

T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞRUSAL PROGRAMLAMA DESTEKLİ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE KENT İÇİ ULAŞIM AĞININ MODELLENMESİ

Elif ERGİN

Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞRUSAL PROGRAMLAMA DESTEKLİ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE KENT İÇİ ULAŞIM AĞININ MODELLENMESİ

Elif ERGİN
Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı
Tezin Sunulduğu Tarih:**05/02/2018**

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU

ÇANAKKALE

Elif ERGİN tarafından Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU yönetiminde hazırlanan ve **05/02/2018** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan "**Doğrusal Programlama Destekli Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Kent İçi Ulaşım Ağının Modellenmesi**" başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU ……

Başkan

Doç. Dr. Özgün AKÇAY ……

Üye

Doç. Dr. Niyazi ARSLAN ……

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:……

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Elif ERGİN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Doç. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU'na, eğitim hayatımdaki katkılarından dolayı sayın Doç. Dr. Özgün AKÇAY'a, sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali YÜCEL'e, sayın Yrd. Doç. Dr. Emin Özgür AVŞAR'a, sayın Yrd. Doç. Dr. Umut AYDAR'a, sayın Arş. Gör. Deniz GÜNGÖRDÜ'ye, sayın Yük. Müh. Serpil ATEŞ AYDAR'a, çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen Çanakkale Özel Halk Otobüsleri Kooperatifi'ne ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Elif ERGİN

Çanakkale, Şubat 2018

SİMGELER VE KISALTMALAR

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DP	Doğrusal Programlama
DHP	Doğrusal Hedef Programlama
BDP	Bulanık Doğrusal Programlama
IDW	Ters mesafe ağırlıklı interpolasyon yöntemi
LINGO	Optimizasyon problemlerinin çözüm programı
SSK	Sosyal Sigortalar Kurumu

ÖZET

DOĞRUSAL PROGRAMLAMA DESTEKLİ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE KENT İÇİ ULAŞIM AĞININ MODELLENMESİ

Elif ERGİN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. R. Cüneyt ERENOĞLU
05/02/2018, 40

Bu çalışmada Çanakkale kent içindeki ulaşım ağı, yolcuların ve işletmenin beklentileri doğrultusunda incelenmiştir. Çalışma kapsamında pilot bir bölge seçilerek, belirli zaman aralıklarında yolcu talepleri Doğrusal Programlama yöntemi ile modellenmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla elde edilen veriler görsel olarak analiz edilmiştir. Bu tez çalışmasının giriş bölümünde, Çanakkale'deki ulaşımın gelişimi ve zamanla ortaya çıkan problemlere değinilmiştir. İkinci bölümde, ulaşım problemlerine çözüm arayan literatür çalışmaları verilmektedir. Problemi modellemek için yararlanılan Doğrusal Programlama yönteminin yapısı, varsayımları, temel şartları ve çözüm yaklaşımları üçüncü bölümde açıklanmıştır. Buna ek olarak, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin çalışmada kullanılan analiz yöntemleri verilmiştir. Dördüncü bölümde, anket çalışmaları ile kent ulaşımının eksikleri tespit edilmiş ve bunlara çözüm aranmıştır. Son olarak, çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve kent içi ulaşımın beklentiler doğrultusunda iyileştirilmesine yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Lineer Programlama, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Ulaşım, Karar Destek Sistemi, Ters Mesafe Ağırlıklı İnterpolasyon Yöntemi (IDW)

ABSTRACT

MODELING OF URBAN TRANSPORTATION WITH LINEAR PROGRAMMING ASSISTED GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Elif ERGİN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Geographic Information Technologies

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU

05/02/2018, 40

In this study, Çanakkale urban transportation network was examined in the direction of the expectations of the passengers and managers. In this context, passenger demand is modeled by Linear Programming method at certain time intervals by selecting a pilot region. The obtained data were visually analyzed with the aid of Geographic Information Systems. In the introduction to this thesis, the development of transportation in Çanakkale and the problems that arise over time have been addressed. In the second chapter, literature studies seeking solutions to transport problems are given. The structure, assumptions, basic conditions and solution approaches of the method of Linear Programming used to model the problem are explained in the third chapter. In addition, the analysis methods used in the study of Geographical Information Systems are given. In the fourth chapter, the lacks of urban transportation with the aid of the survey studies were determined and solutions were sought. Finally, the results obtained with this study were assessed and proposals for improvement of urban transportation in the direction of expectations were presented.

Keywords: Linear Programming, Geographic Information Systems, Transportation, Decision Support System, Inverse Distance Weighted (IDW)

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI iii
TEŞEKKÜR iv
SİMGELER VE KISALTMALAR v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
ŞEKİLLER DİZİNİ x
ÇİZELGELER DİZİNİ xi
BÖLÜM 1 1
GİRİŞ 1
1.1. Ulaşım İhtiyacı 1
1.2. Kent İçi Ulaşım İstatistikleri 1
1.3. Problemin Tanımı 2
1.4. Amaç ve Kapsam 2
BÖLÜM 2 4
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
2.1. Literatür Taraması 4
BÖLÜM 3 5
MATERYAL VE YÖNTEM 5
3.1. Doğrusal Programlama 5
3.1.1.Doğrusal Programlama Modelinin Yapısı 5
3.1.2.Doğrusal Programlamanın Varsayımları 5
3.1.3.Doğrusal Programlamanın Temel Şartları 6
3.1.4.Doğrusal Programlamanın Çözüm Yaklaşımları 6
3.1.4.1. Grafik Çözüm Yöntemi 6
3.1.4.2. Analitik Çözüm Yöntemi 7
3.1.4.3. Simpleks Çözüm Yöntemi 7
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analiz Yöntemleri 7
3.2.1. IDW Yöntemi 8
3.2.2. Krigging Yöntemi 8
BÖLÜM 4 9
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 9
4.1. Çanakkale'de Kent İçi Ulaşım 9

4.1.1. Çanakkale'de Kent İçi Ulaşımın Tarihçesi 9
4.1.2.Ulaşım Faktörleri 10
4.1.2.1.Durak Bilgisi 10
4.1.2.2.Kart Bilgisi ve Kullanımı 10
4.2. Saha Çalışması ve Anket Sonuçları 16
4.3. Verilerin derlenmesi 18
4.4. Coğrafi Bilgi Sistemi Ortamında Analizler 22
4.5. Modelin Oluşturulması ve Çözümü 32
BÖLÜM 5 36
SONUÇ VE ÖNERİLER 36
5.1. Sonuçlar 36
5.2. Öneriler 36
KAYNAKLAR 38
EKLERİ I
EK 1. Ç1 hattının güzergâh haritası II
EK 2. Ç1 hattının durak haritası III
EK 3. Ç2 hattının güzergâh haritası IV
EK 4. Ç2 hattının durak haritası V
EK 5. Ç3 hattının güzergâh haritası VI
EK 6. Ç3 hattının durak haritası VII
EK 7. Ç7 hattının güzergâh haritası VIII
EK 8. Ç7 hattının durak haritası IX
EK 9. Kepez hattının güzergâh haritası X
EK 10. Kepez hattının durak haritası XI
EK 11. Kepez Ekspres hattının güzergâh haritası XII
EK 12. Kepez Ekspres hattının durak haritası XIII
EK 13. Ortak duraklardan en çok talep edilenleri XIV
EK 14. Yolcu memnuniyet anketi XV
EK 15. Yolcu memnunuiyet anketi örneği 1 XVI
EK 16. Yolcu memnunuiyet anketi örneği 2 XVII
ÖZGEÇMİŞ XVIII

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 4.1. Valilik durağından bir görüntü 10
Şekil 4.2. Kartların okutulduğu validatör 15
Şekil 4.3. Otobüs hatlarının talep değerleri 16
Şekil 4.4. Temmuz ayı günlere göre toplam yolcu sayısı 19
Şekil 4.5. Kasım ayı günlere göre toplam yolcu sayısı 19
Şekil 4.6. Araç içindeki kamera görüntüleri 21
Şekil 4.7. Anlık araç takip sistemi 22
Şekil 4.8. Anlık güzergah takip sistemi 22
Şekil 4.9. Çalışma bölgesindeki hatların güzergah haritası 23
Şekil 4.10. Ç1 hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00) 25
Şekil 4.11. Ç2 hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00) 26
Şekil 4.12. Ç3 hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00) 27
Şekil 4.13. Ç7 hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00) 28
Şekil 4.14. Kepez hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00) 29
Şekil 4.15. Kepez Ekspres hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00) 30
Şekil 4.16. Ç1 hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 09:30-10:00, b) ve e) 13:30-14:00, c) ve f) 17:30-18:00) 31

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Yıllara göre taşınan yolcu sayısı 9
Çizelge 4.2. Temmuz ayına ait yolcu sayısı bilgisi 11
Çizelge 4.3. Temmuz ayının hasılatı 12
Çizelge 4.4. Kasım ayına ait yolcu sayısı bilgisi 13
Çizelge 4.5. Kasım ayının hasılatı 14
Çizelge 4.6. Tam ve öğrenci binişlerinde bonus bilet hakkı 15
Çizelge 4.7. Temmuz ayı yolcu biniş grafikleri 18
Çizelge 4.8. Kasım ayı yolcu biniş grafikleri 19
Çizelge 4.9. Hatların güzergah bilgileri 32
Çizelge 4.10. Karar değişkenleri 33
Çizelge 4.11. Toplam yolcu sayısı 34
Çizelge 4.12. Model sonuçlarına göre Temmuz ayı hasılatı 35
Çizelge 4.13. Model sonuçlarına göre Kasım ayı hasılatı 35

BÖLÜM 1
GİRİŞ

1.1. Ulaşım İhtiyacı

Her şeyden önce ulaşım, insanlık için önemli bir olgu halindedir. Öyle ki bir yerden bir yere ulaşma isteği tekerleğin icadına dahi sebep olmuştur. Bu açıdan baktığımızda sürekli artan ulaşım ihtiyacımız günümüze kadar gelmiştir. İnsanların topluluk halinde yaşamaya başlamaları ve şehir devletlerine geçişi, kent yaşamının temellerini oluşturur. Aynı şekilde gelişen toplum, aynı alan ve coğrafyanın gelişmesine sebep olmuştur. Bu açıdan bakıldığında genişleyen şehirler içerisinde farklı mekânlara ulaşım bir sorun olmaya başlamıştır. Toplumun ulaşım ihtiyacı kent içi ulaşım adı altında bir çözüm önerisi olarak otoriteler tarafından bir kamu hizmeti niteliğinde insanlara sunulmaktadır. Amaç, insanların hayatını daha kolay hale getirmek, huzurlu ve güvenli bir şekilde istedikleri yere ulaşabilmeleridir. Medeniyet ve refah seviyesi gelişmiş toplumlarda kent içi ulaşım vazgeçilmez bir ihtiyaç olmuştur.

1.2. Kent İçi Ulaşım İstatistikleri

Bu tez çalışmasında, Çanakkale kent içi ulaşımı değerlendirilerek Çanakkale Özel Halk Otobüsleri veri tabanından alınan bilgiler işlenerek analiz edilmiştir. Yapılan ofis çalışmalarında 2013-2016 yılları arasında kullanılan araçların sayısı, kapasiteleri ve günlük yolcu artışı değerlendirilmiştir. Buna bağlı olarak, 2013 yılında taşınan toplam yolcu sayısı 13.794.417, 2014 yılında taşınan toplam yolcu sayısı 13.957.607, 2015 yılında taşınan toplam yolcu sayısı 14.166.832, 2016 yılında taşınan toplam yolcu sayısı 15.328.419 olduğu görülmektedir. Yıllara göre ortalama günlük taşınan yolcu sayısı ise 2013 yılında 37.793 yolcu, 2014 yılında 38.240 yolcu, 2015 yılında 38.813 yolcu, 2016 yılında ise 41.996 yolcudur. Böylece 4 yıl içinde günlük yolcu artışının %11 olduğu belirlenmiştir.

2013 yılındaki mevcut araç durumu incelendiğinde 46 yolcu taşıma kapasitesine sahip 81 adet 7 metrelik araç, 66 yolcu taşıma kapasitesine sahip 7 adet 9 metrelik araç ve 104 yolcu taşıma kapasitesine sahip 10 adet 12 metrelik araç olmak üzere toplam 98 adet araç bulunmaktadır. 2013 yılında sabah garajdan çıkan araç adedi 84'tür. 2016 yılına gelindiğinde garajdan çıkan araç sayısı 10 adet arttırılarak 94'e yükselmiştir.

2017 yılı itibariyle araç sayı ve kapasitelerinde dikkate değer ölçüde revizyona gidilmiştir. Elde edilen verilere göre, 46 yolcu taşıma kapasitesine sahip 45 adet 7 metrelik araç, 66 yolcu taşıma kapasitesine sahip 7 adet 9 metrelik araç ve 104 yolcu taşıma

kapasitesine sahip 50 adet 12 metrelik araç bulunmaktadır.

Tüm bu veriler dikkate alındığında 2013-2016 yılları arasında araç kapasitesindeki artış %47 olup, toplu taşıma kapasitesindeki artış %60 olduğu görülmektedir. Günlük araç adedinde %13 lük bir artış olmasına rağmen işletme kazancını beklenen şekilde karşılayan bir sonuç elde edilememiştir (Ergin ve Erenoğlu, 2017).

1.3. Problemin Tanımı

Çanakkale kent içi ulaşım sektörünün işletmeyi kâra geçiremediği gibi yolcuların konforlu ve huzurlu bir seyahat gerçekleştirememesi nedeniyle, Çanakkale halkı toplu taşımadan uzaklaşmıştır. Zaten küçük ve düzenli bir şehir olan Çanakkale'de, düzensiz seferleri bulunan, beklenen saatlerde duraklara ulaşmayan, durağa geldiğinde ise araç içindeki yolcu yoğunluğu çok fazla olan otobüslerin yerine, halkın ulaşım ihtiyacını özel araçlara yönelerek karşıladığı görülmüştür. Bu durum hem ekonomik hem de çevresel boyutuyla değerlendirildiğinde olumsuz sonuçlar elde edilmektedir.

İşletmenin daha fazla yolcu taşımaya ve araçlardaki yolcu yoğunluğunu azaltmaya yönelik bir önlem olarak 2013-2016 yılları arasında araç sayısını artırması, amacı karşılayamamış ayrıca daha fazla araç daha fazla trafik problemini de beraberinde getirmiştir.

Yapılan anket çalışmalarıyla Çanakkale halkının konu ile ilgili görüşleri alınmış ve istatistiksel bir değerlendirme yapılmıştır. Ankete katılanların büyük bir çoğunluğu; otobüsleri bekleme süresinden, araç içerisinde geçirilen süreden, araçtaki yolcu yoğunluğundan hiç memnun değilken; güzergâh planlamasının, araçların çizelgedeki sefer saatlerine uyumunun, zamanında ulaşımın ve hizmet kalitesinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu bilgiler dikkate alındığında Çanakkale kent içi ulaşımın incelenerek, sorunlara çözüm getirilmesi, halkın ve işletmenin refahı açısından büyük bir ihtiyaç haline gelmiştir.

1.4. Amaç ve Kapsam

Bu tez çalışması kapsamında, Çanakkale kent içinde pilot bir çalışma bölgesi seçilmiştir. Bu bölge içinde, SSK durağından kalkıp Yelken Kulübü durağı yönünde hareket eden 6 adet otobüs hattı belirlenmiştir. Bu hatlara ait bilgiler arazi ve ofis çalışmalarıyla derlenmiştir. Çalışma, yaz ve kış dönemi olmak üzere ikiye ayrılmış ve bu dönemlere ait 08:00 - 20:00 zaman aralığı dörder saatlik periyotlara bölünerek veriler elde edilmiştir.

Elde edilen veriler, ofis çalışmalarında işlenerek Coğrafi Bilgi Sistemine aktarılmış, mekânsal bilgilerin ve özniteliklerin bir arada bulunduğu bu sistem sayesinde belirtilen zaman dilimlerindeki yolcu yoğunluğu görsel olarak analiz edilmiştir. Bu analizlerin ışığında, Doğrusal Programlama yöntemi kullanılarak işletmenin konforlu bir şekilde maksimum yolcu taşıyabilme amacı doğrultusunda matematiksel modeller oluşturulmuştur.

Literatürde, Çanakkale'de kent içi ulaşım talebinin değerlendirilmesine yönelik yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın, yapılacak çalışmalara kaynak niteliğinde olması amaçlanmaktadır.

BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Literatür Taraması

İşletmeciler ve yolcular bakımından çok büyük fayda ve kolaylıklar sağlayan akıllı kart sistemlerinin kullanımı zamanla yaygınlaşmıştır. (Trepanier, Tranchant ve Chapleau, 2007).

Agard vd. (2006), yaptığı çalışmada yolcu eğilimlerini belirlemek amacıyla; akıllı kart verileri kullanılarak, yolcuların biniş zamanı ve biniş yapılan durağın bilgilerine erişerek, zaman içerisindeki kart kullanım durumunu tespit etmiştir.

Utsominia vd. (2006) nın çalışmasında ise, geçmişe yönelik akıllı kart verileri tespit edilerek, yolcuların biniş sayısı elde edilmiştir. Böylece araçların sefer sıklıklarında revizyona gidilebileceği belirlenmiştir.

Morency vd. (2006) yaptıkları çalışmada ise durakların yoğunluklarını tespit etmek amacıyla hareket edilerek, akıllı kart bilgilerindeki araca biniş zamanı ve biniş durağı verileri kullanılmıştır.

Alp (2008) yaptığı çalışmada, Doğrusal Hedef Programlama yöntemini kullanarak, aynı anda birden fazla amacı optimize etmeye çalışmıştır. Çalışma kapsamında; sistemdeki kısıtları, farklı şekilde ağırlıklandırarak, öncelikler verilmesiyle elde ettiği modellerin sonuçlarını karşılaştırmalı olarak sunmuştur.

Uludağ (2010) yapmış olduğu çalışmasında, Doğrusal Hedef Programlama (DHP) ve Bulanık Doğrusal Programlama (BDP) yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada, İzmir ilindeki durakların yerleri ve otobüslerin sefer sayıları incelenmiştir. DHP ile en uygun otobüs sefer sıklığı araştırılırken, BDP ile yolcu sayılarının belirsiz olduğu durumlar için en uygun durak yerleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Deri (2012) Akıllı kartların bilgilerinin toplandığı veritabanından alınan bilgiler sayesinde İzmir kent içinde, yolcuların taleplerini değerlendirerek, en uygun seferlerin oluşturulması için Doğrusal Hedef Programlama yöntemini kullanmışlardır.

Waiel ve Lee (2006) yaptığı ulaşım ile ilgili çalışmada, bulanık hedef programlama yöntemini kullanmıştır. Matematiksel modelde ayrı ayrı her bir amaç fonksiyonun hedeflerinin bulanık olduğu kabul edilerek çözüm algoritması oluşturulmuştur.

BÖLÜM 3
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Doğrusal Programlama

3.1.1.Doğrusal Programlama Modelinin Yapısı

Amaç fonksiyonu; doğrusal programlama modellerinde karar vericiler, karar değişkenlerinden oluşan fonksiyonu maksimize veya minimize etmek isterler. Bu şekilde optimize edilmeye çalışılan fonksiyon, amaç fonksiyonu olarak adlandırılır (Öztürk, 2012).

$$\text{Enb/Enk } z = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \qquad (3.1)$$

z : amaç fonksiyonu

c_j : j'inci karar değişkeni katsayısı (j=1,2,…,n)

x_j: j'inci karar değişkeni (j=1,2,…,n)

Karar Değişkenleri; modeldeki bilinmeyenlere karar değişkenleri denilir ve değerleri saptanmaya çalışılır (Kocadağlı, 2005). Doğrusal programlama yönteminden faydalanılarak amaç fonksiyonunu optimize eden karar değişkenleri elde edilir (Tuş,2006).

Sistem Kısıtları; karar vericilerin sahip olduğu imkânları belirten ve bu imkânlar dâhilinde karar almayı sağlayan fonksiyonlardır. Elde edilen çözümlerin problemdeki kısıtları sağlaması gerekmektedir (Tuncel, 1997).

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \quad \left\{ \begin{matrix} \leq \\ = \\ \geq \end{matrix} \right\} \quad b_i \qquad ,\forall i = 1,\ldots,m \qquad (3.2)$$

3.1.2.Doğrusal Programlamanın Varsayımları

Oranlılık; problemdeki tüm karar değişkenlerinin aldıkları değerin, değişkenle ilgili olarak amacı ve kısıtları sabit oranda etkilemesi durumudur. Ayrıca optimize edilmek istenen amacın ve kaynakların kullanımının matematiksel olarak doğrusal bir şekilde tanımlanabilmesidir. Amaç fonksiyonunun $c_j\ x_j$ olarak ifade edilmesinde, j'inci eylem için amaç eğer oranlılık özelliğine sahipse, c_j katkı, x_j ise karar değişkeniyle gösterilir. Eğer problemde kullanılan i'inci kaynak, j'inci eylem ile oranlılık özelliğine sahipse ve j'inci eylem için i'inci kaynak gerekliliği a_{ij} olarak ifade edilirse, buradaki i'inci kaynak

ihtiyacı $a_{ij}x_j$ olarak tanımlanır.

Toplanabilirlik; katkıların oluşumunu ve kaynakların kullanımının aynı birimlerle temsil edilebiliyor olmasıdır. Karar değişkenlerinin değerleri için tüm karar değişkenlerinin sağladığı katkıların toplamı ile toplam katkı elde ediliyorsa ve bu durum tüm kaynaklar için söz konusuysa toplanabilirlik özelliği söz konusudur. Eğer bir problemde hem oranlılık hem de toplanabilirlik özelliği sağlanıyorsa amaç fonksiyonu

$$c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n \tag{3.3}$$

olarak ifade edilir.

Bölünebilirlik; problemdeki ∀j için, x_j olarak ifade edilen karar değişkenleri reel değer alıyorsa ($x_j \in R$), bölünebilirlik özelliği söz konusudur.

Belirlilik; doğrusal karar problemindeki bütün parametrelerin değerlerinin bilinmesi durumudur. Karar vericinin kontrolünde olmayan fakat kararı etkileyebilecek olan parametrelerin çeşitli modeller ile belirlenmiş olmasıdır (Kara, 1991).

3.1.3.Doğrusal Programlamanın Temel Şartları

Doğrusal programlama modelinin uygulanacağı karar problemlerinde aşağıdaki şartların sağlanması gerekmektedir (Doğan, 1995):

- Kısıtlar ve amaç fonksiyonu iyi tanımlı olmalı,
- Hareket seçenekleri bulunmalı,
- Değişkenler arasında ilişki bulunmalı,
- Sistemdeki kaynak talebi sınırlandırılmalı,
- Modeldeki değişkenlerin arasında doğrusal bağlantı olmalıdır.

3.1.4.Doğrusal Programlamanın Çözüm Yaklaşımları

3.1.4.1.Grafik Çözüm Yöntemi

Grafik çözüm yöntemi, karar değişkenlerinin sayısının üç veya daha az olduğu durumlarda kullanılır. Böylece uygun çözüm alanının grafiği çizilerek, modelin en iyi çözümü araştırılır. Modelde iki karar değişkenin olması durumunda, kısıtlar düzlem üzerinde doğru oluşturur ve kısıtı sağlayan x_1,x_2 ikililerini verir. Modeldeki her bir kısıt tek bir koordinat sisteminde gösterilerek, bu kısıtların sağlanmadığı bölgelerin taranması durumunda, taralı olmayan alan, uygun çözüm alanını oluşturur. c_1,$c_2 \in R$ olmak üzere

amaç fonksiyonu iki karar değişkeni için aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$x_0 = c_1x_1 + c_2x_2 \tag{3.4}$$

3.1.4.2.Analitik Çözüm Yöntemi

Doğrusal programlama modelindeki en iyi çözümün varlığı bilindiğinde, uç nokta teoreminden faydalanılarak en iyi çözüm elde edilebilir. Bu matematiksel yaklaşım, uç noktalar ile temel uygun çözümlerin bire bir ilişkisine dayanır. Aşağıda çözüm için adım algoritması verilmektedir.

A1. Modeldeki eşitsizlikler eşitlik olacak şekilde ifade edilir ve k kısıt l değişken olduğu kabul edilir.

A2. k karar değişkeni temel olarak alınarak, l-k değişken sıfıra eşitlenip temel çözümler tespit edilir ve bütün temel değişkenler için tekrar edilir.

A3. Tespit edilen temel çözümlerden, uygun olanları seçilir.

A4. Amaç fonksiyonu için temel uygun çözümlere denk gelen değerler bulunur. Bunlardan en uygunu en iyi değer olup, buna karşılık gelen uç nokta ise en iyi çözümdür (Kara,1991).

3.1.4.3. Simpleks Çözüm Yöntemi

Modeldeki amaç fonksiyonu ile sınır denklemleri simpleks tablosuna yerleştirilir. İteratif bir çözüm uygulanarak en uygun çözüm hesaplanmaya çalışılır. Yapılan her iterasyonda, yeni bir tablo oluşturulur. En iyi çözüme ulaşılıncaya kadar hesaplamalara devam edilir (Büyükkeklik, 2007).

3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analiz Yöntemleri

Coğrafi Bilgi Sistemi, coğrafi verilerin elde edildiği, depolandığı, analiz edildiği ve görüntülendiği bilgisayar sistemidir. Coğrafi veriler, mekânsal özelliklerin yerlerini ve niteliklerini tanımlar (Horner and Grubesic, 2001).

CBS'nin coğrafi verileri işleme yeteneği, onu diğer bilgi sistemlerinden ayırır. Bu durum CBS'nin; coğrafi bilimciler, kartografyacılar, çevre mühendisleri ile şehir ve bölge planlamacılar için önemli bir teknoloji olmasını sağlar (Lu, 2003).

CBS tabanlı ulaşım sistemi, analitik yetenekler, görsel analizler, etkin veri depolama, mekânsal veri tabanı entegrasyonu ve mekânsal analiz yetenekleri gibi birçok avantaja sahiptir (Sarsam and Motasher, 2015).

CBS, grafik ve tanımsal verileri aynı veri tabanında tutma özelliğine sahip

olduğundan, veri tabanındaki ani değişimler oluşturulan sayısal modele yansıyarak kullanıcıya alternatif sonuçlar üzerinde karar vermede yardımcı olur (Yomralıoğlu, 2000).

CBS, bilgi sistemini oluşturan faktörlerin nesneyi tanımlayan bilgilerinin ve özniteliklerinin veri tabanında depolanması ile konum bilgileri ve veri ilişkilerinin bir arada değerlendirilip analiz edilmesine olanak tanır. Konumsal ve konumsal olmayan verilerin ortak veri tabanında işlenebilmesi sayesinde, ulaşım problemlerinin çözümünde Coğrafi Bilgi Sistemleri karar vericiler için önemli bir destek sistemidir.

3.2.1. IDW Yöntemi

Inverse Distance Weighted (IDW) interpolasyon yöntemi, hücrelerin değerleriyle ilgilenerek, belirli veri noktaları sayesinde, diğer hücrelerin değerlerini kestiren yöntemdir. Buradaki değeri bilinen veri noktalarına yakın mesafedeki hücrelere daha büyük ağırlıklar verilir. Bu noktalardan uzaklaştıkça etkisi azalacağından, uzaklardaki noktaların değerlendirilmesi faydalı olmayabilir. Yöntemin amacı; belirli noktalardan elde edilen veriler ile bir yüzey oluşturmaktır. (Kahraman ve Ünsal, 2014)

3.2.2. Krigging Yöntemi

Krigging yöntemi istatistiklere dayalı hassas bir interpolasyon yöntemidir. Bu yöntemde, eldeki tüm örneklemlerin değerlerinden bilinmeyen değeri hesaplayabilmek için faydalanılır. Bu amaçla öncelikle örneklem noktaları tespit edilir ve yüzey oluşturulur. IDW interpolasyon yöntemine benzer olarak krigging yöntemi de bilinmeyen değerleri hesaplarken ağırlıklandırma yapar. IDW den farklı olarak bu yöntemdeki ağırlıklandırma daha teferruatlıdır. (Kahraman ve Ünsal, 2014)

BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Çanakkale'de Kent İçi Ulaşım

4.1.1. Çanakkale'de Kent İçi Ulaşımın Tarihçesi

Çanakkale kent içi ulaşımdan sorumlu departman, 5393 Sayılı Belediye Kanunu ile "Ulaşım ve Toplu Taşıma Birimi" olarak kurulmuş, daha sonra 2007 yılı itibariyle ulaşım hizmetlerinin bir arada toplanmasıyla ismi "Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü" olmuştur.

Çanakkale Belediyesi Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü resmi internet sitesinden alınan bilgilere göre, kent içinde hizmette bulunan iki adet minibüs ile Güzel yalı ilçesinde hizmet eden bir adet minibüs olmak üzere toplam üç hat birleştirilmiştir. Böylece, Belediye otobüsleri ile birlikte Belediye Denetimli Halk Otobüsü Sistemi oluşturulmuştur. 2006 yılı itibariyle ulaşım hizmeti, Çanakkale Belediyesi ve mücavir alanlarında, Belediye denetiminde sürdürülmektedir.

Kepez Belediyesi ve Kepez'den Çanakkale Merkez'e gelen minibüsler de Belediye Denetimli Halk Otobüslerine eklenmiştir. Böylelikle, sistemdeki araç adedi arttığı gibi toplu ulaşım ağı genişletilmiştir. Bununla birlikte, Çınarlı Dardanos Kooperatifi'nin sahip olduğu araçlar, toplam üç adet olmak üzere bu sistemin bünyesine eklenmiştir.

Oluşturulan bu sistemle, 14 adet Çanakkale Belediyesi otobüsü, 102 adet Halk otobüsü ve 1 adet Kepez Belediyesi otobüsü birleştirilerek 117 adet toplu ulaşım hizmetine sunulmaktadır. Çizelge 4.1 de yıllara göre taşınan yolcu sayısı gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Yıllara göre taşınan yolcu sayısı

Yıllar	Yolcu Sayısı
17.06.2006 – 31.01.2006	4.875.207
2007	11.569.654
2008	10.920.155
2009	10.696.541
2010	11.776.204
2011	13.409.067
2012	13.758.537
2013	13.794.417
2014	13.957.607
2015	14.166.832
2016	15.328.419

4.1.2.Ulaşım Faktörleri

4.1.2.1.Durak Bilgisi

Çanakkale ulaşım güzergâhlarındaki durakların büyük bir çoğunluğu, akıllı durak sistemini oluşturmaktadır. Bu sistem sayesinde durakta bulunan panel sırasıyla; durağa yaklaşmakta olan aracın hat numarasını, gidilen yöndeki son durağın adını ve kalan durağın adedini bilgi olarak bekleyen yolculara vermektedir. Engelli kişiler için, yaklaşan otobüsün engelli binişine uygun olup olmadığını belirten işaret bilgisi de bulunmaktadır. Buna ek olarak, görme engelli kişiler için, panelde bulunan bilgiler, sistem tarafından sesli olarak duyurulmaktadır. Şekil 4.1, Çanakkale kent içinde bulunan bir durağın görüntüsünü göstermektedir (URL1).



Şekil 4.1. Valilik durağından bir görüntü

4.1.2.2.Kart Bilgisi ve Kullanımı

Çanakkale kent içi ulaşımda, nakit olarak ücret toplamak yerine elektronik kart sisteminin kullanılması, toplanan ücret bilgisi dışında pek çok avantaj sağlamaktadır. Kentkart Otomatik Ücret Toplama ve Araç Takip Sistemi'nde binen yolcu sayısının niteliği hakkında (7/24 bonus, öğrenci, kredi kartı, indirimli, serbest, tam, 7/24 para, indirimli öğretmen olarak) bilgi vermektedir. Ayrıca verilen niteliklerin her birini karşılayan hâsılatın ne kadar olduğu bilgisi de otomatik olarak gösterilmektedir. Veri tabanından alınan bilgilere göre, Çizelge 4.2 de Temmuz ve Çizelge 4.4 de Kasım

aylarının niteliklerine göre binen yolcu sayıları verilmiştir. Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.5 ise bu aylara göre toplanan hasılatı göstermektedir.

Çizelge 4.2.Temmuz ayına ait yolcu sayısı bilgisi

YOLCU SAYISI									
Tarih	7/24 Bonus	Öğrenci	Kredi Kartı	İndirimli	Serbest	Tam	7/24 Para	İndirimli Öğretmen	Toplam
2017-07-01	65	5.133	535	0	2.916	16.400	893	6	25.948
2017-07-02	51	4.309	494	0	2.257	13.014	644	0	20.769
2017-07-03	78	6.750	702	0	4.298	19.381	1.343	0	32.552
2017-07-04	88	6.529	659	0	4.519	19.651	1.251	0	32.697
2017-07-05	162	6.675	614	0	4.275	19.758	1.291	0	32.775
2017-07-06	245	6.994	614	0	4.409	19.512	1.463	0	33.237
2017-07-07	282	6.399	663	0	4.908	20.586	1.241	0	34.079
2017-07-08	290	4.943	547	0	3.235	15.981	968	0	25.964
2017-07-09	249	4.800	537	0	2.511	13.855	938	0	22.890
2017-07-10	359	6.528	619	0	4.306	19.193	1.343	0	32.348
2017-07-11	338	6.728	673	0	4.498	19.497	1.607	0	33.341
2017-07-12	335	6.359	639	0	3.994	18.989	1.229	0	31.545
2017-07-13	311	6.523	657	0	3.763	18.643	1.017	0	30.914
2017-07-14	290	6.314	632	0	4.756	20.489	1.057	0	33.538
2017-07-15	222	4.572	521	0	3.306	15.645	729	0	24.995
2017-07-16	181	4.375	485	0	2.809	13.295	773	0	21.918
2017-07-17	229	6.118	624	0	4.431	18.407	1.087	0	30.896
2017-07-18	209	6.406	657	0	4.378	18.921	1.067	0	31.638
2017-07-19	182	6.251	644	0	4.357	18.984	1.021	0	31.439
2017-07-20	125	6.082	615	0	4.243	18.732	1.012	0	30.809
2017-07-21	120	6.005	685	0	5.155	20.498	1.036	0	33.499
2017-07-22	84	5.183	487	0	3.343	16.653	915	0	26.665
2017-07-23	60	4.598	429	0	2.569	13.222	794	0	21.672
2017-07-24	90	6.132	594	0	4.554	19.640	1.192	0	32.202
2017-07-25	101	6.387	609	0	4.618	19.302	1.006	0	32.023
2017-07-26	74	6.301	599	0	4.295	19.182	958	0	31.409
2017-07-27	62	5.800	559	0	3.711	17.102	986	0	28.220
2017-07-28	76	5.731	652	0	5.155	20.199	993	0	32.806
2017-07-29	46	5.667	586	0	3.471	16.659	798	0	27.227
2017-07-30	35	4.449	462	0	2.638	12.653	731	0	20.968
2017-07-31	61	5.967	641	0	4.455	18.618	1.088	0	30.830
Toplam	5.100	181.008	18.434	0	122.133	552.661	32.471	6	911.813

Çizelge 4.3 Temmuz ayının hasılatı

HASILAT									
Tarih	7/24 Bonus	Öğrenci	Kredi Kartı	İndirimli	Serbest	Tam	7/24 Para	İndirimli Öğretmen	Toplam
2017-11-01	0	7,115.16	1,131.00	0	0	33,902.80	1,864.00	15.00	44,027.96
2017-11-02	0	6,089.74	1,051.00	0	0	27,185.10	1,335.00	0,00	35,660.84
2017-11-03	0	9,230.96	1,450.00	0	0	39,030.40	2,780.00	0,00	52,491.36
2017-11-04	0	8,920.38	1,366.00	0	0	39,726.20	2,556.00	0,00	52,568.58
2017-11-05	0	9,111.42	1,274.00	0	0	40,057.60	2,655.00	0,00	53,098.02
2017-11-06	0	9,567.17	1,291.00	0	0	39,631.00	3,005.00	0,00	53,494.77
2017-11-07	0	8,741.23	1,378.00	0	0	41,888.60	2,549.00	0,00	54,556.83
2017-11-08	0	6,853.78	1,515.00	0	0	32,701.40	1,991.00	0,00	42,697.18
2017-11-09	0	6,704.91	1,153.00	0	0	28,655.90	1,929.00	0,00	38,442.81
2017-11-10	0	8,946.01	1,293.00	0	0	39,095.40	2,773.00	0,00	52,103.41
2017-11-11	0	9,207.72	1,389.00	0	0	39,666.10	3,285.00	0,00	53,547.82
2017-11-12	0	8,749.09	1,325.00	0	0	38,618.80	2,531.00	0,00	51,223.89
2017-11-13	0	8,969.53	1,387.00	0	0	37,970.40	2,097.00	0,00	50,423.93
2017-11-14	0	8,689.69	1,315.00	0	0	41,914.30	2,176.00	0,00	54,094.99
2017-11-15	0	6,354.08	1,082.00	0	0	32,134.40	1,535.00	0,00	41,105.48
2017-11-16	0	6,105.49	1,031.00	0	0	27,155.50	1,621.00	0,00	35,912.99
2017-11-17	0	8,290.99	1,296.00	0	0	36,939.80	2,212.00	0,00	48,738.79
2017-11-18	0	8,643.00	1,343.00	0	0	38,055.20	2,180.00	0,00	50,221.20
2017-11-19	0	8,487.90	1,327.00	0	0	38,484.00	2,095.00	0,00	50,393.90
2017-11-20	0	8,287.12	1,279.00	0	0	37,995.10	2,081.00	0,00	49,642.22
2017-11-21	0	8,226.78	1,404.00	0	0	41,687.30	2,111.00	0,00	53,429.08
2017-11-22	0	7,143.77	1,034.00	0	0	33,783.00	1,891.00	0,00	43,851.77
2017-11-23	0	6,404.60	910.00	0	0	27,076.90	1,634.00	0,00	36,025.50
2017-11-24	0	8,400.35	1,229.00	0	0	39,906.90	2,450.00	0,00	51,986.25
2017-11-25	0	8,797.03	1,258.00	0	0	39,405.10	2,064.00	0,00	51,524.13
2017-11-26	0	8,708.82	1,259.00	0	0	39,194.20	1,997.00	0,00	51,159.02
2017-11-27	0	7,886.03	1,155.00	0	0	34,610.00	2,039.00	0,00	45,690.03
2017-11-28	0	7,819.97	1,350.00	0	0	40,926.40	2,037.00	0,00	52,133.37
2017-11-29	0	7,825.66	1,246.00	0	0	33,872.90	1,645.00	0,00	44,589.56
2017-11-30	0	6,207.51	1,001.00	0	0	25,960.60	1,522.00	0,00	34,691.11
2017-11-31	0	8,138.73	1,323.00	0	0	37,807.40	2,211.00	0,00	49,480.13
Toplam	0	248,620.62	38,481	0	0	1,125,039.3	66,851	15.00	14,779,006.92

Çizelge 4.4. Kasım ayına ait yolcu sayısı bilgisi

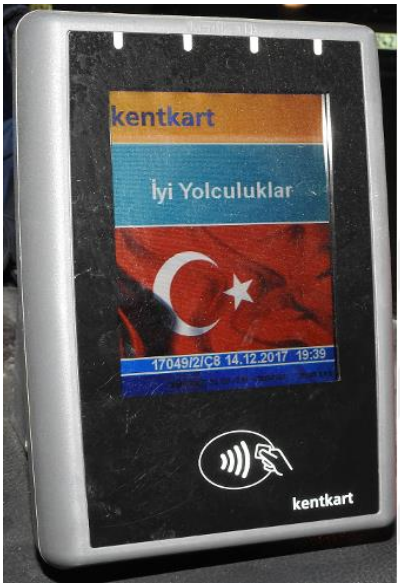
YOLCU SAYISI									
Tarih	7/24 Bonus	Öğrenci	Kredi Kartı	İndirimli	Serbest	Tam	7/24 Para	İndirimli Öğretmen	Toplam
2017-11-01	106	28.629	776	0	4.760	21.258	1.083	6	46.618
2017-11-02	83	21.824	812	0	4.912	28.704	1.186	9	57.530
2017-11-03	104	21.433	803	0	5.996	28.924	1.175	10	58.445
2017-11-04	83	11.790	697	0	3.634	20.000	817	8	37.029
2017-11-05	140	9.843	603	0	2.965	15.594	779	1	29.925
2017-11-06	530	24.821	782	0	5.264	25.691	1.183	8	58.279
2017-11-07	801	25.714	776	0	5.266	24.796	1.180	8	58.541
2017-11-08	933	24.834	772	0	4.602	23.186	1.083	13	55.423
2017-11-09	973	25.262	818	0	4.746	23.367	1.084	12	56.262
2017-11-10	1.075	24.102	911	0	6.001	36.302	1.297	9	59.697
2017-11-11	678	14.059	739	0	3.653	19.019	849	3	39.000
2017-11-12	544	11.049	563	0	3.000	14.704	644	2	30.506
2017-11-13	1.035	25.580	781	0	5.289	23.578	1.146	8	57.417
2017-11-14	985	26.385	801	0	5.206	22.937	1.067	10	57.391
2017-11-15	963	26.871	863	0	4.912	23.598	1.095	6	58.308
2017-11-16	764	26.066	842	0	4.885	23.308	1.106	15	56.986
2017-11-17	647	24.522	861	0	7.711	25.293	1.064	6	58.104
2017-11-18	342	11.810	769	0	3.188	17.467	737	7	34.320
2017-11-19	249	9.806	581	0	2.788	14.815	846	9	29.094
2017-11-20	333	20.361	864	0	4.287	21.646	1.161	9	48.661
2017-11-21	318	22.277	848	0	5.516	23.121	1.098	11	53.189
2017-11-22	274	21.883	890	0	4.932	22.423	1.056	11	51.469
2017-11-23	222	20.201	803	0	4.866	21.600	1.089	11	48.792
2017-11-24	218	18.817	831	0	6.096	24.000	1.217	7	51.186
2017-11-25	169	12.157	809	0	4.156	20.681	1.102	7	39.081
2017-11-26	134	10.989	650	0	2.904	15.582	1.007	6	31.272
2017-11-27	222	25.466	849	0	5.050	22.930	1.170	11	55.698
2017-11-28	210	26.383	829	0	5.402	22.601	1.074	16	56.515
2017-11-29	164	27.483	744	0	4.820	22.507	1.065	17	56.800
2017-11-30	128	26.385	810	0	4.643	21.799	1.004	16	54.785
Toplam	13.427	626.802	23.477	0	139.450	661.431	31.464	272	1.496.323

Çizelge 4.5.Kasım ayının hasılatı

HASILAT									
Tarih	7/24 Bonus	Öğrenci	Kredi Kartı	İndirimli	Serbest	Tam	7/24 Para	İndirimli Öğretmen	Toplam
2017-11-01	0	38,026.65	1,564.00	0	0	39,006.00	2.179	10	80,782.65
2017-11-02	0	29,026.90	1,641.00	0	0	53,334.70	2.382	18	86,402.60
2017-11-03	0	28,518.09	1,622.00	0	0	54,638.10	2.363	20	87,161.19
2017-11-04	0	15,635.08	1,411.00	0	0	39,090.20	1.648	16	57,800.28
2017-11-05	0	12,944.16	1,222.00	0	0	30,338.00	1.569	2	46,075.16
2017-11-06	0	33,005.70	1,572.00	0	0	48,334.50	2.384	14	84,310.20
2017-11-07	0	34,202.64	1,564.00	0	0	45,975.50	2.368	17	84,127.14
2017-11-08	0	33,019.04	1,554.00	0	0	42,790.40	2.176	24	79,563.44
2017-11-09	0	33,595.95	1,646.00	0	0	43,135.40	2.182	24	80,583.35
2017-11-10	0	32,042.24	1,838.00	0	0	49,730.60	2.614	18	86,242.84
2017-11-11	0	18,545.79	1,504.00	0	0	36,547.40	1.711	6	58,314.19
2017-11-12	0	14,502.31	1,149.00	0	0	23,082.80	1.291	4	45,029.11
2017-11-13	0	34,000.84	1,578.00	0	0	43,345.50	2.312	16	81,252.34
2017-11-14	0	35,045.95	1,620.00	0	0	42,176.20	2.147	21	81,010.15
2017-11-15	0	35,735.67	1,749.00	0	0	43,582.70	2.200	12	83,279.37
2017-11-16	0	34,599.21	1,696.00	0	0	43,441.80	2.222	27	81,986.01
2017-11-17	0	32,741.19	1,736.00	0	0	47,911.40	2.132	12	84,532.59
2017-11-18	0	15,708.41	1,558.00	0	0	34,554.70	1.485	14	53,320.11
2017-11-19	0	13,003.12	1,188.00	0	0	29,156.20	1.702	18	45,067.32
2017-11-20	0	26,993.45	1,742.00	0	0	41,319.20	2.324	18	72,396.65
2017-11-21	0	29,672.84	1,704.00	0	0	43,876.10	2.210	23	77,485.94
2017-11-22	0	29,056.10	1,793.00	0	0	42,256.20	2.114	20	75,239.30
2017-11-23	0	26,852.52	1,621.00	0	0	40,914.60	2.186	20	71,594.12
2017-11-24	0	25,034.15	1,678.00	0	0	46,301.90	2.441	14	75,469.05
2017-11-25	0	16,163.47	1,630.00	0	0	40,711.90	2.214	12	60,731.37
2017-11-26	0	14,571.42	1,309.00	0	0	30,565.20	2.024	11.35	48,480.97
2017-11-27	0	33,768.42	1,709.00	0	0	42,826.20	2.345	22	80,670.62
2017-11-28	0	35,063.73	1,672.00	0	0	41,970.50	2.152	29.35	80,887.58
2017-11-29	0	36,523.12	1,500.00	0	0	41,713.00	2.137	31	81,904.12
2017-11-30	0	34,977.42	1,628.00	0	0	40,484.90	2.020	30	79,140.32
Toplam	0	832,572.58	47,398	0	0	1,247,111.80	63.234	523.7	2,190,840.08

Kent içi toplu taşıma araçlarında, kart validatöre (Şekil 4.2) okutulduğu anda, cihaz üzerinde okutulan kartta kalan bakiye, alınan ücret ve aktarmanın başladığını gösteren bilgi yazılır. Halka sunulan bir hizmet olarak aktarma sistemi, kart okutulduğu andan başlayarak belirli bir zaman dilimi içerisinde, aynı kart ile farklı bir hatta çalışan otobüse indirimli biniş yapabilme imkânı sağlar. Çanakkale kent içi ulaşımda tanınan aktarma süresi 30 dakikadır. Bu sürenin ilk 20 dakikası ücretsiz olup, son 10 dakikası %50 indirimli olarak

ücretlendirilir. Aktarma uygulamasında kartlar kişilere özel olduğundan, sadece bir tek kişi(kart sahibi) aktarmadan faydalanabilir. Biniş yapan yolcunun öğrenci, indirimle veya tam nitelikte olması durumuna göre, aktarmadan faydalanabilmek için, birinci ve ikinci binişlerin aynı nitelikte olmalıdır. Aynı hatlarda çalışan otobüslerde aktarma yapılmadığı için Ç3 ile Ç3 Ekspres, Kepez ile Kepez Ekspres hatları arasında aktarma yapılamamaktadır. Ayrıca Güzel yalı – Dardanos hattındaki ücretlendirme farklı olduğundan yine bu hatlarda aktarma hakkı bulunmamaktadır.



Şekil 4.2. Kartların okutulduğu validatör

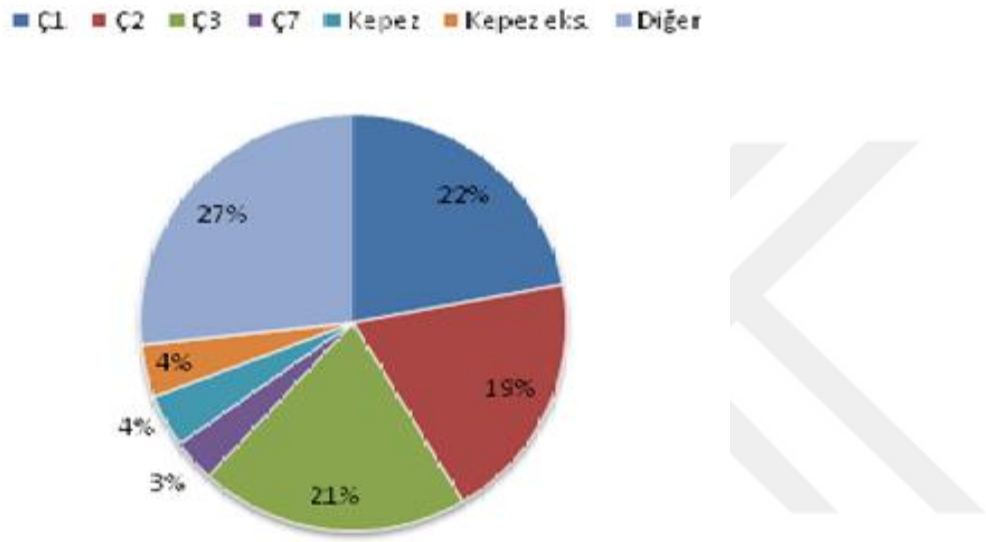
Toplu ulaşıma teşvik etmek amacıyla Çanakkale Belediyesi'nce yapılan bir uygulama da kart yüklemelerindeki ücretsiz bonus hakkıdır. Her ayın ilk günü ve son günü arasında Kentkartlara yapılan tek seferlik yüklemelerde, Çizelge 4.6 da gösterilen tam ve öğrenci binişlerinde yükleme yapılan miktara göre bonus hakkı bulunmaktadır. Bir sonraki ayın 5'i ile 15'i arasındaki günlerde kart yükleme bayilerinden bonuslar talep edilebilir. Bonuslar yükletildiği andan itibaren 30 gün içerisinde geçerlidir.

Çizelge 4.6. Tam ve öğrenci binişlerinde bonus bilet hakkı

			TAM						
	ÖĞRENCİ								
Yükleme	20TL	30TL	40TL	50TL	60TL	70TL	80TL	90TL	100TL ve üstü
Bonus	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4.2. Saha Çalışması ve Anket Sonuçları

Çanakkale halkının ulaşım taleplerini saptamak amacıyla EK 14'de sunulan Yolcu Memnuniyet Anketleri saha çalışmasında yüz yüze görüşme tekniğiyle toplu ulaşım kullanan farklı yaş gruplarına uygulanmıştır. EK 15 ve EK 16'da cevaplanan anketin örneği bulunmaktadır. Anket sonuçları doğrultusunda çalışmanın odak noktaları belirlenmiştir. Şekil 4.3 de, çalışma kapsamında incelenen hatların ve diğerlerinin talep edilme yüzdeleri verilmiştir. Burada, Çanakkale kent içi ulaşımda en fazla rağbet gören Ç1, Ç2 ve Ç3 hatlarının, kullanılan diğer hatların toplamına yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. Otobüs hatlarının talep değerleri

Yolcu Memnuniyeti sonuçlarına göre, katılımcılara güzergâh planlamasından memnun olup olmadıkları sorulduğunda, %3 çok iyi, %18 iyi, %20 yeterli, %41 geliştirmeli ve %18 yetersiz yanıtı alınmıştır. Durakta bekleyen yolcuların, otobüsleri bekleme süresini değerlendirilmesi istendiğinde, %1 çok iyi, %4 iyi, %13 yeterli, %40 geliştirilmeli ve %42 yetersiz bulmuştur. Hatlardaki otobüslerin çizelgede yayınlanan sefer saatlerine uyumunu ise katılımcıların %26 sı yeterli bulurken, toplam %62 si yetersiz bularak geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Yolcuların %59 u araç içinde geçirdiği süreden memnun değilken, %17 si memnun olduğunu belirtmiştir. Toplu ulaşım araçlarının yoğunluğunu ise % 85 olumsuz değerlendirirken, sadece %5 olumlu yanıt vermiştir. % 10 u araçlardaki kalabalığı yeterli bulmuştur. Araçların varış durağına zamanında ulaşımını ise %18 yetersiz, %33 geliştirilmeli, %32 yeterli, %16 iyi ve %1 çok iyi bulmuştur.

Ankette toplu ulaşım araçlarının niteliği hakkında da sorular sorulmuştur. Buna

göre %4 lük bir kesim araçların kalitesini çok iyi bulurken, %34 ü yeterli bulmuştur. Araçların klima ve havalandırma sisteminden katılımcıların % 16 sı hiç memnun değilken, %35'i geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. %4 ise araçların teknik donanımından memnun kalmıştır. Bunlara ek olarak, ankete katılanların %32 si araçların temizliğini yeterli bulurken, araç şoförleri hakkında alınan bilgi neticesinde %52'sinin şoförlerden memnun olmadığını vurgulamıştır.

Ayrıca, bilet ücretleri ve hizmet kalitesini değerlendiren katılımcılardan; hizmetin kalitesini %24 yetersiz, %37 geliştirilmeli, %28 yeterli ve %11 iyi bulurken, bilet ücretlerini ise %42 pahalı bulmuştur.

Son olarak anket kapsamında düşünce ve önerileri alınan katılımcılar, duraklarda otobüsleri çok fazla beklediklerini, otobüs sayısının arttırılarak buna çözüm getirilebileceği önerisinde bulunmuşlardır. Araç sayılarının arttırılmasının, hem araç içindeki yolcu sayısını azaltacağı, hem de araçların sefer sıklığının daha kısa aralıklara indirgenmesini sağlayacağını belirtmişlerdir. Bir diğer öneri de araçların kapasitesinin arttırılması, yani küçük araçlar yerine büyük araçların kullanılmasıdır.

Araçların çizelgede belirtilen sefer saatlerine uymaması, yolcuların duraklarda yığılmasına sebep olmaktadır. Böylece araçlar kapasitesinden çok daha fazla yolcu almak durumda kalmaktadır. Bu da, araçlardaki yolcu yoğunluğunun artmasına neden olarak ulaşımın kalitesini ve konforunu olumsuz yönde etkilemektedir.

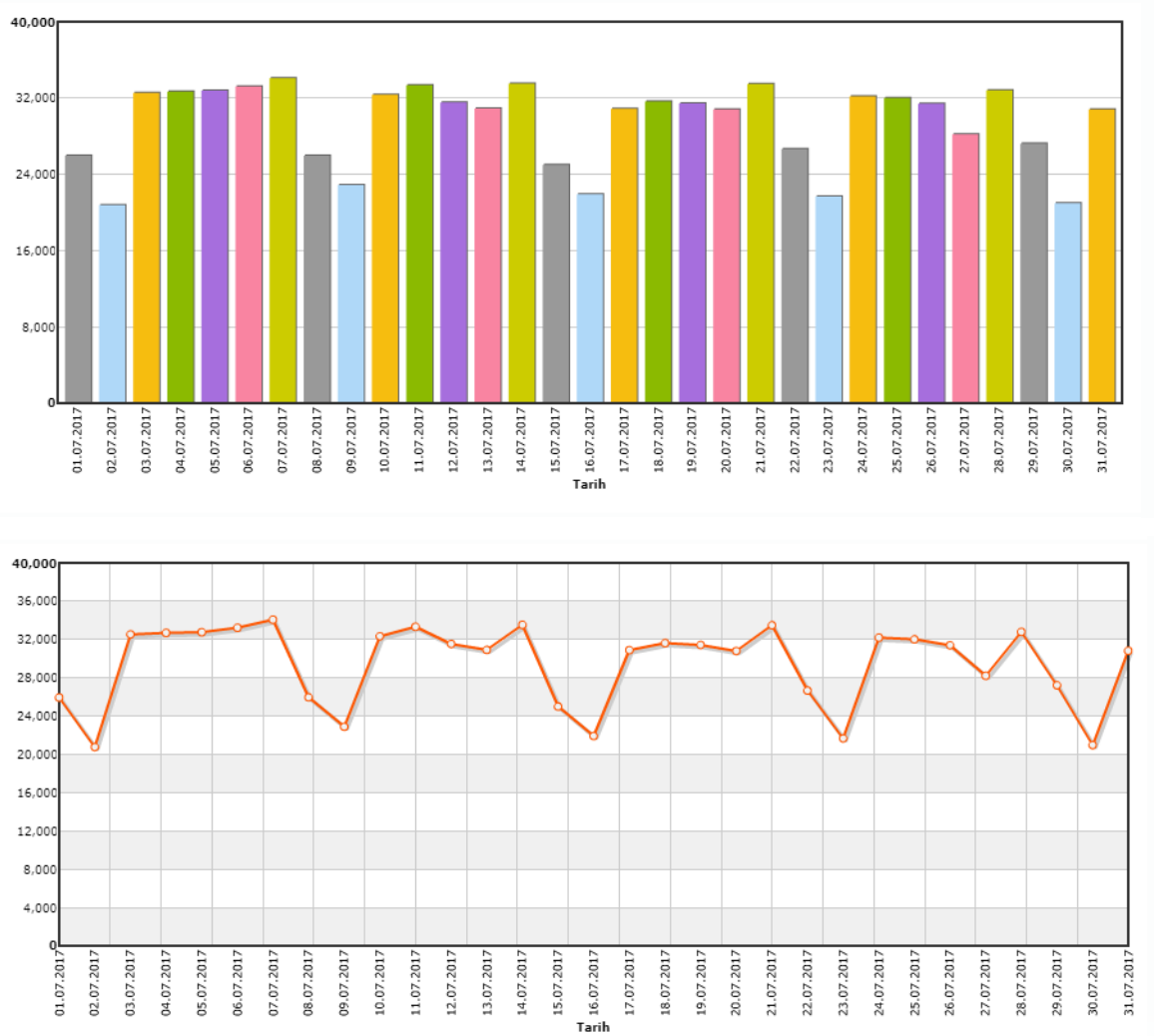
Katılımcıların büyük bir çoğunluğu, otobüs güzergâhlarındaki durak sayısını fazla bularak, durakların sıklığının azaltılması sayesinde araç içerisinde geçirilen sürenin ve ulaşım zamanının azalacağını düşünmektedirler. Ayrıca trafik ışıklarının sıklığının da yoğun trafikte zaman kaybına neden olduğu belirtilmiştir.

Dikkat çekilen en önemli hususlardan biri ise seferlerin yeniden düzenlenerek, sefer sayısının arttırılması gerekliliğidir. Çanakkale'de ulaşım talebinin büyük bir çoğunluğu oluşturan üniversite öğrencileri, Terzioğlu Yerleşkesi ve İlahiyat Fakültesi güzergâhlarının ortak olması nedeniyle oluşan araç yoğunluğundan şikâyet etmişlerdir. Yolcular, özellikle okul ve iş saatlerinde araçların yetersiz kaldığını vurgulamışlardır. Bu sebeple tavsiye edilen; sınav dönemleri daha hızlı ve sık aralıklarla seferler yapılması gerekliliğidir. Böylelikle yoğun saatlerde, sefer yapan araç sayısı arttırılacak, yolcuların sağlıksız koşullarda seyahat etmesi sorunu ortadan kaldırılacaktır. Bir diğer önemli nokta, güzergâhların yeniden düzenlenmesi talebidir. Kepez ve Terzioğlu Yerleşkesi arasına doğrudan güzergâh eklenmesi, mevcut hatların iyileştirilmesi veya yeniden güzergâh planlamalarının yapılması istenmiştir.

4.3. Verilerin derlenmesi

Çanakkale Özel Halk Otobüsleri veritabanından alınan bilgilere göre Çizelge 4.7 de Temmuz ve Çizelge 4.8 de Kasım aylarının yolcu sayısı değerlerinin grafiksel olarak gösterimi verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te her iki aya ait binen toplam yolcu sayısını takvimsel olarak gösterilmiştir. Bu bilgiler incelendiğinde, Kasım ayında seyahat talep eden yolcu sayısının Temmuz ayına kıyasla dikkate değer şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Bu durumun başlıca sebepleri açılan eğitim-öğretim yılı ile birlikte Çanakkale'deki öğrenci hareketliliğin artması, Terzioğlu Yerleşkesi'nin konumu nedeniyle ulaşımın mutlaka araç ile gerçekleştirilmesi gerekliliği ve kış aylarında Çanakkale'deki meteorolojik koşullar nedeniyle yürüyüş, bisiklet, motor kullanımı vb. alternatiflere imkân vermemesi olarak sayılabilir.

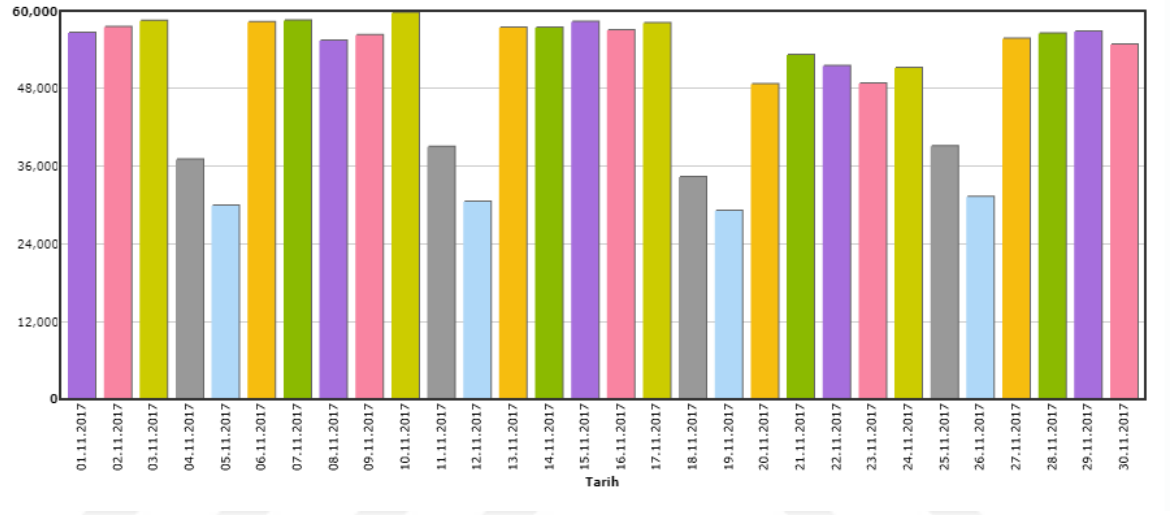
Çizelge 4.7. Temmuz ayı yolcu biniş grafikleri

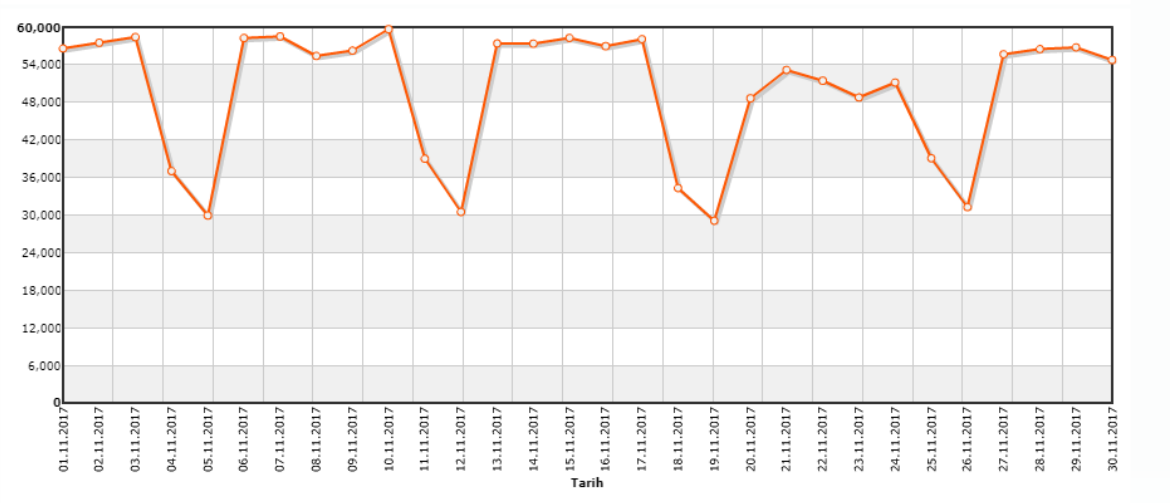


Pazar	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi
						25.948 1
20.769 2	32.552 3	32.697 4	32.775 5	33.237 6	34.079 7	25.964 8
22.890 9	32.348 10	33.341 11	31.545 12	30.914 13	33.538 14	24.995 15
21.918 16	30.896 17	31.638 18	31.439 19	30.809 20	33.499 21	26.665 22
21.672 23	32.202 24	32.023 25	31.409 26	28.220 27	32.806 28	27.227 29
20.968 30	30.830 31					

Şekil 4.4. Temmuz ayı günlere göre toplam yolcu sayısı

Çizelge 4.8. Kasım ayı yolcu biniş grafikleri





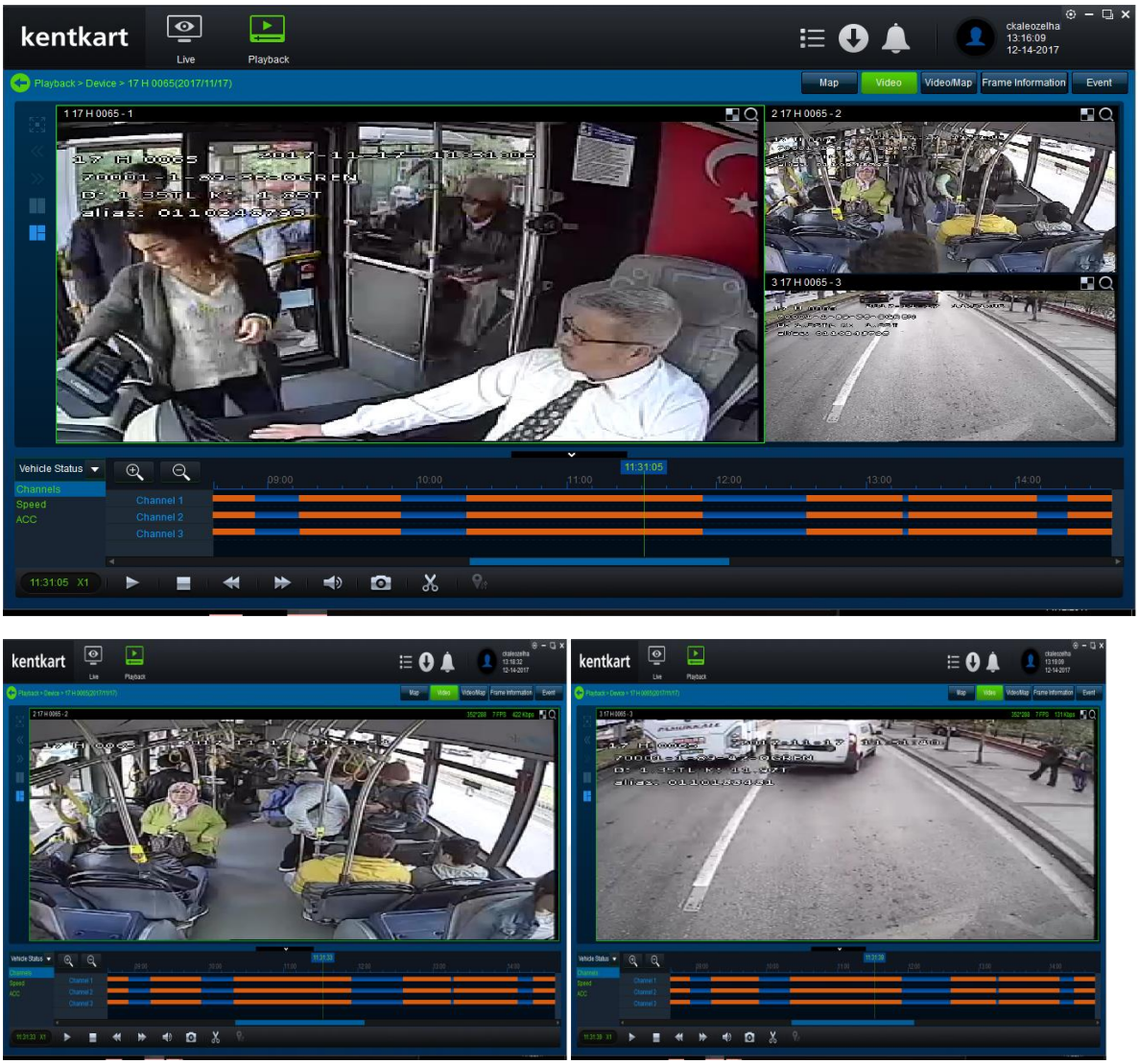
Pazar	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi
			56.618 1	57.530 2	58.445 3	37.029 4
29.925 5	58.279 6	58.541 7	55.423 8	56.262 9	59.697 10	39.000 11
30.506 12	57.417 13	57.391 14	58.308 15	56.986 16	58.104 17	34.320 18
29.094 19	48.661 20	53.189 21	51.469 22	48.792 23	51.186 24	39.081 25
31.272 26	55.698 27	56.515 28	56.800 29	54.785 30		

Şekil 4.5. Kasım ayı günlere göre toplam yolcu sayısı

Literatürde binen ve inen yolcu sayılarını belirleyebilmek adına ağırlıklı olarak, iki yöntem üzerinde durulmuştur. Bunlardan biri "noktasal ölçüm" , diğeri "araçta ölçümdür." Noktasal ölçüm; bir durak belirlenerek, bir kişinin burada bulunmasıyla yapılan ölçümlerdir. Bu kişi durağa gelen araçlar için yolcu talebini, aracın durağa vardığı zamanı ve duraktan ayrıldığı zamanı elde etmektedir. Araçta ölçüm ise, görevli kişi ya da kişilerin aracın içerisinde bulunarak binen yolcu sayısı ile inen yolcu sayısını kaydederek yaptığı ölçümdür. Bu yöntem sayesinde her iki durak arasında seyahat eden yolcu sayısını belirlenebilmektedir (Ceder, 2007).

Trepanier ve ark. (2007) akıllı kart veri tabanındaki binen yolcu verileri analiz edilerek, yolcuların indikleri durağı belirleyen bir model üzerine çalışmışlardır. Deri (2012) yapmış olduğu çalışmasında İzmir için akıllı kart biniş bilgilerini kullanarak kişilerin gün içinde takip ettiği güzergâhlar tespit edilmiştir. Sistematik olarak yolculuk talep eden yolcu sayısını elde edebilmek için, yolcuların iniş yaptıkları yeri tahmin eden bir algoritma yazmışlardır.

Bu tez çalışması kapsamında, literatürde karşılaşılan inen ve binen yolcu sayısını elde etme yöntemlerinden farklı olarak, tüm araçların içinde bulunan kamera sistemlerinden yararlanılmıştır. Aracın biniş ve iniş yapılan kapıları ile aracın dışını gösteren kameralardan oluşan bu sistem sayesinde zaman ve maliyet kaybı olmaksızın kısa sürede yolculuk talep eden yolcu sayıları ve eğilimleri gerçek verilerle elde edilmiştir. Ayrıca kamera kayıtları uzun süre saklandığı için geriye yönelik veri toplama imkânı da sağlanmıştır. Şekil 4.6'da ofis içinde görüntülerin izlendiği ekrandan kamera açıları gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Araç içindeki kamera görüntüleri

Kamera görüntüleri sayesinde binen ve inen yolcu sayıları tespit edilirken, aracın mevcut konumu ve diğer araçların durumunu takip edebilmek için Şekil 4.7'de gösterilen anlık araç takip sistemi kullanılmıştır. Böylece hatların birbiri ile iletişimi gözlemlenmiştir. Diğer yandan bir güzergâh hattında kaç adet otobüsün seyrettiğini ve bunların duraklara göre konumunu izlemek için anlık güzergâh takip sisteminden faydalanılmıştır. Anlık güzergâh takip sisteminde, Şekil 4.8 görüldüğü gibi; araç numarası, plaka, hız, sürücü numarası, şoför bilgisi, son geçilen durak, gerçekleşen geçiş zamanı ve güzergâh kodu gibi önemli bilgiler bulunmaktadır.



Şekil 4.7. Anlık araç takip sistemi



Araçlar

Araç No	Plaka	Hız	Sürücü No	Şoför	Son Geçilen Durak	Gerçekleşen Geçiş Zamanı	Depo	Şirket	Güzergah Kodu
17056	17-H-0056	0	20314	BARIŞ ACAR	115	09:51:31	Ç.Kale Merkez (Özel halk)	Çanakkale Özel Halk Otobüsleri	700031
17022	17-H-0022	0	20374	İSMAİL KAYA	322	09:50:32	Ç.Kale Merkez (Özel halk)	Çanakkale Özel Halk Otobüsleri	700031
17070	17-H-0070	0	20401	MEHMET DEMİR	86	09:52:00	Ç.Kale Merkez (Özel halk)	Çanakkale Özel Halk Otobüsleri	700031

Şekil 4.8. Anlık güzergah takip sistemi

4.4. Coğrafi Bilgi Sistemi Ortamında Analizler

Çanakkale kent içinde bulunan toplu taşıma hatlarına ait güzergâhlar birbiri ile iletişim içindedir. Şekil 4.9'da, bu tez çalışmasında pilot olarak seçilen bölge ve bu bölge üzerinde hizmet veren altı hattın birbiri ile etkileşimi gösterilmiştir. Güzergâhlar incelendiğinde, birkaç ana caddeye sahip Çanakkale için, fazla uzun ve karmaşık hatlar olduğu tespit edilmiştir. Bu hatlardaki ortak güzergâhların yolcu eğilimlerini etkilediği bilinmektedir. Şöyle ki, Çanakkale'nin mücavir alanında bulunan Kepez'e hizmet veren Kepez ve Kepez Ekspres hatları, güzergâhının bazı kısımlarında Ç2 hattı ile ortak yolları

kullanmaktadır. Bu durum Ç2 yolcusunun, Kepez ve Kepez Ekspres hatlarını kullanabilme seçeneğini doğurmaktadır. Durakta uzun süre bekleyen Ç2 yolcusunun, ortak güzergâhı seyreden diğer hatları tercih etmesi kaçınılmazdır. Böylece, diğer hatlardaki araç içindeki yolcu yoğunluğu olması gerekenden daha fazla olmaktadır.

Bu çalışmanın konusu olmayan fakat değinilmek istenen bir husus da, Çanakkale kent içindeki neredeyse tüm hatların dönüş için kendi gidiş güzergâhlarını kullanmamalarıdır. Bu da demek oluyor ki, gidiş ve dönüşte farklı cadde ve anayolları kullanan her bir hat için öğrenilmesi ve takip etmesi zor bir güzergâh haritası ortaya çıkmaktadır. Bu durum toplu ulaşım sistemini daha karmaşık hale getirmektedir.



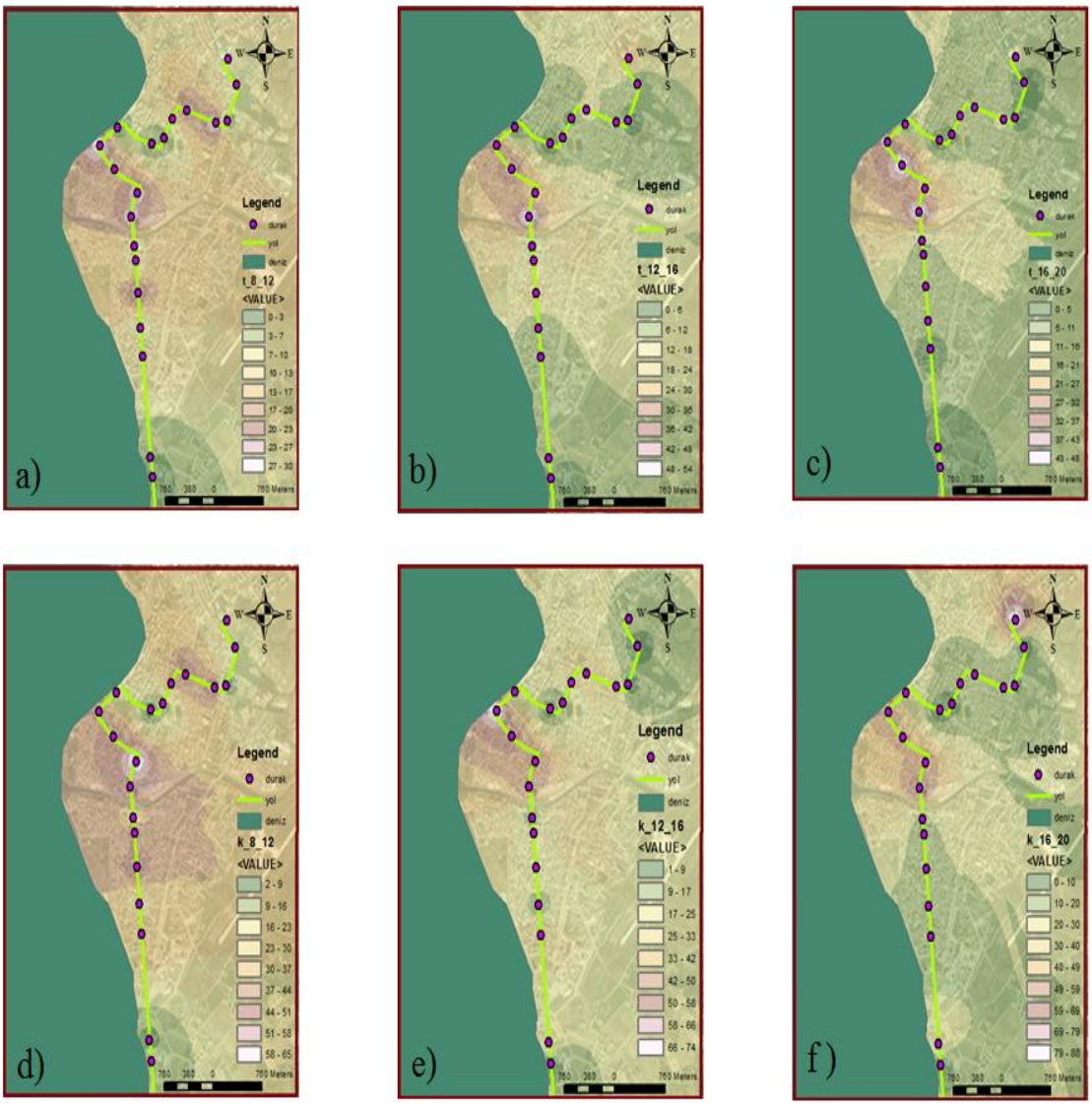
Şekil 4.9. Çalışma bölgesindeki hatların güzergâh haritası

Ek 1 – Ek 12 aralığındaki tüm görsellerde, çalışmadaki hatların güzergahları ve bu güzergahlarda bulunan duraklar gösterilmiştir. Çalışma bölgesinde ele alınan her bir

güzergâh için, bu güzergâhlar üzerindeki duraklardan binen yolcu sayısı görsel olarak analiz edilmiştir. Bu amaçla, ArcGIS programı kullanılarak, çalışma bölgesindeki güzergâhlar ve duraklar haritada işaretlenmiştir. Çalışmada derlenen veriler, öncelikle veri setleri oluşturularak işlenmiş, daha sonra yapılması planlanan analizlerin kullanımına uygun şekilde ArcGIS veri tabanına aktarılmıştır. İzlenen kamera görüntülerinden elde edilen binen ve inen yolcu sayısı ile her iki durak arasında yolculuk talep eden yolcu sayısı tespit edilebilmiştir.

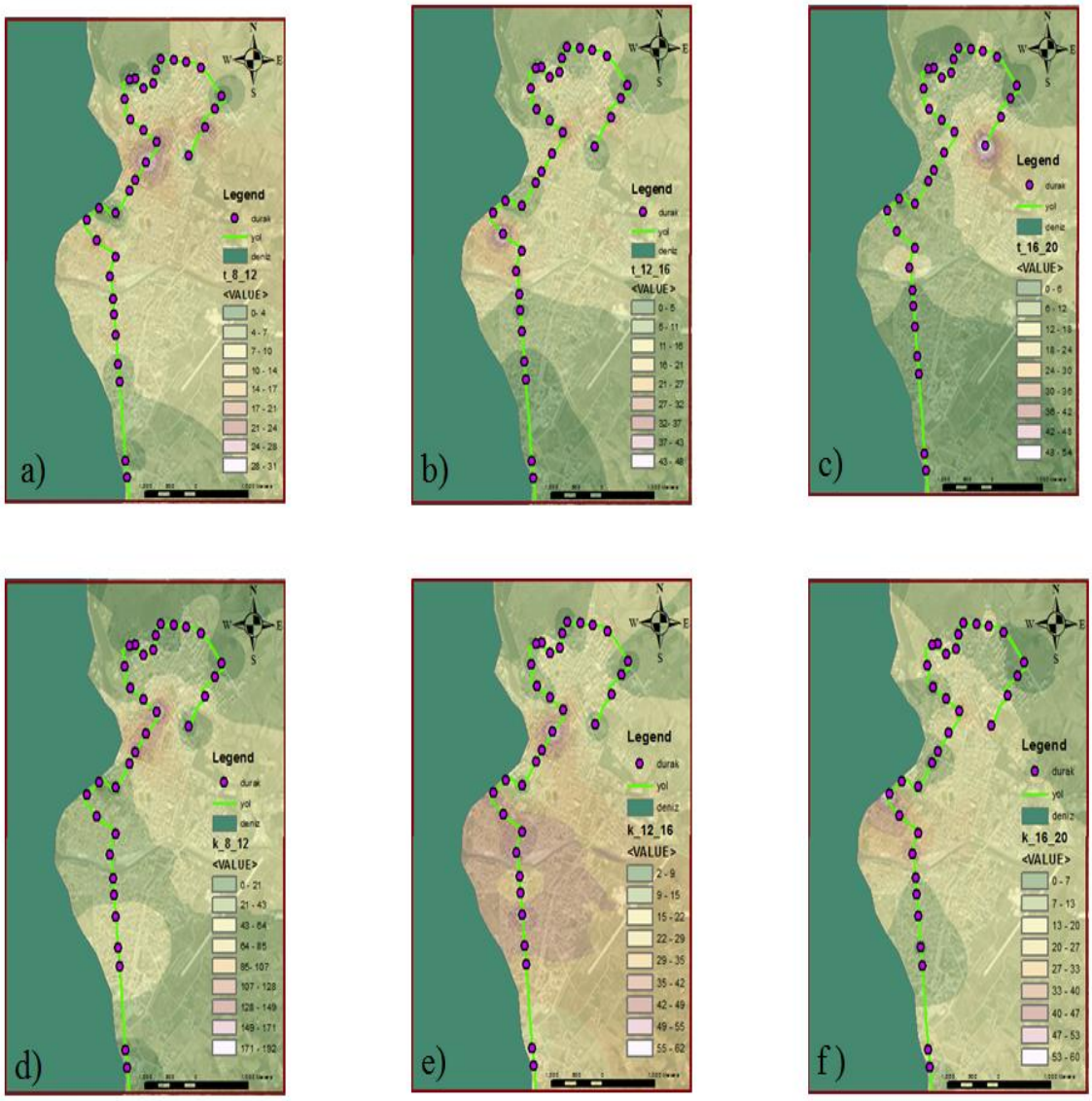
Çalışma kapsamında, SSK durağından Yelken Kulübü durağı yönündeki güzergâhlar seçilmiştir. Bu çalışmada sadece gidiş yönü incelenmiştir. Burada gerçekleştirilen analizlerin tamamının dönüş yönü için de yapılması mümkündür. Bu bağlamda, 14 Temmuz ve 17 Kasım günleri için 08:00 - 20:00 zaman aralığı dörder saatlik üç periyoda (08:00-12:00, 12:00-16:00, 16:00-20:00) ayrılmıştır. Bu zaman dilimlerindeki duraklardaki yolcu talebi her bir otobüs hattı için ayrı ayrı incelenmiştir. ArcGIS programı kullanılarak her bir durak, nokta olarak tanıtılmış, durak adları ve periyotlara göre yolcu sayıları bulunan veri setleriyle entegre edilmiştir. Daha sonra IDW yöntemi kullanılarak her bir hat için duraklardaki yolcu dağılımları ortaya konulmuştur. Aşağıdaki şekillerdeki ilk satırdaki haritalar Temmuz (a,b,c), ikinci satırdaki haritalar ise Kasım (d,e,f) ayı için sırasıyla sabah, öğlen ve akşam dilimlerini göstermektedir.

Şekil 4.10'da Ç1 hattının güzergâhı ve durakları görülmektedir. Lejanttaki beyaz ve beyaza yakın tonlar yolcu yoğunluğunun fazla olduğunu, yeşile yakın tonlar ise yolcu yoğunluğunun neredeyse hiç olmadığını betimlemektedir. Öncelikle Temmuz ve Kasım ayları için sabah saatleri incelendiğinde, yolcu sayılarının kış döneminde daha fazla olduğu görülmesine rağmen tercih dağılımlarının benzer olduğu görülmüştür. Yani 08:00-12:00 saatleri aralığında SSK'dan başlayarak, şehir merkezine ilerledikçe talebin yer yer artıp yer yer azaldığı görülmüştür. Fakat her iki dönem için ortak nokta, İskele durağında yolcu talebinin en üst seviyede olmasıdır. Bu durum öğlen saatleri için de değişmemiştir. Şekil 4.10 b) ve e) incelendiğinde yolcu dağılımının yine şehir merkezinde yoğun olduğunu, sadece e) kasım döneminde Yelken Kulübü'ne doğru yolcu sayısının b) temmuz dönemine göre daha fazla olduğu söylenebilmektedir. Bu durum, kış döneminde üniversite öğrencisinin sayısının artmasıyla, Terzioğlu Yerleşkesi'ne doğru olan talebin yoğun olması şeklinde yorumlanabilir. Son olarak akşam 16:00-20:00 aralığına bakıldığında, iş çıkış saatlerinde kış döneminde SSK durağındaki yoğunluğun, temmuz döneminden dikkate değer ölçüde fazla oluğu görülmüştür. Böylece yaz döneminde, Çanakkale halkının toplu taşıma araçları yerine alternatif yolları tercih ettiği çıkarımında bulunabiliriz.



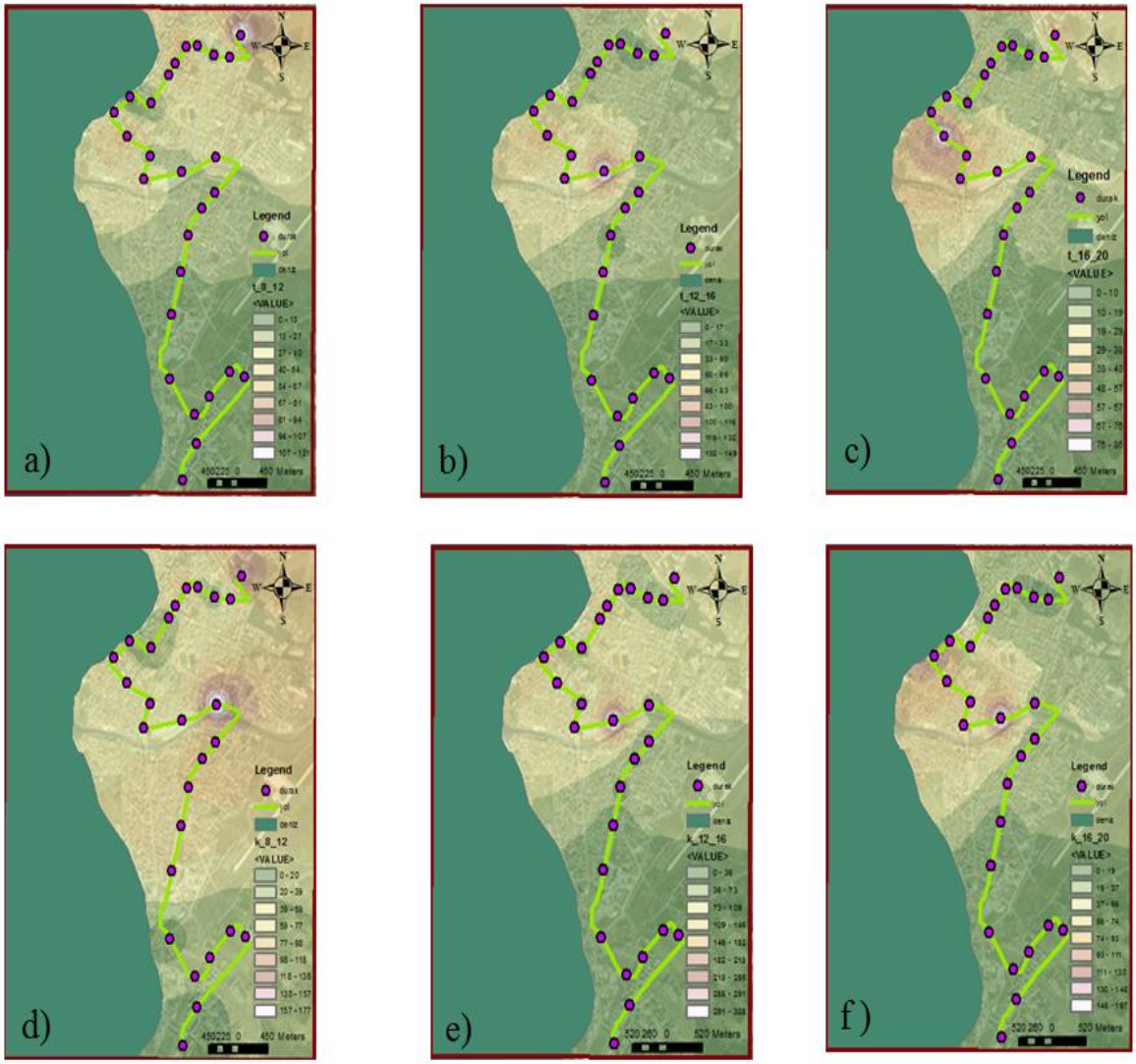
Şekil 4.10.Ç1 hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00)

Şekil 4.11'de Ç2 hattının durak bazlı yoğunluk haritası görülmektedir. Ç1 hattında olduğu gibi kış dönemi yani kasım ayı ile birlikte öğrenci hareketliliğinin artması sabah ve öğlen saatlerinde Terzioğlu Yerleşkesi yönündeki talebi etkilemiştir. Saat 16:00-20:00 zaman aralığında ise her iki dönem için iş çıkış saatleri olması nedeniyle SSK'dan binen yolcu talepleri yaklaşık olarak eşit miktardadır. Buna ek olarak, Ç2 hattına olan yolcu talebi, aynı güzergâhı paylaşmaları sebebiyle Kepez hattından bağımsız düşünülemez. Bu iki hat, sefer saatlerine bağlı olarak birbirinin yolcusunu paylaşmaktadır. Bu durum ileride değineceğimiz, Kepez hattındaki otobüslerin kapasitesinden fazla yolcu yoğunluğuyla karşılaşması demektir.



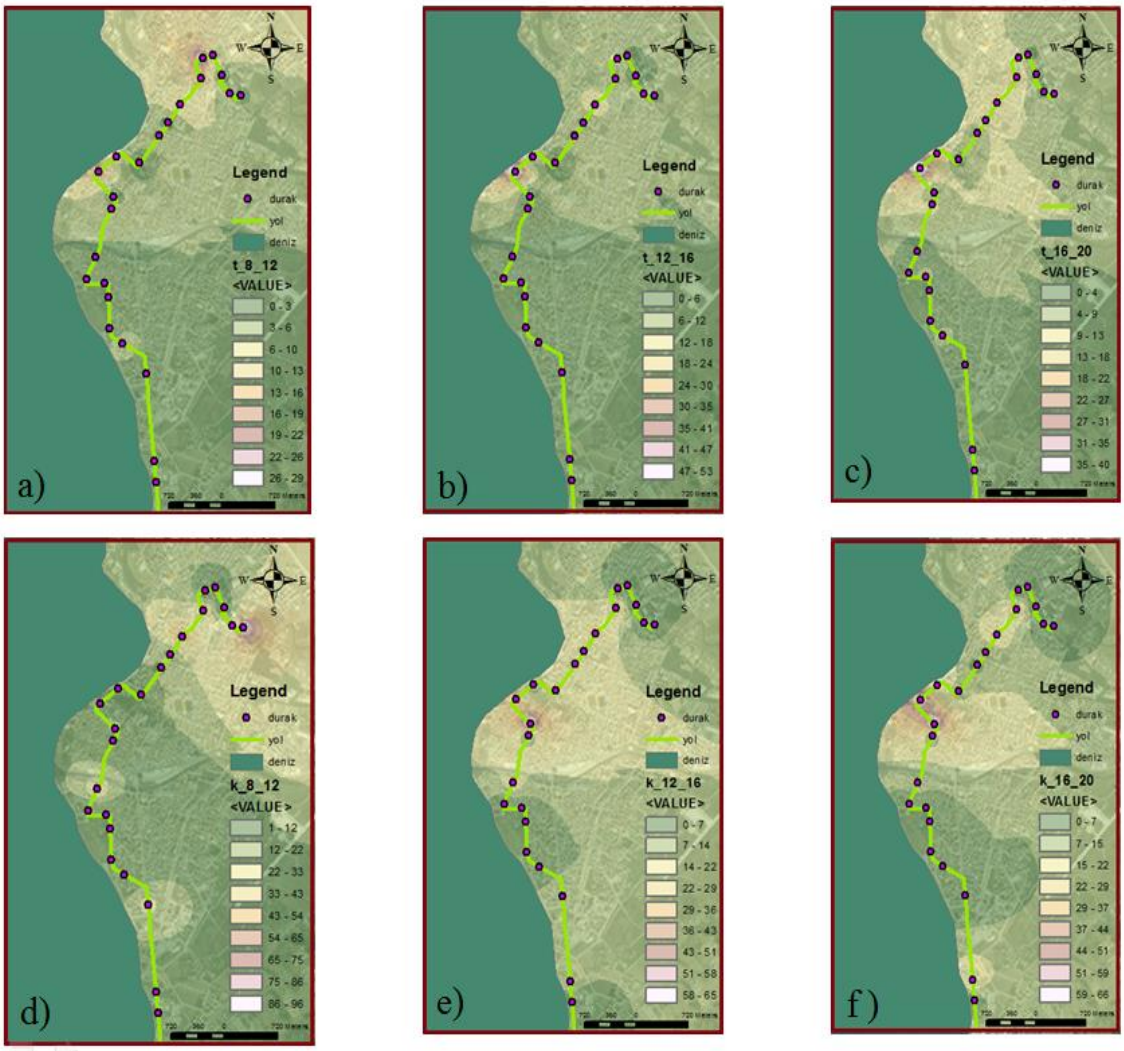
Şekil 4.11.Ç2 hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00)

Çanakkale kent içi ulaşımda en çok rağbet gören hatlardan biri de Ç3'tür. Çalışmada ele alınan 14 Temmuz ve 17 Kasım günlerinin her ikisi de Cuma gününe tekabül etmiştir. Çanakkale kent içinde, halkın rağbet gösterdiği alışveriş pazarı her hafta Cuma günü kurulduğu için, Pazar yerinin civarındaki duraklara talep bir hayli fazla olmaktadır. Ç3 hattının sefer güzergâhının bu alan dolaylarında olması nedeniyle, güzergâh üzerinde bulunan Cuma Pazarı, Kantar ve Çataltepeliler duraklarına olan talebin zaman periyotlarının her birinde yoğun olduğu görülmüştür (Şekil 4.12).



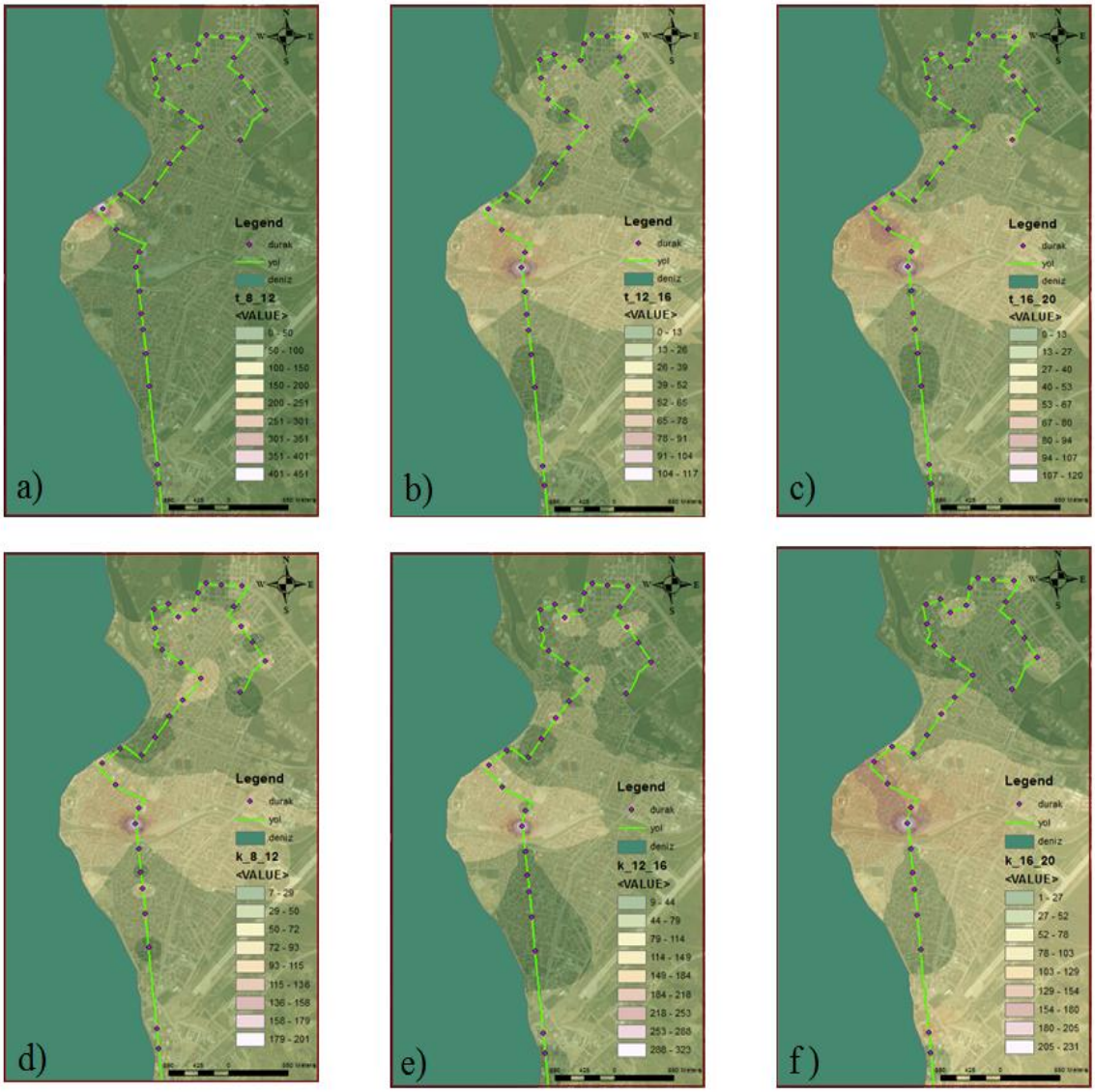
Şekil 4.12.Ç3 hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00)

Şekil 4.13 de verilen Ç7 hattının yolcu talebi incelendiğinde en fazla talebin SSK ve İskele duraklarında olduğu görülmektedir. Yine de diğer hatlara kıyasla bu hattın Çanakkale kent içi ulaşımda çok fazla rağbet görmediği tespit edilmiştir. Mesafe olarak 8.575 km'lik kısa bir hatta hizmet vermesi, bu hat boyunca çok fazla durakta beklemesi ve güzergâh olarak İskele durağından geçtikten sonra sık kullanılan caddelerde seyretmemesi nedeniyle yolcu talebinin bu hatta beklendiği gibi olmadığı görülmüştür.

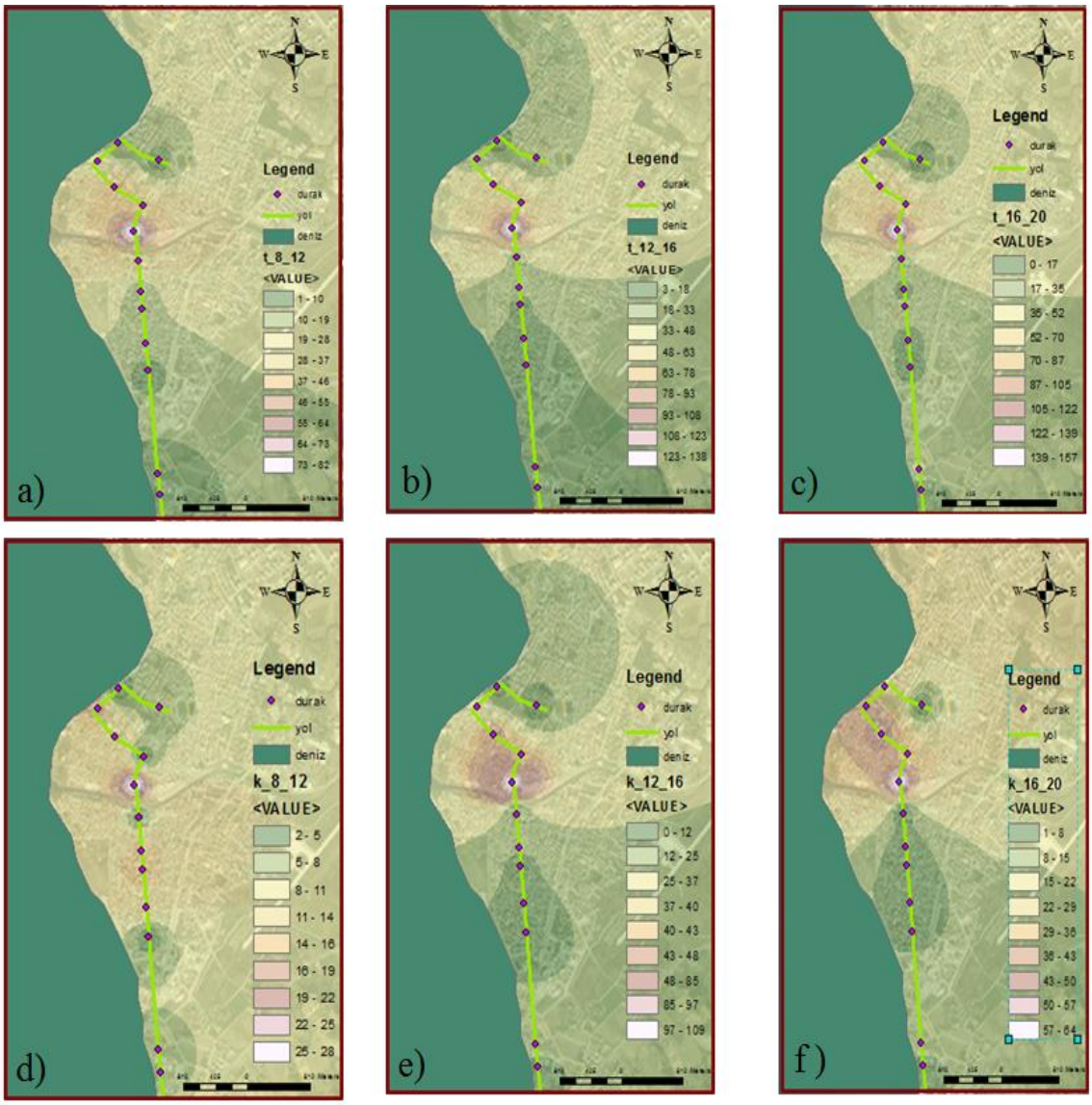


Şekil 4.13.Ç7 hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00)

Şekil 4.14. Kepez hattının yolcu talebini göstermektedir. Bu hat, 12.094 km'lik mesafede diğer hatlara oranla çok daha fazla durakta bekleme yapmaktadır. Bu nedenle seyahat süresi uzamaktadır. Ayrıca, çalışma bölgesi dâhilinde seyahat talep eden Ç2 yolcusunun da Kepez hattını ve Kepeze daha hızlı yolcu taşımayı hedefleyen Kepez Ekspres (Şekil 4.15) hattını tercih etmesi bu güzergâhtaki yolcu yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır.

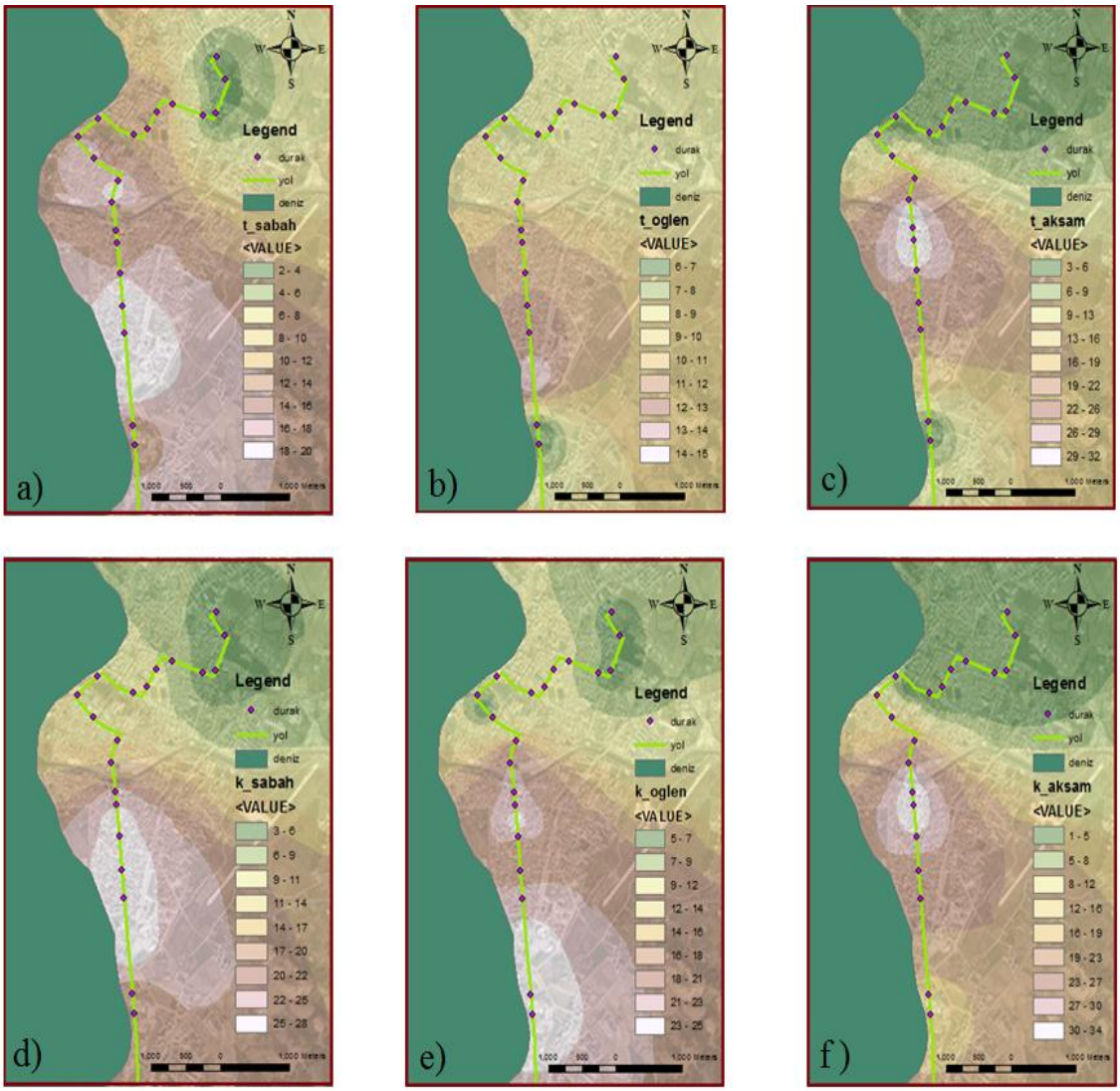


Şekil 4.14.Kepez hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00)



Şekil 4.15.Kepez Ekspres hattının durak bazlı yoğunluk haritası (a) ve d) 08:00-12:00, b) ve e) 12:00-16:00, c) ve f) 16:00-20:00)

Şekil 4.16'da, Ç1 güzergâhı için 14 Temmuz ve 17 Kasım tarihleri için, ulaşım talebinin en yüksek seviyede olduğu iş başı, öğlen yemeği ve iş çıkışı saatleri yarımşar saatlik zaman dilimine indirgenerek güzergâhtaki her iki durak arasındaki binen ve inen yolcu sayıları tespit edilmiştir. Bu veriler ile birlikte, Coğrafi Bilgi Sistemleri sayesinde hangi durakların arasında seyahat talebinin yoğun olduğu analiz edilmiştir.



Şekil 4.16.Ç1 hattının durak aralıklarındaki yoğunluk haritası (a) ve d) 09:30-10:00, b) ve e) 13:30-14:00, c) ve f) 17:30-18:00)

EK 13'te çalışmadaki güzergâhların kesiştiği ortak duraklardan en çok talep edilenleri gösterilmiştir. Buna ek olarak, Çizelge 4.9'da çalışma kapsamında kullanılan hatların; çalışma bölgesindeki ilk durak ve son durak bilgileri ile seyahat süreleri, izledikleri güzergah mesafesi, güzergah boyunca sahip olunan durak sayıları verilmiştir. Çalışma bölgesindeki en uzun güzergâha sahip olması nedeniyle araç içinde geçirilen süre çok fazla olmaktadır. Kepez hattı ise nispeten daha kısa bir güzergâh izlemesine rağmen, durak sayısının fazla olmasından kaynaklanan zaman kaybı, yine seyahat süresinin uzamasına sebep olmaktadır.

Çizelge 4.9. Hatların güzergâh bilgileri

Hat	Başlangıç	Varış	Başlangıç Zamanı	Varış Zamanı	Süre	Mesafe (km)	Durak Sayısı
Ç1	SSK	Yelken Kulübü	9:17:00	9:44:38	00:27:38	8.088	20
Ç2	SSK	Yelken Kulübü	9:40:00	10:12:37	00:32:37	12.253	33
Ç3	SSK	Beldemiz	9:34:45	10:11:55	00:37:10	13.117	27
Ç7	SSK	Yelken Kulübü	9:23:07	9:42:58	00:19:51	8.575	23
Kepez	SSK	Yelken Kulübü	9:30:00	10:05:10	00:35:10	12.094	33
Kepez Ekspres	Valilik	Yelken Kulübü	9:21:17	9:33:14	00:11:57	5.978	13

4.5. Modelin Oluşturulması ve Çözümü

Çalışmada 14 Temmuz 2017 ve 17 Kasım 2017 tarihlerindeki 08:00-20:00 saat aralığı üçer dilimlik periyotlara ayrılarak dörder saatlik zaman dilimleri elde edilmiştir. Bu zaman dilimlerinin her biri için SSK'dan Yelken Kulübü durağı yönünde seyreden 6 adet otobüs hattına ait, duraklarda inen ve binen yolcu sayıları, sefer sıklık değerleri, araç sayıları, her bir araç tipinin kapasite değeri modelin oluşturulması için kullanılmıştır. Bu bağlamda, çalışma bölgesi ve her bir zaman dilimi için, otobüslerin kapasitesi ve sefer sıklık değerlerinin mevcut talebi karşılayabilmesi dikkate alınmıştır.

Sistem kısıtları;

$$S_i * C_i \geq K_i \tag{4.1}$$

S_i : i'inci otobüs hattı için sefer sıklık değeri

C_i : i'inci otobüs hattı için kullanılan otobüsün kapasite değeri

K_i : i'inci hat için yolcu talep değeri (Alp 2008).

Çanakkale Özel Halk Otobüsleri bünyesinde 12 m uzunluğunda 104 kişi kapasiteli, 9 m uzunluğunda 66 kişi kapasiteli ve 7 m uzunluğunda 46 kişi kapasiteli olmak üzere üç tip otobüs barındırmaktadır. Sistemdeki karar değişkenleri, 6 otobüs hattının her biri için otobüs tipleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Buradaki X_{ij} karar değişkenleri i'inci otobüs hattına ait j özelliğindeki aracı temsil etmektedir. Çizelge 4.10 da çalışmada kullanılan tüm hatlar için karar değişkenlerinin gösterimi verilmiştir.

Çizelge 4.10. Karar değişkenleri

	12m	9m	7m
Ç1	X11	X12	X13
Ç2	X21	X22	X23
Ç3	X31	X32	X33
Ç7	X41	X42	X43
Kepez	X51	X52	X53
Kepez Ekspres	X61	X62	X63

Süre kısıtları,

$$\left.\begin{aligned} \sum_{i=1}^{6} t_i \; X_{i1} \; &\leq T * N_1 \\ \sum_{i=1}^{6} t_i \; X_{i2} \; &\leq T * N_2 \\ \sum_{i=1}^{6} t_i \; X_{i3} \; &\leq T * N_3 \end{aligned}\right\} \qquad (4.2)$$

t_i : i inci otobüs hattının sefer süresi

X_{ij} : i inci hatta ait j inci araç tipinin sefer sayısı

T : Toplam zaman (240 dk)

N_i : i tipindeki araç için toplam araç sayısı.(Uludağ, 2010)

Sefer kısıtları,

$$\sum_{j=1}^{3} X_{ij} \leq F_i \qquad ,\forall i = 1,\ldots,6 \qquad (4.3)$$

X_{ij} : i inci hatta ait j inci araç tipinin sefer sayısı

F_i : i inci otobüs hattının toplam sefer sayısı

Modeldeki amaç fonksiyonu, anket sonuçları doğrultusunda maksimum yolcu taşıyabilecek şekilde oluşturulmuştur.

Amaç fonksiyonu;

$$\text{Max } z = \sum_{i=1}^{6} \sum_{j=1}^{3} C_i \; X_{ij} \qquad (4.4)$$

C_i : i inci otobüs hattı için kullanılan otobüsün kapasite değeri

$x_{ij} \geq 0$,$\forall i = 1,\ldots,6$ ve $\forall j = 1,\ldots,3$ (4.5)

Doğrusal Karar Modelinin çözümü LINGO programıyla gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.11 de verilen zaman dilimleri içindeki kentkart bilgi sisteminden elde edilen yolcu binişleri gösterilmiştir. Model 1, sistemdeki 12 metrelik araçlarla yapılan düzenleme sonucu, taşınabilecek yolcu sayısı gösterilmektedir. Talepler doğrultusunda araçlardan kapasitesi en fazla olanların kullanılması, hem artık kapasiteye hem de işletme için ekstra masrafa neden olacaktır. Diğer modellerin çözümlerinde, sistemdeki 12 metrelik ve 7 metrelik araçların sayıları değiştirilerek, yolcuların konforlu taşınmasını sağlayan uygun çözüm aranmıştır. Bu yaklaşımla elde edilen sonuçların her biri için ortalama maliyet oluşturularak sonuçlar değerlendirilmiştir. Çizelge 4.12'de Temmuz ayı için Çizelge 4.13'de Kasım ayı için maliyet tabloları görülmektedir.

Çizelge 4.11. Toplam yolcu sayısı

	TEMMUZ			KASIM		
	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00
Talep	2565	2906	2351	5273	5433	4107
Model 1	8320	7592	7176	10192	9256	9984
Model 2	8320	7592	7176	10192	9256	9984
Model 3	8320	7592	7176	9511	8980	9417
Model 4	7213	6861	6703	7961	7422	7877
Model 5	5353	5173	5188	6007	İnfeasible	6109
Model 6	8320	7592	7176	10192	9256	9984
Model 7	8320	7592	7176	10192	9256	9984
Model 8	8320	7592	7176	10192	9256	9984

Çizelge 4.12. Model sonuçlarına göre Temmuz ayı hasılatı

	TAM(TL)			ÖĞRENCİ(TL)		
	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00
Talep	3,130	3,546	2,868	692.55	784.35	634.5
Model 1	10,150	9,262	8,754	2,246.4	2,049.3	1,937.25
Model 2	10,150	9,262	8,754	2,246.4	2,049.3	1,937.25
Model 3	10,150	9,262	8,754	2,246.4	2,649.3	1,937.25
Model 4	8,800	8,370	8,178	1,948.05	1,852.2	1,810.35
Model 5	6,530	6,312	6,330	1,445.85	1,397.25	1,401.3
Model 6	10,150	9,262	8,754	2,246.4	2,049.3	1,937.25
Model 7	10,150	9,262	8,754	2,246.4	2,049.3	1,937.25
Model 8	10,150	9,262	8,754	2,246.4	2,049.3	1,937.25

Çizelge 4.13. Model sonuçlarına göre Kasım ayı hasılatı

	TAM(TL)			ÖĞRENCİ(TL)		
	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00
Talep	4,640	4,782	3,614	2990.25	3,080.7	2,328.75
Model 1	8,970	8,146	8,786	5,779.35	5,248.8	5,660.55
Model 2	8,970	8,146	8,786	5,779.35	5,248.8	5,660.55
Model 3	8,370	7,902	8,288	5,393.25	5,092.2	5,339.25
Model 4	7,006	6,532	6,932	4,514.4	4,207.95	4,465.8
Model 5	5,286	0	5,376	3,406.05	0	3,464.1
Model 6	8,970	8,146	8,786	5,779.35	5,248.8	5,660.55
Model 7	8,970	8,146	8,786	5,779.35	5,248.8	5,660.55
Model 8	8,970	8,146	8,786	5,779.35	5,248.8	5,660.55

BÖLÜM 5
SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Tez çalışması kapsamında, Çanakkale kentinde ulaşım talebinin değerlendirilmesi amacıyla pilot bölge ve pilot zaman aralıkları seçilmiştir. SSK durağından Yelken Kulübü yönünde hareket eden 6 adet otobüs hattının güzergâhı çalışma bölgesi olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu bölge için Temmuz ve Kasım ayları çalışma zamanı olarak ele alınmıştır. Bu dönemlerdeki taşımacılığın yoğun olduğu belirli günler seçilerek, bu günler 08:00-20:00 aralığındaki dörder saatlik periyotlarla incelenmiştir.

Yolcuların ve işletmenin beklentilerini belirleyebilmek adına yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Farklı yaş gruplarından yolculara anket çalışması uygulanarak, beklentiler istatistiksel olarak temellendirilmiştir. Ayrıca yolcuların güzergâh ve durak tercihleri, Kentkart bilgi sisteminden ve araç içerisindeki kamera görüntülerinden eş zamanlı izlenerek tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, Coğrafi Bilgi Sistemi veri tabanına aktarılarak güzergâhlardaki yolcu yoğunluğu analiz edilmiştir.

Çalışma kapsamında, çalışma bölgesindeki araçların sayının arttırılması gerektiği yönündeki talebi modelleyebilmek için Doğrusal Programlama yönteminden faydalanılmıştır. Mevcut durumda güzergâhlardaki 12 metrelik araçların kapasitesinde zorlamaların ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Taşıma yükünü diğer tipteki araçlara da dağıtabilmek için kısıtlardaki 12 metrelik ve 7 metrelik araç sayılarının farklı kombinasyonlarıyla Doğrusal Programlama yönteminde çözümü elde edilmiştir.

5.2. Öneriler

Tez çalışmasında, halkın beklentisi ve ulaşım problemleri değerlendirilmiştir. Yolcu talepleri doğrultusunda, kapasitesi en fazla olan araçların kullanıldığı ve araç sayısının arttırıldığı bir modelde, belirli zaman dilimleri için araçların alabileceği toplam yolcu sayısı, yolculuk talep eden yolcu sayısının bir hayli üzerindedir. Bu durum araçların yeterince dolu olmadan hareket etmesine neden olduğu gibi, işletme açısından da masraf ve iş gücü kaybına neden olmaktadır.

Anket sonuçlarında talep edildiği gibi araç sayılarının arttırılması ve en fazla kapasiteye sahip araçların kullanılması, dikkate alınan bölge ve zaman dilimleri için araçların içerisinde kullanılmayan artık kapasitenin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, araç sayısının arttırmak yerine, duraklardaki yolculuk talebinin yoğun olduğu

zaman dilimlerinde hatların sefer sıklığını arttırarak seferlerin düzenleneceği bir çalışma yapılabilir. Buna ek olarak, güzergâhlardaki durak sıklıklarının ve yeni güzergâh düzenlemelerinin modelleneceği çalışmalar ile araçların seyahat süresini optimize etmeye yönelik çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Tez çalışmasında ele alınan pilot bölge genişletilerek, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Doğrusal Programlama yönteminin entegrasyonuyla daha kapsamlı bir çalışma gerçekleştirilebilir. Bu çalışmanın, Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojisi sayesinde mekânsal ve sayısal nitelikteki farklı verilerin Doğrusal Programlama ile işlenerek mevcut durumun iyileştirilmesine yönelik yapılacak çalışmalar için altlık oluşturması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

Agard B., Morency C., Trepanier, M., 2006. Mining Public Transport User Behaviour From Smart Card Data. In: 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing - INCOM 2006, Saint-Etienne, France, May 17-19.

Alp S., 2008. Doğrusal Hedef Programlama Yönteminin Otobüsle Kent Içi Toplu Taşıma Sisteminde Kullanılması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, (13), 73-91.

Büyükkeklik M., 2007. Üretim Planlama Problemlerinde Doğrusal Programlama Modellerinin Kullanımı: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Üniversitesi, Türkiye.

Ceder A., 2007. Public Transit and Operation. Theory, Modelling and Practice(1. Edition) UK: Butterworth-Heinemann.

Deri A., 2012. Akıllı Kart Verileri Kullanılarak Toplu Ulaşım Yolculuk Talebinin Belirlenmesi ve Sefer Çizelgeleme Optimizasyonu.Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye.

Doğan İ.,1995. Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları, Eskişehir: Bilim Teknik Yayınevi.

Ergin E., Erenoğlu R.C.,2017. Modeling of Urban Transportation Network by Linear Programming , International Symposium on GIS Applications in Geography&Geosciences, Çanakkale, Turkey, 18-21 October,2017.sf 580-587.

Horner M., Grubesic T.,2001. A GIS-Based Planning Approach to Locating Urban Rail Terminals. Transportation. 28:55-77.

Kahraman S., Ünsal Ö.,2014. ArcGIS for Desktop Spatial Analiz. Esri Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti.46-66

Kara İ.,1991. Doğrusal Programlama.Bilim Teknik Yayınevi.13-14.

Kocadağlı O. 2005. Doğrusal Hedef Programlama ile Bütçeleme. Ekonometri

Derneği, http://www.ekonometridernegi.org7bildiriler/o18s2.pdf (01.04.2010)

Lu X., 2003. A New approach for Web-GIS based collaborative transportation planning system design. Proceedings, the International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design. P637-642

Morency C., Trepanier M., Agard B. 2006. Analysing the Variability of Transit Users Behaviour with Smart Card Data. In: The 9th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems - ITSC 2006, Toronto, Canada, September 17-20.

Öztürk A.,2012. Yöneylem Araştırması. Bursa: Ekin Basım-Yayın Dağıtım.

Sarsam S., Motasher R., 2015. Using GIS-Based Travel Potential Data for Alignment Design of Baghdad Subway. American Association for Science and Technology.2375-3803.

Trepanier, M., Tranchant, N., Chapleau, R., 2007. Individual Trip Destination Estimation

in a Transit Smart Card Automated Fare Collection System, Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations.11(1), 1-14.

Tuncel, S. Ö. 1997. Bulanık Doğrusal Programlama (Basılmamış Bilim Uzmanlığı Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Tuş A., 2006. Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir Üretim Planlamasında Uygulama Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Türkiye.

Uludağ , N. 2010. Bulanık Optimizasyon ve Doğrusal Hedef Programlama Yaklaşımları ile Otobüs Hatlarının Modellenmesi. Doktora Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Türkiye.

Utsunomiya, M., Attanucci, J., Wilson, N., 2006. Potential Uses of Transit Smart Card Registration and Transaction Data to Improve Transit Planning, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1971, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC, pp. 119-126.

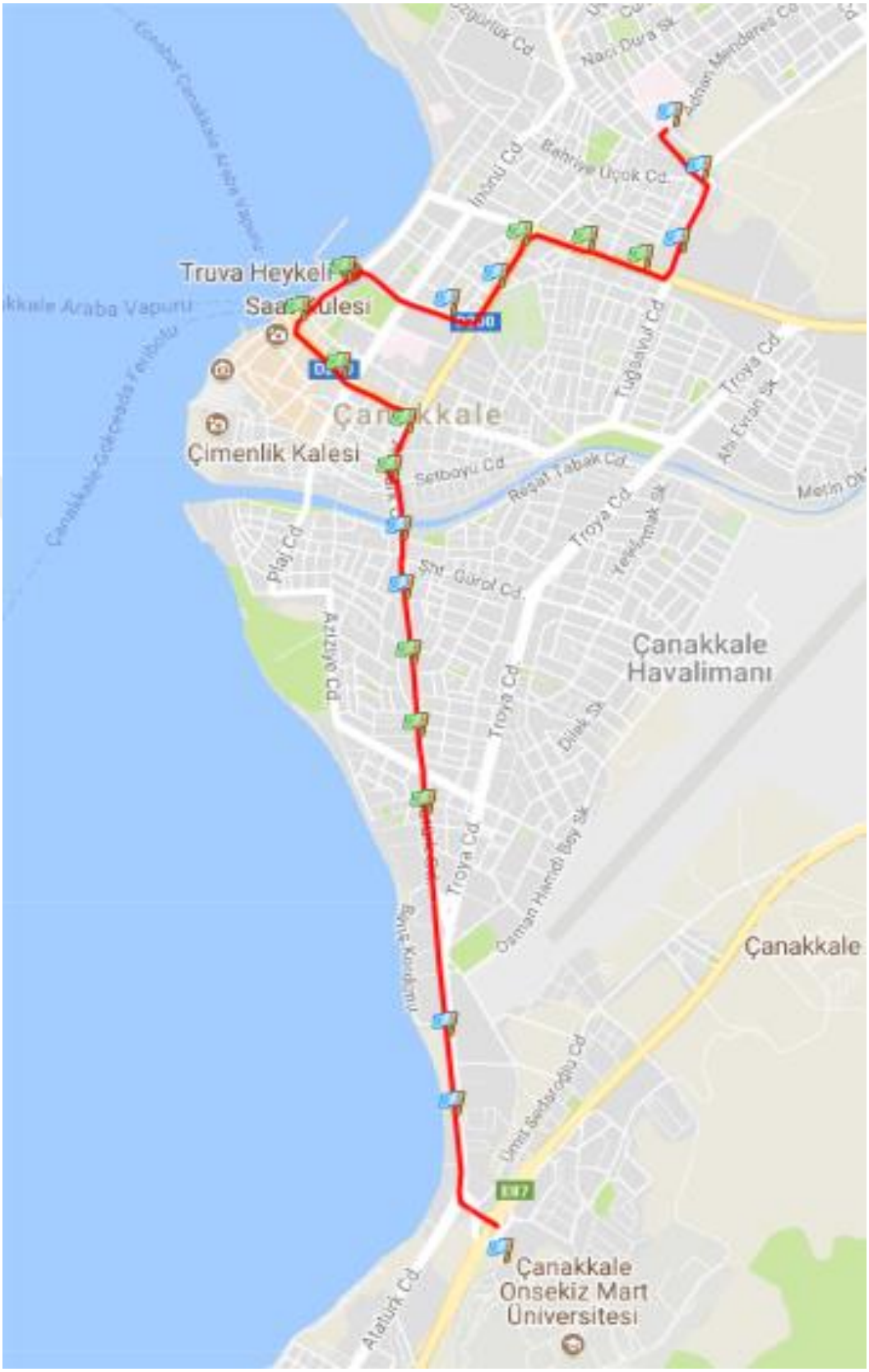
Waiel F. ve Lee S. 2006. Intreactive Fuzzy Goal Programming For Multi-Objective Transportation Problems. Omega Volume 34, Issue 2, April, pages 158-166.

Yomralıoğlu T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü.

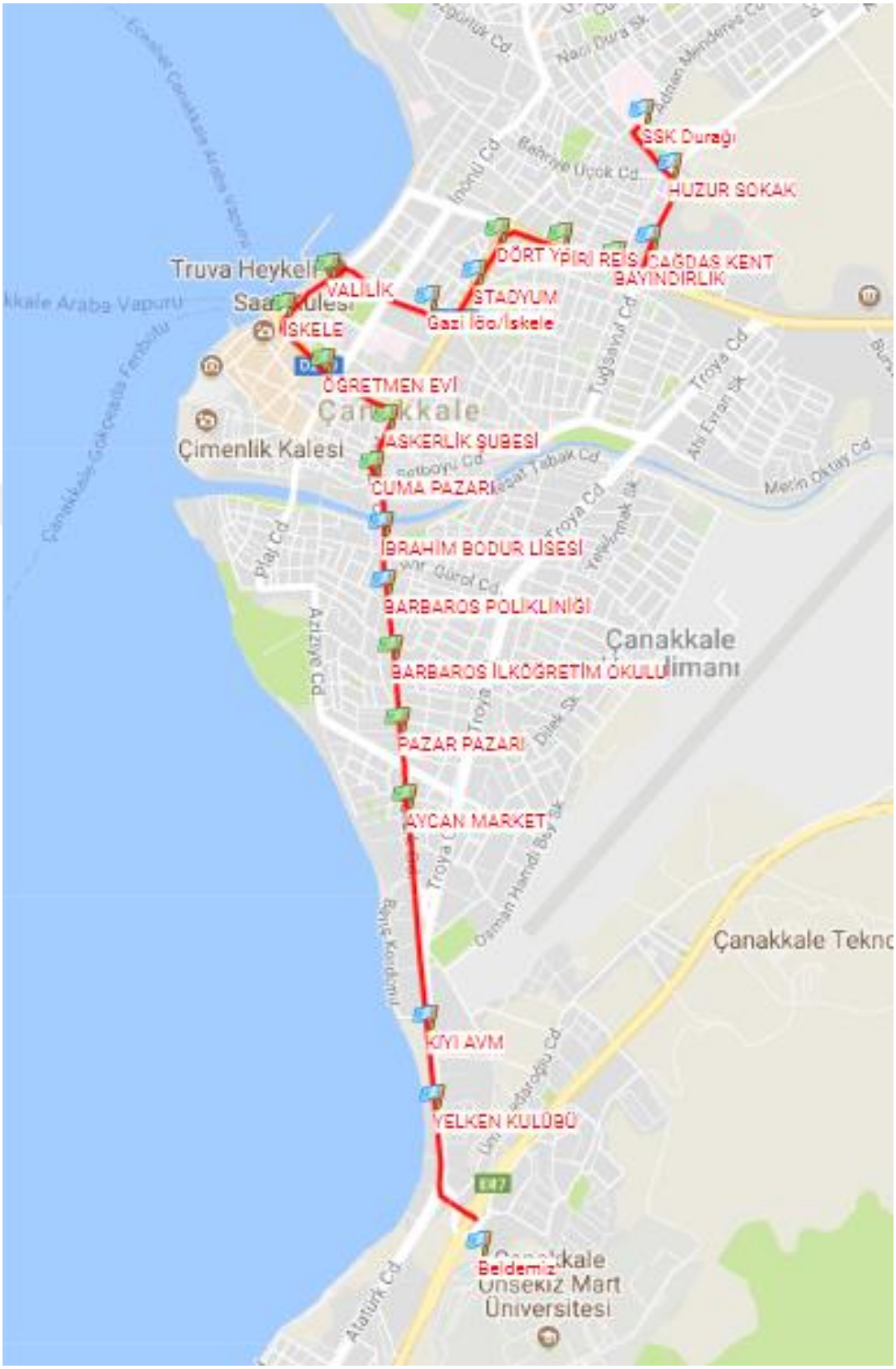
URL 1 http://www.canakkale.bel.tr/icerik/1353/ulasim-hizmetleri-mudurlugu/?v=w

EKLERİ

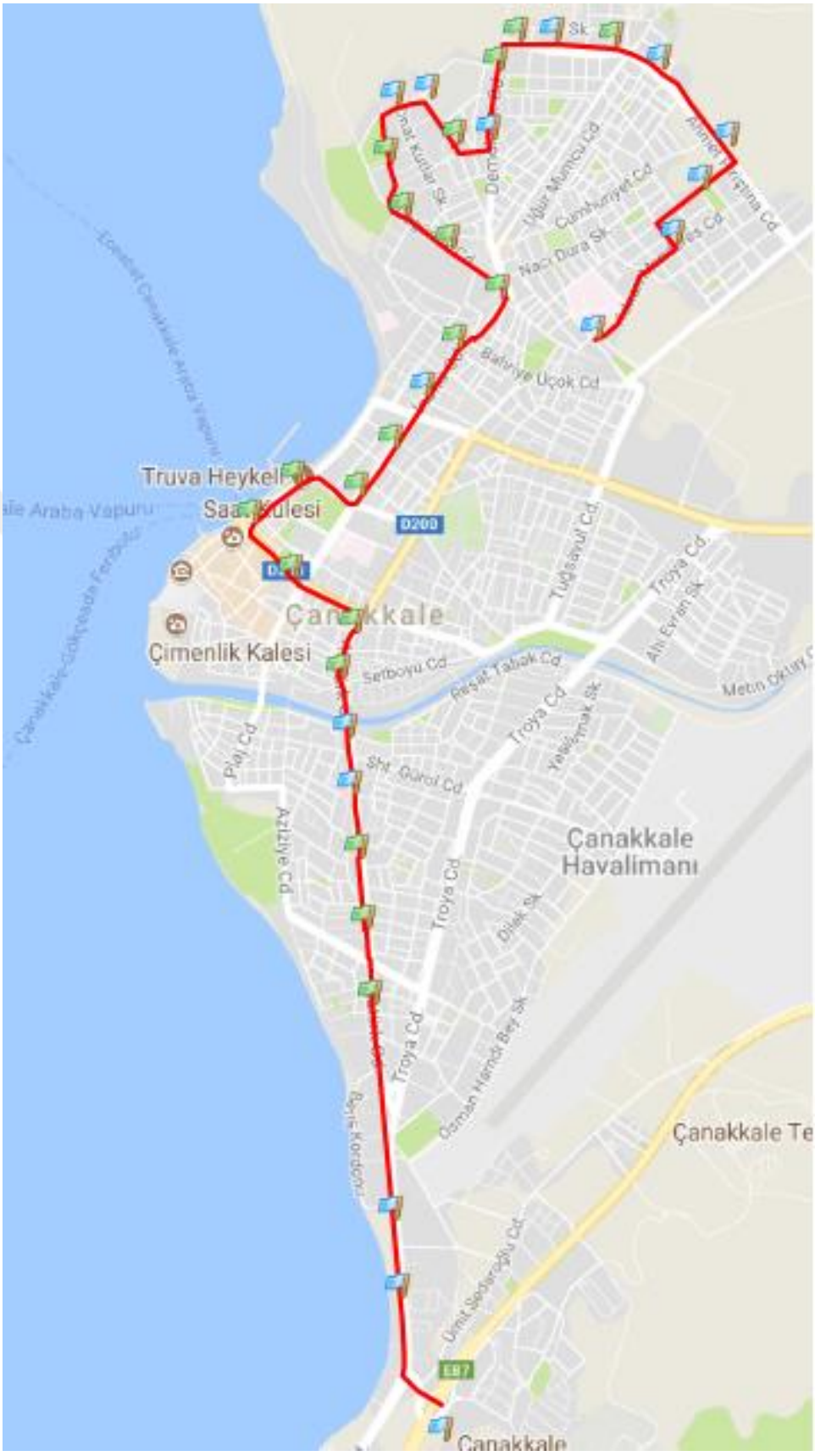
EK 1. Ç1 hattının güzergâh haritası



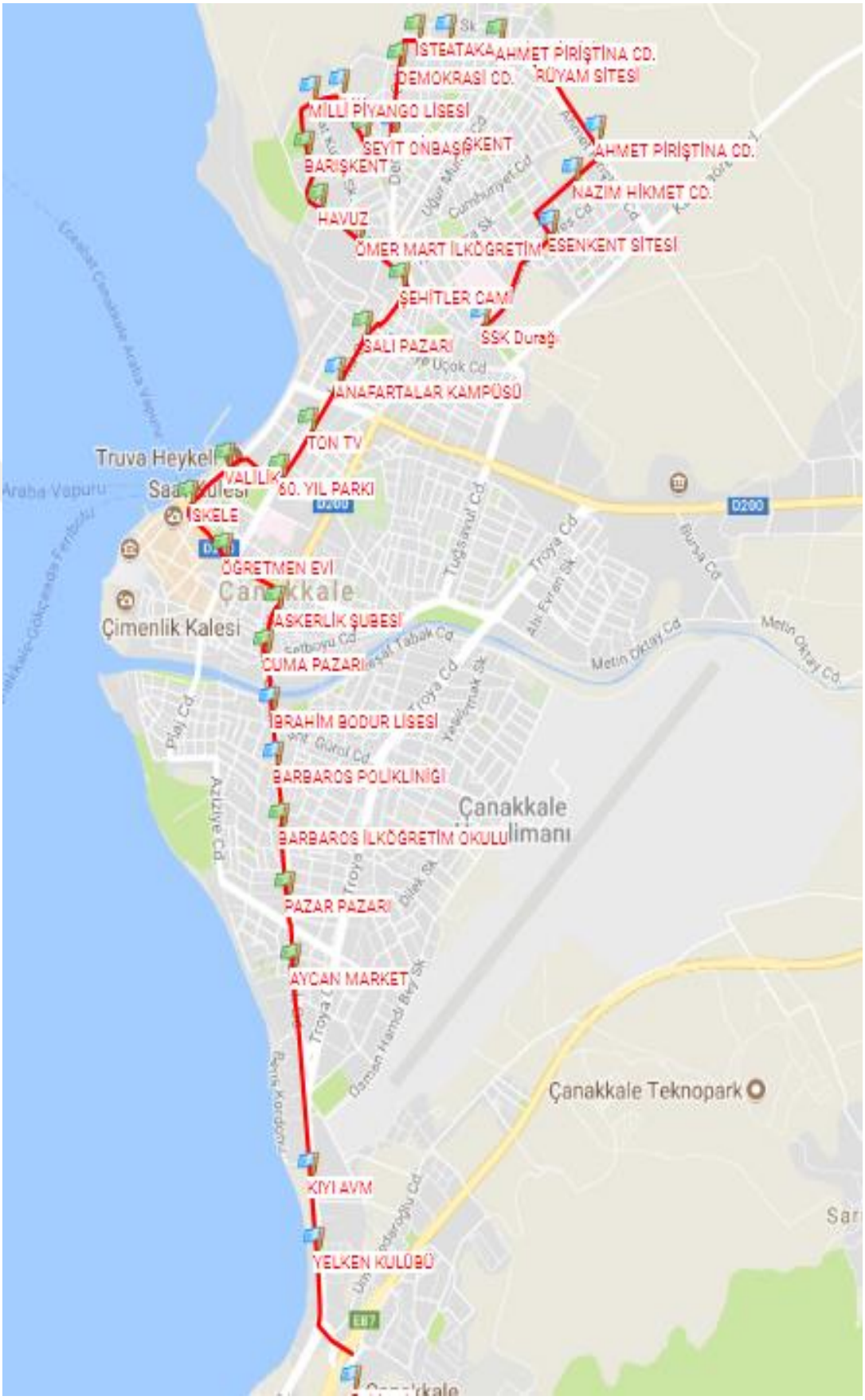
EK 2. Ç1 hattının durak haritası



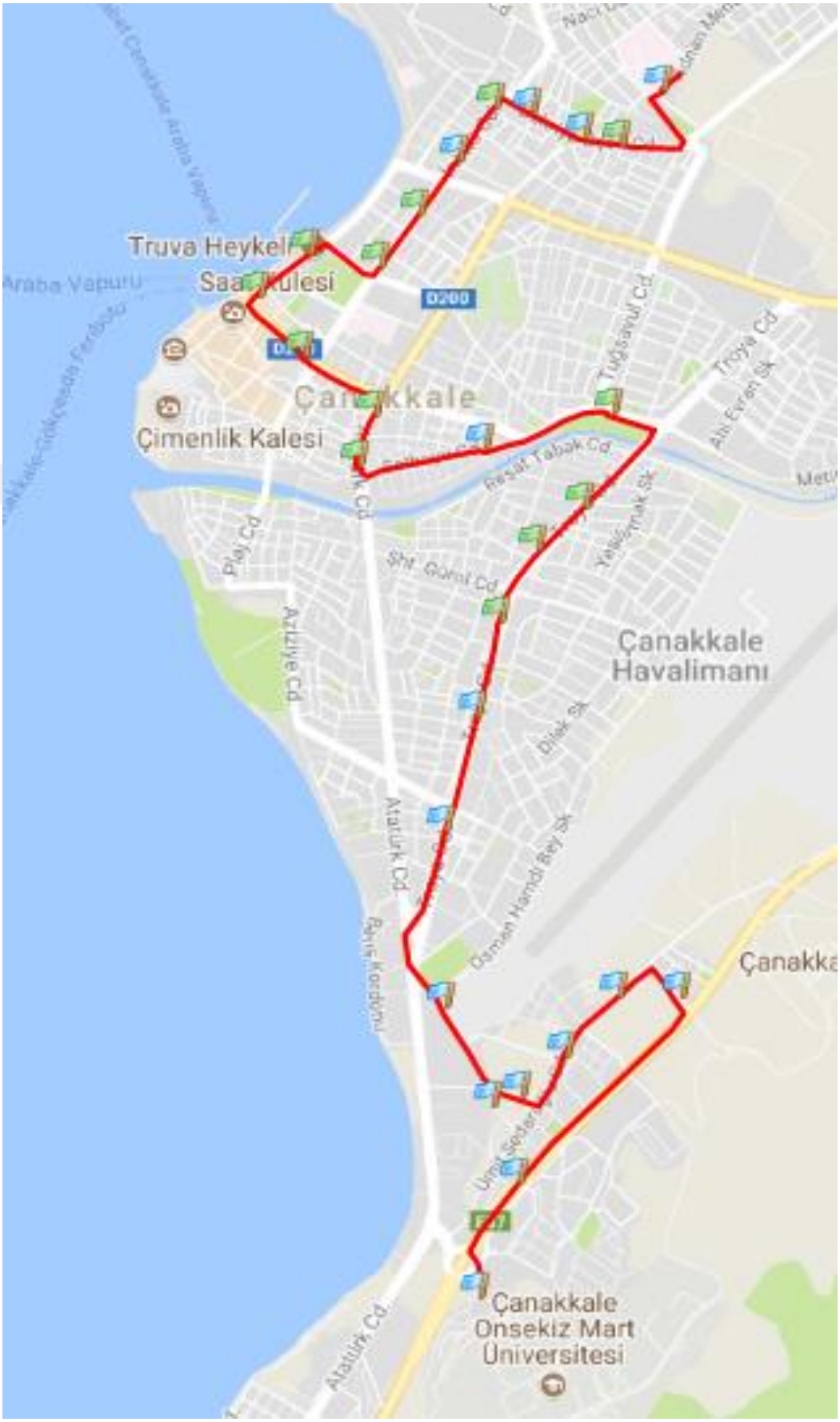
EK 3. Ç2 hattının güzergâh haritası



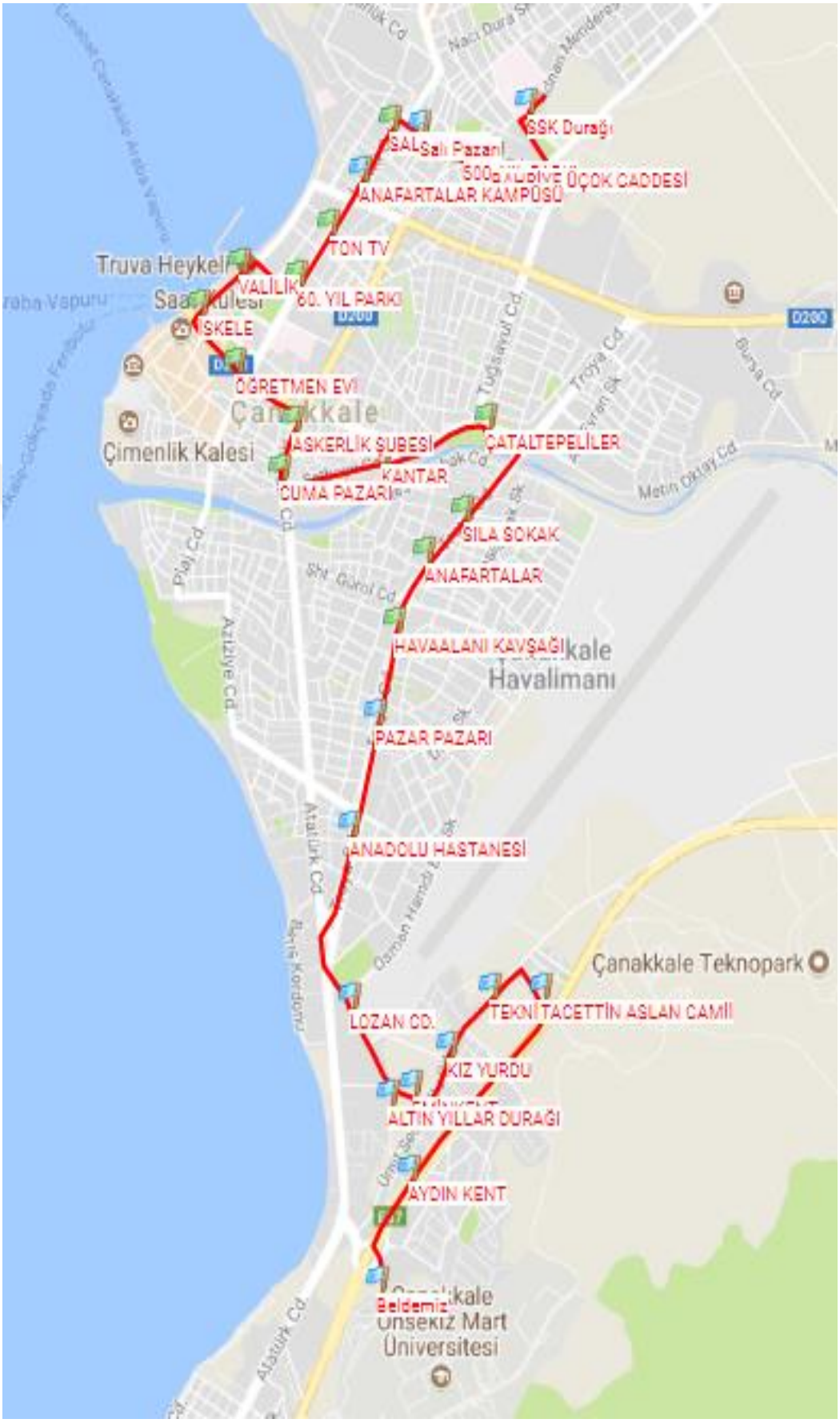
EK 4. Ç2 hattının durak haritası



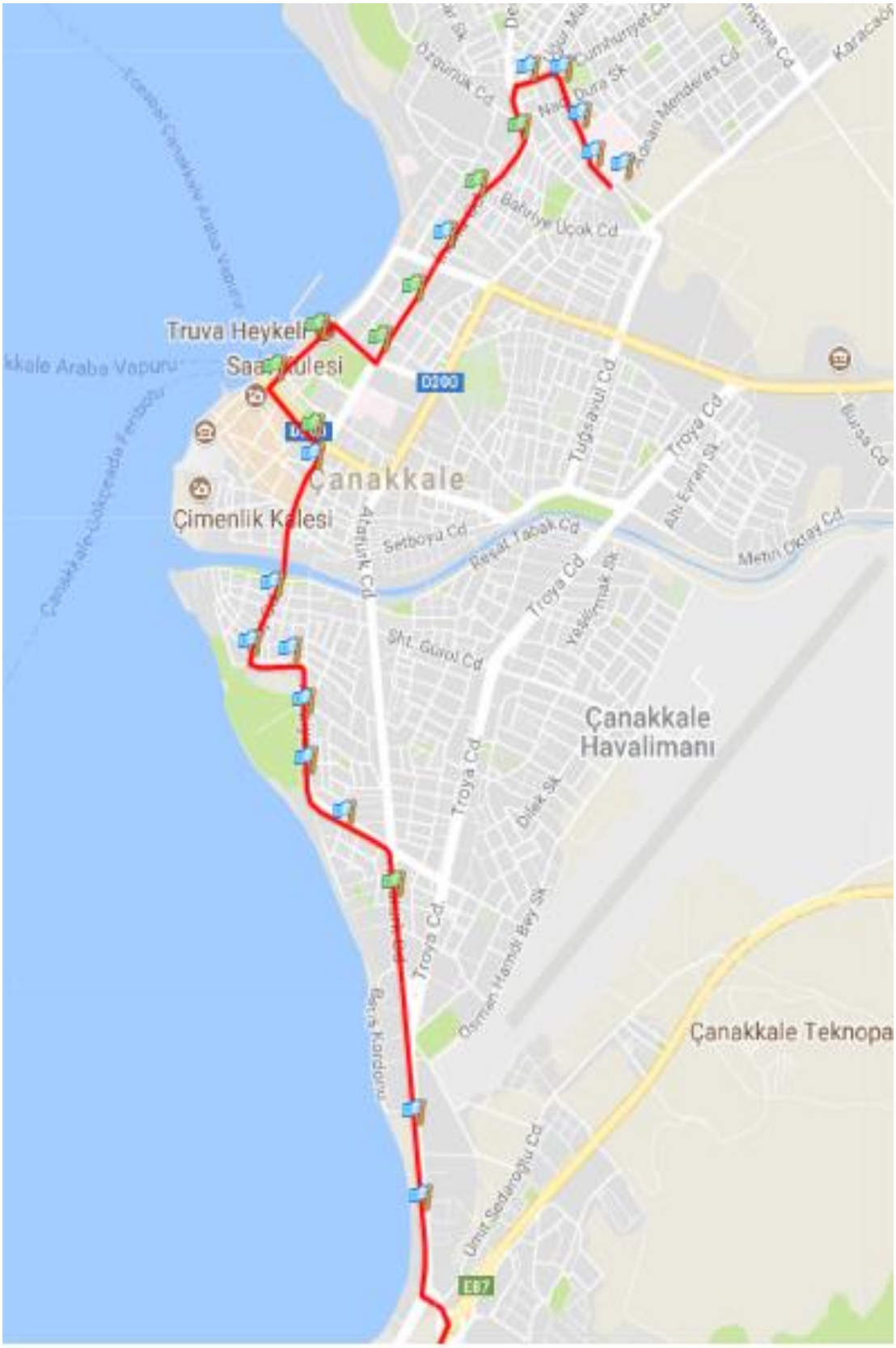
EK 5. Ç3 hattının güzergâh haritası



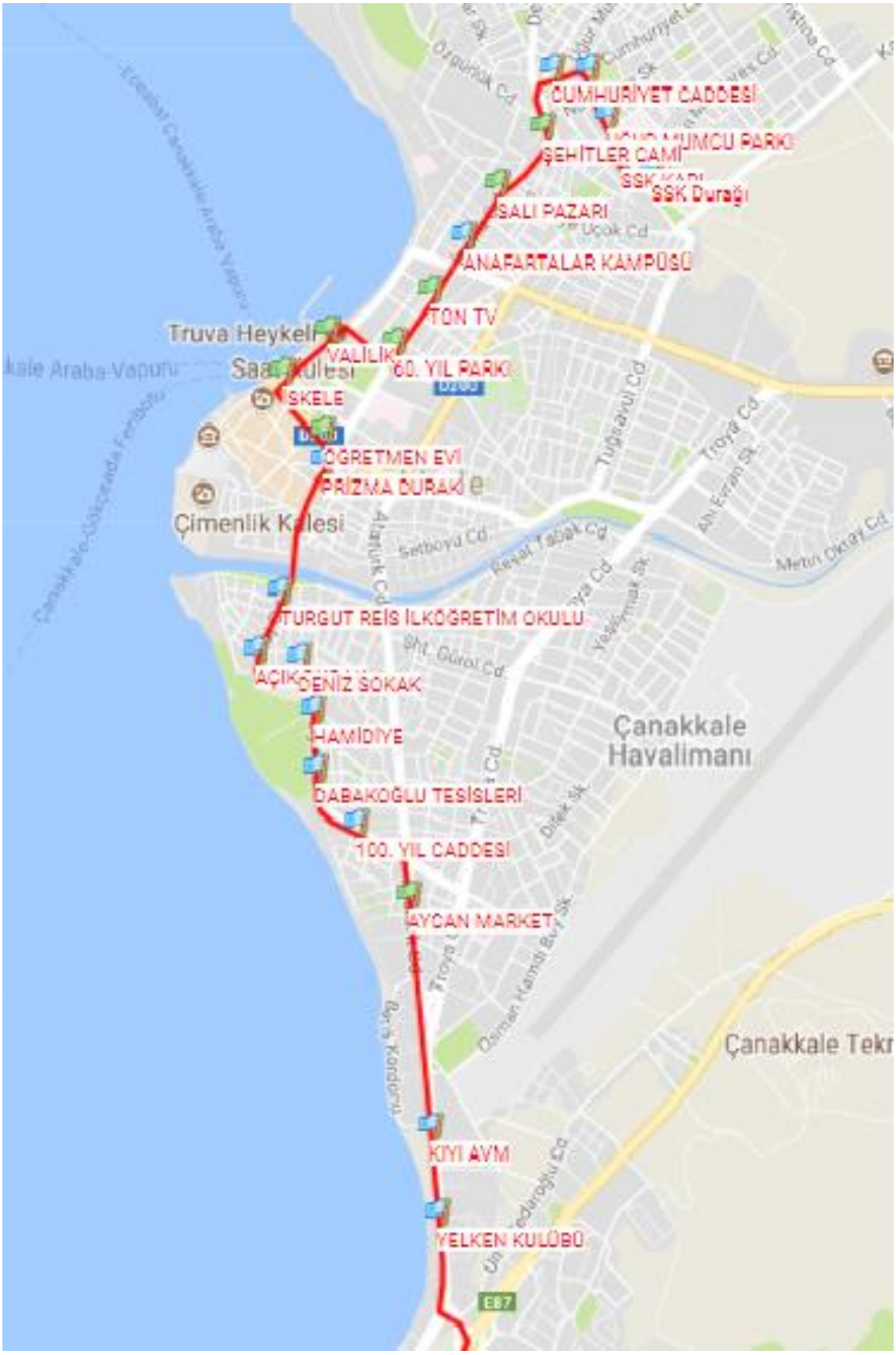
EK 6. Ç3 hattının durak haritası



EK 7. Ç7 hattının güzergâh haritası



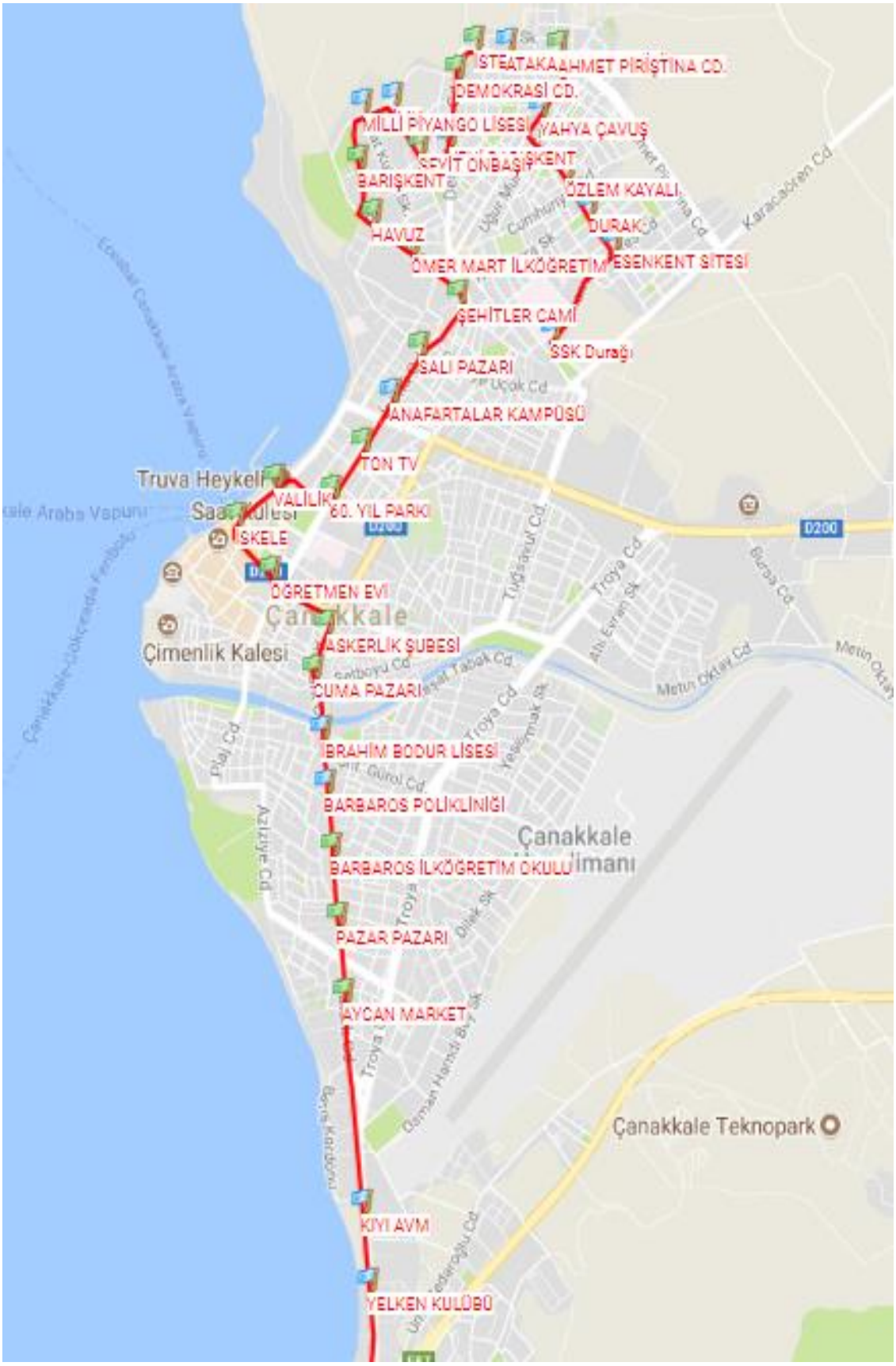
EK 8. Ç7 hattının durak haritası



EK 9. Kepez hattının güzergâh haritası



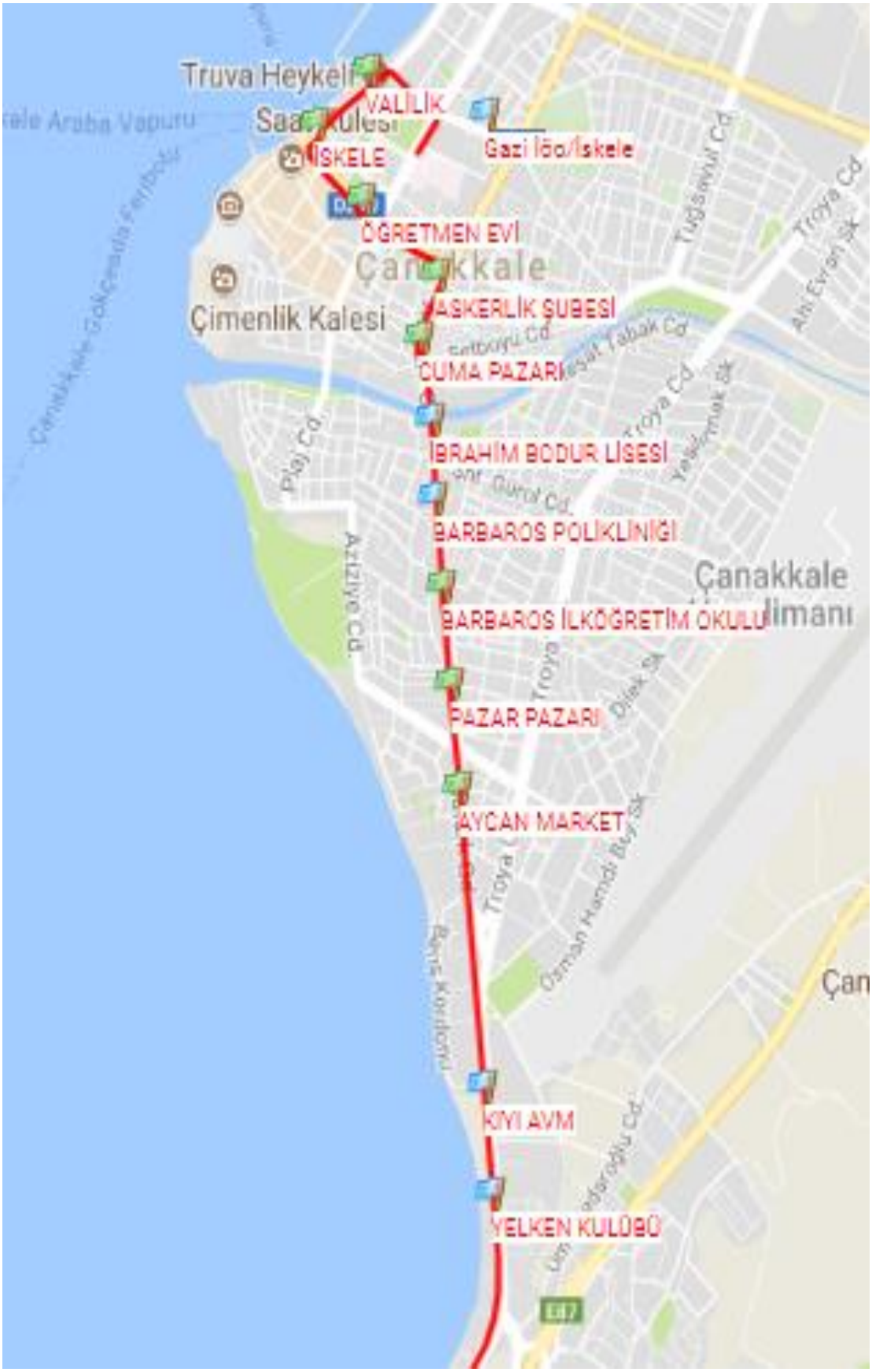
EK 10. Kepez hattının durak haritası



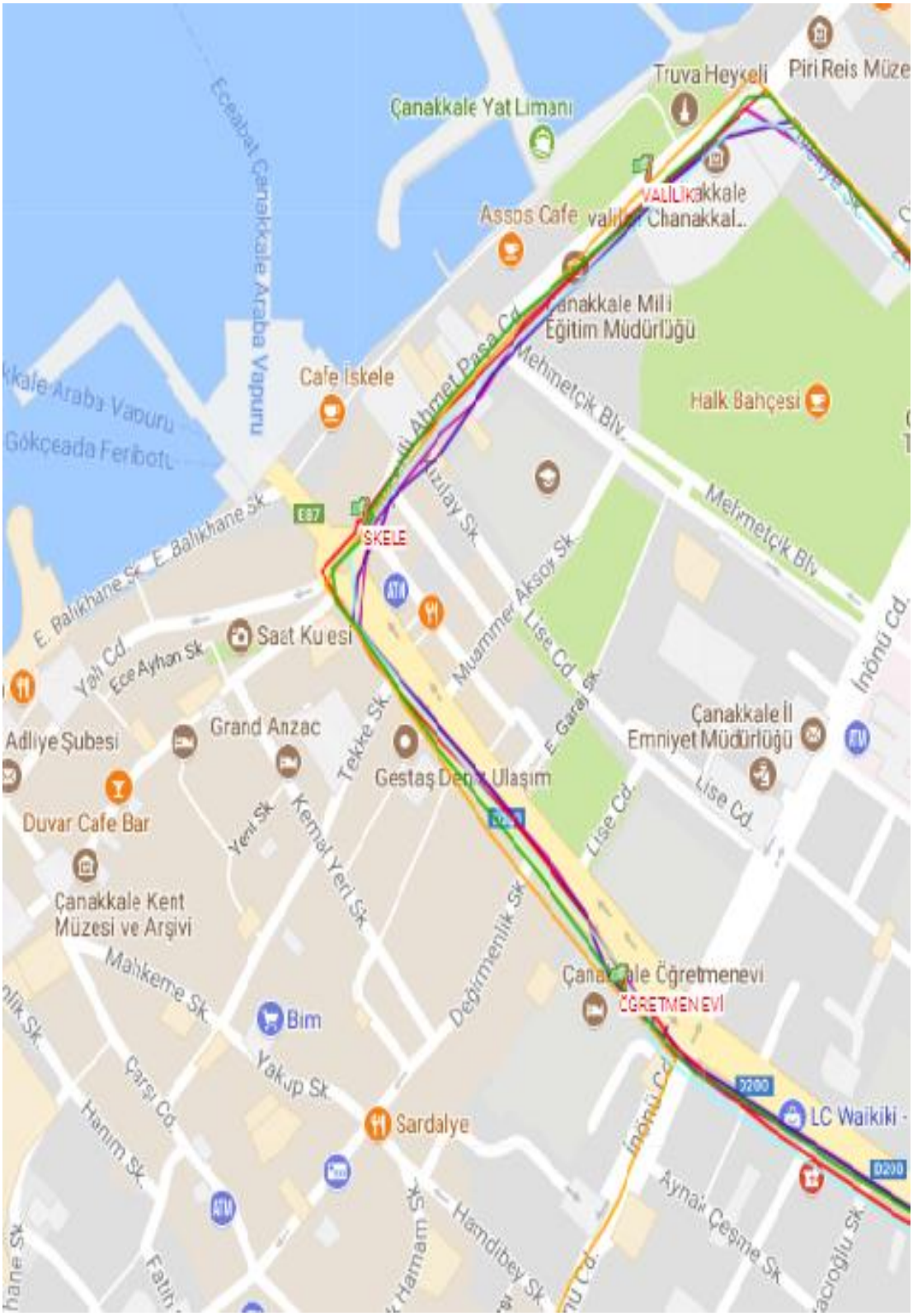
EK 11. Kepez Ekspres hattının güzergâh haritası



EK 12. Kepez Ekspres hattının durak haritası



EK 13. Ortak duraklardan en çok talep edilenleri



Ek 14.Yolcu memnuniyet anketi

Sık kullandığınız otobüs hatları hangileridir?.....

Hangi saat aralıklarında otobüs hatlarından faydalanıyorsunuz?.....

	Çok iyi	İyi	Yeterli	Geliştirilmeli	Yetersiz
Güzergâh planlamasından memnun musunuz?					
Otobüsleri bekleme süresinden memnun musunuz?					
Araçların sefer saatlerine uyumundan memnun musunuz?					
Araç içinde geçirdiğiniz süreden memnun musunuz?					
Araçların içerisindeki yolcu yoğunluğundan memnun musunuz?					
Bilet ücretlerinden memnun musunuz?					
Hizmet kalitesi değerlendiriniz.					
Zamanında ulaşımı değerlendiriniz					
Araçların kalitesi değerlendiriniz					
Araçların temizliğini değerlendiriniz					
Araçların klima ve havalandırma sistemini değerlendiriniz					
Araç şoförlerini değerlendiriniz.					

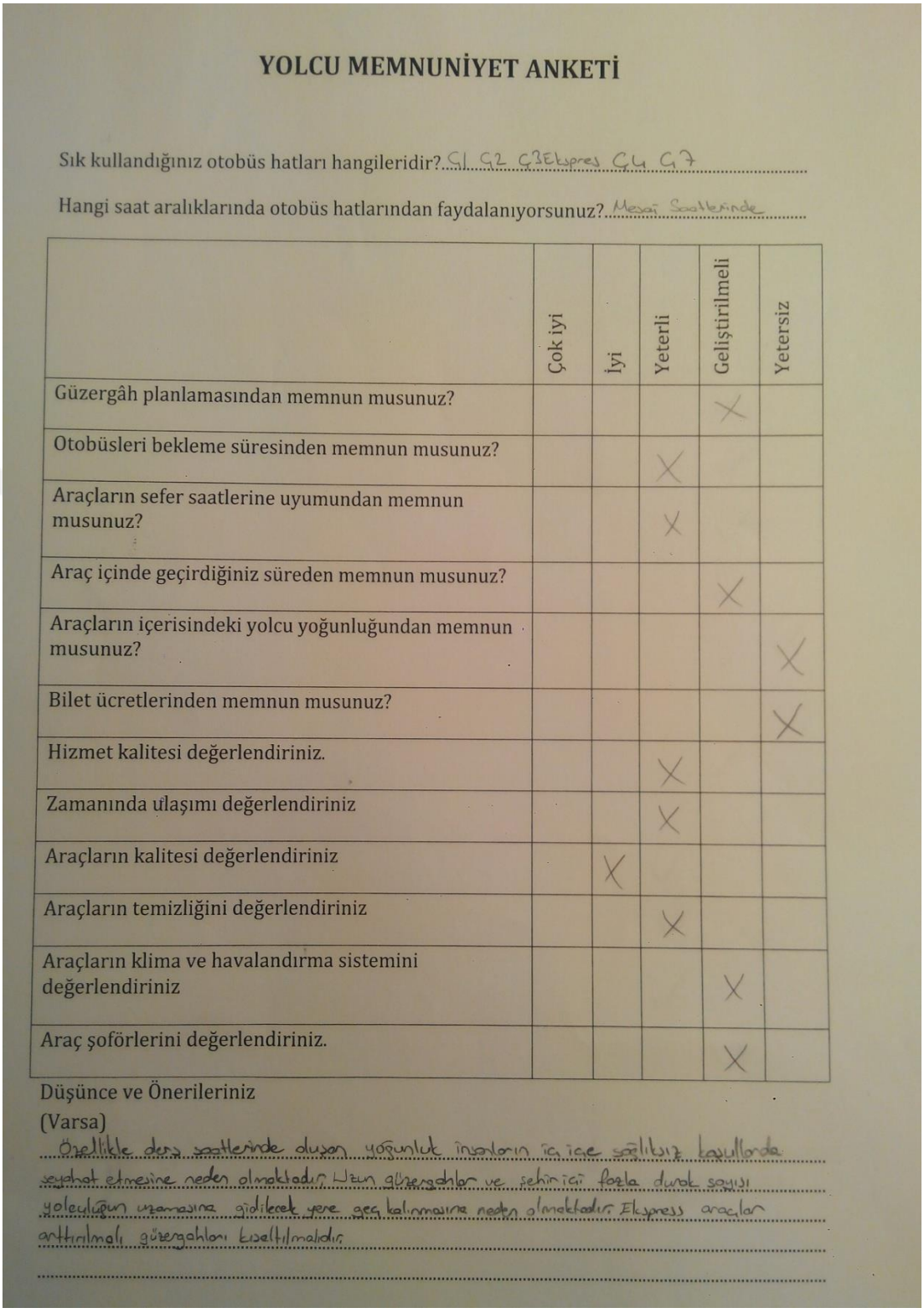
Düşünce ve önerileriniz

.....

.....

.....

Ek 15.Yolcu memnuniyet anketi örneği 1



YOLCU MEMNUNİYET ANKETİ

Sık kullandığınız otobüs hatları hangileridir? Ç1 Ç2 Ç3Ekspres Ç4 Ç7

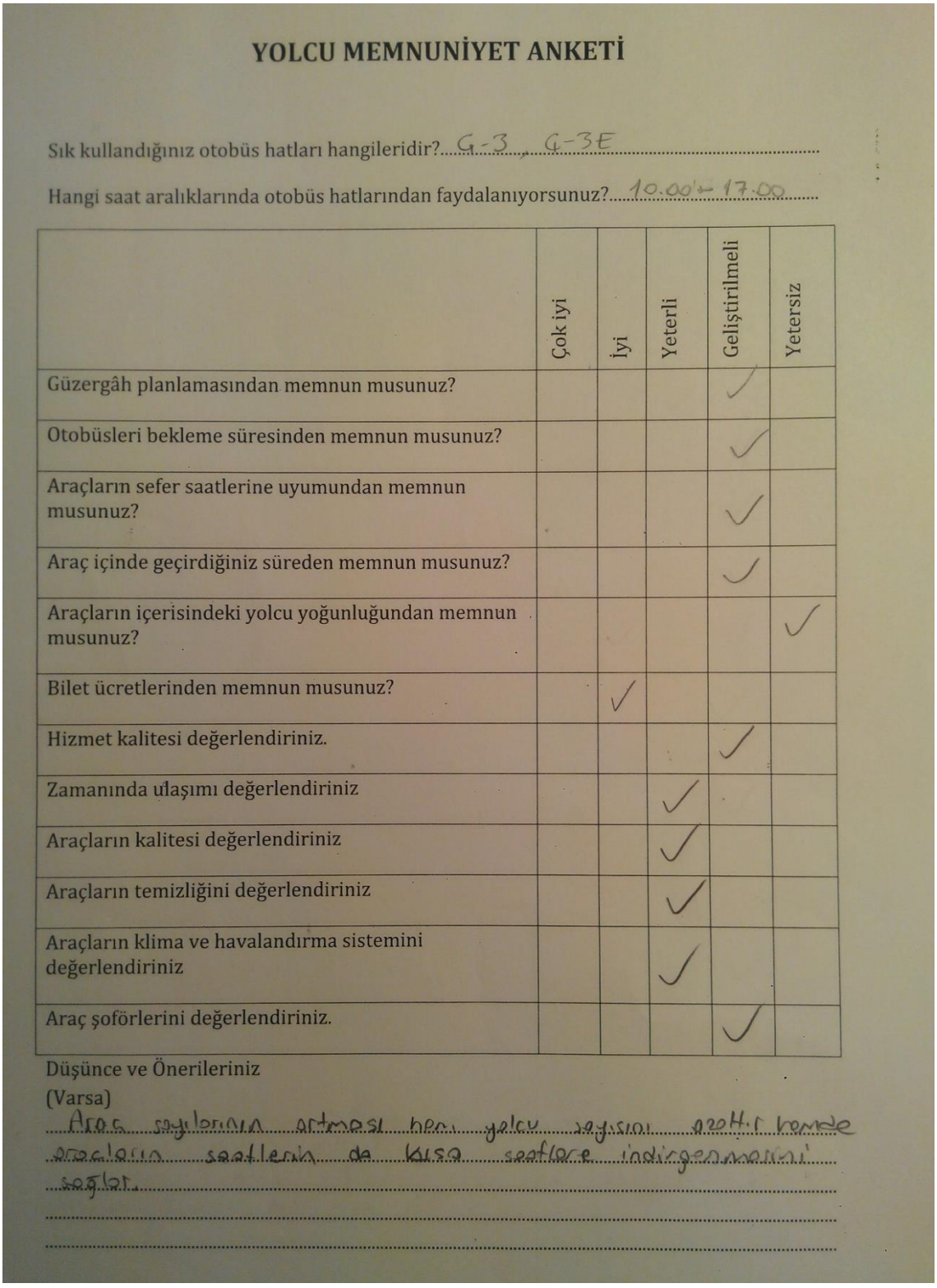
Hangi saat aralıklarında otobüs hatlarından faydalanıyorsunuz? Mesai Saatlerinde

	Çok iyi	İyi	Yeterli	Geliştirilmeli	Yetersiz
Güzergâh planlamasından memnun musunuz?				X	
Otobüsleri bekleme süresinden memnun musunuz?			X		
Araçların sefer saatlerine uyumundan memnun musunuz?			X		
Araç içinde geçirdiğiniz süreden memnun musunuz?				X	
Araçların içerisindeki yolcu yoğunluğundan memnun musunuz?					X
Bilet ücretlerinden memnun musunuz?					X
Hizmet kalitesi değerlendiriniz.			X		
Zamanında ulaşımı değerlendiriniz			X		
Araçların kalitesi değerlendiriniz		X			
Araçların temizliğini değerlendiriniz			X		
Araçların klima ve havalandırma sistemini değerlendiriniz				X	
Araç şoförlerini değerlendiriniz.				X	

Düşünce ve Önerileriniz
(Varsa)

Özellikle ders saatlerinde duyan yoğunluk insanların içi içe sağlıksız koşullarda seyahat etmesine neden olmaktadır. Uzun güzergahlar ve şehir içi fazla durak sayısı yolculuğun uzamasına gidilecek yere geç kalınmasına neden olmaktadır. Ekspress araçlar arttırılmalı güzergahları kısaltılmalıdır.

Ek 16.Yolcu memnuniyet anketi örneği 2



YOLCU MEMNUNİYET ANKETİ

Sık kullandığınız otobüs hatları hangileridir? G-3 , G-3E

Hangi saat aralıklarında otobüs hatlarından faydalanıyorsunuz? 10.00 - 17.00

	Çok iyi	İyi	Yeterli	Geliştirilmeli	Yetersiz
Güzergâh planlamasından memnun musunuz?				✓	
Otobüsleri bekleme süresinden memnun musunuz?				✓	
Araçların sefer saatlerine uyumundan memnun musunuz?				✓	
Araç içinde geçirdiğiniz süreden memnun musunuz?				✓	
Araçların içerisindeki yolcu yoğunluğundan memnun musunuz?					✓
Bilet ücretlerinden memnun musunuz?		✓			
Hizmet kalitesi değerlendiriniz.				✓	
Zamanında ulaşımı değerlendiriniz			✓		
Araçların kalitesi değerlendiriniz			✓		
Araçların temizliğini değerlendiriniz			✓		
Araçların klima ve havalandırma sistemini değerlendiriniz			✓		
Araç şoförlerini değerlendiriniz.				✓	

Düşünce ve Önerileriniz
(Varsa)

Araç sayılarının artması hem yolcu sayısını azaltır hemde araçların saatlerin de kısa seferlere indirgenmesini sağlar.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Elif ERGİN

Doğum Yeri : KOCAELİ

Doğum Tarihi : 01/01/1991

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi :

Ege Üniversitesi-Bilgisayar Bilimleri Ağırlıklı Matematik Bölümü (2009-2014)

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi-Harita Mühendisliği (2016-halen)

Yüksek Lisans Öğrenimi :

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi-Coğrafi Bilgi Teknolojileri(2015-halen)

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü-Matematik Bölümü(2014-halen)

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

Ergin E., Erenoğlu R.C.,"Modeling of Urban Transportation Network by Linear Programming", International Symposium on GIS Applications in Geography&Geosciences, Çanakkale, Turkey, 18-21 October,2017.sf 580-587.

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

Ergin E., Erenoğlu R.C., "Heyelan Duyarlılık Değerlendirilmesinde Oyun Teorisinin Kullanılması: İntepe, Çanakkale Örneği", 69. Türkiye Jeoloji Kurultayı, ANKARA, TÜRKIYE, 11-15 Nisan 2016.

c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl :

Atlas Harita Planlama - 2017
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- 2015-2016

İLETİŞİM

E-posta Adresi : erginelif91@gmail.com