elemanların şematik gösterimi.
(Schematic presentation of chicane islands geometric elements.)

hakkında herhangi bir bilgisi olmayan toplam 125 gönüllü sürücü (30 kadın – 95 erkek) katılmıştır. Sürücülerin yaş ortalaması $X_{yaş}=27,3$ ve standart sapma değeri ise $\pm 7,3$ yıl olarak belirlenmiştir. Sürüş öncesi sürücülere araç simülatörü, hazırlanan yazılım ve güzergâh hakkında kısa bir bilgi verilmiştir. Testlere başlamadan önce gönüllü sürücülerin, direksiyon donanımına, araç simülatör ortamına, mevcut yol ve üzerinde bulunan kıvrımlamalara

alışabilmesi için 1 adet kıvrımlama bulunan 600 metrelik bir yolda deneyim kazanmaları sağlanmıştır. Çalışma kapsamında sürüş testlerinden Türk sürücülerin ülkemizde henüz uygulanmayan kıvrımlamalardan önceki (v_0) ve kıvrımlama içerisindeki (v_i) hızları 1'er saniye aralıklarla ölçülerek hızların ortalaması elde edilmiştir. Sürüş esnasında analizlerde kullanmak amacıyla her bir gönüllü sürücüye ait sürüş testi araç içi ve araç dışı video kameralarla



Şekil 5. Kampüs içi sürüş senaryosunda kıvrımlama uygulamalarının konumları.
(Locations of chicane applications on driving scenario in campus.)



Şekil 6. a) ve b) Kampüs içerisindeki yollara benzer 3 boyutlu modelleme görselleri.
(3D model images similar to the roads on campus.)

kaydedilmiştir (Şekil 8). Test sonrasında sürücülerin karakteristiklerini belirlemek; simülasyon ve yazılımın performansını ve kıvrımlama hakkındaki görüşlerini değerlendirebilmek amacıyla bir anket çalışması yapılmıştır.

4. BULGULAR (FINDINGS)

4.1. Sürücü Karakteristikleri (Driver Characteristics)

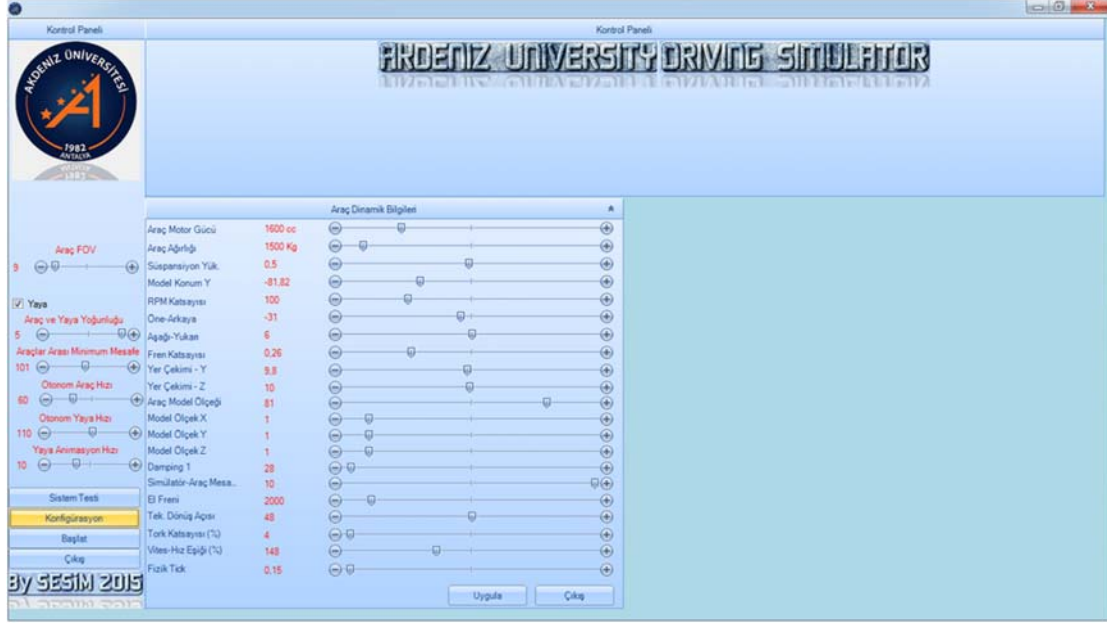
Testlere katılan sürücülere ait karakteristik özellikler Tablo 2’de verilmiştir.

Yapılan anket çalışması ile kampüs içerisinde araç kullanan sürücülerin hazırlanan güzergâhta gerçekte ortalama kaç km/sa hız yaptığını dair sonuçlar Şekil 9’da verilmiştir. Sürücülerin en fazla 40-50 km/sa aralığında araç kullandıkları bilgisine ulaşılmıştır. Bu sürücülerin simülasyonda belirlenen güzergâhta yaptığı hızların ortalaması (X_v)=51,3 km/sa ve standart sapma değeri ise $\pm 11,4$ km/sa olarak hesaplanmıştır. Ayrıca sürüş testine katılan

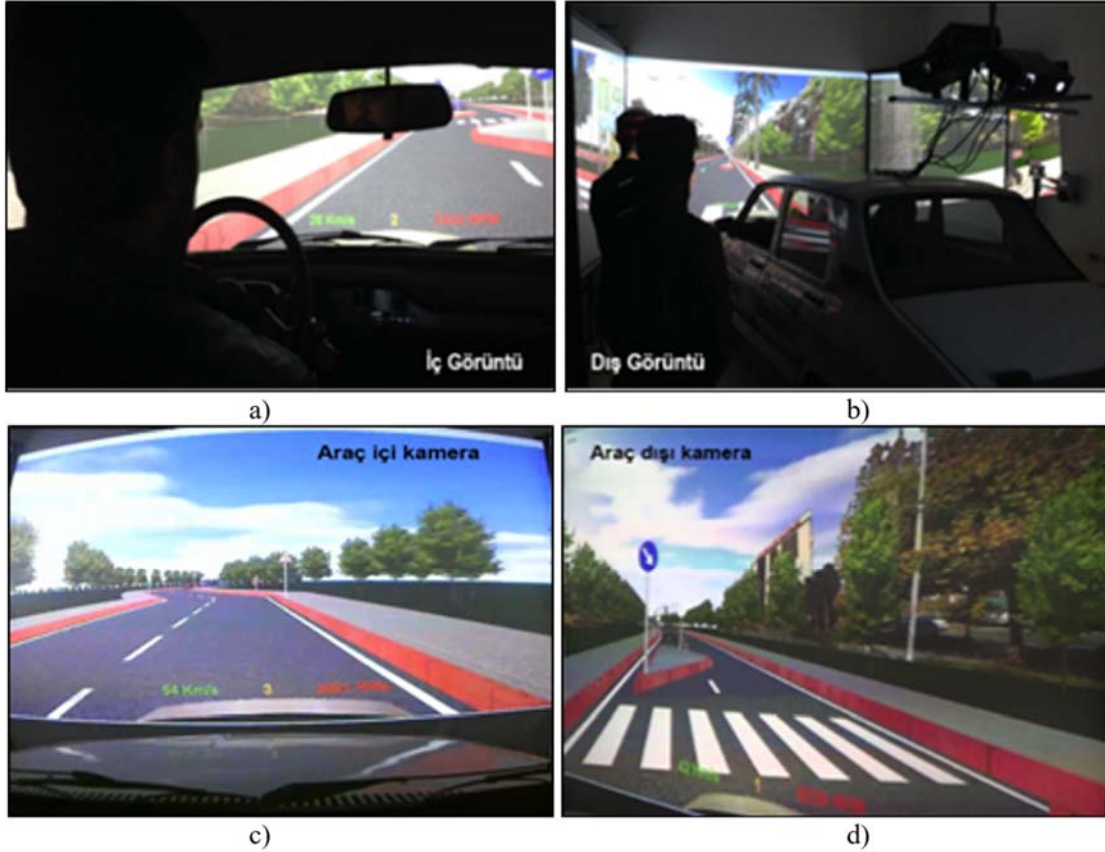
sürücülerin yarıdan fazlasının (%53,6) ehliyet süresinin 10 yılın altında olduğu belirlenmiştir (Şekil 9b).

4.2. Kıvrımlama Performansları (Chicane Performances)

Yazılım ve kamera görüntülerinden elde edilen verilerin analiz sonuçlarından sürücülerin kıvrımlama öncesindeki ve içerisindeki hızlarının ortalaması, hız farkı (km/sa) ve hız değişim oranları hesaplanmıştır. Her bir kıvrımlama için elde edilen sonuçlar Tablo 3’te detaylı olarak verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere farklı geometrik özelliklere sahip kıvrımlamaların neredeyse tamamı, sürücülerin hızlarını zorunlu azaltma konusunda oldukça etkilidir. Kıvrımlamalar birbirleriyle kıyaslandığında ise bölünmemiş iki şeritli yollar için en etkili kıvrımlamanın 2 numaralı kıvrımlama ($\Delta_v=17,7$ km/sa ve $r=1,79$), bölünmüş dört şeritli yollar için ise 10 numaralı kıvrımlama ($\Delta_v=22,8$ km/sa ve $r=2,02$) olduğu belirlenmiştir. Sadece 5 numaralı kıvrımlama hız azaltma konusunda etkin çıkmamıştır. 3, 4 ve 6 numaralı kıvrımlamalar literatürdeki çalışmalara yakın sonuçlar



Şekil 7. Hazırlanan simülâtör yazılımına ait kontrol paneli (Control panel of the prepared simulator software.)



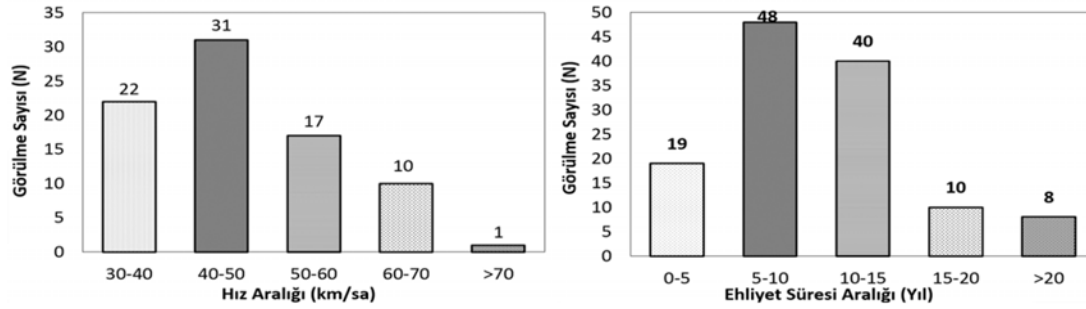
Şekil 8. Sürüş testlerinin a) ve b) araç içi ve c) ve d) araç dışı kameralarla kaydedilmesi. (Figure 8. Recording of driving tests (a)-(b) inside and (c)-(d) outside of the vehicle.)

vermiş, diğerleri ise mevcut çalışmalara göre daha etkili çıkmıştır. İngiltere’de yapılan bir çalışmada bölünmemiş iki şeritli yollar için yön sapırtıcıların yolun hızını ortalama 33,6 ile 36,8 km/sa, bölünmüş dört şeritli yollarda ise ortalama

43,2 ila 49,6 km/sa arasında azalttığı hesaplanmıştır [13]. Tablo 3 detaylı olarak incelendiğinde bu çalışma kapsamında araştırılan 10 farklı kıvrımlama tipinin (4 bölünmemiş ve 6 Bölünmüş) ne yazık ki İngiltere’de yürütülen araştırmadaki

Tablo 2. Gönüllü sürücülere ait karakteristik özellikler (Characteristics of voluntary drivers.)

Değişkenler	Durum	Kadın	Erkek	Toplam
Ehliyet Durumu	Var	26	80	106
	Yok	4	15	19
	Toplam (Σ)	30	95	125
Eğitim Durumu	İlköğretim	0	2	2
	Lise	2	7	9
	Lisans	12	58	70
	Lisansüstü	16	28	44
	Toplam (Σ)	30	95	125
Araç Kullanma Becerisi	Kullanmıyor	1	5	6
	Başlangıç	13	14	27
	Orta	10	36	46
	Profesyonel	6	40	46
Toplam (Σ)	30	95	125	
Sürücü Profili	Sakin	9	41	50
	Orta	16	45	61
	Agresif	5	9	14
	Toplam (Σ)	30	95	125
Daha Önce Trafik Kazası	Yaptı	7	31	38
	Yapmadı	20	49	69
	Araç Kullanmıyor/Ehliyet yok	3	15	18
	Toplam (Σ)	30	95	125
Kampüste Belirtilen Güzergâhta Araç Kullanma Durumu	Evet	15	67	82
	Hayır	12	13	25
	Araç Kullanmıyor/Ehliyet yok	3	15	18
	Toplam (Σ)	30	95	125

**Şekil 9.** Sürücülerin a) kampüsteki gerçek hızları ve b) ehliyet sürelerinin dağılımı.
(The distribution of Drivers (a) real speeds in campus and (b) duration of driving license.)**Tablo 3.** Sürüş testleri sonucu elde edilen hızların değerlendirilmesi.
(Evaluation of driving speeds obtained from the driving tests.)

No	Yol Türü	Kıvrımlama Öncesi (km/sa)				Kıvrımlama İçi (km/sa)				Hız Farkı " Δ_v " (km/sa)	İvme " α " (m/sn ²)	Hız Değişimi " r " (Önce/İç)
		v	σ	min.	maks.	v	σ	min.	maks.			
K1	Bölünmemiş	35,7	12,4	11,2	73,0	21,2	11,1	4,0	68,6	14,5	0,55 (-)	1,68
K2	Bölünmemiş	39,9	10,9	7,6	72,0	22,2	9,3	4,6	52,5	17,7	0,72 (-)	1,79
K3	Bölünmemiş	31,7	12,5	7,7	71,3	23,8	10,4	5,4	58,9	7,9	0,33 (-)	1,33
K4	Bölünmemiş	35,8	14,3	6,5	78,0	28,4	11,0	4,6	67,7	7,4	0,36 (-)	1,26
K5	Bölünmüş	45,6	11,1	15,7	67,0	45,1	14,1	4,2	59,6	0,5	0,15 (-)	1,01
K6	Bölünmüş	38,1	12,2	5,1	68,0	26,3	11,6	5,0	60,3	11,8	0,56 (-)	1,44
K7	Bölünmüş	44,3	13,1	6,0	78,1	22,5	8,4	5,1	50,4	21,8	1,09 (-)	1,96
K8	Bölünmüş	44,0	16,9	10,2	87,2	25,0	9,5	4,0	62,0	19,0	0,96 (-)	1,76
K9	Bölünmüş	43,4	14,0	18,4	77,3	24,8	8,9	4,1	60,1	18,6	1,00 (-)	1,75
K10	Bölünmüş	45,1	11,6	18,3	78,2	22,3	8,3	5,2	55,3	22,8	1,16 (-)	2,02

kadar hızları azaltmadığı belirlenmiştir. Bu durum üzerindeki en önemli etmen olarak Türk sürücülerin ilk defa karşılaştığı bu uygulama da bile gündelik hayatta olduğu gibi hızlı gitmeye çalışması gösterilebilir. Zaten elde edilen bulgularda bu açıklamayı desteklemektedir.

4.3. Hızların İstatistiksel Analizi (Statistical Analysis of Speeds)

Sürüş testlerinden elde edilen kıvrımlamalar içerisindeki “hızlara ait verilerin ortalamalarının eşitliği”, ikiden çok birbirlerinden bağımsız iki kitlenin ortalamalarının eşitliğini test eden Tek Yönlü Varyans (One-Way ANOVA) analiziyle test edilebilmektedir. Fakat bu test yapılamadan önce hızların normallik ve varyansların eşitliği varsayımlarının sağlanması gerekmektedir [32]. Varyanslardan ilki örneklemelerin çekildiği kitlelerin normal dağılıma uyduğu varsayımdır. Bu varsayım testi, her bir grup için (k grup) için Shapiro Wilk W, Kolmogorov Smirnov vd. Normal Dağılım testlerinden birisi yardımıyla yapılır. İkinci varsayım ise kitlelerin homojenliği varsayımdır. Kitle varyanslarının eşitliğini ima eden bu varsayımın testi ise homojenlik testlerinden (Levene, Bartlett, Neyman-Pearson vd.) birisi yardımıyla yapılabilmektedir.

Çalışma kapsamında verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirleyebilmek amacıyla Shapiro Wilk W testi yapılmıştır. Her iki kıvrımlama içinde (K2 ve K5) P değerinin 0,05 yanılma düzeyinde anlamlı olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiş ve “veriler normal dağılmamıştır” hipotezi red edilerek verilerin normal dağıldığı belirlenmiştir. Verilerin varyanslarının eşit olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla Bartlett (homojenlik) testi yapılmıştır. Test sonucunda Ki-Kare test istatistiği $\chi^2=208,687$ ve P değeri ($\text{Prob} > \chi^2$)=0,000 olarak hesaplanmıştır. $P=0,000 < 0,01$ olduğundan “varyansların eşit olmadığını (homojenliğini)” ifade eden yokluk hipotezi kabul edilmiştir. Parametrik bir test olan One-Way ANOVA testinin uygulanabilmesi için hem normallik hem de homojenlik testlerinin her ikisinin birden aynı anda sağlanması gerekmektedir. Yapılan analizlerden

homojenlik koşulunun sağlanmadığı görülmüştür. Dolayısıyla hızların varyanslarının eşitliğini tespit edebilmek amacıyla One-Way ANOVA testinin parametrik olmayan karşılığı olan Kruskal-Wallis W testi yapılmıştır. Kruskal Wallis W testi sonucu kıvrımlama türlerine göre hızlar arasında anlamlı farklılıklar olduğu ($P=0,000 < 0,01$) belirlenmiştir (Tablo 4). Bu farklılığı yaratan grup ya da gruplara karar vermek içinse çoklu karşılaştırma (Post Hoc) testlerinden varyansların eşit olmaması durumu için Dunnett’s T3 testi yapılmıştır [33-35]. Bu test sonucu elde edilen farklılığı yaratan gruplar Tablo 4’te özetlenmiştir. Tablo 4 incelendiğinde her bir grubun diğer gruplarla sırasıyla karşılaştırıldığı görülmektedir. Örneğin K1 için test sonuçları incelendiğinde K1 ile K2, K3, K7, K8, K9 ve K10’daki hızların ortalaması arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı; K1 ile K4, K5 ve K6’nın hızlarının ortalaması arasında ise anlamlı bir farklılık bulunduğu belirlenmiştir. Her bir kıvrımlama için farklılığı yaratan grup ya da gruplar karşılaştırıldığında yalnız K5’teki hızların ortalaması ile diğer tüm kıvrımlamalardaki hızların ortalaması arasında anlamlı bir farklılık bulunduğu belirlenmiştir.

4.4. Araç Simülatorü ve Kıvrımlamaların Değerlendirilmesi (Vehicle Simulator and Evaluation of Folds)

Sürüş testi sonrasında sürücülerin simülator ve yazılımın performansını ile kıvrımlama hakkındaki görüşlerini değerlendirebilmek amacıyla yapılan ankete ait sorular ve elde edilen sonuçlar Tablo 5’te verilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde sürücülerin büyük bir çoğunluğunun (%73,2) bilimsel araştırmalarda kullanılmak üzere hazırlanan bu araç simülatorünü oldukça gerçekçi bulduğu görülmüştür. Yine benzer şekilde katılımcıların %79,2’si kıvrımlamaları incelemek amacıyla hazırlanan yazılımın kalitesinin ve 3B modellemelerin gerçekçi olduğu yönünde görüş belirtmiştir. Bu çalışma ile ülkemizde araç simülatorü ortamında ilk defa incelenen kıvrımlamaların, gönüllü katılımcıların %70,4’ü tarafından yaygın olarak kullanılan kasis, hız rampası vb. hız kesici uygulamalara göre daha etkili ve yararlı olduğunu

Tablo 4. Kıvrımlama türlerine göre sürüş hızlarının karşılaştırılması.
(Comparison of driving speeds according to chicane types.)

Kıvrımlama No	N	Ort. Hız	Ort. Rank	Farklılığı Yaratan Gruplar
K1	125	21,2	56098	K4-K5-K6
K2	125	22,2	65001	K4-K5
K3	125	23,8	69979	K4-K5
K4	125	28,4	93594	K1-K2-K3-K5-K7-K10
K5	125	45,1	134751	K1-K2-K3-K4-K6-K7-K8-K9-K10
K6	125	26,3	79650	K1-K5
K7	125	22,5	65736	K4-K5
K8	125	25,0	76781	K5
K9	125	24,8	76169	K5
K10	125	22,3	64114	K4-K5

Shapiro Wilk W testine göre grupların 0,05 yanılma düzeyinde Normal dağılıma uygundur.

Bartlett testine göre kitlelerin varyansı 0,05 anlamlılık düzeyinde homojen değildir.

Farklılığı yaratan gruplar Dunnett T3 testi ile 0,05 yanılma düzeyinde bulunmuştur ($P < 0,05$).

Tablo 5. Simulator ortamının ve kıvrımlamaların sürücüler tarafından değerlendirilmesi.
(Evaluation of simulator environment and chicanes by drivers.)

Anket Soruları	Kişi Sayısı (%)						
	Değerlendirme Puanı*						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1 Sorunsuz bir sürüş testi gerçekleştirdim	1,6	6,4	11,2	3,2	8	41,6	28
2 Sürüş öncesi ya da sonrasında herhangi bir fiziksel rahatsızlık hissetmedim.	3,2	4,8	3,2	1,6	4,8	18,4	64
3 Gerçek bir araç kullanıyormuş gibi hissettim.	0,8	3,2	7,2	0,8	19,2	40,8	28
4 Modellemeler oldukça gerçekçidir.	0	1,6	0,8	1,6	16,8	40,8	38,4
5 Kıvrımlamalar yüzünden hızımı zorunlu olarak azalttım.	1,6	0	0	1,6	8	36	52,8
6 Senaryo içerisindeki trafik akımı oldukça gerçekçidir.	0,8	4,8	1,6	7,2	18,4	42,4	24,8
7 Hız azaltma uygulaması olarak kıvrımlamalar, kasis, hız rampası vb.'e göre daha faydalıdır.	1,6	4	2,4	8	13,6	32	38,4
8 Kampüs içerisindeki kasisler kaldırılıp yerine bu çalışma sonucu belirlenecek en uygun geometrik özelliklere sahip 4 kıvrımlamalar konulmalıdır.	1,6	1,6	3,2	9,6	16,8	27,2	37,6
9 Şehir içi trafiğinin fazla olmadığı yollarda bu çalışma sonucu belirlenecek en uygun geometrik özelliklere sahip 4 kıvrımlamalar konulmalıdır.	4,8	3,2	2,4	8	14,4	31,2	36
Toplam (%)	2,0	3,3	3,6	4,6	13,3	34,5	38,7

*(1):Kesinlikle katılmıyorum, (2):Katılmıyorum, (3):Biraz Katılmıyorum, (4):Kararsızım, (5):Biraz Katılıyorum, (6):Katılıyorum, (7):Kesinlikle Katılıyorum.

görüşüne ulaşılmıştır. Sürücülerin %64,8'i ise kampüs içerisindeki kasislerin kaldırılarak yerine kıvrımlamaların konulması görüşünü benimsemiştir. Benzer bir uygulamanın şehir içi trafiğinin fazla olmadığı yollarda uygulanmasına yönelik görüşe ise sürücülerin %67,2 si tamamen destek vermiştir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Kıvrımlama uygulamaları, yurt dışında bir trafiği sakinleştirme uygulaması olarak, yaygın olarak kullanılmasına rağmen ne yazık ki ülkemizde henüz kullanılmamaktadır. Bu çalışma ile ülkemiz için henüz bilimsel açıdan bir çalışma örneği bulunmayan, literatür ve uygulama açısından eksiklikleri olan kıvrımlama uygulamaları üzerine hem bilimsel bir eksiklik giderilmeye hem de bu uygulamayı yapacak karar vericiler teşvik edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla pilot bölge olarak Akdeniz Üniversitesi kampüsü seçilmiştir. Kampüs içerisinde seçilen ana arterler 3 boyutlu olarak modellenmiş; sonrasında çalışmanın en önemli aşamalarını oluşturan sürüş simülasyonu sistemine ait yazılım başarılı şekilde tamamlanmıştır. Yazılımda incelenecek olan senaryo hazırlanırken ülkemiz sürücülerinin karakteristikleri göz önüne alınarak güvenlik ve konfor açısından beklentilere cevap verebilecek 10 adet farklı kıvrımlama tasarımı yapılmıştır. Yazılım hazırlandıktan sonra 125 gönüllü sürücüye sürüş testi yaptırılmıştır. Sürüş testleri sonucu elde edilen verilerin analizinden, örneklem şartları dâhilinde, ülkemiz sürücülerinin karakteristik özelliklerine cevap verebilen en uygun kıvrımlamaların bölünmüş dört şeritli yollar için 10 numaralı kıvrımlama (K10); bölünmemiş iki şeritli yollar içinse 2 numaralı kıvrımlama (K2) olduğu belirlenmiştir. Yapılan anket uygulamalarından ise sürücülerin hazırlanan

senaryo, araç simülasyon ortamı ve yazılımın performansını yeterli buldukları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca kıvrımlama uygulamalarını ilk kez kullanan gönüllü sürücülerin yaklaşık olarak üçte ikisi (%67,2) kasislerin yerine kıvrımlamaların uygulaması hususunda olumlu görüş bildirmiştir. Diğer taraftan, sürüş testini tamamlayan sürücüler, ülkemizde bu uygulamada geçiş önceliği kuralına uyulmayacağı ve bu uygulamanın trafikte tartışmalara neden olacağı şeklinde geri bildirimde bulunmuşlardır. Fakat yapılan sürüş testlerine ait video kayıtların incelenmesinden %1'lik bir kesimin bu kurala uymadığı sonucuna ulaşılmıştır. Yani bu görüşü destekleyecek dikkate değer büyüklükte bir sonuç çıkmamıştır. Fakat yine de bu durumun göz ardı edilmemesi gerektiği düşünülmektedir.

Uygulamanın hayata geçirilmesi durumunda geçiş kuralı ile ilgili gerekli trafik işaretlemelerinin uygun ve dikkatli şekilde yapılması, bu sorun ve tartışmaların kısmen de olsa ortadan kaldırılabilir. Bu çalışmanın literatüre en önemli katkılarından biriside İngilizce "Chicane" kelimesine Türkçe bir karşılık kazandırmasıdır. Yapılan araştırmalarda bu kelimeye karşılık olarak "şikane" kelimesi kullanılsa da Türk Dil Kurumu sözlüğünde "şikane" sözcüğü hakkında herhangi bir bilgi bulunamamıştır [36]. Dolayısıyla bu çalışma kapsamında "Chicane" kelimesine karşılık olarak araçların adalar arasındaki kıvrımlı yoldan hareket etme durumunu ifade etmesi, kolay okunabilir ve anlaşılabilir olması sebebiyle "kıvrımlama" sözcüğü belirlenmiş ve kullanılmıştır.

6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu ve buna benzer çalışmaların ülkemizdeki farklı üniversiteler ve düşük yoğunluklu kentsel alanlarda tekrarlanması ile elde edilen sonuçların bu çalışmanın

bulgularını daha da geliştirerek ve ülkemize özgü bir kıvrımlama standardının hazırlanmasına katkı sağlayacağı oldukça açıktır. Yani çalışmanın sonuçlarını Türk sürücüler diye genelleme yapmak için farklı özellikleri olan daha kapsamlı örneklemelere yönelmek gerekmektedir. Çalışmanın bu bağlamda geliştirilme potansiyeline sahiptir. Bu çalışmada kapsamında öncelikle kıvrımlamaların sürücülerin hızları üzerindeki etkisi araştırılmış; trafik şartlarının etkisi incelenmemiştir. Yazılım hazırlanırken kesitlerdeki ve yaklaşım kollarındaki trafik hacmi sabit bir değer alınmış (400 taşıt/saat) fakat analizlerde trafik hacmi (taşıt/sa), trafik yoğunluğu (taşıt/km) veya karşı yönden gelen trafiğin durumu; gecikmeler, kuyruklanmalar gibi parametreler değerlendirmeye alınmamıştır. İleriki çalışmalarda bu parametrelerin de belirlenmesi ile birlikte potansiyeli olan bu konu daha da geliştirilebilecektir. Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre kıvrımlama girişlerine önce gelen önce geçer kuralının yazılı olduğu trafik levhalarının yerleştirilmesi ve araçları öncelik sırasına koyup yönlendiren cihazlarla daha güvenli geçişler sağlanabilir. Yine yapılan gözlemlerden kıvrımlama adaları arasındaki açıklığın çok kısa olması durumunda kazalara, çok uzun olması durumunda ise 5 numaralı kıvrımlama da olduğu gibi hızlı geçişlere sebep olabileceği belirlenmiştir.

Son olarak sınav günleri okul bölgelerinde yaşanan trafik yoğunluğu gibi olağan dışı durumlar göz önüne alınarak, bu bölgelerde uygulanacak kıvrımlamaların sökülebilmeye ya da yerin içine gömülme gibi özelliklerinin olması bu uygulamadan kaynaklanacak trafik tıkanıklığı sorunlarını çözecektir. Yetkililerin bu çalışmada önerilen hususları dikkate alarak kıvrımlama uygulamalarını hayata geçirmesiyle ülkemizde de hızları azaltma konusunda kasis, hız rampası vb. uygulamalardan daha faydalı olan kıvrımlama uygulamalarına başarılı bir geçiş sağlanabilecektir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışma; Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından FBA-2015-225 kodlu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Bahar, G. Guidelines for the Design and Application of Speed Humps. Report No. RP-038, 2007.
2. Petersen, E.R. The Effectiveness of Low-Cost Traffic Calming Applications Appropriate for Main Streets Through Rural Communities. Master Thesis, Iowa State University, USA, 2006.
3. TÜİK. Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara, 2015.
4. Hass-Klau, C., Nold, I., Böcker, G. ve Crampton G. Civilised Streets: A Guide to Traffic Calming. UK: Brighton: Environmental & Transport Planning, 1992.
5. Ewing, R. Traffic Calming State of the Practice Slide Seminar, Institute of Transportation Engineers, USA, September 1999, 1999.
6. Barker, J. ve Baguley, C. "A Road Safety Good Practice Guide". Department for Transport, London, England, 2001.
7. BTP. "Traffic Calming Component of the 2011 Transportation Plan's Street Design Guidelines". Burlington Transportation Plan, 2011.
8. LGAM. (2016). "Chicane". Available: <http://www.lgam.info/chicane> (07.09.2016).
9. Kastenhofer, E.O. "Traffic Calming, The Helpful Band-Aid, In Virginia When The State Dot Is 100+ Local Dpw". Institute of Transportation Engineers 67th annual Meeting, 1997.
10. Macbeth, A.G. "Calming Arterials in Toronto". 68th Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers, 1998.
11. Corkle, J., Giese J.L. ve Marti, M.M. "Investigating the Effectiveness of Traffic Calming Strategies on Driver Behavior, Traffic Flow and Speed". Report No. MN/RC-2002-02, 2001.
12. Berengier, M. ve Picaut, J. "Method for noise control by traffic management: Impact of speed reducing equipments". Inter-Noise 2008, France, 2008, 18p.
13. Sayer, I, Parry, D. ve Barker, J. "Traffic Calming-An Assessment of Selected On-Road Chicane Schemes". TRL REPORT 313, 1998.
14. García, A., Torres A.J., Romero, M.A. ve Moreno, A.T. "Traffic Microsimulation Study to Evaluate the Effect of Type and Spacing of Traffic Calming Devices on Capacity". Procedia-Social and Behavioral Sciences, 16, 270-281, 2011.
15. Molino, J.A., Katz, B. ve Hermosillo, M.B. "Simulator Evaluation of Low-Cost Safety Improvements on Rural, Two-Lane, Undivided Roads: Nighttime Delineation for Curves and Traffic Calming for Small Towns". Transportation Research Board 89th Annual Meeting, 2010.
16. Hallmark, S.L, Peterson, E., Fitzsimmons, E., Hawkins, N., Resler, J. ve Welch, T. "Evaluation of Gateway and Low Cost Traffic Calming Treatments for Major Routes in Small Rural Communities". Center for Transportation Research and Education, Iowa State University, 2007.
17. Labuschagne, F. ve Kruger, T. "Traffic Calming on Higher Order Roads: Case Study". 22nd Annual Southern African Transport Conference, South Africa, 2003.
18. Sisiopiku, V.P. "On-Street Parking on State Roads". ITE Annual Meeting Compendium, Washington DC, USA, 2001.
19. APWA. "Traffic Calming Measurement Guidelines". American Public Works Association, Washington D.C., USA, 2010.
20. Galante, F., Mauriello, F., Montella, A., Perneti, M., Aria, M. ve D'Ambrosio, A. "Traffic Calming Along Rural Highways Crossing Small Urban Communities: Driving Simulator Experiment". Accident Analysis & Prevention, 42 (6), 1585-1594, 2010.
21. Du, J., Ivan, J., Garder, P. ve Aultman-Hall, L. "Public Perceptions of Traffic-Calming Device Installation". Institute of Transportation Engineers 2003 Annual

- Meeting and Exhibit (held in conjunction with ITE District 6 Annual Meeting), 2003.
22. Kang, Y.W., Kim, J.G., Kim, Y.J. ve Oh, S.H. "A Study On The Evaluation And İmprovement for Physical Elements of Slow Street in The Commercial Area". KSCE Journal of Civil Engineering, 19 (5), 1523-1529, 2015.
 23. Baguley, C. "A Road Safety Good Practice Guide for Highway Authorities". Proceedings of the Good Practice Conference, BRISTOL, UK, 20-22 JUNE 2001, 2001.
 24. Bellefleur, O. ve CDPAC, O. "Urban Traffic Calming and Health: A Literature Review". ed: Montreal: Natl. Collab. Cent. Healthy Public Policy (NCCHPP). 2012.
 25. Bhatt, S., Barnhart, N., Luszcz, M., Meyer, T. ve Sommers, M. "Delaware Traffic Calming Design Manual", Delaware Department of Transportation, 2012.
 26. Charlton, S.G ve Baas, P.H. "Speed Change Management For New Zealand Roads", Land Transport New Zealand, 2006.
 27. DfT. "Chicane Schemes". Department for Transport, Northern, Ireland, 12/97, 1997.
 28. DoIRD. "Traffic Calming". The Department of Infrastructure and Regional Development, Northern, Ireland, Local Transport Note 1/07, 2007.
 29. Torbic, D.J. "Design Guidance for High-Speed to Low-Speed Transition Zones for Rural Highways 737", Transportation Research Board, 2012.
 30. KGM. "Karayolları Trafik Yönetmeliği 128. Madde". Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 1997.
 31. Günay, B., Aydın, M.M. ve Akgöl, K. "Şehiriçi Yollarda Kıvrımlama (Chicane) Uygulamalarının Ülkemiz Sürücü Davranışları ve Yol Tasarım Özellikleri Açısından İncelenmesi". Report No. FBA-2015-225, 74, 2016.
 32. Ardahan, F. ve Mert, M. "Impacts of Outdoor Activities, Demographic Variables and Emotional İntelligence on Life Satisfaction: An Econometric Application of A Case in Turkey". Social Indicators Research, 113 (3), 887-901, 2013.
 33. Sparks, J.N. "Expository Notes on The Problem of Making Multiple Comparisons in A Completely Randomized Design". The Journal of Experimental Education, 31 (4), 343-349, 1963.
 34. Kayri, M. "Araştırmalarda Gruplar Arası Farkın Belirlenmesine Yönelik Çoklu Karşılaştırma (Post-Hoc) Teknikleri". Journal of Social Science, 19 (1), 51-64, 2009.
 35. Mert, M. "Yatay Kesit Veri Analizi Bilgisayar Uygulamaları". Ankara: Detay Yayıncılık, 2016.
 36. TDK. "Türk Dil Kurumu", (25 Kasım 2016), 2016..

