



**OTOPARK KILAVUZ BİLGİ SİSTEMİ UYGULAMALARI: ANKARA İÇİN
ÖRNEK BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI**

Murat SAYIN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TRAFİK PLANLAMASI VE UYGULAMASI ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ŞUBAT 2019

Murat SAYIN tarafından hazırlanan “OTOPARK KILAVUZ BİLGİ SİSTEMİ UYGULAMALARI: ANKARA İÇİN ÖRNEK BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Trafik Planlaması ve Uygulaması Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ebru V. ÖCALIR AKÜNAL

Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Prof. Dr. Mehmet Ali AKÇAYOL

Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Tülin Erçelebi AYYILDIZ

Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Başkent Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 04 /02/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Murat SAYIN

04/02/2019

OTOPARK KILAVUZ BİLGİ SİSTEMİ UYGULAMALARI: ANKARA İÇİN ÖRNEK BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Murat SAYIN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2019

ÖZET

Geçen yüzyıl sonlarından itibaren otomotiv endüstrisindeki üretim artışları, ulaşım olanaklarındaki gelişmeler ve nüfus patlamaları büyük kentlerde giderek bir trafik karmaşasına yol açmıştır. Bu karmaşanın nedenlerinden birisi de otopark sorununun çözümlenemeyişidir. Kent içinde park halindeki araçlar bile sorun olarak kabul edilmekteyken, trafikte park yeri arayan araçlar bambaşka bir sorunu daha tanımlamaktadır. Otoparkın yerini bilmeyen ya da bildiği park yerine gitmiş fakat orada yer bulamamış ve yeni bir park yeri aramak için tekrar trafiğe dönmüş olan araçlar, kent merkezlerindeki trafik yoğunluğunu ve tıkanıklığını artırmakta, zaman ve enerji kayıplarına yol açmaktadır. Kent merkezlerinde oluşan trafik tıkanıklığını azaltmak adına yapılan çalışmaların önemli bir bölümünü ‘Otopark Kılavuz Bilgi Sistemleri’ uygulamaları oluşturmaktadır. Bu çalışmada Otopark Kılavuz Bilgi Sistemleri’nin yapısı ve çalışma şekli, iyi uygulama örnekleri ile anlatılmaktadır. Çalışmanın sonucunda Ankara kent merkezindeki otoparklar için geliştirilen bir yazılım, örnek uygulama olarak sunulmaktadır.

Bilim Kodu : 80211
Anahtar Kelimeler : Otopark, Otopark Kılavuz Bilgi Sistemi, Kent Bilgi Sistemi, Park Rehberlik Sistemi
Sayfa Adedi : 107
Danışman : Prof. Dr. Ebru Vesile ÖCALIR AKÜNAL

PARKING GUIDENCE INFORMATION SYSTEM APPLICATIONS: A CASE STUDY
FOR ANKARA

(M. Sc. Thesis)

Murat SAYIN

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

February 2019

ABSTRACT

Since the end of the last century, increases in the automotive industry, advances in transport facilities and population explosions have led to increasing traffic congestion in big cities. One of the reasons for this complication is the parking problem that can not be solved. Even the cars in the parking lots are considered to be problematic in the city. The cars looking for parking spaces in the traffic define a different problem. The vehicles that do not know the location of the parking place or have gone to the known parking lot but have not found a place increase the traffic density and congestion in the city centers and cause time and energy losses. A significant part of the studies on reducing traffic congestion in the city centers is about 'Parking Guidance Information Systems'. In this study, the structure and working principles of Parking Guidance Information Systems are explained with good practice examples. As a result of the work, a software developed for parking garages in Ankara city center is presented as a sample application.

Science Code : 80211

Key Words : Parking, Parking Information System, Urban Information System,
Parking Guidance System, Parking Guidance Information System

Page Number : 107

Supervisor : Prof. Dr. Ebru Vesile ÖCALIR AKÜNAL

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenme aşamasında, yön tayininde ve tamamlanmasında desteklerini hiç esirgemeyen değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Ebru V. ÖCALIR AKÜNAL' a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Bu çalışmayı yürüttüğüm süreçte bana her zaman destek olan, yardımlarını esirgemeyen ve çalışmamı bitirmem için bana cesaret veren sevgili hayat arkadaşım, değerli eşim Hilal SAYIN ve oyun çağında olmasına rağmen çalışmam sebebiyle vakit ayıramadığım, her fırsatta 'baba ders çalışma gel oynayalım, benimle neden oynamıyorsun' diyen, minik prensesim Elif Sare SAYIN' a bütün içtenliğimle teşekkür ederim. Ayrıca olaydan henüz habersiz olan fakat uslu durarak bana destek veren minik boncuğum Beril SAYIN' a da teşekkür ederim. Yanımda olmasalar da uzaktan her zaman beni destekleyen, çalışmamı bitirmem için beni teşvik eden ve dualarını esirgemeyen annem Ayşe SAYIN ve babam Mehmet SAYIN' a ve bu süreçte desteklerini esirgemeyen bütün aileme teşekkür ederim. Çalışmam boyunca fikirleriyle bana yardımcı olan ve destek veren özellikle Volkan SARIOĞLU ve Mehmet COŞKUN başta olmak üzere bütün iş arkadaşlarım ve gerekli durumlarda yardımlarını esirgemeyen değerli yöneticilerime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KENT MERKEZLERİNDE OTOPARK PROBLEMİ	5
2.1. Ulaşım ve Otoparkla İlgili Genel Tanımlar	5
2.1.1. Ulaşım	5
2.1.2. Trafik.....	5
2.1.3. Araç	6
2.1.4. Taşıt.....	6
2.1.5. Sürücü, şoför ve yaya.....	7
2.1.6. Trafik akışı ve kapasitesi.....	7
2.1.7. Otomobil	7
2.1.8. Park etme.....	8
2.1.9. Otopark.....	8
2.1.10. Park yönetimi	9
2.1.11. Otopark problemi	9
2.1.12. Trafik tıkanıklığı	10
2.2. Trafik Problemlerinin Gelişimi	10

	Sayfa
2.3. Otopark Yönetimi.....	11
3. TÜRKİYE KENTLERİNDE OTOPARK PROBLEMİ.....	15
3.1. Yasal ve Yönetmelik Durum	17
3.1.1. Kanunlar.....	17
3.1.2. Yönetmelikler.....	20
3.1.3. Türk standartları.....	23
3.2. İyi Dünya Örnekleri	24
3.3. Türkiye’de Uygulama Örnekleri	28
3.4. Türkiye’deki Durum ve Çözüm Önerileri.....	30
3.5. Değerlendirme.....	33
4. OTOPARK YÖNETİMİNDE KULLANILAN ALGORİTMALAR.....	35
4.1. Algoritmanın Tanımı.....	35
4.2. Algoritma Çeşitleri.....	35
4.2.1. Arama algoritmaları	35
4.2.2. Evrimsel algoritmalar.....	38
4.2.3. Genetik algoritmalar	38
4.2.4. Sıralama algoritmaları.....	40
4.2.5. Sıkıştırma algoritmaları.....	41
4.2.6. Şifreleme algoritmaları	41
4.2.7. Şekil (graph) algoritmaları	41
4.3. Ara Değerlendirme: Algoritmaların Karşılaştırılması	60
4.4. Dijkstra Algoritmasının İş Akışı	62
5. OTOPARK KILAVUZ BİLGİ SİSTEMLERİ UYGULAMALARI.....	65
5.1. Otopark İçi Sensör Uygulamaları.....	65
5.2. Yol Üstü Dijital Tabela Uygulamaları	66
5.3. Web coğrafi bilgi sistemi (CBS) uygulamaları	67

	Sayfa
5.4. Mobil coğrafi bilgi sistemi (MCBS) uygulamaları	69
5.5. Otopark Kılavuz Bilgi Sistemleri (OKBS-PGIS) İyi Örnekleri.....	72
5.5.1. Frankfurt otopark kılavuz bilgi sistemi uygulaması	72
5.5.2. Den Helder otopark kılavuz bilgi sistemi uygulaması	74
5.6. Değerlendirme	77
6. ANKARA KENT MERKEZİ İÇİN ÖRNEK BİR OKBS UYGULAMASI	79
6.1. Uygulamanın Hazırlanışında İzlenen Yöntem	79
6.2. Kullanılan Teknolojiler ve Kodlar	81
6.2.1. Google map API.....	84
6.2.2. JQuery	85
6.2.3. Kodlar.....	85
6.3. Uygulamanın Hazırlanışı	91
6.4. Uygulama	93
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	99
KAYNAKLAR	103
ÖZGEÇMİŞ	107

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Otopark yönetimi stratejilerinin park yeri gereksinimini azaltma oranları	12
Çizelge 3.1. TÜİK verilerine göre Türkiye’de 2007-2017 yılları arasında nüfus artışı	16
Çizelge 3.2. TÜİK verilerine göre Türkiye’de 2007-2017 yılları arasında motorlu taşıt ve otomobil sayıları ve artış oranları	16
Çizelge 3.3. Türkiye ve Avrupa ülkelerinde uygulanan otopark yönetmeliği esasları ...	24
Çizelge 4.1. En kısa yol bulma algoritmalarının karşılaştırılması	60
Çizelge 5.1. Cumartesi günleri park arama ve seyahat zamanları	72

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Enine arama algoritması örnek ağaç modeli.....	37
Şekil 4.2. Derin öncelikli arama algoritması örnek ağaç modeli.....	37
Şekil 4.3. Seçim, çaprazlama ve mutasyon işlemi	40
Şekil 4.4. Simetrik ve asimetrik şifreleme algoritmalarının çalışma şekli	42
Şekil 4.5. Düğüm ve kenarlardan oluşan graf (şekil).....	44
Şekil 4.6. Başlangıç noktası seçilen graf	44
Şekil 4.7. B ve C düğümleri hesaplanmış graf.....	45
Şekil 4.8. E düğümü hesaplanmış graf.....	45
Şekil 4.9. B düğümünden gidilerek F düğümü hesaplanmış graf.....	46
Şekil 4.10. C düğümünden gidilerek F düğümü hesaplanmış graf.....	46
Şekil 4.11. D düğümü hesaplanmış graf.....	46
Şekil 4.12. Bütün düğümleri hesaplanmış graf.....	47
Şekil 4.13. Eksi değerlere sahip bir graf.....	47
Şekil 4.14. Başlangıç noktası seçilen eksi değerli graf.....	48
Şekil 4.15. İlk düğümleri güncellenmiş eksi değerli graf.....	48
Şekil 4.16. Bütün düğümleri güncellenmiş eksi değerli graf.....	48
Şekil 4.17. Kararlı hale gelmiş eksi değerli graf.....	49
Şekil 4.18. 5 düğümden oluşan bir graf.....	49
Şekil 4.19. A'dan E'ye gidilen yolların değerleri	50
Şekil 4.20. Floyd-Warshall algoritma matrisinin ilk adımı	50
Şekil 4.21. Floyd-Warshall algoritma matrisi.....	51
Şekil 4.22. A star algoritmasını uygulayacağımız graf.....	52
Şekil 4.23. Düğümlerin hedefe olan kuş uçuşu uzaklıkları	53
Şekil 4.24. Algoritmanın küçük olan değeri seçmesi	54
Şekil 4.25. İlk seçimden sonra tekrar uzaklık hesaplamaları.....	54

Şekil	Sayfa
Şekil 4.26. İkinci seçimden sonra tekrar uzaklık hesaplamaları.....	55
Şekil 4.27. Algoritmanın değeri küçük olan düğüme yönelmesi.....	55
Şekil 4.28. Algoritmanın değeri küçük olan düğüme yönelmesi.....	56
Şekil 4.29. Dijkstra algoritmasının uygulanacağı şekil	56
Şekil 4.30. A düğümü başlangıç seçilip diğer düğümlere sonsuz atanmış şekil.....	57
Şekil 4.31. Başlangıç düğümüne komşu olan düğümlerin güncellenmesi.....	57
Şekil 4.32. B düğümün komşularının güncellenmiş hali	58
Şekil 4.33. C düğümünün komşularının güncellenmiş hali	58
Şekil 4.34. D düğümünün komşularının güncellenmiş hali.....	59
Şekil 4.35. F düğümünün komşularının güncellenmiş hali.....	59
Şekil 4.36. E düğümünün komşularının güncellenmiş hali	60
Şekil 4.37. Dijkstra algoritmasının en kısa yol bulma iş akışı.....	62
Şekil 5.1. Sensörlerden toplanan verinin tabelalara aktarımı	66
Şekil 5.2. PGIS kullanımının zamana göre farkındalık grafiği	73
Şekil 5.3. Davranışsal park yeri arama modeli	74
Şekil 5.4. Sürücülerin PGIS’yi seçim akışı.....	75
Şekil 6.1. Uygulamanın hazırlanış yöntemi	79
Şekil 6.2. Uygulamanın hazırlanış yöntemine sunulan çözümler.....	80
Şekil 6.3. Uygulamanın çalışma mantığı	91
Şekil 6.4. Uygulamanın otoparka rota çizmesi	92

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Londra metro hattı	27
Resim 3.2. Moskova metro hattı	28
Resim 3.3. İspark Kadıköy metro park et devam et otoparkı	29
Resim 3.4. İspark Daruüşafaka metro istasyonu park et devam et otoparkı	30
Resim 3.5. Macunköy metro park et devam et otoparkı	30
Resim 5.1. Otopark içi sensör uygulaması örneği	65
Resim 5.2. Yol üstü dijital tabela uygulaması, Essen – Almanya	67
Resim 5.3. Yol üstü dijital tabela uygulaması, Waterford City – Amerika	67
Resim 5.4. Katarda kullanılan CBS uygulaması.....	68
Resim 5.5. Ankara Belediyesi CBS uygulaması, otoparkların yerleri.....	69
Resim 5.6. Ankara Belediyesi CBS uygulaması, nöbetçi eczanelerin yerleri	69
Resim 5.7. Ego Cepte mobil uygulaması.....	70
Resim 5.8. Amerika’da Manhattan kentinde sürücülere park etmede yardımcı bir mobil uygulama.....	71
Resim 5.9. Parker isminde bir otopark rehberlik sistemi mobil uygulaması	71
Resim 6.1. Veri tabanı tablosu için ekran görüntüsü	81
Resim 6.2. Tabloya eklenen veriler için ekran görüntüsü	81
Resim 6.3. VS’da oluşturulan TezProjesi isimli projenin genel görünüşü	82
Resim 6.4. AutoparkModel.edmx.....	83
Resim 6.5. Model katmanı olan ‘Auto_Info.cs’ sınıfımız	83
Resim 6.6. View katmanı olan ‘Index.cshtml’	84
Resim 6.7. ‘Index.cshtml’ sayfamızda kullandığımız kütüphane ve hizmet	84
Resim 6.8. Script kodları 1	86
Resim 6.9. Script kodları 2	86
Resim 6.10. Script kodları 3	87

Resim	Sayfa
Resim 6.11. Script kodları 4	88
Resim 6.12. Script kodları 5	89
Resim 6.13. Script kodları 6	89
Resim 6.14. Script kodları 7	90
Resim 6.15. Script kodları 8	91
Resim 6.16. Uygulama ilk açıldığında gelen ekran görüntüsü	93
Resim 6.17. Mavi ‘P’ işaretçisi bilgi ekranı	94
Resim 6.18. Yeşil ‘P’ işaretçisi bilgi ekranı	94
Resim 6.19. Başka bir otopark seçildiğinde rotanın çizilmesi	95
Resim 6.20. Farklı bir konum seçilmesi	95
Resim 6.21. Seçilen konumdan rota çizilmesi	96
Resim 6.22. Seçilen konumun bilgi ekranı	96
Resim 6.23. Uygulama tekrar ilk yüklendiği haline döner	97

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar

Açıklamalar

EF	Entity Framework
KTK	Karayolları Trafik Kanunu
MVC	Model-View-Controller
OKBS	Otopark Kılavuz Bilgi Sistemi
PGIS	Park Guidance Information System
PY	Park Yönetimi
SSMS	SQL Server 2012 Management Studio
TDK	Türk Dil Kurumu
UKOME	Ulaşım Koordinasyon Merkezi
VS	Visual Studio 2013

1. GİRİŞ

Otomotiv endüstrisindeki üretim artışları, ulaşım olanaklarındaki gelişmeler ve nüfus patlamaları büyük kentlerde giderek bir trafik karmaşası meydana getirmiştir. Bu karmaşıklığa 18.-19. yüzyılların yaşantı ve olanaklarına göre oluşan şehir yapıları dayanamamış ve özellikle otopark sorunu zamanla kent yöneticilerini düşündüren ciddi bir konuma gelmiştir.

Araçların günlük yaşamlarının büyük bölümünü durarak geçirdiği gerçeğini göz önüne aldığımızda otoparkların trafik düzeni için ne kadar önemli bir yer tuttuğunu rahatlıkla görebiliriz.

Uyur (2015)' göre "yapılan hesaplamalar çoğu otomobilin günde ortalama 2 saat hareket halinde, geri kalan 22 saat ise park halinde olduklarının altını çizmiştir". Uyur (2015) çalışmasında, "otoparkların, araçların park edildiği yer olmaktan öte ekonomik ve sosyal hareketliliği şekillendiren ve dolayısıyla içinde bulunduğu çevre ile kuvvetli etkileşim içinde olan bir olgu olduğunu" söylemektedir [1].

Otopark probleminin önemli bir ayağını ise trafikte olup park yeri arayan araçlar oluşturmaktadır. Otoparkın yerini bilmeyen ya da bildiği park yerine gitmiş fakat orda yer bulamamış ve yeni bir park yeri aramak için tekrar trafiğe dönmüş olan araçlar kent merkezlerindeki trafik yoğunluğunu artırmaktadır. Aslında otoparkta olması gereken bu araçlar, bu sürenin bir kısmını daha trafikte geçirmektedir.

Türkiye'de kalabalık nüfusu olan büyük şehirler başta olmak üzere neredeyse bütün kent merkezlerinde otopark sorunu yaşanmaktadır. Bu sorunun en önemli nedeni ise otopark yetersizliğidir. Ayrıca yeterli denetimin olmaması nedeniyle hatalı park yapma son derece yaygındır. Bu durum hem trafiğin aksamasına hem de yayaların güvenlik ve konforunun azalmasına neden olmaktadır. Bunlarla birlikte arazinin verimli kullanılmaması, ücretlendirmenin etkin yapılmaması ve kaçak otoparkçılık da otopark sorununun nedenleri arasında sayılabilir. Otopark sorununa çözüm oluşturulması ve belli standartlara dayandırılması amacıyla otopark düzenlemeleriyle ilgili yayınlanan kanunlar, yönetmelikler ve belirlenen standartlarla yapılan düzenlemeler bulunmaktadır. Kanunlar; İmar Kanunu, Karayolları Trafik Kanunu, Büyükşehir Belediyesi Kanunu, Belediye

Gelirleri Kanunu, Kıyı Kanunu. Yönetmelikler; Otopark Yönetmeliği, İstanbul Otopark Yönetmeliği, İşyeri Açma ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmelik. Standartlar; TS 9881, TS 10551, TS 13010, TS 13624.

Taş (2012)’a göre Park Yönetimi (PY) “geçici planlamalar yerine daha geniş çaplı çözümlerin üretildiği bir sistemdir ve ortaya çıkan sorunların çözümüne yönelik yapılan stratejiler ve politikalar olarak” tanımlanmaktadır [2]. Gülhan ve Ceylan (2010) ise otopark sorununun sadece park yeri tarifeleri olarak görülmemesi gerektiğini vurgulayarak, otopark yönetiminin konuyu kent içi ulaşım problemlerinin bir parçası olarak ele aldığını belirtmektedirler. Ulaşım ile ilgili alışkanlıkların ve seçeneklerin otopark kullanımlarını etkilediğini ifade etmekte, bu alanlarda farklı uygulamaların ortaya çıktığını hatırlatmakta, ayrıca PY’nin kullanıcı bilgilendirmesi, tesis paylaşımı ve fayda maliyet analizi gibi farklı birçok strateji uygulayarak günümüzde bulunan sisteme bütüncül bir yaklaşımla yeni bir işlevsellik kazandırmayı amaçladığını ifade etmektedirler [8].

Kent içinde park halindeki araçlar bile sorun olarak kabul edilmekteyken, trafikte park yeri arayan araçlar bambaşka bir sorunu daha tanımlamaktadır. Otoparkın yerini bilmeyen ya da bildiği park yerine gitmiş fakat orada yer bulamamış ve yeni bir park yeri aramak için tekrar trafiğe dönmüş olan araçlar, kent merkezlerindeki trafik yoğunluğunu ve tıkanıklığını artırmakta, zaman ve enerji kayıplarına yol açmaktadır.

Bu tez çalışmasında; otopark ve trafik ile ilgili kavramlara değinilmekte, rota çizmenin temeli olan algoritmalar araştırılmakta, otopark kılavuz bilgi sistemlerinin (OKBS) yapısı ve çalışma şekli anlatılmaktadır. Kent merkezlerinde oluşan trafik tıkanıklığını azaltmak adına yapılan çalışmaların önemli bir bölümünü ‘Otopark Kılavuz Bilgi Sistemleri’ uygulamaları oluşturmaktadır. Bu çalışmada Otopark Kılavuz Bilgi Sistemleri’nin yapısı ve çalışma şekli, iyi uygulama örnekleri ile anlatılmaktadır.

Çalışmada araştırma soruları şu şekilde belirlenmiştir:

- Araştırma Sorusu 1:Türkiye kentlerinde otopark probleminin sebepleri nelerdir?
- Araştırma Sorusu 2: Otopark yönetimi ile ilgili iyi uygulama örnekleri var mıdır?
- Araştırma Sorusu 3:Türkiye kentlerinde otopark yönetimi için bir örnek uygulama geliştirilebilir mi?

İlk iki araştırma sorusunun yanıtı literatür araştırması ile aranmıştır. Araştırma Sorusu 1'in yanıtı Bölüm 3'de, Araştırma Sorusu 2 ise Bölüm 5'de araştırılmıştır. Araştırma Sorusu 3'e yanıt olarak ise, Bölüm 4'deki literatür taramasından yararlanılarak Bölüm 6'da bir uygulama örneği geliştirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda Ankara kent merkezindeki otoparklar için geliştirilen bir yazılım, örnek uygulama olarak sunulmaktadır. Bu yazılımın temel amacı; en yakınında olup boş yer bulunan otoparka rota çizerek, sürücülerini otopark aramaktan kurtarmaktır. Bu sayede trafikte kalma sürelerini kısaltarak trafik tıkanıklığını azaltmak amaçlanmaktadır. Yapılan yazılım; esnek (responsive) ekran görüntüsü tasarımına uygun olarak yazılmış bir web sayfası olup, esnek ekran tasarımı sayesinde mobil cihazlar ve tabletlerde çalışmaya uygundur. Bu sayede araç üzerinde olan sürücüler yanlarında bulunan mobil cihazlar sayesinde yazılımı kullanabilecek ve yazılım yardımıyla en yakın boş olan otoparka gidebileceklerdir.

2. KENT MERKEZLERİNDE OTOPARK PROBLEMİ

2.1. Ulaşım ve Otoparkla İlgili Genel Tanımlar

2.1.1. Ulaşım

Ulaşım, malların, insanların ve enerjinin bir yerden başka bir yere deniz, kara, demiryolu vb. yollar kullanılarak taşınması olarak tarif edilebilir.

TDK sözlüğünde, “bir şeyi bir yerden başka bir yere aktarma” olarak tanımlanmaktadır.

Güngör (2006) şehir merkezlerinde otopark sorunlarını incelediği tez çalışmasında, yer değiştirmenin insanın kentsel alanda gerçekleştirdiği etkinlikler arasında önemli bir yer tutmakta olduğunu söylemektedir. Güngör, “farklı yerlerde bulunan etkinlik merkezlerini (iş yeri, okul, hastane vb.) birleştirme ve bunlar arasında insan ve mal taşıma gereksinimi, toplum yapısının karmaşıklığı ile doğru orantılı olarak artar. Sonuç olarak; ulaştırma toplumların ekonomik, sosyal, kültürel ve politik yapılarının temel taşı ve bu nedenle vazgeçilmez bir unsurudur” demektedir [3].

2.1.2. Trafik

Kaplan’a (1994) göre “trafik, yayaların veya taşıtların gezi ya da ulaşım amacı ile kendilerine tahsil edilmiş bir yolu topluca ya da tek başlarına kullanmalarının genel adıdır. Trafiği iki gruba ayırabiliriz; hareket durumundaki trafik ve durma durumundaki trafik. Hareket durumundaki trafiğe akan trafik, durma durumundaki trafiğe ise duran trafik adı verilir” [4].

TDK sözlüğünde “ulaşım yollarının yayalar ve her türlü taşıt tarafından kullanılması, gidiş geliş, seyrüsefer” olarak tanımlanmaktadır.

Karayolları Trafik Yönetmeliği’nde “yayaların, hayvanların ve araçların karayolları üzerindeki hal ve hareketleridir” şeklinde tanımlanmaktadır.

Trafiğin yoğunluk sebebiyle akmaması ya da yavaş akması durumuna “trafik sıkışıklığı” denir. Araç sayılarının ve kullanımının artmasının doğal sonucu olarak ortaya çıkan trafik sıkışıklığı günümüz kentlerinin ortak sorunlarından biridir.

2.1.3. Araç

Güngör (2006) tez çalışmasında aracı, “karayollarında kullanılabilen motorlu, motorsuz ve özel amaçlı taşıtlar ile iş makineleri ve lastik tekerli traktörlerin genel adı olarak tarif etmiştir” [3].

Kırmızı, Kolağasıoğlu ve Çalışkan (2012) “Kent içi ulaşım amaçlı kullanılabilen tüm motorlu motorsuz araçlar” şeklinde tanımlamışlardır. [5].

TDK sözlüğünde “bir işi yapmakta veya sonuçlandırmakta gücünden yararlanan nesne, vasıta” olarak tanımlanmaktadır.

2.1.4. Taşıt

Kaplan (1994) ders notu tipi teknik metin çalışmasında taşıtı, “insan gücüyle işletilen, çekme veya itme için güç üretici donanım içeren, mal veya yük taşımak için kullanılan hareketli birimdir; motorlu veya motorsuz olabilir” şeklinde tanımlamıştır [4].

TDK sözlüğünde “yük ve yolcu taşımaya yarayan, motorlu ya da motorsuz, tekerlekli araç” olarak tanımlanmaktadır.

Karayolları Trafik Yönetmeliği’nde “karayolunda insan,, hayvan ve yük taşımaya yarayan araçlardır” şeklinde tanımlanmaktadır.

237 kanun numaralı, 05.01.1961 tarihinde kabul edilen, 12.01.1961 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan, 10705 sayılı Trafik Kanunu’nda “motorlu ve motorsuz bütün ulaştırma araçları” olarak tanımlanmaktadır.

2.1.5. Sürücü, şoför ve yaya

Karayollarındaki bir aracı sevk ve idare eden kişiye sürücü denir. Şoför ise motorlu bir aracı kendi ulaşımı için değil de yolcu veya mal taşımacılığı için ücret karşılığında kullanan kişidir. Yaya ise karayolunda hareketli veya hareketsiz bulunan kişilerdir.

TDK sözlüğünde sürücü “karada kullanılan motorlu araçları sürüp yöneten kimse”, şoför “mesleği araba kullanmak olan sürücü”, yaya ise “yürüyerek giden kimse” olarak tanımlanmaktadır.

Karayolları Trafik Yönetmeliği’nde sürücü “karayolunda, motorlu veya motorsuz bir aracı veya taşıtı sevk ve idare eden kişidir”, şoför “karayolunda ticari olarak tescil edilmiş bir motorlu taşıtı süren kişidir”, yaya ise “araçlarda bulunmayan, karayolunda hareketsiz veya hareket halinde bulunan insandır” şeklinde tanımlanmaktadır.

2.1.6. Trafik akışı ve kapasitesi

Kaplan (1994) çalışmasında trafik akışını, belirli bir zaman diliminde yolun belirlenen bir kesiminden geçen araç veya yaya sayısı olarak tanımlar. Trafik kapasitesi için, yolun belirlenmiş bir kesiminden normal şartlarda belirlenen süre içinde geçmesi beklenen trafiktir demektedir [4].

2.1.7. Otomobil

KTK’nda otomobil, sürücüdün başka en çok dokuz oturma yeri olan ve insan taşımak için üretilmiş olan motorlu taşıt olarak tanımlanmıştır. Otomotiv sektöründe tanımlanan bir çok farklı otomobil türü vardır. Bunları; sedan, hatchback (HB), station wagon (SW), arazi taşıtı (SUV), hafif ticari (LAV) ve minivan (MPV) şeklinde sıralayabiliriz.

TDK sözlüğünde “motorlu, dört tekerlekli kara taşıtı” olarak tanımlanmaktadır.

Karayolları Trafik Yönetmeliği’nde “yapısı itibariyle, sürücüsü dahil en fazla dokuz oturma yeri olan ve insan taşımak için imal edilmiş bulunan motorlu taşıttır” şeklinde tanımlanmaktadır.

2.1.8. Park etme

Taş (2012) otoparkların planlama ve yönetim uygulamalarını incelediği çalışmasında park etme eylemini, “KTK’na göre park, hareket etme zorunluluğunun olmadığı durumlarda bir yerde durma şeklidir; kanun, indirme ve bindirme yapma gibi kısa zamanlı yapılan duraklamaları park kavramı dışında tutar” şeklinde tanımlamıştır [2].

TDK sözlüğünde “trafik zorunlulukları dışında durma biçimi” olarak tanımlanmaktadır.

Karayolları Trafik Yönetmeliği’nde “araçların durma ve duraklama halleri dışında, genelde uzun süreli olarak bekletilmek üzere bırakılmasıdır” şeklinde tanımlanmaktadır.

2.1.9. Otopark

Taş’a (2012) göre otopark “tasarlanış amacı ve mülkiyet şekline göre, kamuya açık veya şahsi kullanıma uygun, araçların park edilebilmesi için ayrılmış olan, yol kenarında veya dışında bulunabilen tesislerdir” [2].

TDK sözlüğünde “taşıkların trafik bakımından uygun olan ve belli bir süre bırakıldıkları açık veya kapalı yer” olarak tanımlanmaktadır.

Karayolları Trafik Yönetmeliği’nde “araçların park etmesi için kullanılan açık veya kapalı alandır” şeklinde tanımlanmaktadır.

Park yeri

Otoparka park etmek için gelen bir aracın park edebilmesi için ayrılmış olan alana park yeri denir.

Kapasite

Bir otoparkta araçların park edebilmesi için ayrılmış toplam alan kapasite denir. Bu kapasitenin araç uzunluk ve genişliğine göre belirlenmiş standartlara uygun şekilde bölünmesiyle ortaya çıkan kapasiteye ideal kapasite denir.

2.1.10. Park yönetimi

Taş (2015) tez çalışmasında park yönetimi için, “günümüzde uygulanan park stratejilerinin yerine farklı planlamalar uygulama imkanı sunan bir sistem olarak karşımıza çıkar ve sorunları çözmeye yönelik üretilen stratejiler olarak tanımlanabilir” demiştir [2].

Okubay (2008) bölgesel otopark yönetimi ve stratejileri üzerine yaptığı tez çalışmasında park yönetimi için “mevcut otopark planlama uygulamalarıyla ilgili problemleri araştırmakta, otopark tesislerinin maliyetlerini ve geliştirilen yöntemlerle elde edilebilecek kazançları tartışmakta, özel otopark yönetimi stratejilerini ve bunların nasıl uygulanabileceğini açıklamaktadır” demiştir. Okubay ayrıca tezinde otopark yönetimini üç ana başlığa ayırmış ve bu başlıkları ise otopark yeri etkinliğini artıran stratejiler, park talebini azaltan stratejiler ve destek stratejileri olarak tanımlamıştır [6].

2.1.11. Otopark problemi

Okubay (2008) tez çalışmasında, taşıt sayısındaki artışın neden olduğu park yeri bulamama sorunu sonucunda ortaya çıkan dolaşım zorluğu ve bu zorluğun sebep olduğu olumsuz etkileri “otopark problemi” olarak tanımlamaktadır. Otopark problemi birçoğumuz tarafından basit bir problem olarak görülmektedir ve bu problem sadece sürücülerin boş park yeri bulamaması olarak değerlendirilir. Fakat biraz dikkatli incelendiğinde bu problemin çok daha büyük ve karmaşık olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim otopark probleminin kime ve neye göre sorun teşkil ettiğini ayırt etmenin de gerekli olduğunu söylemektedir [6].

Otopark problemleri, halkın farklı kesimlerinde farklı yorumlanabilmektedir. Bu kesimleri Yardım ve Gürsoy (2011) yaptıkları çalışmada şu dört temel başlıkta toplamışlardır;

- Sürücüler için; araçlarını park yeri bulamama, otoparklar ve otopark ücretleri konusunda yeteri kadar açık bilginin bulunmaması ve gereğinden fazla olan otopark ücretleri veya park yeri planlamasının iyi yapılamaması olarak,
- Bölge sakinleri için; kent içinde bir trafik problemi olmasıyla beraber, yapılan otoparkların iyi tasarlanamama sonucunda bölgenin görüntüsünü bozma kaygısı olarak,

- Yerel yönetimler için; kent sakinleri ve sürücülerin yanı sıra vergi konunun muhatabı olan gruplar arasındaki oluşabilecek anlaşmazlıkların çözülememesi olarak,
- Müteahhitler için; inşa edilen yapıların projelendirme aşamasında yapılması gereken otoparkların finansal anlamda bütçeyi zorlaması ve bunun hazırlanan mevzuatlarla zorunlu hale getirilmesi olarak, algılanmaktadır [7].

Otopark problemleri, ülkemizde uzun zamandır gereken önemin verilmediği en sık göz ardı edilen ve umursanmayan ulaştırma problemleri arasında yer almaktadır. Halbuki kent içinde herhangi bir bölgede (mahalle, kampüs vb.) bulunan otoparkların bir plan dahilinde yönetilmesi; trafik sıkışıklığı probleminde belli bir oranda azalma sağlayacak bununla birlikte araçla yolculuğun bir noktada sonlanmasını göz önüne alarak ulaştırma planlamalarının en etkin yollardan biri olarak kullanılmasına olanak verecektir [7].

2.1.12. Trafik tıkanıklığı

Tıkanıklık, seyahat sürecindeki hareketsizlik olarak ifade edilebilir. Okubay’a (2008) göre trafik tıkanıklığı, “bir istasyona veya terminale girmek için bekleyen trenler, çevre yolunda, banliyö ana yollarında ve caddelerde duran ya da yavaş hareket eden araçlardan oluşan kuyruklardır. Trafik tıkanıklığı herhangi bir noktada hep aynı zamanda (tekrarlanan tıkanıklık) ve kazalar ya da yol yapımı çalışmaları esnasında (tekrarlanmayan tıkanıklık) oluşabilmektedir” [6].

Trafik tıkanıklığı zamana bağlıdır. Kısa bir süreliğine ya da uzun bir zaman dilimi boyunca tıkanıklık oluşabilmektedir.

2.2. Trafik Problemlerinin Gelişimi

Okubay (2008) yaptığı tez çalışmasında trafik tıkanıklığı için, “Modern kent yaşamının en önemli problemlerinden biri olmanın yanı sıra seyahat talebindeki ve motorlu araç sayısındaki artış, kamuoyu tarafından trafik problemlerinin başlıca kaynağı olarak sıklıkla telaffuz edilmektedir. Ancak söz konusu olan bu tıkanıklık problemi, yeni bir problem değildir. Tıkanıklık eski Roma’da da, 18. yüzyıl Londra’sında da, 19. yüzyıl Amerika’sında da var olmuş bir problemdir. Bugün, kurulan birçok şehrin sadece merkezinde değil, başından sonuna kadar her alanını etkileyen bir problem olarak

karşımıza çıkmakta ve beraberinde bütün yaşamı ve kent sistemini etkilemektedir” ifadesini kullanmaktadır [6].

Trafik tıkanıklığı probleminin çözümü için hem akademik platformlarda hem de ilgili kurumlar tarafından çözümler üretilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmaların sonucu olarak ulaştırma sistemi sürekli şekil değiştirmektedir. Aslında tıkanıklık probleminin çözümüne geçmeden önce kent içinde yer alan bütün olguları etkileyen trafik tıkanıklığının ne olduğunu ortaya koymak gerekmektedir.

Tıkanıklık şehir merkezinde otoyollardan caddelere metrodan banliyölere kadar birçok şekilde karşımıza çıkmaktadır. Okubay (2008) tez çalışmasında bu durumu, “belirgin bir şekilde ilk olarak Amerika’da ortaya atılan tıkanıklık olgusu, bir taraftan da trafik yönetimini daha iyi hale getirmek için öneriler barındırmakta ve ulaştırma sisteminin eksiklerini tamamlamaya çalışmaktadır” şeklinde ifade etmektedir [6].

Günden güne artan taşıtların hareketsiz zamanlarını geçirmek için yaptıkları park etme eylemi de diğer bir problem yumağını meydana getirmektedir. Kent içinde, taşıtları ve insanları genelde doğrudan, yer yer de dolaylı olarak ilgilendiren park problemleri, tıkanıklığın hem sebebi hem de sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu noktadan hareketle, ulaştırma problemlerinin çözüm araçlarından biri olan otopark yönetimini en iyi şekilde tanımlayıp çözmeye çalışmak, trafik tıkanıklığı sorununun çözümü için önemli bir adım olacaktır.

2.3. Otopark Yönetimi

Taş (2012) tez çalışmasında yaptığı tanımda, “Park Yönetimi (PY) geçici planlamalar yerine daha geniş çaplı çözümlerin üretildiği bir sistemdir ve ortaya çıkan sorunların çözümüne yönelik yapılan stratejiler ve politikalar olarak tanımlanabileceğini söylemiştir” [2].

Aynı çalışmada Taş (2012) PY uygulamalarının faydaları için, “kısa vadede %5-%10 oranında fayda sağlarken, bu oranın uzun vadede %20-%40 seviyelerine çıkabileceğini, ayrıca PY’nin çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar da sağlamakta olduğunu ifade etmiştir” [2].

Taş (2012) otopark yönetimi konusunda dünya çapında adından söz ettiren Todd Litman, park yönetimi çalışmalarının park yeri ve taşıt trafiği ihtiyaçları üzerindeki etkilerine ilişkin düşük, orta ve yüksek oranlardaki faktörleri Çizelge 2.1’ deki gibi sıraladığını belirtmiştir. Bu çizelgede gösterilen verilerin uzun yıllar sonunda elde edilmiş olan verilere ve bu verilerle yapılmış detaylı çalışmalara dayanmakta olduğunu söylemektedir. Bu çizelgede otopark sorunlarının çözümü için kullanılabilecek detaylı ve yararlı bilgiler bulunmaktadır. Bu çizelgede de görülebileceği gibi, uygulanmış olan yöntemlerin park yeri gereksinimleri üzerinde, düşük vadede %10, orta vadede %20 ve yüksek vadede %30 azalma sağlanabildiğini ifade etmiştir [2].

PY uygulamaları ekonomik ve zaman açısından, problemi gidermek amacıyla yeni tesisler yapmaktan daha az maliyetlidir. Taş (2012) tez çalışmasında, PY’nin kullanıcı seçeneklerinin ve servis kalitesinin yükseltilmesini sağlamakla beraber daha esnek bir yapı oluşturarak daha fonksiyonel bir toplumun oluşmasına katkıda bulunacağını ve farklı kullanışlara adapte olabilme yeteneği ile beraber gelen yeni isteklere cevap verebilir duruma geleceğini belirtir. Farklı stratejik uygulamaları içeren PY, bir mekanda belirli bir zaman aralığında bulunması beklenen park yerleri sayısının düşmesini sağlar ve tüm etkenler değerlendirildiğinde planlanan PY stratejilerinin park problemleri açısından iyi sonuç sağlayabileceğini söylemiştir [2].

Çizelge 2.1. Otopark yönetimi stratejilerinin park yeri gereksinimini azaltma oranları [6]

Park Stratejileri Paketleri	Alt Stratejiler	Taşıt Trafikine Etkisi	Park Gereksinimindeki Toplam Azalma Oranları		
			Düşük	Orta	Yüksek
A- Otopark yeri etkinliğini arttıran stratejiler	A1- Paylaşmalı park yeri		%10	%20	%30
	A2- Park yeri düzenlemeleri		%10	%20	%30
	A3- Daha uygun ve esnek standartlar uygulama		%10	%20	%30
	A4- Park maksimumlarını belirleme		%10	%20	%30
	A5- Uzak otopark (çevre otoparkı) ve ring servisleri sağlama		%10	%20	%30
	A6- Akılcı büyüme stratejileri uygulama	Azaltır	%10	%20	%30
	A7- Yürüme ve bisiklet kullanımı olanaklarını artırma	Azaltır	%10	%20	%30
	A8- Mevcut otopark olanaklarının kapasitesini artırma		%5	%10	%15

Çizelge 2.1. (devam) Otopark yönetimi stratejilerinin park yeri gereksinimini azaltma oranları [6]

B- Otopark talebini azaltan stratejiler	B1- Ulaştırma talep yönetimi uygulamaları	Azaltır	%10	%20	%30
	B2- Otopark fiyatlandırması yöntemleri	Azaltır	%10	%20	%30
	B3- Fiyatlandırma yöntemlerini geliştirme	Azaltır			
	B4- Mali teşvikler sağlama	Azaltır	%10	%20	%30
	B5- Ayrı park yeri	Azaltır	%10	%20	%30
	B6- Park yeri vergilerini düzenleme	Azaltır	%5	%10	%15
	B7- Bisiklet kullanım imkanları sağlama	Azaltır	%5	%10	%15
C- Destek stratejileri	C1- Kullanıcı bilgilerini ve pazarlamayı geliştirme	Azaltır	%5	%10	%15
	C2- Uygulama ve kontrol mekanizmalarını geliştirme				
	C3- Ulaşım ve otopark yönetim kurumları oluşturma	Azaltır			
	C4- Park taşıması planları hazırlama				
	C5- Sokağa park etme problemlerine çözüm üretme				
	C6- Park yeri tasarımlarını ve işletmelerini geliştirme				

Gülhan ve Ceylan (2010) otopark sorununu ele aldıkları çalışmalarında, PY sorununun sadece park yeri tarifeleri olarak değil, kent içi ulaşım problemlerinin bir bütün olduğunu görerek ulaşım ile ilgili alışkanlıkların, seçeneklerin ve bunun gibi olguların otopark kullanımlarını etkilediğini göz önünde bulundurarak, bu alanlarda farklı uygulamaları oluşturduğunu belirtirler. Ayrıca PY'nin kullanıcı bilgilendirmesi, tesis paylaşımı ve fayda maliyet analizi gibi farklı bir çok strateji uygulayarak günümüzde bulunan sisteme bütüncül bir yaklaşımla yeni bir işlevsellik kazandırmayı amaçladığını söylemişlerdir [8].



3. TÜRKİYE KENTLERİNDE OTOPARK PROBLEMİ

Türkiye’de yol kenarı park yerlerinin büyük bölümü belediyelere ait olup ücretsiz hizmet vermektedir. Bu otoparkların çoğunluğu ise çevre esnafı tarafından özel araçları ya da servisleri için kullanılmaktadır. Bu otoparklara başka araçlar park edememekte ve sonuç olarak kentteki yol kenarı otoparklarının büyük bölümü işgal edilmektedir. Ülkemizdeki otoparkların çoğunluğunu yol kenarı otoparkların oluşturduğu düşünüldüğünde, çevre esnafın yaptığı bu işgal sonucunda araçlar park edecek yer bulamamakta ve bu amaçla kent merkezlerinde uzun süre park yeri bulabilmek için dolaşmak zorunda kalmaktadırlar. Toplu taşımanın kalite ve konfordan uzak olması da kentte yaşayan vatandaşları özel araçlarıyla yolculuğa zorlamaktadır. Konfordan taviz vermek istemeyen sürücüler de eklenince kent merkezindeki otopark sorunu çok daha karmaşık bir hal almaktadır [3].

Yönetmelikte yer alan maddelere göre; yeni yapılacak olan yapılarda yapı ruhsatı ve kullanım izni almak için belirlenen kurallar dahilinde otopark yeri ayrılması ve bu otoparkların kullanılabilir hale getirilmesi zorunlu tutulmuştur. Yönetmeliklerde belirlenen kuralların denetimi, planlanması ve uygulanması için belediyelere tam yetki verilmiştir. Bu noktada belediyelerin, bu kuralları ayırım gözetmeksizin bütün tüzel, kamu ve özel kişilere uygulaması gerekmektedir. Bu kuralların uygulanması ve denetiminin sağlanması otopark probleminin çözümünde büyük katkı sağlayacaktır [9].

İnsan yaşamının büyük bölümü hareket halinde geçmektedir. Taşıt kullanarak sürekli bir yerden başka bir yere gitmek ve bu yolculuklarının amacını yerine getirmek için araçlarını park etmek zorundadırlar. Bu eylemi gerçekleştirebilmeleri için yeterli miktarda otopark bulundurma zorunluluğu göz ardı edilemez. Buna rağmen ülkemizde yıllarca bu durum göz ardı edilmiş ve gereken önem verilmemiştir. Bu da otopark sorununu günümüzde en önemli problemler arasına sokmaktadır [3].

Otopark probleminin başlıca sebepleri arasında; otopark yetersizliği, hatalı parklanmanın yaygın olması, park yeri işgali, uzun süreli parklanma, arazinin verimli kullanılmaması, ücretlendirmenin etkin yapılmaması, kaçak otoparkçılık, otopark politikalarının düzgün yapılmaması ve belirlenen politikaların kararlı bir şekilde uygulanmamasını sayabiliriz.

Türkiye’de nüfusun artış oranlarına baktığımızda Çizelge 3.1’ de görüldüğü üzere yıllık ortalama yüzde 1,4 seviyelerinde seyretmektedir. Buna karşın otomobil sahipliği oranlarına baktığımızda Çizelge 3.2’ de görüldüğü gibi yıllık ortalama yüzde 6,4 seviyelerindedir. Bu

oranların anlamı; ülkemizde her yıl kişi başına düşen otomobil miktarı artmaktadır. Yani her yıl büyük oranda araç trafiğe katılmaktadır. Bu durum da hem yol hem de otopark miktarlarının yetersizliğini beraberinde getirmektedir. Sonuç olarak her yıl trafik yoğunluğu gözle görülür bir şekilde artmaktadır. Bu trafik yoğunluğuyla mücadele edebilmek adına hükümet ve belediyeler tarafından bazı önlemler alınmaya çalışılmaktadır. Bu önlemler arasında otopark sorununa çözüm bulmak adına atılan yasal ve yönetsel adımlar da bulunmaktadır.

Çizelge 3.1. TÜİK verilerine göre Türkiye’de 2007-2017 yılları arasında nüfus artışı

Yıllar	Türkiye Nüfusu	Yıllık Artış Oranı
2007	70.586.256	Veri yok
2008	71.517.100	%1,32
2009	72.561.312	%1,46
2010	73.722.988	%1,60
2011	74.724.269	%1,36
2012	75.627.384	%1,21
2013	76.667.864	%1,38
2014	77.695.904	%1,34
2015	78.741.053	%1,35
2016	79.814.871	%1,36
2017	80.810.525	%1,25

Çizelge 3.2. TÜİK verilerine göre Türkiye’de 2007-2017 yılları arasında motorlu taşıt ve otomobil sayıları ve artış oranları

Yıllar	Motorlu Taşıt Sayısı	Otomobil Sayısı	Mot. Taşıt Sahipliği (Her Kişi)	Oto. Sahipliği (Her Kişi)	Oto. Sahipliği Yıllık Artış Oranı
2007	13.022.945	6.472.156	184	92	Veri yok
2008	13.765.395	6.796.629	192	95	%5,01
2009	14.316.700	7.093.964	197	98	%4,37
2010	15.095.603	7.544.871	205	102	%6,35
2011	16.089.528	8.113.111	215	109	%7,53
2012	17.033.413	8.648.875	225	114	%6,60
2013	17.939.447	9.283.923	234	121	%7,34
2014	18.828.721	9.857.915	242	127	%6,18
2015	19.994.472	10.589.337	254	134	%7,42
2016	21.090.424	11.317.998	264	142	%6,88
2017	22.218.945	12.035.978	275	149	%6,34

3.1. Yasal ve Yönetmelik Durum

Bu konuda yasal mevzuat; imar kanunu, karayolları trafik kanunu, büyükşehir belediyesi kanunu, kıyı kanunu, belediye gelirleri kanunu, otopark yönetmeliği, İstanbul otopark yönetmeliği, işyeri açma ve çalışma ruhsatlarına ilişkin yönetmelik ve belirlenen Türk standartlarından oluşmaktadır.

3.1.1. Kanunlar

İmar kanunu

3194 sayılı imar kanununda otopark düzenlenmesine ilişkin iki madde bulunmaktadır. Bunlar, 37. ve 44. maddelerdir. İmar Kanunu'nun "Otopark" başlıklı 37. maddesi şu şekildedir;

"İmar planlarının tanziminde planlanan beldenin ve bölgenin şartları ile müstakbel ihtiyaçlar göz önünde tutularak lüzumlu otopark yerleri ayrılır. Otopark ihtiyacı bulunan bina ve tesislere lüzumlu otopark yeri tefrik edilmedikçe yapı izni, otopark tesis edilmedikçe de kullanma izni verilmez. Kullanma izni alındıktan sonra otopark yeri, plana ve yönetmelik hükümlerine aykırı olarak başka maksatlara tahsis edilemez. Bu fıkra hükmüne aykırı hareket edildiği takdirde ilgili idarece yapılacak tebligat üzerine en geç üç ay içerisinde bu aykırılık giderilir. Mülk sahibi tebligata rağmen müddeti içerisinde gerekli düzeltmeyi yapmaz ise, belediye encümeni veya il idare kurulu kararı ile bu hizmet ilgili idarece yapılır ve masrafı mal sahibinden tahsil edilir."

Kanunun "Yönetmelik" başlıklı 44. maddesi ise;

"Otopark ayrılması gereken bina ve tesisler ile diğer hususlar Bakanlıkça çıkarılacak yönetmelikte tespit edilir. Otopark yapılmasını gerektiren bina ve tesislerin neler olduğu, otopark ihtiyacının miktar, ölçü ve diğer şartları ile bu ihtiyacın nasıl tespit olunup giderileceği ise, bu yönetmelikte belirtilir."

Karayolları Trafik Kanunu

2198 sayılı Karayolları Trafik Kanunu'nda otopark alanı düzenlemeyle ilgili bir madde bulunmaktadır. "İl ve İlçe Trafik Komisyonları" kısmında yer alan 12. madde şu şekildedir;

“Gerçek ve tüzelkişiler ile resmi ve özel kurum ve kuruluşlara ait otopark olmaya müsait boş alan, arazi ve arsaları geçici otopark yeri olarak ilan etmek ve bunların sahiplerine veya üçüncü kişilere işletilmesi için izin vermek.”

Büyükşehir Belediyesi Kanunu

5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu’nda otoparklara ilişkin bazı düzenlemeler yer almaktadır. Kanunun 7. maddesinde büyükşehir belediyelerinin görev ve yetkilerinin belirlendiği maddede bulunan otoparklarla ilgili düzenlemeler şu şekildedir;

- a) Büyükşehir ana planını yapmak veya yaptırmak ve uygulamak; ulaşım ve toplu taşıma hizmetlerini planlamak ve koordinasyonu sağlamak; kara, deniz, su ve demiryolu üzerinde işletilen her türlü servis ve toplu taşıma araçları ile taksi sayılarını, bilet ücret ve tarifelerini, zaman ve güzergahlarını belirlemek; durak yerleri ile karayolu, yol, cadde, sokak, meydan ve benzeri yerler üzerinde araç park yerlerini tespit etmek ve işletmek, işlettirmek veya kiraya vermek; kanunların belediyelere verdiği trafik düzenlemesinin gerektirdiği bütün işleri yürütmek.
- b) Coğrafi ve kent bilgi sistemlerini kurmak.
- c) Yolcu ve yük terminalleri, kapalı ve açık otoparklar yapmak, yaptırmak, işletmek, işlettirmek veya ruhsat vermek.

Ayrıca “Ulaşım hizmetleri” başlığı altında bulunan 9. madde şu şekildedir;

“Büyükşehir içindeki kara, deniz, su, göl ve demiryolu üzerinde her türlü taşımacılık hizmetlerinin koordinasyon içinde yürütülmesi amacıyla, büyükşehir belediye başkanı ya da görevlendirdiği kişinin başkanlığında, yönetmelikle belirlenecek kamu kurum ve kuruluş temsilcilerinin katılacağı ulaşım koordinasyon merkezi kurulur. Büyükşehir ilçe ve ilk kademe belediye başkanları kendi belediyesini ilgilendiren konuların görüşülmesinde koordinasyon merkezlerine üye olarak katılırlar. Ulaşım koordinasyon merkezi toplantılarına ayrıca gündemdeki konularla ilgili kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşlarının (oda üst kuruluşu bulunan yerlerde üst kuruluşun) temsilcileri de davet edilerek görüşleri alınır.

Bu Kanun ile büyükşehir belediyesine verilen trafik hizmetlerini plânlama, koordinasyon ve güzergâh belirlemesi ile taksi, dolmuş ve servis araçlarının durak ve araç park yerleri ile

sayısının tespitine ilişkin yetkiler ile büyükşehir sınırları dahilinde il trafik komisyonunun yetkileri ulaşım koordinasyon merkezi tarafından kullanılır.

Ulaşım koordinasyon merkezi kararları, büyükşehir belediye başkanının onayı ile yürürlüğe girer.

Ulaşım koordinasyon merkezi tarafından toplu taşıma ile ilgili alınan kararlar, belediyeler ve bütün kamu kurum ve kuruluşlarıyla ilgililer için bağlayıcıdır.

Koordinasyon merkezinin çalışma esas ve usulleri ile bu kurullara katılacak kamu kurum ve kuruluş temsilcileri, İçişleri Bakanlığı tarafından çıkarılacak yönetmelikle belirlenir.

Büyükşehir belediyelerine bu Kanun ile verilen görev ve yetkilerin uygulanmasında, 13.10.1983 tarihli ve 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanununun bu Kanuna aykırı hükümleri uygulanmaz.”

Kıyı Kanunu

3621 sayılı Kıyı Kanunu’nda yer alan 7. madde doldurma ve kurutma suretiyle elde edilen arazilerin kullanımı ile ilgilidir. Bu arazilerin otopark olarak da kullanılabileceğini belirten madde şu şekildedir;

“Kamu yararının gerektirdiği hallerde, uygulama imar planı kararı ile deniz, göl ve akarsularda ekolojik özellikler dikkate alınarak doldurma ve kurutma suretiyle arazi elde edilebilir.

Bu alanlar üzerinde 6. maddede belirtilen yapılar ile yol, açık otopark, park, yeşil alan ve çocuk bahçeleri gibi teknik ve sosyal altyapı alanları düzenlenebilir.”

Belediye Gelirleri Kanunu

2464 sayılı Belediye Gelirleri Kanunu’nun işgal harcı bölümünde yer alan 52. maddesine göre belediyelerce şehir merkezlerinde tesis edilen ve işletilen mahallerin çalışma saatleri içerisinde taşıtlar tarafından işgal edilmesi işgal harcına tabi tutulmuştur (bisiklet ve motosikletler hariç).

Ayrıca Kanunun 56. maddesinde işgal harçlarının alt ve üst limitleri belirtilmiştir.

3.1.2. Yönetmelikler

Otopark yönetmeliği

Bu yönetmelik, 3/5/1985 tarihli ve 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 37. ve 44. maddelerine dayanılarak hazırlanmıştır. Yönetmelik 21624 sayılı ve 1/7/1993 tarihli Resmi Gazetede yayınlanarak 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikle; birim park alanı ne kadar olmalı, minimum engelli park sayısı, bisiklet ve motosiklet park sayıları oranı, yol üstü araç park yeri için ayrılması gereken alanın ölçüleri, ayrılması gereken elektrikli araç park sayısı, park et devam et otoparkları ve bu otoparklara park edebilecek araç cinsleri gibi konularla ilgili kararlar belirlenmiştir.

Yönetmelikte yayınlanan başlıca düzeltmelere göz atacak olursak;

- Binek otoları için birim park alanı, manevra alanı dâhil en az 20 m²'dir. Bu alan kamyon ve otobüsler için manevra alanı hariç olmak üzere en az 50 m² üzerinden hesaplanır.
- Umumi bina ve bölge otoparkları ile genel otoparkların giriş-çıkış ve asansörlerine en yakın yerlerinde birden az olmamak şartıyla, her 20 park yerinden birinin engelli işareti konularak engelliler için ayrılması zorunludur. Yol üstü otoparklarda engelliler için yapılacak düzenlemeler, trafik güvenliği esas alınarak yapılır.
- Bütün otopark türlerinde otopark alanının %1' inden az olmamak üzere ilave alan bisiklet ve motosiklet park yeri olarak ayrılır.
- Varsa ulaşım ana planı ve/veya otopark ana planına uygun olmak koşuluyla ilgili idarenin uygun görüşü ve ilgili trafik veya ulaşım komisyonunun kararı ile yapım şekline göre açık, katlı ve kapalı otoparklar için geçerli hükümler yerine getirilmek kaydıyla işletme amaçlı otopark yapılabilir.
- Yaya alanları, bisiklet yolları ve kaldırımlar otopark olarak düzenlenemez ve kullanılamaz.
- Açık otoparkların tesis edildiği alanın zeminlerinde, yağmur suyu tahliyesi için uygun eğim verilir, yağmur suyunu toprağa geçiren malzemeler kullanılır.

- İmar planları hazırlanırken bölge ve genel otopark yerleri, katlı otopark ve cep otoparkı düzenlenecek yerler konusunda Büyükşehirlerde UKOME, diğer yerlerde ilgili trafik komisyonunun görüşü alınır.
- Yol üstü araç park yeri için ayrılması gereken alanın ölçüleri en az 2,5x5,50 metredir. Engelli araçları için 1/30 oranında park yeri ayrılır.
- Yol üstü otoparkı yapılacak yerler ile yapımına ve işletilmesine ilişkin usul ve esaslar, büyükşehir belediyelerinde UKOME, diğer belediyelerde yerel trafik/ulaşım komisyonu kararı alınarak idarelerce belirlenir, buna göre yol üstü otopark düzenlemeleri, uygulaması ve işletmesi yapılır.
- Bölge ve genel otoparklar ile yol üstü otoparklarında kapasite, boş-dolu oranları gibi güncel verilerin kayıtlarının tutulması ve elektronik ortamlar da dâhil paylaşılmasına ilişkin usul ve esaslar idarelerce belirlenir.
- 5216 sayılı Kanun uyarınca büyükşehir belediyelerince ulaşım ana planlarının yapılması veya yaptırılması ve uygulanması esastır.
- Bölge otoparkları ve genel otoparklar, imar planlarında bu kullanımlara ayrılan yerlerde ve plan esaslarına uygun olarak yer üstünde veya altında açık, kapalı veya çok katlı olarak gerektiğinde mekanik sistemler de kullanılarak yapılır.
- Valilik veya belediyeler tarafından yaptırılan bölge ve genel otoparkların denetim, bakım, onarım ve işletilmesi valilik veya belediyelere aittir. Bu hizmetler için alınacak ücret valilik veya belediyelerce tespit edilir. Bölge ve genel otoparkların yapımı, bakımı, onarımı ve işletilmesi üçüncü şahıslara verilebilir.
- Ana arter yollarda cadde altı, imar mevzuatının izin verdiği meydan, yeşil saha ve parklar ile ilgili kamu kurum ve kuruluşlarınca uygun görülen, Milli Eğitim Bakanlığına bağlı eğitim tesis alanlarındaki projeler için düzenleme ve onaylar Milli Eğitim Bakanlığına ait olmak üzere bu kuruluşlara ait veya tahsisli taşınmazların bahçelerinde; tamamen tabii veya tesviye edilmiş zemin altında kalan kısımlarda, otopark giriş ve çıkışlarında can ve mal güvenliğinin sağlanması, giriş ve çıkışların bu alanların giriş ve çıkışlarından ayrı olması ve kullanımını etkilememesi koşullarıyla, mevcut ağaç dokusu dikkate alınarak; korunması gerekli ağaçlara hiçbir şekilde zarar verilmemesi, ağaçlandırma ve bitkilendirme için yeterli derinlikte toprak örtüsü bırakılması ve standartların sağlanması kaydıyla bölge ve genel otopark yapılabilir. Yer altı otoparkları, her durumda trafik tedbirleri alınarak ve yerel trafik etütleri yaptırılmak kaydıyla; trafik yükü hesaplanarak planlanır ve projelendirilir. Bu tür otoparkların

yapımı için kurumlar arası (idare ve ilgili kurum) mutabakat ve konuyla ilgili UKOME ya da trafik/ulaşım komisyonu kararı alınması gerekir.

- Bölge ve genel otoparklar ile alış veriş merkezlerine ait otoparklarda, her 50 park yerinden en az biri elektrikli araçlara uygun olarak (şarj ünitesi dâhil) düzenlenir. İhtiyaca göre elektrikli araç otopark yeri sayısının artırılması hususunda idarelerce karar alınabilir.
- Araçların şehir merkezine yönlendirilmemesi amacıyla, şehrin merkezi alanları dışında çeperlerinde yer alan ana toplu taşıma istasyonu, durak ya da aktarma noktalarına idaresince belirlenecek yürüme mesafesi içerisinde park et-devam et otopark alanları tesis edilir. Büyükşehir belediyelerince yapılması zorunlu olan ulaşım ana planlarında park et-devam et otopark alanları gerekli detayları ile birlikte belirtilir. İmar planları hazırlanırken ulaşım planları dikkate alınır.
- Park et-devam et otopark alanlarına sadece binek taşıtlar, hafif ticari araçlar, motosiklet ve bisikletler park edebilir.

İstanbul otopark yönetmeliğı

Bu Yönetmelik; 1.7.1993 tarihli ve 21624 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Otopark Yönetmeliğı 22.4.2006 tarihli ve 26147 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Otopark Yönetmeliğinde Değışiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliğın 6 ıncı ve 8 inci maddeleri 10.7.2004 tarihli ve 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu’nun ilgili maddeleri ve 03.07.2005 tarihli, 5393 Sayılı Belediye Kanunu’nun 15 inci maddesinin (b) bendi ve ilgili maddelerine dayanılarak hazırlanmıştır.

İstanbul Otopark Yönetmeliğı, Otopark Yönetmeliğı’nin İstanbul kenti için detaylandırılmış halidir. Örneğın Otopark Yönetmeliğı’nde kamyon ve otobüsler için tanımlanan birim park alanı 50 metrekare iken, İstanbul Otopark Yönetmeliğı’nde 96 metrekare olarak tanımlanmıştır. Ayrıca özörlü otoparkları için Otopark Yönetmeliğı’nde bir madde bulunmazken, İstanbul Otopark Yönetmeliğı’nde her 20 park yerinden birinin özörlüler için ayrılması zorunluluğı bulunmaktadır.

İşyeri açma ve çalışma ruhsatlarına ilişkin yönetmelik

İşyeri açma ve çalışma ruhsatlarının verilmesinde uygulanacak esas ve usulleri düzenlemek amacıyla 2005 yılında çıkarılmış olan Yönetmeliğin Ek-1 bölümünün N maddesinde kapalı ve açık otoparkların ruhsatlandırılmasında aranacak şartlar düzenlenmiştir. Bu maddede taksi durakları, kapalı otoparklar, açık otoparklar ve oto galeriler için gerekli düzenlemeler yer almaktadır.

3.1.3. Türk standartları

Otopark yönetimi için belirlenen standartları şöyle sıralayabiliriz;

TS 9881

24/12/2014 tarihinde kabul edilmiş olan 9881 numaralı “Araç park yerleri için kurallar” başlığını taşıyan bu standartta yerleşim alanları içerisinde kalan araç park yerleri ile ilgili işletmecilik, yapısal özellik ve güvenlik gibi konularda kurallar belirlenmiştir.

TS 10551

22/12/1992 tarihinde kabul edilmiş olan 10551 numaralı “Şehir içi yollar – Otolar için otopark tasarım kuralları” başlığını taşıyan bu standartta yol kenarı, yol dışı otopark ve kapalı garajların tasarımları konularını ele alan kurallar bulunur.

TS 13010

24/04/2003 tarihinde kabul edilmiş olan 13010 numaralı “Otoparkçı” başlığını taşıyan bu standartta otoparkçının bilgi ve becerilerinin ölçülmesi, sınıflandırılması ve tarifi ile ilgili kurallar bulunur.

TS 13674

25/06/2014 tarihinde kabul edilmiş olan 13674 numaralı “Yetkili servisler – Otomatik otopark sistemleri için kurallar” başlığını taşıyan bu standartta otomatik otopark sistemleri

yetkili servislerinin teknik donanımı, çalışanların özellikleri ve yapısal özellikleri ile ilgili kurallar yer almaktadır.

3.2. İyi Dünya Örnekleri

Çizelge 3.3. Türkiye ve Avrupa ülkelerinde uygulanan otopark yönetmeliği esasları [9]

Kullanım Yeri	Minimum Otopark Miktarı		
	Türkiye	İngiltere	Almanya
Yeme, içme, eğlence tesisleri	50 m ² ' ye 1 otopark	20 m ² ' ye 1 otopark	10 m ² ' ye 1 otopark
Otel, pansiyon, konaklama	5 oda için 1 otopark	Her yatak odası için 1 otopark	2 yatak odası için 1 otopark
Meskenlerde	3 daire için 1 otopark	3 yatak odası için 1 otopark	Her daire için 1 otopark
Ticari amaçlı yapılar	50 m ² ' ye 1 otopark	-500 m ² ' ye kadar olan yapılarda 20 m ² ' ye 1 otopark -500 m ² ' den büyük yapılarda 30 m ² ' ye 1 otopark	-400 m ² ' ye kadar olan yapılarda 50 m ² ' ye 1 otopark -400 m ² ' den büyük yapılarda 30 m ² ' ye 1 otopark
Hastaneler	125 m ² ' ye 1 otopark	-Her doktor için 1 otopark -3 yatak için 1 otopark -3 hemşire ve 1 memur için 1 otopark	4 yatak için 1 otopark
İbadet yerleri	300 m ² ' ye 1 otopark	3 oturma yeri için 1 otopark	30 oturma yeri için 1 otopark
Spor merkezleri	30 oturma yeri için 1 otopark	-3 personel için 1 otopark -3 oyuncu için 1 otopark -3 izleyici için 1 otopark	300 m ² ' ye 1 otopark
Okullar	400 m ² ' ye 1 otopark	-Her öğretmen için 1 otopark -2 memur için 1 otopark -Personel sayısının yarısı kadar ziyaretçi otoparkı	-Her sınıf için 1 otopark -Özel kurslarda 15 öğrenciye 1 otopark -Kolejlerde 10 öğrenciye 1 otopark

Çizelge 3.3'de görüldüğü gibi otopark yönetmeliği esaslarına baktığımızda, ülkemizde otopark sorununun ciddiyetinin tam olarak farkına varamadığımız görülmektedir. Örneğin spor merkezleri için ülkemizde 30 oturma yerine 1 otopark yeri şart koşulmuşken İngiltere'de her 3 personel, oyuncu ve izleyici için birer otopark yeri şartı bulunmaktadır.

Hastaneler için ülkemizde her 125 m²'ye 1 otopark yeri zorunlu iken, İngiltere'de her doktor için 1 otopark, 3 yatak için 1 otopark, 3 memur ve 1 hemşire için 1 otopark şartı aranmakta, Almanya'da ise 4 yatak için 1 otopark şartı aranmaktadır. Diğer maddelere de göz gezdirdiğimizde durumun aynı olduğu görülebilmektedir.

Yönetmeliklerde yer alan bu maddelerin yeterli kapasiteye sahip otoparkların yapılmasını zorunlu tutamamasından ve uygulamaların yeterli sertlikte denetlenmemesinden kaynaklı olarak hastaneler, spor merkezleri, okullar, eğlence tesisleri vb. gibi mekanlara gidildiğinde neredeyse hepsinde park sorunu olduğu rahatça görülmektedir. Bunun sonucu olarak da sürücüler araçlarını yakın çevrede bulunan yol kenarlarına bırakmakta ve yol kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır. Sonuçta kaçınılmaz bir şekilde bu bölgelerde trafik sıkışıklıkları oluşmaktadır.

17 Şubat 2003 yılında şehir merkezlerinde oluşan trafik tıkanıklığını çözebilmek adına Londra yerel yönetimi tarafından Londra merkezinde bulunan 22 km²'lik bir alan günlük park ücreti 8 Pound olacak şekilde ücretlendirilmiştir. Bu politikanın sonucunda ise trafikte %30'luk bir rahatlama sağlanmıştır [10].

3 Ocak ile 31 Temmuz 2006 tarihleri arasında Stockholm'de tıkanıklık vergisi uygulaması deneme amacıyla başlatılmış ve belirlenen bölgeye giriş yapan araç plakaları kameralarla kayıt altına alınmak suretiyle gerekli ödeme işlemlerinin yapılması sağlanmıştır [11].

Singapur'da 1975 yılında dünyanın ilk fiyatlandırma sistemi özelliğini taşıyan ücretlendirme işleminde ücretler polisler tarafından toplanmıştır. 1998 yılında ise elektronik geçiş sistemi kurulumuyla serbest geçiş sağlanmaya başlamıştır [12].

2007 yılında Amerika'da Manhattan'ın güney kısımlarında iş merkezlerini kullanmak isteyen sürücülerden 8\$ ücret alınmasına karar verilmiştir. Ocak 2008'de Milano'da tıkanıklık ücretlendirmesi uygulaması başlatılmıştır. Çevre kirliliğini azaltmada önemli bir etkiye sahip uygulama ile kirlilikte % 30, trafikte %10 azalma sağlanması hedeflenmektedir. Tıkanıklık için belirlenen ücret ise 1€'dur [11].

1982 yılından itibaren Amerika'da 85 bölgede yapılan çalışmalar sonucunda sıkışıklığın artmakta olduğu gözlemlenmiştir. 1992 yılında yapılan çalışmada sıkışıklığın ekonomide

14,2 milyar dolar maliyet oluşturduğu, 2005 yılında yapılan çalışmada ise bu miktarın 63 milyar dolara ulaştığı tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmalarda 2005 yılında sıkışıklığın 3,7 milyar saat zaman kaybına ve 8,7 milyar litre yakıt tüketimine sebep olduğu gözlemlenmiştir [13].

Türkiye’de araç sahipliği oranları birçok Avrupa ülkesine nazaran daha düşük olmasına rağmen, özellikle işe gidiş ve çıkış saatlerinde, trafik tıkanıklığı oranı daha yüksek seviyelere çıkabilmektedir. Araç sahipliği oranının düşük olmasına rağmen oluşan bu tıkanıklığın sebepleri arasında uygunsuz park etme biçimleri, yol yapılırken hazırlanan projelerde öngörülen araç geçiş sayılarının gerçekte daha fazla olması, hatalı sinyalizasyon planlaması, yol ağlarının yanlış planlanması ve araç sürücülerinin trafikte bilinçsizce davranmalarını sayabiliriz [9].

Amerika, Rusya, Avrupa ülkeleri gibi Dünya’nın gelişmiş ülkelerine baktığımızda raylı toplu taşıma sistemlerinin çok eski yıllarda başladığını görebiliriz. Örneğin Londra ve Moskova’da 19. yüzyılın sonlarında metro çalışmaları başlamış olup günümüzde verimli kullanımı devam etmektedir. Ülkemizde durum biraz daha farklı olup özellikle büyük kentlerimizde raylı sistemlerin eksikliği ciddi anlamda hissedilmektedir. Yaygın, verimli ve diğer toplu taşıma sistemleri ile entegre olmuş bir metro ağı kentlerin yer altındaki atar damarları olup kişisel otomobillerini kullanan yolcuların da toplu taşıma kullanımına büyük oranda katkı sağlamaktadır. Bunun en belirgin nedenleri, zaman ve para tasarrufuyla beraber konforlu ulaşım imkanı sağlamalarıdır. Toplu taşıma kullanım oranlarının yüksek olmasını gelir düzeyiyle ilişkilendirmek de doğru bir yaklaşım olmayacaktır, zira Avrupa ve Amerika’da kişi başına düşen milli gelirin ülkemizin çok üzerinde olmasına rağmen daha yaygın ve konforlu toplu taşıma ağlarına sahiptirler [2].



MAYOR OF LONDON

Website
tfl.gov.uk24 hour travel information
020 7222 1234

Transport for London



Resim 3.1. Londra metro hattı [17]



Resim 3.2. Moskova metro hattı [18]

3.3. Türkiye’de Uygulama Örnekleri

Trafik tıkanıklığını önlemenin en iyi yollarından biri vatandaşları toplu taşıma yönlendirmektir. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda ulaşımда kolaylık sağlamak ve toplu taşımanın kullanma oranını arttırmak amacıyla park et devam et tesisleri oluşturulmuş

faydalı tesislerdir. Tesislerin erişilebilirliği, konumu ve ücretlendirme politikası elde edilecek kazanç üzerinde etkili parametrelerdir. Sürücülere konforlu hizmet sunulması, sistemin devamlılığı açısından önem arz etmektedir. Sistemin düzgün işletilmesi kent yaşamına olumlu etki yapmaktadır [14].

İSPARK, Üsküdar-Ümraniye Metro hattı üzerinde bulunan; Haldun Alagaş Katlı Otoparkı, Ümraniye Katlı Otoparkı, Ümraniye Santral Açık Otoparkı, Bağlarbaşı Katlı Otoparkı, Altunizade Açık Otoparkı, Marmara İlahiyat Otoparkı, Üsküdar Belediyesi Katlı Otoparkı ve Üsküdar Açık Otoparkları ile sürücülere hizmet vermektedir.

Yaklaşık 2 bin 500 araç kapasitesine sahip bu otoparklara araçlarını bırakan sürücüler Metro ile Ümraniye - Üsküdar arası ulaşımı 15 dakikada trafik stresine girmeden yapabiliyorlar. Ayrıca Marmaray ile Yenikapı güzergahına devam edebilmektedir.



Resim 3.3. İspark Kadıköy metro park et devam et otoparkı [15]



Resim 3.4. İspark Daruřsafaka metro istasyonu park et devam et otoparkı [15]



Resim 3.5. Macunköy metro park et devam et otoparkı [16]

3.4. Türkiye’deki Durum ve Çözüm Önerileri

Otomobillerin sayısının hızla artmaya başlamasından sonra kentler otomobiller için tasarlanmaya başlanmış ve bu da yeni problemler ortaya çıkarmıştır. Trafiğin yoğunlaşmasının sonucu olarak insanlar araç paylaşımına, toplu taşıma kullanımına ve

bisiklet kullanımına yönlendiriliyor. İnsanların araç sahibi olma eğilimi taşımacılığa daha efektif bir yöntem bulunamadığı ya da yakıt krizi yaşanmadığı sürece devam edecektir [9].

İnsanlar alışveriş, sosyal aktivite, işe gidiş gelişler gibi günlük işlerinde hayatlarını kolaylaştıracağını düşündükleri otomobillerini daha çok kullanma arzusu içindedirler. Bu arzunun sonucu olarak Dünya'nın her yerinde otomobiller yaşamın vazgeçilmez parçası haline gelmektedir. Bunun sonucunda park etmeleri için daha çok park yerine ihtiyaç duyarlar. Tüm Dünya'da olduğu gibi bu ihtiyaçlar ülkemizde de farklı değildir [2].

Ülkemizde otomobil sahibi olma, her bireyin rahat ve konforlu yolculuk yapması için gerekli bir unsur gibi aksedilmiş, gelir düzeyi ile doğrudan ilişkilendirilmiştir. Otomotiv endüstrisi ve petrol şirketlerinin de bu yönde teşvik etmesi, yönetimlerin Motorlu Taşıtlar Vergisi ve akaryakıt vergileri üzerinden alınan vergiler kolay gelir kapısı olarak görüp otomobil sahipliğini artırıcı teşvikleri sonucunda otomobil sayıları kentlerde hızlı yığılmalara sebep olmuştur. Bu hızlı yığılmadan en fazla etkilenen kentlerin başında gelen İstanbul'da otomobil sahipliği ve otomobille seyahat arzusunun çok fazla artması sonucunda ne bu isteği karşılayabilecek yollar ne de otoparklar kalmıştır. İstanbul gibi arsa rantının zirve yaptığı kentlerde otopark yapımı için ayrılması gereken alanlar bir kenara, olası bir depremde vatandaşların toplanması için kurulması gereken çadırlara bile ayrılacak yer kalmaması gelinen durumu ortaya koymaktadır. Geline bu durum yerel yönetimlere de ciddi sıkıntılar çıkarmaktadır. İstanbul'un hızlı nüfus artışı kentte araç sayısının hızla artmasına neden olmuş, sonuç olarak neredeyse çözümü imkansız bir trafik tıkanıklığı ve otopark yetersizliği sorunlarıyla karşı karşıya bırakmıştır [2].

Ülkemizde gerek TSE'nin gerekse diğer kuruluşların hazırladığı otopark tasarım kriterleri ve standartları yurt dışında hazırlanan standartlarla aynıdır. Bu standartlar yurt dışındaki çalışmaların çevirisi durumundadır. Buna rağmen ülkemizde otopark probleminin çözümü konusunda ciddi başarı elde edilememesinin en önemli nedeni, bu standartların uygulanması aşamasında gerekli kontrol ve sorumlulukların doğru yapılamaması, farklı çıkarlar gözetilerek göz ardı edilmesinden kaynaklanmaktadır [2].

Geçmişte son derece yanlış yapı inşa ve kontrol anlayışı olmasına karşın, günümüzde planlama, projelendirme, uygulama ve denetleme konularında küçümsenmeyecek oranda iyileşme olduğu anlaşılmaktadır. Ulaştırma Mühendisliği bölümleri açılmış, bu kapsamda

otoparkların tasarım ve uygulanması konularında da iyileşmeler yaşanmıştır. Ancak büyük ölçekli yapıların tasarımları dışında istenilen seviyeye ulaşılamamıştır [2].

Dünyanın gelişmiş birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de ticari işletmeler ve yerel yönetimler çoğunluğunun otomobil sahibi olduklarını bildiği kent sakinlerini potansiyel birer müşteri olarak görmektedirler. Bunun sonucu olarak müşteri çekebilmek adına tesislerinde ihtiyaçları karşılayabilecek ölçeklerde otoparklar inşa etmektedirler. Bu kapsamda AVM'ler, rezidanslar, oteller, ofis binaları gibi büyük ölçekli projelerde ihtiyaca cevap verebilecek büyüklükte otoparklar inşa edilmesine dikkat edilmektedir. Girişimciler otopark yapılarına önem vermeye başladılar çünkü yetersiz otopark alanının müşteri kaybına sebep olacağını fark ettiler. Ayrıca yapı denetimlerinin artık daha sıkı yapılması da bunun nedenleri arasında gösterilebilir [2].

Otopark sorununa çözüm bulabilmek için öncelikle mevcut durumu iyi analiz etmek gerekmektedir. Problemlerin kaynağını, sebep ve sonuçlarını doğru ve derin bir şekilde analiz ettikten sonra, bu durumu nasıl çözebiliriz sorusunu cevabını bulmak daha kolay olacaktır [2].

Kentlerde sürdürülebilir ulaşım ağının sağlanabilmesi için birbiriyle kaynaşmış toplu taşıma türlerine entegre olan otopark hizmetleri oluşturmak gerekmektedir. Sürdürülebilir ulaşım sistemi için otoparkların öneminin kavranması ve bu sisteme dikkatli bir şekilde entegre edilmesi elzemdir [2].

Oluşan bu sıkıntılı durum karşısında doğru çözümü bulmak, sadece günü kurtarmaya çalışmakla değil yıllar sonrasında ortaya çıkabilecek durumları da göz önünde bulundurarak doğru öngörüler üreterek sağlanabilir. Gelişmiş toplumlarda böyle sağlanmıştır. Refah ve zenginlik düzeyi yüksek toplumların bu başarısını, planlama ve karar verme mekanizmalarını doğru işleten yöneticilere borçlu olduklarını söylemek hiç de yanlış bir yaklaşım değildir [2].

Kent merkezlerinde iş yerlerinin, alış-veriş mekanlarının artması otopark ihtiyaçlarının da merkezde yoğunlaşmasına yol açmaktadır. Buna getirilebilecek en iyi çözüm şüphesiz toplu taşımayı yaygınlaştırmaktır. Toplu taşıma ne kadar konforlu ve yaygın olsa da kişisel otomobilleriyle yolculuk yapmayı tercih edenler için kent merkezlerinde yeterli park

kapasitesine sahip otoparklar inşa edilmelidir. Merkezlerde geniş alanların az olması sebebiyle özellikle katlı otoparklar tercih edilebilir. Katlı otoparkların da düzenli ve sistematik bir şekilde inşa edilmesinde fayda vardır. Nereye yapılacakları, miktarı ve kapasitesiyle ilgili kararların kapsamlı bir çalışma ile belirlenmesi gerekmektedir.

Ülkemizde son yıllarda otopark problemi ile ilgili çalışmalara hız verilmiş, otoparkların trafik akışındaki önemi fark edilmeye başlanmıştır. Bu konuda yönetmelik ve mevzuatların düzenlenmesi çalışmaları yapılmakta, üniversitelerin yerel yönetimlerle birlikte çalışması sağlanmaktadır. Üniversitelerin konuya dahil edilmesi, ulaşım ile ilgili lisans, yüksek lisans ve doktora düzeyinde bölümlerin açılması ve akademik çalışmaların yapılması, genel anlamda ulaşım ile özel anlamda da otoparkla ilgili bilincin artmasına sebep olmaktadır. Olumlu görülen bu gelişmelerin yanı sıra, üzerinde çok daha fazla ve sistematik çalışmaların yapılması gereken bir konu olduğu aşikardır.

3.5. Değerlendirme

Türkiye kentlerinde otopark probleminin oluşmasında birçok etken bulunmaktadır. Ülkemizde otoparkla ilgili yasal düzenlemeler genel çerçevede Avrupa ve diğer gelişmiş dünya ülkeleri ile benzerlik gösterse de, uygulama konusunda yaşanan vurdumduymazlıklar problemin çözümü noktasında büyük sıkıntı çıkarmaktadır. Çözümün bir parçası olması gereken bu yasalar tam tersine otopark probleminin oluşmasına sebep olmaktadır.

Ülkemizde en çok kullanılan otopark türü olan yol kenarı otoparkları çevre esnafı tarafından zapt edilmektedir. Bu da yol kenarına park etmek isteyen vatandaşların park yeri bulamayıp uzun süre trafikte dolaşmasına sebep olmaktadır. Toplu taşımanın kalite ve konfordan uzak olması ve kendi konforundan ödün vermek istemeyen araç sahipleri de kent merkezlerinde yığılmalara ve otopark bulma problemine yol açmaktadır.

Ayrıca arazilerin verimli kullanılmaması ve bunun sonucunda otopark için ayrılan arazilerin yetersizliği, kaçak otoparkçılık yapılması ve bunun engellenmemesi, aracını park eden araç sahiplerinin park kurallarına uymaması ve bunun karşılığında cezalandırılmaması, otoparklarda uygulanan ücret politikalarının etkin yapılmaması, otopark politikalarının düzgün yapılmaması ve yapılan politikalarında kararlı bir şekilde uygulanmaması ülkemizdeki otopark sorununu doğuran etkenlerdendir.

Bunların dışında uzun yıllar boyunca, gelen bu tehlikenin çok geç farkına varmış olmamız ve hatta tam farkına varamamış olmamız, otopark sorununa önlem alamayışımızın nedenlerinden biridir. Bir probleme çözüm üretebilmek için öncelikle onu problem olarak kabul etmek gerekir. Bu bağlamda otoparkın bir sorun olduğunu ve trafik tıkanıklığını çözmeye önemli bir araç olduğunu çok geç kabul etmiş olmamız problemin bu seviyelere gelmesinde önemli bir etkidir.



4. OTOPARK YÖNETİMİNDE KULLANILAN ALGORİTMALAR

Algoritma sözcüğü, Özbekistan'ın Harezmi, bugünkü Türkmenistan'ın Khiva kentinde doğmuş olan Abu Jafar Mohammed ibn Musa el Khowarizmi (Horazmi)' den gelir. El Harezmi 9. yüzyılda cebir alanında yaptığı çalışmalarını "Kitap al jabr w'al- muqabala (المقابلة و الجبر حساب) (Cebir ve mukayese kitabı)" isimli kitaba dökerek matematiğe çok büyük bir katkı sağlamıştır. Musa el Harezmi'nin 825 yılında tamamladığı kitabı 12. yüzyılda Latinceye çevrilmiş ve 'El Harezmi'ye göre' değimi sonralarda değişikliğe uğrayarak algoritma kelimesi olarak hesapların anlatımında kullanılmıştır [19].

4.1. Algoritmanın Tanımı

Algoritma, matematik ve bilgisayar biliminde önemli bir kavram olarak, sonlu ve düzenli bir eylemler dizisinin tasvir edilmesini ifade eder. Bu işlemler dizisi bir veriye uygulandığında kesin bir sonuca, yani belli bir problemin çözümüne ulaşmaya imkan vermektedir. Dolayısıyla algoritma, bir sonucun bulunmasını kolaylaştıran ama deneme yanılmaya ve sezgisel çözümlemeye karşıt olan bir yöntemdir. Algoritma, mekanik davranan kişiye veya bir makineye bir takım verilerden yola çıkarak ve sonlu sayıda aşamalardan geçerek, belli bir problemi çözme imkanı veren çok kesin komutlar bütününden oluşmaktadır [19]. Algoritmanın olmazsa olmaz özelliklerinin başında bir başlangıç ve bir bitiş noktasına sahip olması gelir. Aksi halde hiç sonlanmayan sonsuz bir döngüde takılıp kalır ki bu da çözüme ulaşılamamış demektir.

4.2. Algoritma Çeşitleri

4.2.1. Arama algoritmaları

Bilgi kümesindeki belirli anahtar kelimelere dayanarak, onunla ilgili diğer bilgilere ulaşmayı amaçlayan algoritmalarlardır. Bu algoritmalar büyük miktardaki verilerin tutulduğu alanlarda istenilen bilgiye en kısa zamanda erişebilmek için geliştirilmiştir. Örnek olarak ardışık arama, ikili arama, çırpı fonksiyonu gösterilebilir. Üç farklı türü vardır;

İkili arama algoritması

Arama yapılan dizide, diziyi ikiye bölecek şekilde bir orta eleman seçilir. Bu elemanın sağında ve solunda bulunan değerlere bakılır. Bu algoritmayı uygulayacağımız dizinin elemanlarının sıralı olması gerekmektedir. Algoritmanın çalışmasını bir örnek üzerinden açıklayalım:

{ 1,2,4,7,9,11,14 }

Verilen diziyi ikili arama algoritmasını uygulayalım, aradığımız sayı da “4” olsun. Dizinin toplam eleman sayısı 7 olduğundan dolayı 4. elemanı orta eleman olarak belirleyelim. 4. eleman “7” rakamıdır. Bu rakamla aradığımız sayıyı karşılaştıralım;

$4 < 7$ olduğundan dolayı, aradığımız elemanı dizinin sol tarafında aramaya devam ederiz:

{ 1,2,4 }

Dizinin sol kısmı yukarıdaki alt dizi olmaktadır. Artık aradığımız elemanı bu alt dizi üzerinden aynı yöntemi uygulayarak bulmaya çalışırız. Alt dizimizin toplam eleman sayısı 3 olduğundan dolayı 2. elemanı orta eleman olarak seçeriz. 2. eleman 2 rakamıdır. Bu rakamla aradığımız sayıyı karşılaştırırsak;

$2 < 4$ olduğundan dolayı, aradığımız elemanı dizinin sağ tarafında aramaya devam ederiz:

{ 4 }

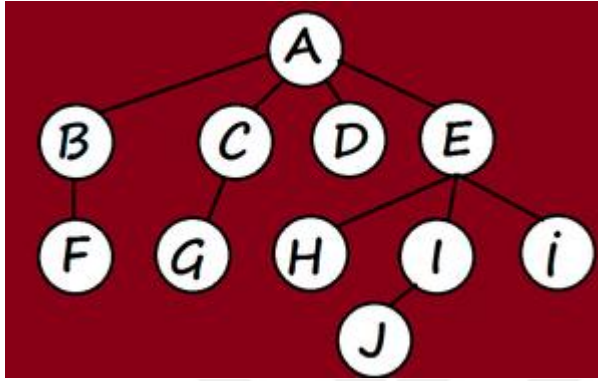
Dizinin sağ tarafında kalan alt dizi sadece 4 rakamıdır. Bu rakam da aradığımız değerle karşılaştırılır;

$4 = 4$ olduğundan dolayı aradığımız değere ulaşmış oluruz [20].

Enine arama algoritması

Enine arama algoritması daha çok çizit (chart) aramalarında ve ağaç aramalarında kullanılan bir algoritma türüdür. Başlangıç düğümüne yakın düğümleri dolaşarak ilerler. Bir alt seviyeye geçmeden önce, o seviyede bulunan düğümlerin hepsini dolaşır. Örneğin;

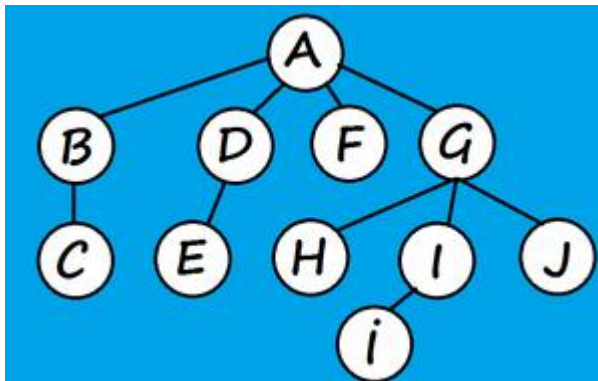
ağaç üzerinde arama yaparken bir seviyede bulunan bütün düğümleri soldan başlayarak sağa doğru aranılan düğümü bulana kadar devam eder. Aranılan düğüme ulaşana kadar, başlangıç düğümünden aranılan düğüm arasında kalan bütün düğümleri dolaşması algoritmanın dezavantajıdır. Bu durum, algoritmanın hedefi bulmasını geciktirir. Şekil 4.1'deki arama sıralaması; { A – B – C – D – E – F – G – H – I – İ – J } şeklindedir [20].



Şekil 4.1. Enine arama algoritması örnek ağaç modeli

Derin öncelikli arama algoritması

Bu algoritma ağaç aramalarında kullanılır. Arama işleminde, yukarıdaki düğümden başlayarak o düğüme ait alt düğümler varsa öncelikle bu alt düğümleri gezer daha sonra sağdaki düğüme geçerek eğer varsa yine alt düğümleri gezerek işleme devam eder. Şekil 4.2'deki öncelik { A – B – C – D – E – F – G – H – I – İ – J } şeklindedir [20].



Şekil 4.2. Derin öncelikli arama algoritması örnek ağaç modeli

4.2.2. Evrimsel algoritmalar

Evrimsel algoritma, evrimsel bilgisayarının yapay zeka oluşturmada bir alt kümesi olup, meta bulucu optimizasyon algoritması tabanında yenilenmiş popülasyondur. Evrimsel algoritma, biyolojik evrimden esinlenerek oluşturulan bir algoritma türüdür. Biyolojik evrim içerisinde bulunan genetik çeşitlenme, mutasyon, üreme ve doğal seçim mekanizmaları evrimsel algoritmalarda kullanılır. Seçim değeri fonksiyonları çözümlerin içinde adayın yaşadığı çevreyi temsil ederken, optimizasyon problemlerinin aday çözümleri bir popülasyonda bulunan bireyleri temsil eder. Popülasyonun evrimi yukarıda belirtilen mekanizmaların tekrarlanması sonrasında gerçekleşir. *Yapay Evrim*, farklı evrimsel algoritmalar içeren bir süreci anlatmaktadır; evrimsel algoritmaların her biri, yapay evrime katılım yapan ayrı bir bileşendir [20].

Evrimsel algoritmalar, genellikle her türlü sorun için yaklaşık çözümler sunar. Bunun sebebi ise, temelinde yatan seçim değeri yüzeyi hakkında ideal bir şekilde herhangi bir varsayım yapmamasıdır. Bu çözümler; fizik, robotik sanat, biyoloji, genetik, sosyal bilimler ve ekonomi gibi alanlarda başarıyla uygulanmıştır ve uygulanmaya devam edilmektedir [20].

4.2.3. Genetik algoritmalar

Son yıllarda bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler karmaşık problemlerin çözülme sürecini basitleştirmiştir. Bu nedenle, araştırmaların her alanında optimizasyon ve algoritmalar kullanılmaktadır. Genetik algoritma, karmaşık problemleri çözme yöntemlerinden biridir [21].

Genetik algoritma, evrimsel genetik fikirlerine ve doğal seleksiyona dayalı uyarlamalı bir sezgisel arama yöntemidir. Bu algoritma ilk olarak John Holland ve arkadaşları tarafından University of Michigan'da geliştirilmiştir. Eserleri, doğal ve yapay sistemlere uyum, 1975 yılında yayınlanmıştır. Genetik Algoritma, modellemenin yanı sıra problemleri çözmek için de yararlıdır ve kullanım alanı gün geçtikçe artmaktadır [21].

Genetik algoritmanın diğer optimizasyon tekniklerinden dört farklılığı vardır:

- İlk olarak, genetik algoritma, parametreler yerine parametrelerin kodlarına odaklanır.

- İkincisi, çözüm bir nokta yerine farklı noktalarda aranır. Bu nedenle, genetik algoritma yerel olarak optimum ortam bulunmadan çalışabilir.
- Üçüncüsü, genetik algoritmalarda objektif fonksiyonlar, türevleri yerine doğrudan veri işlemede kullanılır.
- Son olarak, genetik algoritmaların belirleyici kurallardan ziyade tesadüfi kuralları vardır [21].

Genetik algoritma, sistemi manipüle etmeye yardımcı olan bazı unsurlara sahiptir. Bu elementlerden biri kromozomdur. Aslında kromozom, algoritmadaki popülasyonun bireyleridir. Bireyler kromozomda değerleri ile kodlanır. Kromozomun uzunluğu, bireylerin değerlerine bağlıdır. Uygunluk fonksiyonu genetik algoritmadaki diğer önemli bir unsurdur. Bu fonksiyon, algoritmanın her bireyin hatasını hesaplamasını sağlar. Buna ek olarak, popülasyonun büyüklüğü ve kuşak sayısı algoritmanın bir başka etkili elemanıdır. Değerleri problemlere göre seçilir. Bununla birlikte, genetik algoritma, küçük sayılarla bile iyi performans gösterir [21].

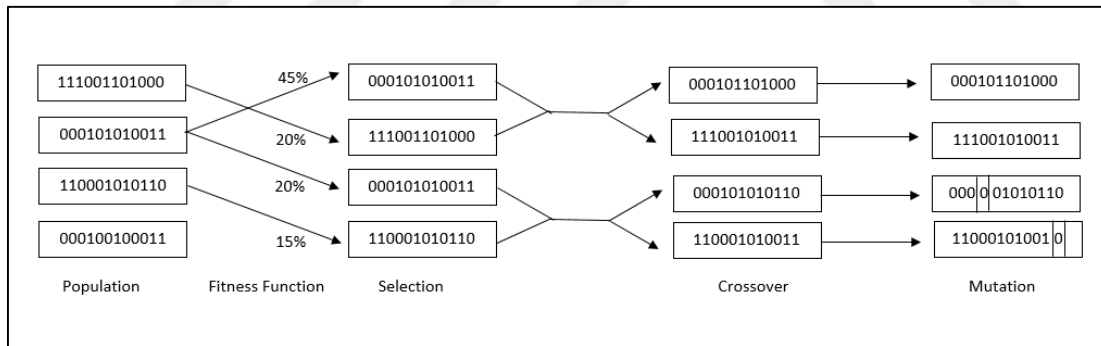
Genetik algoritma prosedürü aşağıdaki şekilde tarif edilebilir:

- (i) Başlangıç popülasyonu rasgele üretilir. Genellikle, popülasyon ikili bitler olarak oluşturulur. İkili bitler 0 ve 1'den oluşur. Nüfus bireyleri içerir ve bireylerin sayısı sorunlara bağlıdır.
- (ii) Nüfus üretildikten sonra, her bir bireyin uygunluğu uygunluk fonksiyonu ile hesaplanır. Bu fonksiyon algoritmanın beynidir. Algoritmanın başarılı olması için, uygunluk fonksiyonunun verimli ve hassas olması gerekir.
- (iii) Bu aşamada kromozomlar popülasyondan seçilir. Kromozomları seçmek için bazı teknikler vardır. Bu tekniklerden bazıları rulet çarkı, rütbe seçimi, kararlı hal ve seçkinliktir. Kromozomları seçerken, uygunluk fonksiyonu genellikle algoritmada kullanılır. Uygunluk fonksiyonunun değerleri limit değerlere göre derecelendirilir. Bireyler iyi performans gösterirse, başka bir deyişle, daha iyi sınır değerlere sahiplerse, bir sonraki nesil için seçilme olasılıkları daha fazladır. Ancak bu bir zorunluluk değildir; diğer bireyler de seçilebilir.
- (iv) Seçilen kromozomdan, yeni nesil yeniden yaratılacaktır. Üretim sürecinde, geçit ve mutasyon gibi bazı operatörler vardır.

- (v) Yeni kromozomlar oluşturduktan sonra yaşlı kişiler yok edilir. Bu şekilde, nüfusun büyüklüğü kuşaklara göre değişmemektedir.
- (vi) Nüfusun uygunluğu tekrar hesaplanır. Etkinlik fonksiyonunda en iyi değere sahip olana veya popülasyonun maksimum boyutuna ulaşana kadar devam eder [21].

Genetik algoritma operatörleri, çaprazlama ve mutasyon, algoritmanın kritik basamaklarıdır. Crossover, genetik algoritmadaki en önemli operatördür. Genel olarak, seçilen iki kromozom arasında çapraz geçiş, iki kromozomun değişen genleri yoluyla gerçekleşir. Genlerin değişme noktası tamamen rastgeledir. Geçiş sayesinde, popülasyonun uygunluğu artar ve renk tonu fonksiyonunda daha iyi sınır değerler verir [21].

Çaprazlamaya ek olarak, mutasyon algoritması için önemli bir adımdır. Bazı kuşaklardan sonra popülasyonun çeşitliliği düşebilir, bu nedenle algoritma yeni kromozomlar üretemez. Başka bir deyişle, sistem kararlı olmaya başlayabilir. Bu noktada mutasyon algoritmada kilit bir rol oynar. Bazı genler mutasyon nedeniyle değişebilir. Böylece, mutasyon sisteme çeşitlilik kazandırır. Bu arada, mutasyon sıklığı soruna bağlıdır. Kesin bir değeri yoktur.



Şekil 4.3. Seçim, çaprazlama ve mutasyon işlemi [21]

Özetlemek gerekirse, genetik algoritma karmaşık problemler için çekicidir, çünkü problem hakkında çok az bilgiye ihtiyaç duyar. Genetik algoritmanın en büyük avantajı, optimizasyon sürecinin yerel bir optimumda sıkışıp kalmamasıdır [21].

4.2.4. Sıralama algoritmaları

Sıralama algoritmaları, matematik ya da bilgisayar bilimlerinde kullanılan ve verilen bir dizideki elemanları belirlenen kurala göre (azalan ya da artan) sıraya sokan algoritmalarıdır.

Günümüzde bilgisayarlarda kullanılan algoritmaların önemli bir bölümünün sıralama algoritmalarına gereksinim duyması, sıralama algoritmalarının önemini ortaya koymaktadır. Sıralama algoritmaları temel anlamda dizilerin ve dosyaların sıralanması olmak üzere iki şekilde ele alınmaktadır. Dosya sıralama algoritmalarına örnek olarak çok aşamalı sıralama ve birleştirmeye dayalı sıralamaları verebiliriz. Dizileri sıralamada kullanılan algoritmalar yerleştirmeli sıralama, kabarcık sıralama ve seçmeli sıralama olarak üç ana başlığa ayrılır [19].

Sıralama algoritmaları, basit bir iş gibi görünse de aslında çözümü karmaşık olan işleri gerçekleştirir. Bu yüzden bilgisayar biliminde önemli bir yer tutmaktadır. Sıralama algoritmaları üzerinde çalışmalar hala devam etmektedir. Günümüzde en çok kullanılan sıralama algoritmaları arasında kabarcık sıralaması, hızlı sıralama, tarak sıralaması, seçmeli sıralama, ağaç sıralaması, kütüphane sıralaması ve kokteyl sıralamasını sayabiliriz. Bu sıralamaların yetersiz olabileceği durumlar için yeni sıralama teknikleri geliştirilmeye devam edilmektedir. Sıralama algoritmaları sorunu çözülmüş bir sorun olarak görülse de, yeni sıralama algoritmaları üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Örneğin Michael A. Bender, Martin Farach-Colton ve Miguel Mosteiro tarafından 2004 yılında ortaya atılan kütüphane sıralaması, eklemeli sıralamadan türetilmiştir. Bu sayede sıralanan diziye eleman eklenip çıkartılmasına izin verir. Kütüphane sıralaması eklemeli sıralamadan türetilmiş olmasına rağmen eklemeli sıralama gibi $O(n^2)$ karmaşıklığına değil hızlı sıralama gibi $O(n \log n)$ karmaşıklığına yaklaşmaktadır. Bu da daha az karmaşıklık ve hız sağlamaktadır [22].

4.2.5. Sıkıştırma algoritmaları

Bilgisayar ortamında tutulan verilerin orijinalliğini kaybetmeyecek şekilde bellek üzerinde daha az yer kaplaması amacı ile kodlanması için kullanılan algoritmalarlardır. Genel olarak kayıplı sıkıştırma ve kayıpsız sıkıştırma olmak üzere iki farklı yöntemi vardır. Bu algoritmalar günümüzde metin, resim, video ve ses gibi verileri sıkıştırmak için kullanılırlar.

4.2.6. Şifreleme algoritmaları

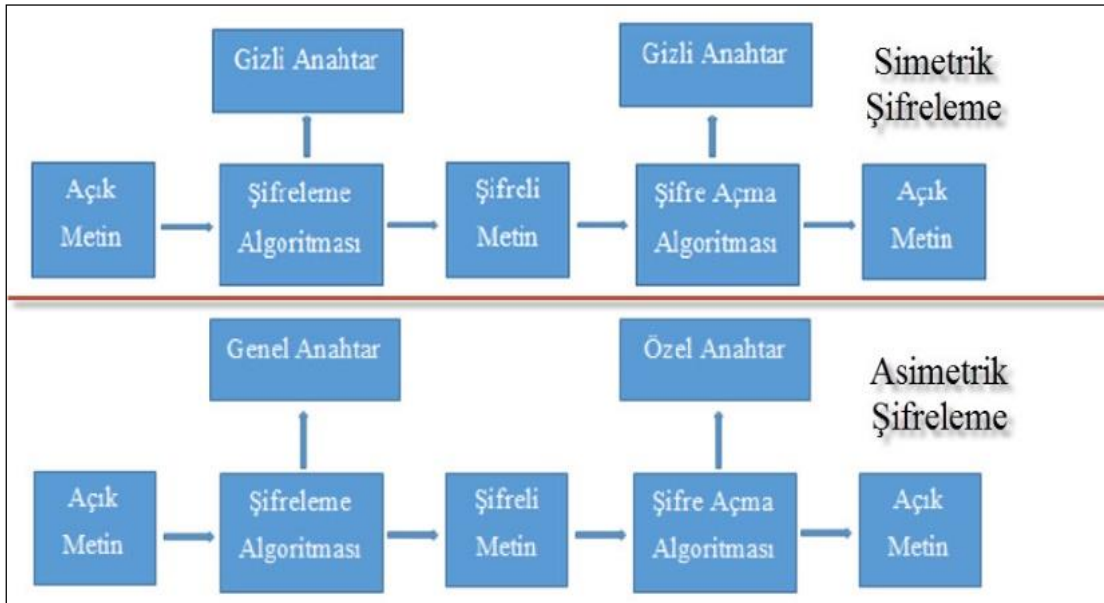
Kriptoloji, Yunanca “kryptos” (gizli) ve “logos”(bilim) kelimelerinin birleştirilmesinden oluşmuştur ve mesajın değiştirilerek iletilmesini hedefleyen şifreleme bilimidir.

Kriptografi (Şifreleme) ve Kriptanaliz (Şifre çözme) olmak üzere iki ana dala ayrılmıştır. Kriptografi, mesajın içeriğini gizleme ve mesajı yeniden eski hale dönüştürmek için kullanılan yöntemleri inceleyen bilim dalıdır. Bu şifreleme ve deşifreleme işlemlerini gerçekleştiren algoritmalara kriptosistem denilir [23].

Şifreleme algoritmaları anahtar oluşturma ve kullanım biçimlerine göre simetrik (tek anahtarlı) ve asimetrik (çift anahtarlı) olmak üzere iki gruba ayrılırlar;

Simetrik şifreleme algoritmaları şifreleme ve şifre çözme işlemlerini gerçekleştirmek için tek bir anahtar kullanır. Simetrik şifreleme algoritmaları kullanılarak gönderici taraf mesajı şifrelemek için öncelikle bir anahtar üretir ve mesajı şifreler. Kullanılan bu anahtar gizlidir ve şifreleme işlemini yapan ile şifreyi çözecek kişiler tarafından bilinen, gönderici ve alıcı tarafta kullanılan ortak bir anahtardır [23].

Asimetrik kriptosistemlerde açık ve özel anahtar olarak adlandırılan iki ayrı anahtar kullanılmaktadır. Açık anahtarlı şifreleme olarak da adlandırılan bu şifreleme algoritmalarında, şifreleme ve şifre açma işlemlerinde kullanılan anahtar birbirinden farklıdır. Asimetrik şifreleme algoritmalarının tüm güvenliği şifre açma anahtarının sadece yetkili alıcı tarafından bilinmesidir. Her ne kadar her iki anahtar birbirinden farklı olsa da şifreleme anahtarı bilindiğinde şifre açma anahtarını elde etmek, teorik olarak olası, ancak pratikte çözümsüz bir problemidir [23].



Şekil 4.4. Simetrik ve asimetrik şifreleme algoritmalarının çalışma şekli

4.2.7. Şekil (graph) algoritmaları

Şekil algoritmalarının günlük hayatımızdaki birçok uygulamanın bilgisayarlı modellenmesinde yeri tartışılmazdır. Şekil, noktalar kümesi ve noktalar arasındaki ilişkileri ifade eden kenarlar yardımıyla tanımlanan bir yapıdır. Başlangıç ve bitiş düğümü tayin edilebilen şekillere yönlü şekiller denir. Aksi halde yönsüz şekil olarak adlandırılır. Şekiller; bilgisayar bilimleri, genetik, matematik, iktisat gibi birçok alanda kullanılır. Bu alanlara ilişkin problemlerin her birinde iki nokta arasında bir güzergahın veya somutlaştırılabilir bir bağlantının kurulması söz konusudur [19]. En kısa yolun bulunması için kullanılan algoritma çeşitleri;

Bellman Ford algoritması [24]

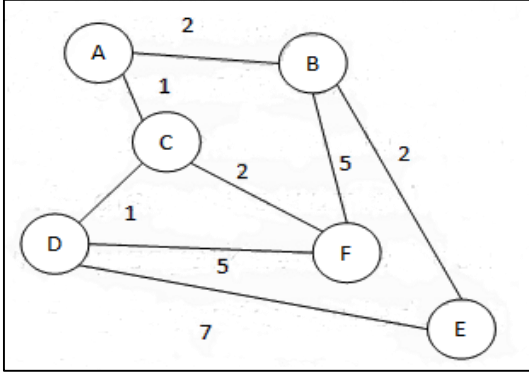
Bu algoritmanın amacı, bir şekil (graph) üzerindeki, bir kaynaktan (source) bir hedefe (target veya sink) giden en kısa yolu bulmaktır. Algoritma ağırlıklı şekiller¹ (weighted graph) üzerinde çalışır. Bütün düğümlere (node) gitmek için bütün kenarları (edge) dolaşır. Bu da performansının düğüm ve kenar sayısına bağlı olduğunu göstermektedir.

Algoritma kenarların ağırlığına bakmaksızın graf üzerindeki bütün kenarları test eder. En kısa yolu bulması için her düğüme bir kez bakar ve açgözlü yaklaşımın (greedy approach) handikabına düşmez.

Artı değerli şekiller

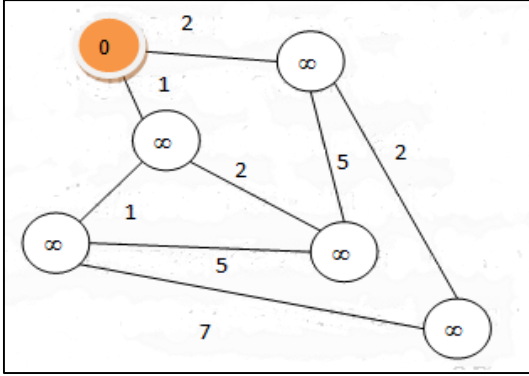
Bellman Ford algoritmasının artı değerler için çalışma mantığını küçük bir örnek üzerinden anlatacak olursak; öncelikle eksi değer bulunmayan bir örnek üzerinden algoritmayı çalıştıralım. A düğümünü başlangıç düğümümüz, E düğümünü ise hedef düğümümüz olsun.

¹ Her kenara bir ağırlık veya maliyet değerinin atandığı şekil.



Şekil 4.5. Döğüm ve kenarlardan oluşan graf (şekil)

Bütün döğümlere ∞ değeri atayıp, başlangıç döğümüne 0 değeri veriyoruz.



Şekil 4.6. Başlangıç noktası seçilen graf

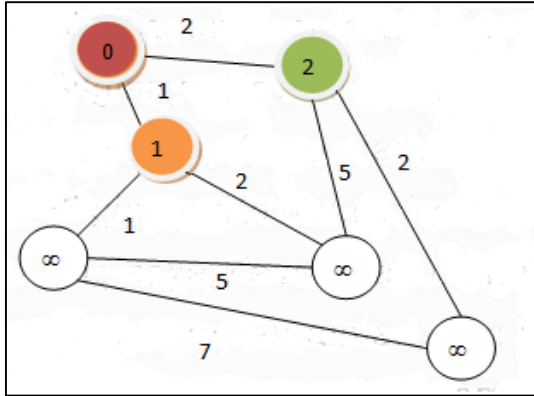
Bir seçim yapılması gerektiğinde sonuca en çok yaklaştıracak seçimin yapılması önerilir ancak bu seçim her zaman için en iyi seçim değildir.

Öncelikle hangi sıraya göre döğümlerin dolaşılacağını belirlemek gerekmektedir. Yukarıdaki örnekte alfabetik sıralamaya uygun olarak döğümleri dolaşılacaktır fakat bu sıralama tamamen rastgeledir.

Dolayısıyla döğüm sırası; {A,B,C,D,E,F} şeklinde oluşmuştur. Kenar sırası ise; {AB2, AC1, BE2, BF5, CF2, CD1, DF5, DE7} şeklindedir. Bellman Ford önce döğüm sonra o döğümüne ait kenarları sırayla dolaşır ve graftaki değeri günceller.

A döğümü için kenarlar dolaşmaktadır. Aslında bütün kenarlar dolaşılıyor olmasına rağmen sadece AB ve AC kenarları graftaki sonucu değiştirecektir çünkü diğer kenarların uçlarındaki döğümlerin değeri henüz sonsuz durumdadır.

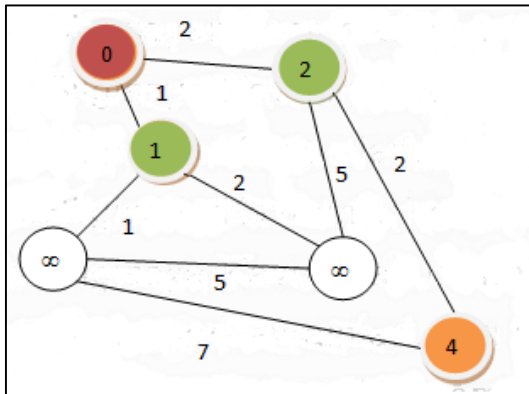
AB2, $\min(A,B) = 0 \Rightarrow 0 + 2 = 2$ ve AC 1, $\min(A,C) = 0 \Rightarrow 0 + 1 = 1$



Şekil 4.7. B ve C düğümleri hesaplanmış graf

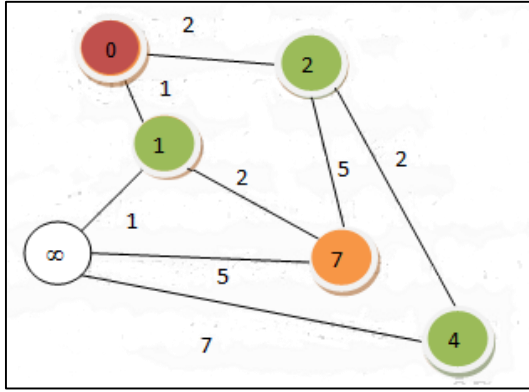
A düğümünden sonra B düğümüne bağlı bütün kenarlar tekrar dolaşılır. B'den başladığında etkilenecek olan kenarlar; AB2, AC1, BE2, BF5, CF2, CD1 kenarlarıdır. Bunun sebebi bunlar dışındaki kenarların bağladıkları düğümler sonsuz değerindedir ve bu düğümlerde güncelleme yapılmaz. Dolayısıyla sadece bu düğümlere komşu olan kenarların alınması yeterlidir.

BE2, $\min(B,E) = 2 \Rightarrow 2 + 2 = 4$



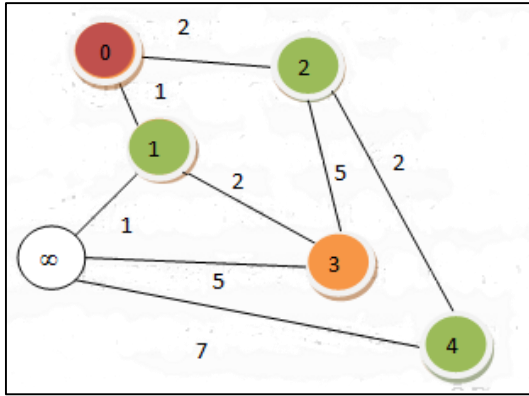
Şekil 4.8. E düğümü hesaplanmış graf

BF5, $\min(B,F) = 2 \Rightarrow 2 + 5 = 7$



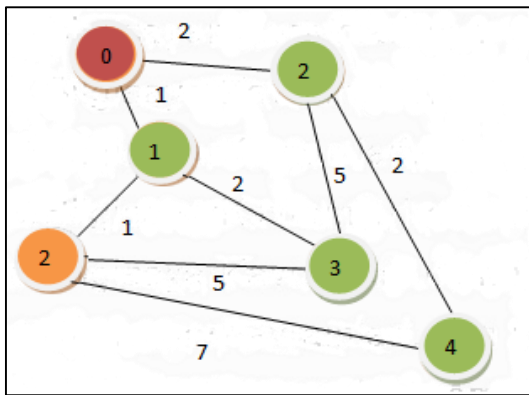
Şekil 4.9. B düğümünden gidilerek F düğümü hesaplanmış graf

CF2, $\min(C, F) = 1 \Rightarrow 1 + 2 = 3$, $3 < 7$ olduğu için düğüm güncellenir:



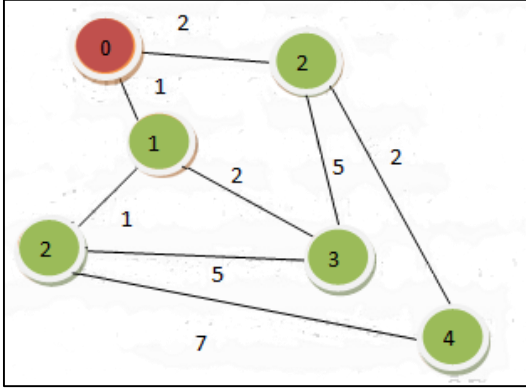
Şekil 4.10. C düğümünden gidilerek F düğümü hesaplanmış graf

CD1, $\min(C, D) = 1 \Rightarrow 1 + 1 = 2$



Şekil 4.11. D düğümü hesaplanmış graf

Yukarıdaki son halde henüz sadece A ve B düğümleri için işlem yapılmıştır.

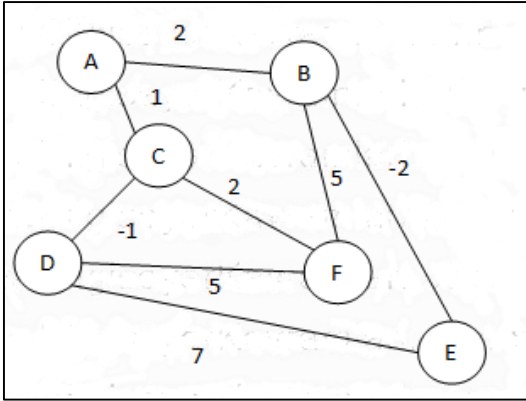


Şekil 4.12. Bütün düğümleri hesaplanmış graf

Geri kalan düğümler için de aynı işlemler uygulandığında sonuç değişmeyecektir çünkü graf iki düğüm için kararlı hale ulaşmıştır.

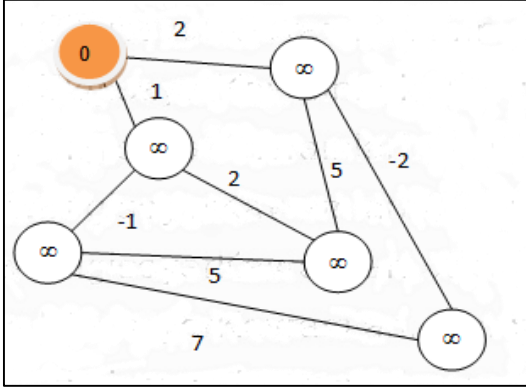
Eksi değerli şekiller

Az önce ele alınan örneğe benzer bir şekilde sadece iki kenarı eksi değere sahip olan bir graf üzerinde algoritma uygulanabilir. Şekil 4.12’de BE ve CD kenarları eksi olan bir graf görünmektedir.



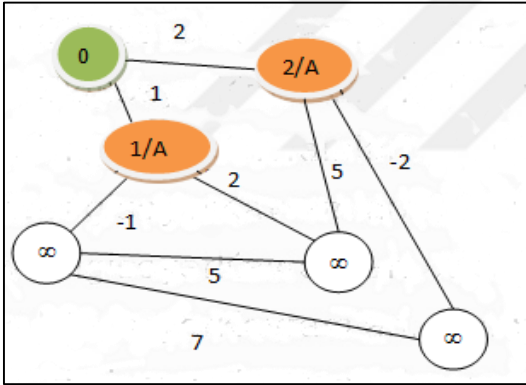
Şekil 4.13. Eksi değerlere sahip bir graf

İşlemlere normal algortmada olduğu gibi başlangıç düğümüne sıfır ve diğer düğümlere sonsuz atayarak başlanmaktadır.



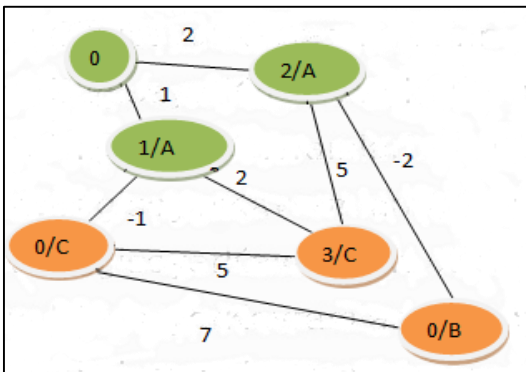
Şekil 4.14. Başlangıç noktası seçilen eksi değerli graf

Bu algoritmanın eksi değerlerde çalışabilmesi için artı değerlerdeki graflarda ihtiyaç duyulmayan hangi düğümünden geldiği bilgisine ihtiyaç vardır. Yani algoritmanın çalışması sırasında düğümün değerini güncellerken hangi düğümünden güncellendiği de yazılır. Artı değerli algortimada yaptığımız gibi düğümler güncellenerek ilerlenir;



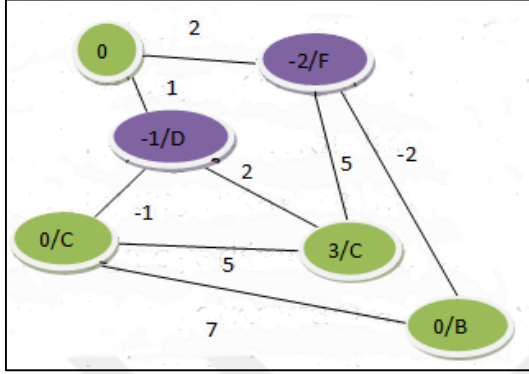
Şekil 4.15. İlk düğümleri güncellenmiş eksi değerli graf

Daha sonra sonsuz olan diğer düğümler de güncellenir;



Şekil 4.16. Bütün düğümleri güncellenmiş eksi değerli graf

Bu haliyle bütün düğümlere erişilmiş olmasına rağmen şekilde eksi değerli kenarlar olduğundan dolayı algoritma burada son bulmaz ve eksi değerli kenarlara ait düğümleri tekrar günceller;

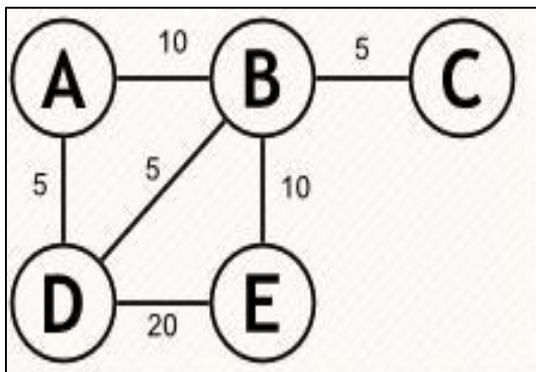


Şekil 4.17. Kararlı hale gelmiş eksi değerli graf

Bu tür algoritmaların çalışma mantığına göre; bir düğüm belli bir düğüm üzerinde ancak bir kere güncellenir. Yani B düğümü A düğümü üzerinden ancak 1 kez güncellenebilir. Bu algoritmamızda E düğümü B düğümü üzerinden bir kere güncellenmiştir ve BE kenarının değeri eksi olduğu için B düğümü de E düğümü üzerinden bir kez güncellenir. Güncellenme sırasında düğüm bilgileri de tutulduğu için bu güncelleme işlemi tekrar tekrar devam etmez.

Floyd-Warshall algoritması [25]

Algoritmanın çalışma mantığı kısaca, düğümler arasındaki mesafeleri tutan bir komşuluk matrisi üzerinde çalışır. Komşuluk matrisi üzerinde işlemler yapılarak en kısa yola ulaşmaya çalışılır [26]. Algoritmanın çalışma mantığını şu şekildedir:



Şekil 4.18. 5 düğümden oluşan bir graf

Yukarıdaki şekilde A'dan E'ye giden birçok yol bulunabilir;

Yol 1:	A -> B -> E	20
Yol 2:	A -> D -> E	25
Yol 3:	A -> B -> D -> E	35
Yol 4:	A -> D -> B -> E	20

Şekil 4.19. A'dan E'ye gidilen yolların değerleri

Yukarıdaki yolların değerlerine bakıldığında en kısa yolun 20 birim uzunlukta olduğu görülür. Floyd-Warshall algoritması kullanılarak bu yollardan en kısa olanının nasıl bulunabileceği araştırılmaktadır.

İlk olarak komşuluk matrisini oluşturulur.

Şekil 4.18' daki grafta doğrudan ilişkisi bulunan düğümler ve ağırlıkları Şekil 4.20' de verilmiştir:

	A	B	C	D	E
A	0	10	∞	5	∞
B	10	0	5	5	10
C	∞	5	0	∞	∞
D	5	5	∞	0	20
E	∞	10	∞	20	0

Şekil 4.20. Floyd-Warshall algoritma matrisinin ilk adımı

İşlem yapıldığında grafta doğrudan ilişkisi bulunmayan düğümlerin değerleri şekil 4.20' deki matriste ∞ ifadesiyle gösterilmektedir. Sonsuz olmayan değerler ise doğrudan kenar ağırlıklarını göstermektedir.

Komşuluk matrisinin ilk adımını tamamladıktan sonra B üzerinden atlanarak ulaşılan düğümler güncellenir;

	A	B	C	D	E
A	0	10	15	5	20
B	10	0	5	5	10
C	15	5	0	10	15
D	5	5	10	0	15
E	20	10	15	15	0

Şekil 4.21. Floyd-Warshall algoritma matrisi

A düğümünden başlayıp, B üzerinden geçilerek C,D ve E düğümlerine ulaşılır. Şekil 4.21’da görüldüğü gibi AC, AD ve AE kenarları B üzerinden hesaplanarak matris güncellenir.

Sonraki adımlarda bu matris diğer düğümler üzerinden gidilecek şekilde güncellenmeye devam edilir. Yani A’dan yola çıkıp C, D ve E üzerinden diğer düğümlere ulaşmayı gösteren matrislerin oluşturulmasına devam edilir ve yapılan hesaplamalarda eğer daha düşük bir değer bulunursa matris güncellenir, aksi halde güncelleme yapılmaz. Bu örnekte en kısa yollar B üzerinden gidilerek hesaplanmıştır, dolayısıyla Şekil 4.21’da herhangi bir güncelleme yapılmamıştır. Matrisin en son kararlı hali budur. Matriste herhangi bir düğümden başka bir düğüme giden en kısa yollar çıkarılmıştır.

Floyd-Warshall algoritmasının birçok kullanım alanı vardır. Bunlardan bazıları; yönlü graflarda en kısa yolun bulunması, düzenli ifadelerde herhangi bir tekrarlı olayın tespiti, ağ programlamasında en kısa yolun tayini vb.

A* (A star) algoritması [26]

En kısa yol problemine çözüm bulan algoritmalarından biri de A* algoritmasıdır. Bir düğümden hedef bir düğüme en kısa hangi düğümler üzerinden gidileceğini bulmaya yarayan *en iyi yerleştirme (best fit)* algoritmasıdır.

A* algoritması yapı olarak *muteber sezgisel (admissible heuristic)* algoritmalar sınıfına dahildir. Bunun sebebi algoritmanın mesafeyi hesaplarken kullandığı fonksiyondur:

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (2.1)$$

denklemindeki

$f(n)$; hesaplama yapan sezgisel (heuristic) fonksiyon

$g(n)$; bulunulan düğüme başlanılan düğümden gelene kadar ki maliyet hesabı

$h(n)$ ise bulunulan düğümden varılacak düğüme tahmini mesafedir.

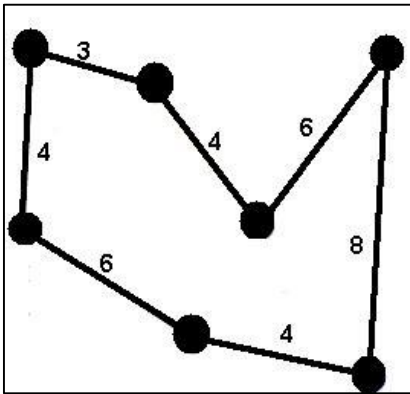
$f(n)$ fonksiyonu içinde bulunan tahmine dayalı $h(n)$ fonksiyonundan dolayı sezgisel bir fonksiyondur.

Algoritmanın çalışması

Algoritma yukarıda gösterilen, fonksiyonların toplanması işlemini yapan basit bir yapıya sahiptir. A* algoritması, öncelik sırasını (priority queue) veri yapısı olarak kullanır. $f(n)$ değeri en düşük olan düğüm algoritmada en öncelikli olan düğümdür.

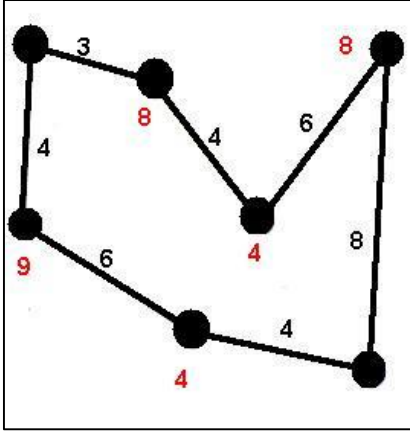
1. Algoritma adım adım ilerler. Her bir adımda en düşük değerli düğüme (dolayısıyla en önemli düğüme) gider ve düğümü sıradan (queue) çıkarır.
2. Gidilen en düşük değerli düğüme göre komşu düğümlerin değerlerini günceller. $f(n)$ fonksiyonu kullanılarak bu düğüme gelmenin maliyeti hesaplanır.
3. Algoritma yukarıdaki adımları hedef düğüme ulaşana kadar veya sırada (queue) düğüm kalmayana kadar tekrarlar.

Algoritmanın çalışması aşağıdaki örnekle açıklanmaktadır:



Şekil 4.22. A star algoritmasını uygulayacağımız graf

Şekil 4.22' deki grafikte, sol üst köşedeki düğümden başlayarak sağ alt köşedeki düğüme kadar en kısa yoldan gitmeye çalışılmaktadır. $f(n)$ fonksiyonunda hesaplanan mesafe değeri grafik üzerindeki yol maliyetleri olarak hesaplanır. Sezgisel fonksiyonumuzu ise bir düğümden hedef düğüme kadar olan kuş uçuşu mesafesi olarak belirlenir. Bu durumda düğümlerin sezgisel mesafelerini gösteren graf aşağıdaki gibi olacaktır;



Şekil 4.23. Düğümlerin hedefe olan kuş uçuşu uzaklıkları

Şekil 4.23' deki grafa o düğümden hedef düğüme kadar olan kuş uçuşu mesafe kırmızı rakamlar kullanılarak gösterilmiştir. Kuş uçuşu mesafeleri $h(n)$ fonksiyonunun değeri olarak kabul edebiliriz.

Başlangıç düğümü olarak kabul ettiğimiz sol üst köşedeki düğümden başlayarak bu düğüme komşu olan iki düğümün değerleri hesaplanır. Başlangıç düğümüne komşu olan ve hemen altında bulunan düğüm için $h(n) = 9$ ve $g(n) = 4$ olmaktadır.

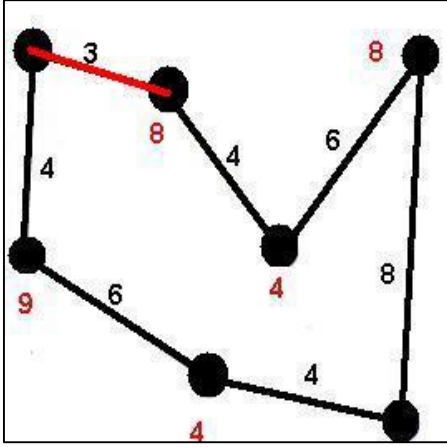
Başlangıç düğümüne komşu olan ve hemen sağında bulunan düğüm için ise bu değerler $h(n) = 8$ ve $g(n) = 3$ olmaktadır. Buna göre:

$$f(\text{aşağı}) = 9 + 4 = 13$$

$$f(\text{sağa}) = 8 + 3 = 11$$

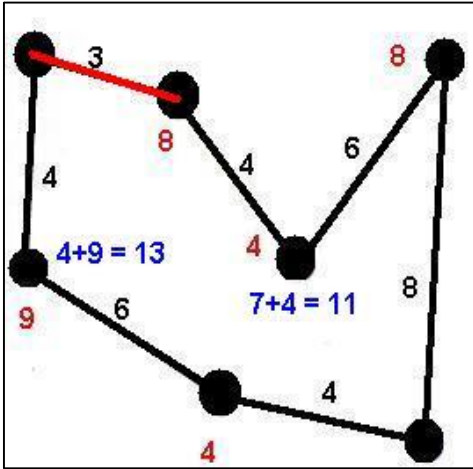
olarak bulunur. Algoritma yönünü tayin ederken daha kısa olan mesafeyi seçeceği için sağ komşuya gitmeyi tercih edecektir.

Bu seçim, Şekil 4.24’de gösterilmektedir.



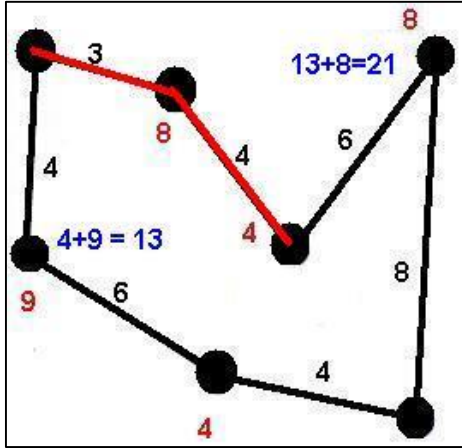
Şekil 4.24. Algoritmanın küçük olan değeri seçmesi

Yukarıdaki bu seçimden sonra değerler tekrar hesaplanır. Yukarıda yapılan seçime göre düğümlerin değerleri $f(n) = g(n) + h(n)$ formülüne göre hesaplanırsa:



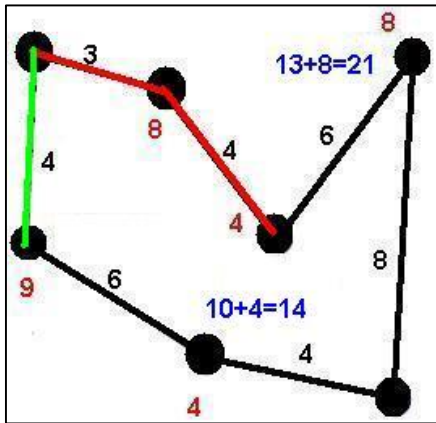
Şekil 4.25. İlk seçimden sonra tekrar uzaklık hesaplamaları

Şekil 4.25’ de görüldüğü gibi sırada iki düğüm bulunmakta ve bu iki düğümün değerleri sırasıyla 13 ve 11 olmaktadır. Bu durumda küçük olan 11 değerine sahip düğüm seçilip ilerlemeye devam edilir.



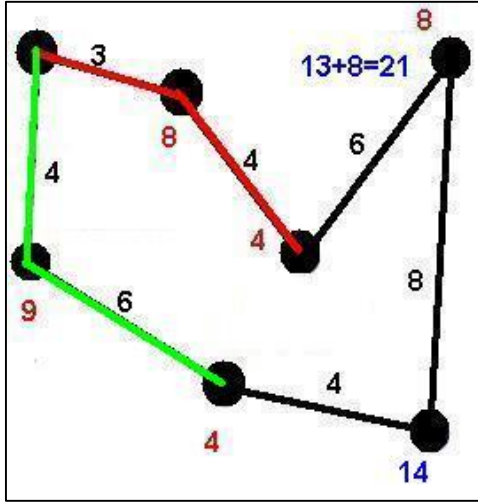
Şekil 4.26. İkinci seçimden sonra tekrar uzaklık hesaplamaları

Şekil 4.26' de yeni düğümün değeri 21 çıkmaktadır fakat eski düğümün değeri olan 13 daha küçük olduğundan algoritma yön değiştirir ve değeri küçük olan düğüme doğru harekete başlar.



Şekil 4.27. Algoritmanın değeri küçük olan düğüme yönelmesi

Şekil 4.27' de görüldüğü gibi yeni seçim yeşil renk ile gösterilmiştir. Yeni seçim yapıldıktan sonra ulaşılan komşu düğümlerin değerleri 14 ve 21 olmaktadır. Bu durumda değeri küçük olan 14 düğümüne doğru hareket devam edecektir.

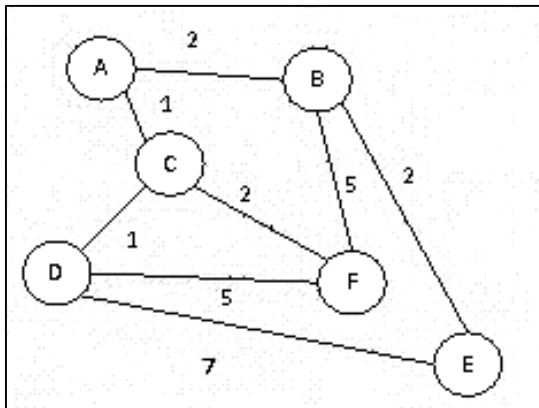


Şekil 4.28. Algoritmanın değeri küçük olan düğüme yönelmesi

Şekil 4.28’ da görüldüğü gibi artık hedefe ulaşılmış ve başlangıç düğümünün altında bulunan düğüm üzerindeki yol kullanılmıştır. Sonuca varmak için harcanan mesafelere bakıldığında; aşağıdan gidilen yol için bulunan $4+6+4 = 14$ değeri, sağdan gidilen yol için bulunan $3+4+6+8 = 21$ değerinden daha kısadır.

Dijkstra algoritması [27]

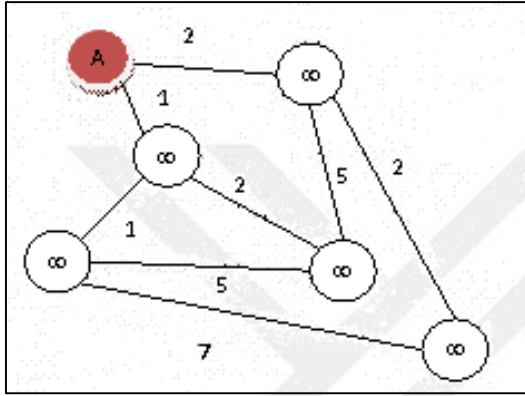
Bilgisayar bilimlerinde kullanılan ve algoritma ifadesini literatüre kazandıran kişi olan Dijkstra’ nın ismini taşıyan algoritma, diğer algoritmalar gibi verilen bir grafta en kısa yolu bulmak için kullanılır. Bu algoritmanın çalışma mantığını Şekil 4.29’de görülen graf üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 4.29. Dijkstra algoritmasının uygulanacağı şekil

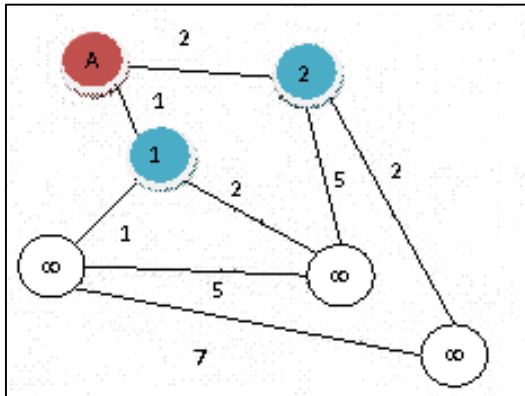
Dijkstra algoritması bir düğümden diğer bir düğüme giden yol yerine diğer bütün düğümlere giden en kısa yolu hesaplar. Örnekte, şekil 4.29 üzerinde A düğümü başlangıç düğümü olarak seçilmekte ve algoritmanın çalışmasını bu düğümden başlayarak ele alınmaktadır.

Algoritma başlangıçta hiçbir düğüme erişimin olmadığını kabul ederek bütün düğümlere sonsuz (∞) değerini atar.



Şekil 4.30. A düğümü başlangıç seçilip diğer düğümlere sonsuz atanmış şekil

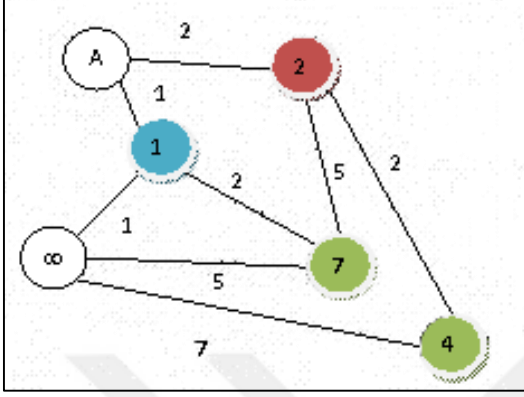
Ardından başlangıç düğümüne komşu olan bütün düğümleri dolaşır ve bu düğümlere ulaşım mesafelerini hesaplar.



Şekil 4.31. Başlangıç düğümüne komşu olan düğümlerin güncellenmesi

Başlangıç düğümüne komşu olan düğümleri güncelledikten sonra güncellenmiş olan düğümlerin komşu düğümlerini güncelleyerek güncellenecek düğüm kalmayana kadar bu şekilde devam eder.

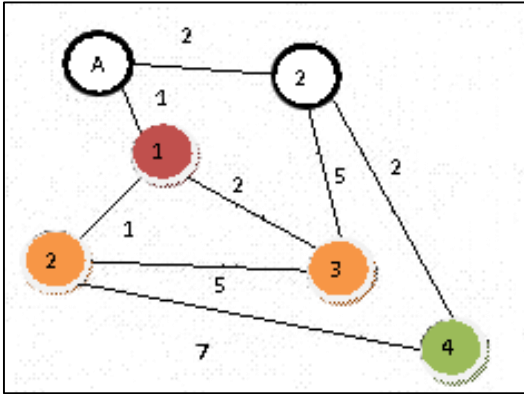
Örneğin, başlangıç düğümü olarak seçilen A düğümünün komşuları güncellenmiştir. B ve C düğümlerinin komşularını güncelleyerek algoritma, çalıştırılmaya devam edilir. Bu noktada hangi düğümden başlandığının bir önemi yoktur. Örnekte B düğümünden başlanır;



Şekil 4.32. B düğümünün komşularının güncellenmiş hali

Şekil 4.32’ de öncelikle B düğümünün komşuları olan E ve F düğümleri güncellenir. Bu güncellemeyi yaparken B düğümünün hesaplanmış olan maliyeti ile BE ve BF kenarları toplanarak E ve F düğümlerine gidişten doğan maliyet hesaplanmıştır.

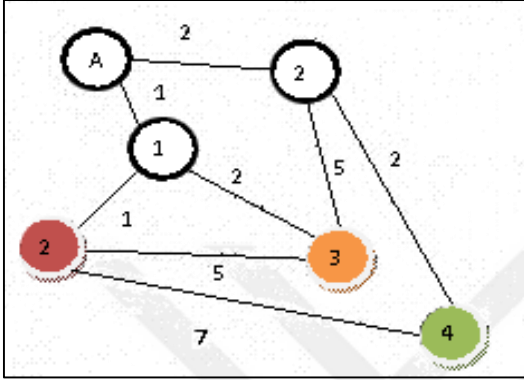
Daha sonra C düğümünün komşuları güncellenir;



Şekil 4.33. C düğümünün komşularının güncellenmiş hali

Bu aşamada C düğümünün komşuları olan D ve F düğümlerini güncellenir. F düğümü daha önce B düğümü üzerinden güncellenmiştir. B düğümü üzerinden 7 değerini alan F düğümü, C düğümü üzerinden gidildiğinde 3 değerini almaktadır. Bu değerlerden 3, 7’ den daha küçük olduğundan dolayı F düğümü güncellenerek 3 değeri verilir.

Bundan sonra D düğümü üzerinden algoritmanın çalışması devam eder. Bu aşamada D,E veya F düğümü üzerinden güncelleye devam edilebilir. Bu düğümlerin hepsi aynı derecede yeni güncellenmiş olduğundan herhangi birinin seçilmesi sonucu değiştirmeyecektir. Ancak özyineli (recursive) kodlama yapılıyorsa, koda göre yakın olan komşulardan devam edilmesi daha uygundur.



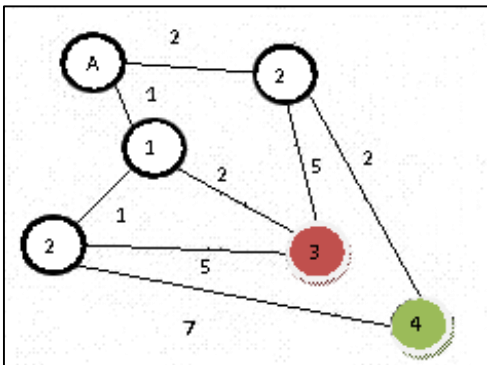
Şekil 4.34. D düğümünün komşularının güncellenmiş hali

D düğümünün hiçbir komşusunun değeri değişmemiştir çünkü hesaplanan değerler diğer düğümler üzerinden hesaplanmış olan değerlerden yüksek değildir, dolayısıyla daha iyi bir sonuç bulunamamıştır.

$$F \text{ için } 2 + 5 = 7 > 3$$

$$E \text{ için } 2 + 7 = 9 > 4$$

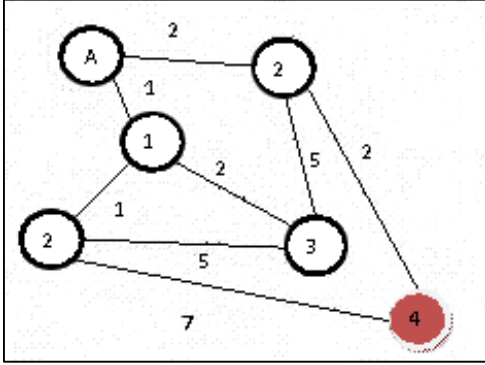
Dolayısıyla bu aşamada bir güncelleme yapmadan bir sonraki düğümü seçerek devam edilir;



Şekil 4.35. F düğümünün komşularının güncellenmiş hali

F düğümünün komşularında da bir değişiklik olmaz çünkü F'nin değeri olan 3'e komşularına giderken kullanılan kenarın değeri eklendiğinde bütün komşular için önce hesaplanmış değerden daha yüksek değerler elde edilir.

Son olarak E düğümü denenir:



Şekil 4.36. E düğümünün komşularının güncellenmiş hali

E düğümünün komşularını güncellerken de F düğümdeki aynı durumla karşılaşılır ve değerlerde herhangi bir değişiklik olmaz. Dolayısıyla şekil kararlı bir halde dolaşılmış ve bitmiş olur.

4.3. Ara Değerlendirme: Algoritmaların Karşılaştırılması

Çizelge 4.1.'de, literatürde Otopark Yönetimi için kullanılan algoritmaların özet bir karşılaştırması verilmektedir. Bu tabloda E kenar sayısını, V ise düğüm sayısını temsil etmektedir.

Çizelge 4.1. En kısa yol bulma algoritmalarının karşılaştırılması [28]

Algoritma	Eksi Değerli Kenar	Tek Düğüm Başlangıç	Bütün Düğümler Başlangıç	Zaman Karmaşıklığı	Alan Karmaşıklığı
Dijkstra		√		$O(E+V(\log V))$	$O(V^2)$
Bellman-Frod	√	√		$O(EV)$	$O(V^2)$
Floyd-Warshall	√		√	$O(V^3)$	$O(V^3)$
A* (A Star)		√		$O(E+V(\log V))$	$O(V^2)$

Bu karşılaştırmaya göre;

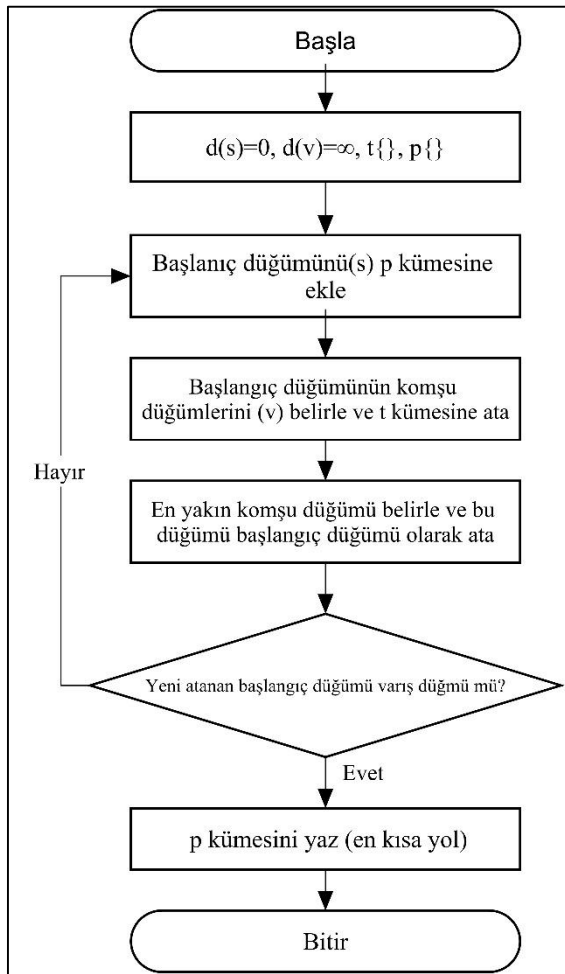
- Dijkstra ve A* algoritmaları eksi değer taşıyan kenarlar bulunan şekillerde çalışmazken, Bellman-Ford ve Floyd-Warshall algoritmaları eksi değerli kenarlar bulunan şekiller üzerinde çalışabilmektedir.
- Dijkstra, Bellman-Ford ve A* algoritmaları tek bir düğümü başlangıç noktası olarak alırken Floyd-Warshall algoritması bütün düğümleri başlangıç noktası olarak alır. Bu yüzden Floyd-Warshall algoritmasının alan karmaşıklığı $O(V^3)$ iken diğer algoritmaların alan karmaşıklığı $O(V^2)$ ' dir.
- Zaman karmaşıklığı hesaplarına baktığımızda $O(E+V(\log V)) < O(EV) < O(V^3)$ şeklinde sıralandığını görürüz. Bu da Dijkstra ve A* algoritmalarının zaman karmaşıklıklarının diğer algoritmalarından daha düşük olduğunu göstermektedir.
- Dijkstra ve A* algoritmaları birbirlerine çok benzer aynı yapıyı kullanan algoritmalar. A* algoritmasında bulunan sezgisel fonksiyon ($h(k)$) bu iki algoritmanın birbirlerinden ayrılmasının nedenidir. A* algoritması en kısa yolu hesaplarken sezgisel fonksiyondan faydalanır. Dijkstra algoritması ise sezgisel fonksiyonun 0 kabul edildiği A* algoritması gibidir. Sezgisel fonksiyonun seçimi ve hesaplanması algoritmanın sonucunu doğrudan etkileyen bir faktör olması sebebiyle çok iyi seçilmesi gerekir. İyi seçilmemiş bir sezgisel fonksiyon algoritmanın en uygun sonucu verememesi ya da sonuç üretememesiyle sonuçlanabilir [29].

Sonuç olarak; Dijkstra Algoritması en kısa yolu bulma problemlerinde (ör: navigasyon sistemleri) zaman ve alan karmaşıklıklarının daha düşük olması sebebiyle daha sık tercih edildiği için bu çalışmadaki yazılım için en uygun algoritma olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca bir düğümden diğer bütün düğümlere, hedef düğüm de dahil, en kısa yolları bulup saklaması da, tez çalışması kapsamında geliştirilen yazılımda kullanılması için bir sebep olarak görülebilir.

Navigasyon sistemlerinde Dijkstra algoritmasının kullanımı yalın halde olmamaktadır. En kısa ve en az maliyetli yol hesaplarında, yolun kalabalık olma durumu, eğimi, şerit sayısı vb. gibi bir çok faktör hesaplara dahil edilir. Google, Yandex gibi harita hizmetleri sunan firmalar da navigasyon sistemlerinde Dijkstra algoritmasını bu şekilde geliştirerek kullanmaktadır.

Şekil 4.37’ de Dijkstra algoritmasının çalışma mantığını gösteren iş akışı şeması yer almaktadır. Dijkstra algoritması kaynak düğümleri tutmak için $p\{\}$ kümesini, komşu düğümleri tutmak için $t\{\}$ kümesini, üzerinde bulunduğu düğümü ve bu düğümün değerini tutmak için $d(s)$ değişkenini ve komşu düğümlerin değerini tutmak için $d(v)$ değişkenini kullanır.

4.4. Dijkstra Algoritmasının İş Akışı



Şekil 4.37. Dijkstra algoritmasının en kısa yol bulma iş akışı [28]

İlk olarak başlangıç düğümünü (s) d değişkenine atayıp değerine 0 verir. Kalan düğümlerin hepsine ∞ değerini atayarak çalışmaya başlar. Başlangıç düğümünü p kümesine ekler. Daha sonra başlangıç düğümünün bütün komşularını belirler ve bunları t kümesine atar. Sonra bu düğümlerin kenar ağırlıklarına bakarak komşu düğümlere değerlerini atar ve en küçük değere sahip düğümü bularak bu düğümü başlangıç düğümü olarak belirler. Sonra başlangıç düğümü olarak belirlediği bu düğümün varış düğümü olup olmadığını kontrol

eder. Eğer varış düğümü değilse bu düğümü p kümesine ekler ve yukarıdaki işlemleri tekrar yapar. Bu işlemleri varış düğümünü bulana kadar devam ettirir. En sonunda varış düğümünü bulursa bu düğümü de p kümesine atayıp, p kümesini yazdırarak işlemi bitirir. Sonuç olarak en kısa yolun bulunduğu bir p kümesi oluşur.





5. OTOPARK KILAVUZ BİLGİ SİSTEMLERİ UYGULAMALARI

Kent merkezlerinde oluşan trafik tıkanıklığını azaltmak adına yapılan çalışmaların önemli bir bölümünü de ‘otopark bilgi yönetim sistemi uygulamaları’ oluşturmaktadır. Uluslararası literatürde ‘Parking Guidance Information Systems’ olarak geçen bu uygulamaların dünya üzerinde birçok farklı örneklerini görmemiz mümkündür. Otopark Kılavuz Bilgi Sistemleri farklı şekillerde oluşturulabilir:

1. Otopark içi sensör uygulamaları
2. Yol üstü dijital tabela uygulamaları
3. Web coğrafi bilgi sistemi (CBS) uygulamaları
4. Mobil coğrafi bilgi sistemi (MCBS) uygulamaları

5.1. Otopark İçi Sensör Uygulamaları

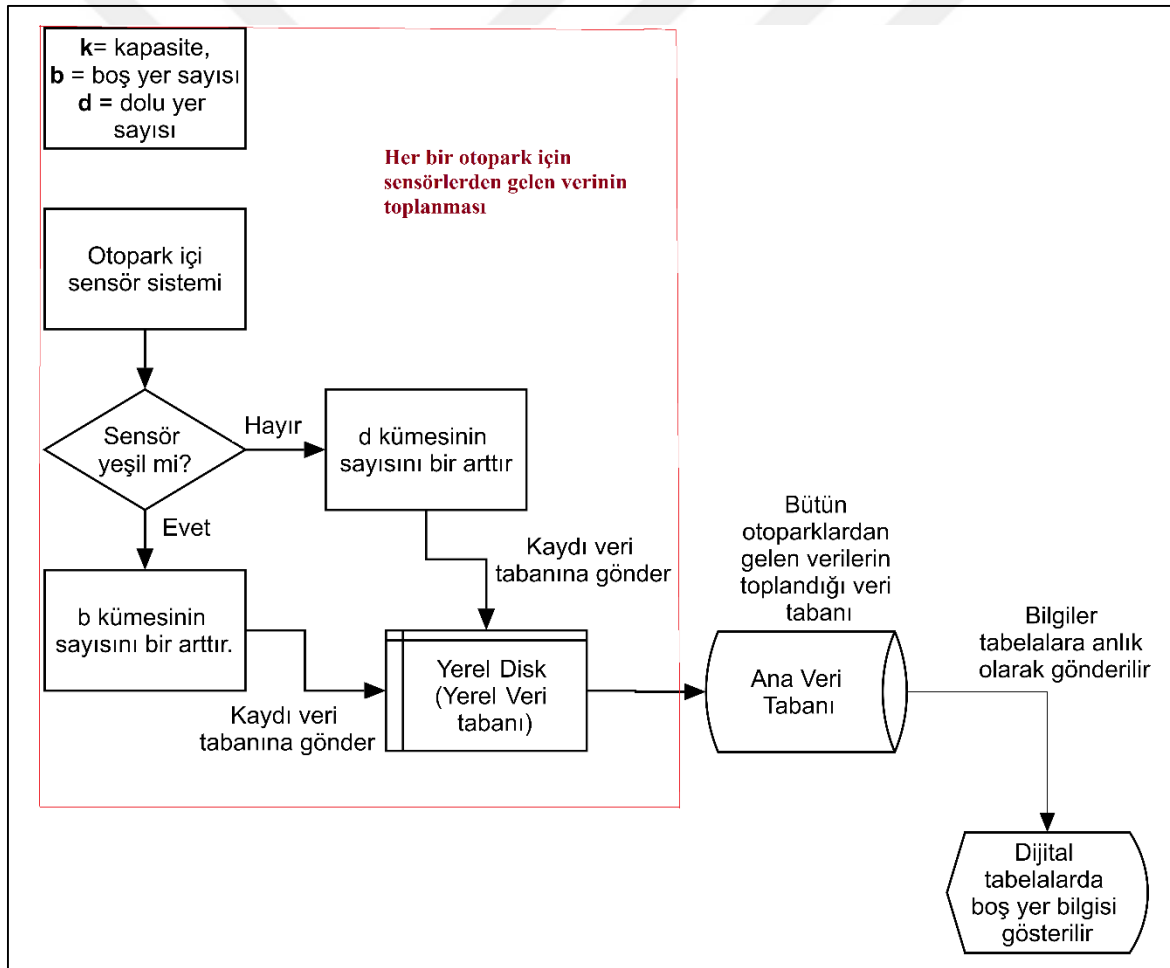
Otopark içi sensör uygulamaları, otoparkların içinde araçların park etmesi için ayrılan her bir park yerinin üzerine yerleştirilen sensörlerden oluşan sistemdir. Sistemin amacı; hem otoparka aracını park etmek için gelen sürücülere yer gösterme konusunda yardımcı olmak, hem de bir program yardımıyla otoparktaki boş ve dolu yer sayısını anlık olarak takip edebilmektir. Ülkemiz de dahil olmak üzere neredeyse dünyanın her yerinde uygulamaları mevcuttur. Park yerlerine konulan sensörlerin üzerinde bulunan led ışıklar yardımıyla yerin boş olup olmadığı hakkında sürücüye bilgi verilir. Kırmızı olan led ışıklar o yerin dolu olduğunu gösterirken, yeşil olanlar ise yerin boş olduğunu ifade eder.



Resim 5.1. Otopark içi sensör uygulaması örneği [30]

5.2. Yol Üstü Dijital Tabela Uygulamaları

Kent içinde otopark yeri arayan araç sürücülerini uygun olan bir otoparka yönlendirme amacıyla kavşaklara yerleştirilmiş dijital tabelalardır. Tabelaların üzerinde otoparkın ismi ve otoparkta bulunan boş yer sayısı bilgileri yer alır. Bu sayede sürücülerin boş olan otoparka tabelaları takip ederek en kısa zamanda ulaşması hedeflenmiştir. Dünya üzerinde Doha (Katar), Limerick City (İrlanda), Poole (İngiltere), Maastricht (Hollanda), Gothenburg (İsveç), Sola (Norveç), Duisburg (Almanya), Seattle (Amerika) ve Viyana (Avusturya) vb. birçok ülkede uygulamalarını gördüğümüz sistem, henüz ülkemizde uygulanmaya başlanmamıştır.



Şekil 5.1. Sensörlerden toplanan verinin tabelalara aktarımı

Kurulan sistem yukarıda anlatılan ‘Otopark İçi Sensör Uygulamaları’ ile entegre çalışır. Sensör yardımıyla alınan boş park yeri bilgisi program aracılığıyla anlık olarak bir veri tabanına aktarılır. Veri tabanından alınan boş yer bilgisi ise dijital tabelalarda bulunan ilgili

alana yansıtılır. Böylece sürücüler hem otopark arama konusunda rahatlar hem de boş otopark arama derdinden kurtarılmış olurlar. Sistem sayesinde kent içinde otopark aramak için bilgisizce gezen sürücülerin en kısa zamanda trafikten çekilmesi sağlanmış olur. Bu da; otopark arayan araçların oluşturduğu trafiği azaltır ve trafiğin rahatlamasına katkıda bulunur.



Resim 5.2. Yol üstü dijital tabela uygulaması, Essen – Almanya [31]



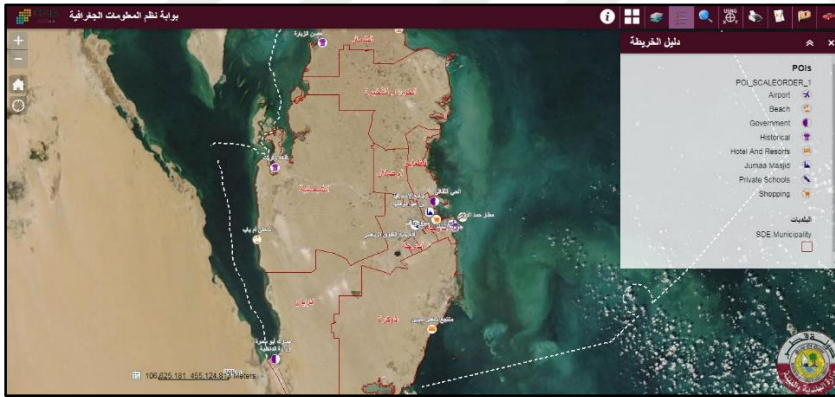
Resim 5.3. Yol üstü dijital tabela uygulaması, Waterford City – Amerika [32]

5.3. Web coğrafi bilgi sistemi (CBS) uygulamaları

Kapluhan coğrafi bilgi sistemlerinin coğrafya öğretiminde kullanımının önemi ve gerekliliğini incelediği yazısında, CBS'nin konuma dayalı olan işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemi olduğunu söyler [33].

Kapuhan ilgili çalışmada, tanımın içeriğini göz önünde bulundurduğumuzda, CBS’ni basit anlamıyla bir araç olarak görmenin doğru olmayacağını söyler. Birçok yöntemin bir arada kullanılabildiği CBS problemlerinin çözümüne yönelik, hali hazırdaki bilgi sistemlerinden daha farklı yaklaşımlar sunabileceğini de ekler. Ayrıca CBS teknolojisini diğer bilgi sistemlerinden ayırt eden en belirgin özelliğin; bilgileri hem grafik katmanlar hem de grafik olmayan tablo bilgileri şeklinde sunabilmesi olduğunu belirtir [33].

Günümüzde büyük olarak niteleyebileceğimiz hemen hemen bütün şehirlerde kullanılmakta olan bir CBS, kentler için özelleştirilmiş olanlarına Kent Bilgi Sistemi de denir, uygulaması mevcuttur. Bu CBS uygulamaları belediyeler tarafından yaptırılıp kontrol edilmektedir. İçerisinde şehirde yaşayan vatandaşların faydalanması için birçok farklı uygulama mevcuttur. Bunlar; ulaşım planlaması, kaza ve sorun bölge analizi, çevresel etki analizi, arazi kullanımı ve yüzey değişiklikleri, navigasyon, haritalama, harita üzerinde otopark yerleri vb. şeklinde sıralanabilir. Mobil uygulamaları da bulunan bu sistemlerden internetin çektiği her yerden faydalanılabilir. Sistemde bulunan harita üzerinden otoparkların yerleri bulunabilir.

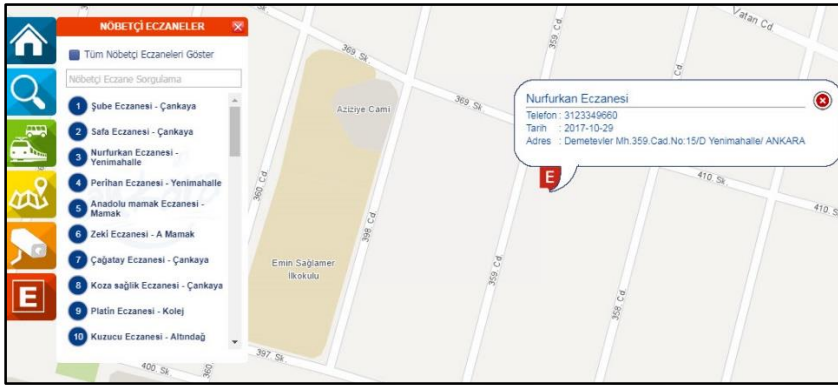


Resim 5.4. Katarda kullanılan CBS uygulaması [34]

Ankara Belediyesi’nin yapmış olduğu CBS çalışmaları da bulunmaktadır. Bu sistemlerde harita üzerinde adres arama, toplu taşıma, ulaşım ağı, akaryakıt yerleri, otopark yerleri, hastane, eczane, üniversite, okul, kütüphane, stadyum, spor tesisleri, oteller, itfaiye bilgileri, kameralar ve nöbetçi eczane bilgileri gibi birçok bilgiye ulaşmak mümkündür.



Resim 5.5. Ankara Belediyesi CBS uygulaması, otoparkların yerleri [35]



Resim 5.6. Ankara Belediyesi CBS uygulaması, nöbetçi eczanelerin yerleri [35]

Dünyanın birçok ülkesinde CBS uygulamalarına ‘otopark bilgi yönetim sistemleri’ kapsamında otoparkların doluluk durumları ve uygun olan otoparklara yol tarifleri gibi özellikler de eklenmişken, ülkemizde bu durum henüz uygulanmamaktadır.

5.4. Mobil coğrafi bilgi sistemi (MCBS) uygulamaları

Döner (2005) mobil coğrafi bilgi sistemlerindeki temel kavramlar ve uygulamalarını incelediği tez çalışmasında, MCBS ile ilgili, CBS’nin son yıllarda artan kullanımı doğru ve güncel veriye daha sık ulaşma ihtiyacını doğurduğunu, teknolojik ilerlemelerin de bu ihtiyacın karşılanabilecek düzeye gelmesiyle CBS’nin gezerek kullanılmasını sağlayabilecek “Mobil Coğrafi Bilgi Sistemi (MCBS)” uygulamalarının ortaya çıkmasını sağladığını belirtir [36].

Sonuçta bir MCBS, yazılım ve donanım birimlerinin entegrasyonu, CBS’nde bulunan fonksiyonların gezici bir sistem üzerinde kullanılmalarına imkan tanıdığına dikkat çeker. MCBS, hem konum hem de öznitelik bilgilerinin saklanması, toplanmasını, analizini,

güncellenmesini ve sunumunu desteklediğini söyler. Ayrıca bir MCBS'nin; mobil donanımlar, yazılım, konumsal veri elde etmede kullanılan GPS, kablosuz iletişim teknolojilerinin bir ya da birkaçının entegrasyonu ile oluştuğunu belirtir [36].

Bir önceki bölümde anlattığımız CBS web uygulamalarının mobil versiyonları da bulunmaktadır. Web uygulamalarında bulunan birçok özelliği içeren mobil uygulamalar, telefonlarımız aracılığıyla her yerden ulaşılabilir olması açısından vatandaşlar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır.

Ankara Belediyesi'nin de 'Ego Cepte' ismiyle yayınladığı bir mobil CBS uygulaması mevcuttur.



Resim 5.7. Ego Cepte mobil uygulaması [37]

Resim 5.7’ de görüldüğü gibi; otobüs nerede, otobüs hatları, bir yerden başka bir yere nasıl giderim ve adres arama gibi kent içinde ulaşım ile alakalı başlıklar programda bulunmaktadır.

Ülkemizde henüz bulunmasa da yurt dışında otopark yerleri, boş olan otoparklar ve en yakın otoparka rota çizme işlemleri yapan mobil uygulamalar mevcuttur.



Resim 5.8. Amerika’da Manhattan kentinde sürücülere park etmede yardımcı bir mobil uygulama [38]



Resim 5.9. Parker isiminde bir otopark rehberlik sistemi mobil uygulaması [39]

5.5. Otopark Kılavuz Bilgi Sistemleri (OKBS-PGIS) İyi Örnekleri

5.5.1. Frankfurt otopark kılavuz bilgi sistemi uygulaması

Almanya'nın Frankfurt kentinde 1992-1993 yıllarında uygulanmaya başlanan PGIS ile ilgili 1994 Mayıs'ta yapılan bir çalışmada, bu sistemin kullanıma ve trafiğe sağladığı rahatlama oranları üzerine bazı anketler yapılmış ve trafiği rahatlattığı sonucuna ulaşılmıştır.

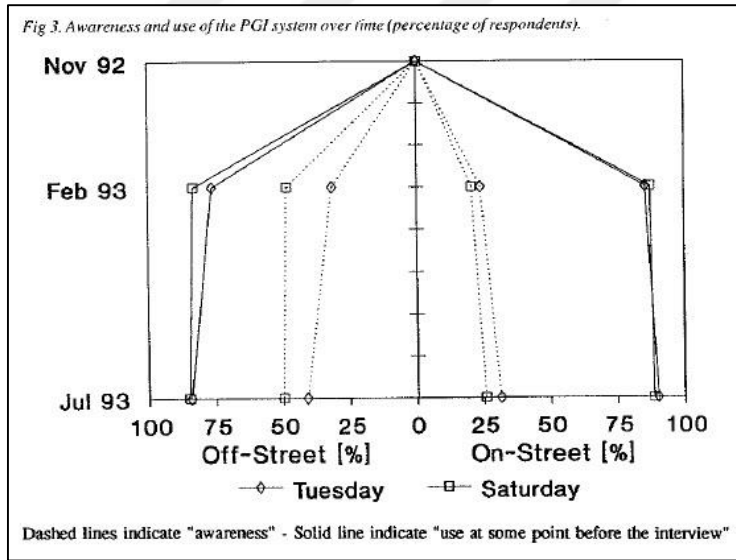
Axhausen vd. (1994) PGIS'nin Frankfurt'a etkileri adlı çalışmalarında, Frankfurtun Alman finansal endüstrisinin merkezi olarak bilindiğini ve önemli bir finansal merkez olmasına ek olarak bölgenin en büyük alışveriş merkezi olduğunu belirtirler. Ayrıca yapılan hesaba göre 930.000 nüfuslu Frankfurt'un onda bir kadarı şehir merkezinde çalışmaktadır. Şehir merkezinde park için yaklaşık 1900 cadde üstü (artı 800 illegal yer), 8800 cadde üstü olmayan halka açık tesis ve 8000 özel alan bulunmakta olduğunu söylemişlerdir. Frankfurt kentinin, cadde üstü parkın zayıflaması politikasını ve daha yoğun park edilmesini desteklemek, park talebinin dağılımını iyileştirmek ve park arama sürelerini azaltmak için bir PGIS kurmaya karar verdiğini söylemişlerdir. Sistemin ilk kurulmasının 1992 yılında yapıldığı ve 1993 yılında daha da genişletilerek ikinci versiyona geçildiği belirtilir. 1994 yılında yapılan ankette ortalama park yeri arama zamanının ortalama seyahat etme zamanına oranını gösteren bilgilerin bulunduğu aşağıdaki çizelgeyi paylaşmışlardır [40].

Çizelge 5.1. Cumartesi günleri park arama ve seyahat zamanları [41]

Lokasyon ve Anket Yılı	Görüşme Şekli	Yılı	Minimum (dakika)	Maksimum (dakika)	Standart Sapma (dakika)	Ortalama Arama / Ortalama Seyahat (%)
Kingston – Thames	Yol üstü	1985	1,4	30	4,1	4,9
Birmingham	Yol üstü	1988	3,1	45	4,1	10,3
Birmingham	Dolu testi	1989	4,6	30	5,9	14,1
Frankfurt	Yol üstü	1992	10,9	60	10,2	40,3
	Yol dışı		8,7	80	9,7	26,8
Frankfurt	Yol üstü	1993	8,0	40	8,1	37,3
	Yol dışı		5,6	60	7,1	21,7
Frankfurt	Yol üstü	1993	7,4	30	6,5	32,3
	Yol dışı		3,4	30	4,2	11,6

Çizelge 5.1'de de görüldüğü üzere, ortalama park arama zamanının ortalama seyahat zamanına oranı %40'lara varmaktadır. Bu oran, park aramanın şehir merkezindeki trafik için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Frankfurt'da yapılan sonraki iki anket, sürücülerin farkındalığının ve sistemin zaman içindeki kullanımının bir ölçüde geliştirmesini izlemeye imkan vermiştir ('kullanım', burada görüşmeden önce en az bir kez sisteme danıştığı şeklinde tanımlandı). Ana sonuç Şekil 5.2'de gösterilmektedir. Sistemin farkındalığı hızla gelişmiş ve 3 aylık operasyondan sonra yaklaşık % 80'lik bir orana gelmiş ve bundan sonra yavaş bir şekilde ilerlemiştir. Aslında Frankfurt'ta sık bulunan ve bir defalık ziyaretçilerin büyük bir kısmı (yaklaşık yüzde 20'si) nedeniyle sistemin farkındalığının daha da artacağı pek muhtemel görülmemiştir. Sistemin farkındalığı, beklenildiği gibi sokakta ve sokak dışında park edenler için benzer olsa da, sokakta park ettiklerinde sistemin kullanımını oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Sistemin hem farkındalığı hem de kullanımı, cumartesileri cadde üstü ve cadde üstü olmayan tesislerde yapılan parklar, hafta içi cadde üstü ve cadde üstü olmayan tesislerde yapılan parklara kıyasla biraz daha yüksek olduğu belirtilmiştir [40].



Şekil 5.2. PGIS kullanımının zamana göre farkındalık grafiği [40]

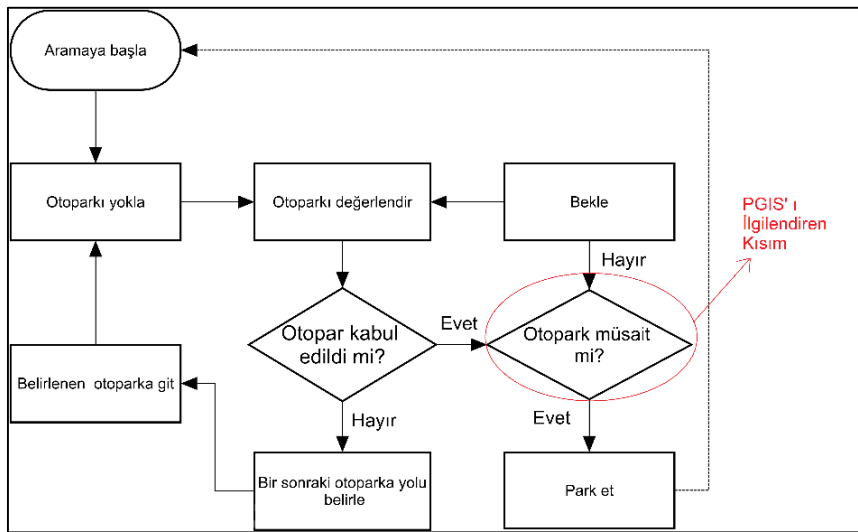
Frankfurt üzerine yapılan anketler dizisi, PGIS'nin sürücü davranışına etkilerini detaylı bir şekilde analiz edilmesine izin vermiştir. Sistemin farkındalığının çok hızlı bir şekilde sürücülerin yüzde 80'ine ulaşmıştır ancak kullanım karşılaştırmalı olarak düşük kalmıştır (bir günde sürücülerin yaklaşık yüzde 20'si). Bu düşük kullanım, sürücülerin sistemlere

tamamen güvenmek istememelerinden kaynaklanmıştır. Bununla birlikte, bu nispeten ılımlı kullanım seviyesi bile, park sisteminin performansında, sıklıkla yoğun olduğu alışveriş cumartesilerinde önemli bir teknolojik gelişme sağlaması için yeterli görülmüştür. Sistem normal çalışma günü olan salı günleri ya da sokakta park etme durumunda toplu sistem performansı üzerinde ölçülebilir bir etkiye sahip olmadığı belirtilmiştir [40].

Axhausen ve diğerleri, PGIS'nin etkinliğinin daha da artırılması için, tasarımcıların daha fazla sürücüye ulaşmanın yollarını bulmak ve zaten kendileri için gerçek faydalar sağladığı sistemin farkında olan sürücüleri (ancak henüz kullanmayan) ikna etmelerinin zorunda olduklarını belirtmişlerdir [40].

5.5.2. Den Helder otopark kılavuz bilgi sistemi uygulaması

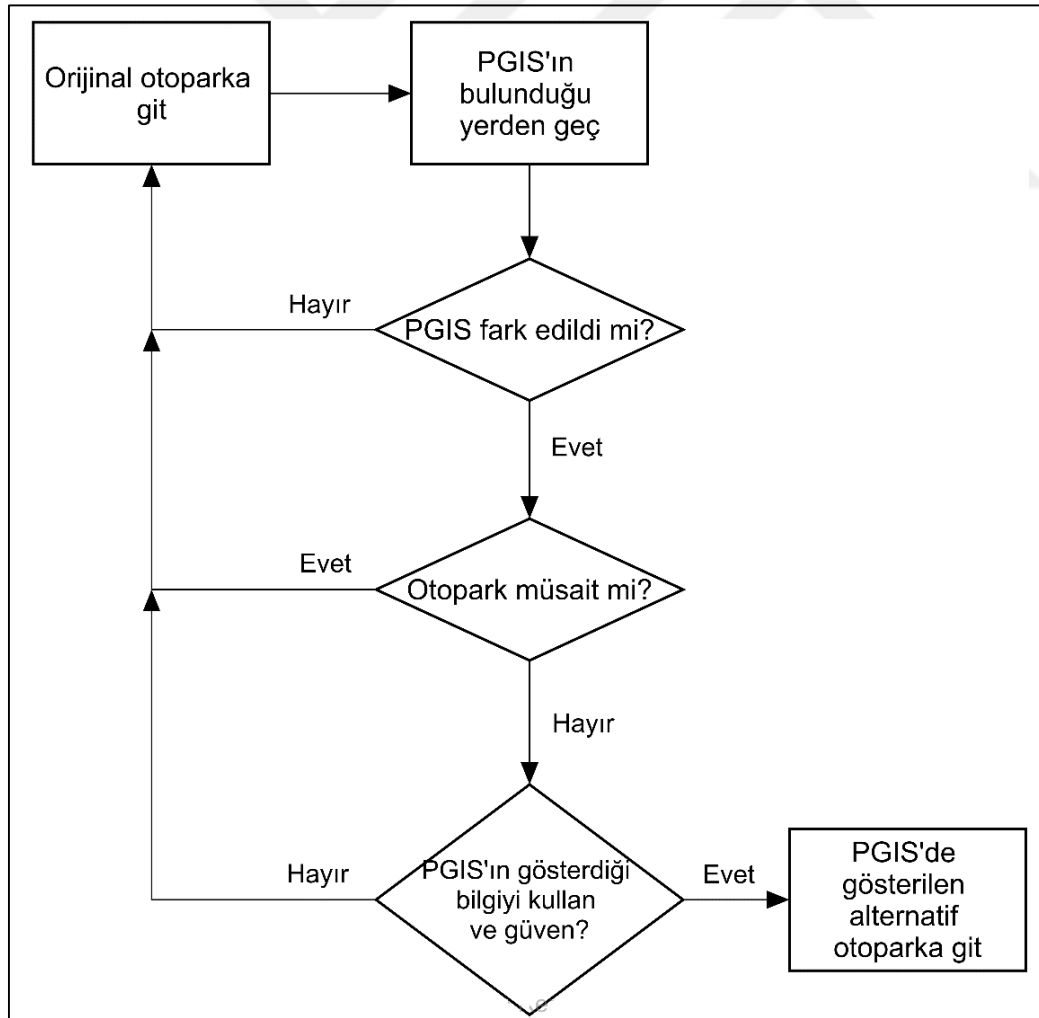
Obdeijn (2011) PGIS'nin, S-Paramics simülasyon programının modellenmesini işlediği tez çalışmasında, şehir merkezlerinde, başta cumartesi günleri olmak üzere otopark sorunlarının bilinen bir olgu olduğuna vurgu yapar. Otopark kapasitesi sorunları, uzun kuyruklar ve gereksiz kirlilik ile sonuçlanan dolu otoparklar olarak gösterilmektedir. Otopark problemlerini azaltmak için PGIS'nin 1970'lerden beri uygulanmakta olduğunu söylemiştir. İlk etapta yoğunlukla araba sürücülerini bilgilendirmek için uygulanan sistemin, günümüzde belediyelerin farklı otoparklar üzerinde daha iyi bir dağıtım yapmak ve 'arama' trafiğini azaltmak için araba sürücülerini yönlendirmekte kullanılıyor olduğu belirtilmiştir [41].



Şekil 5.3. Davranışsal park yeri arama modeli [41]

Obdeijn'in de belirttiği gibi, PGIS'nin temel amacı kent içindeki otopark arama trafiğini azaltmak ve otoparklar üzerinde daha iyi bir dağıtım yapmaktır. Otopark arama trafiğinin azalması ile yoğunluğu azalan trafiğin birçok getirisi vardır. Bunları; hava kirliliğinin azalması (havaya salınan zararlı egzoz dumanı), yakıt tüketiminin azalması, yoğun trafiğin vatandaşlar üzerinde oluşturduğu stresin azalması, daha hızlı ulaşım, vakitten tasarruf sağlanması vb. şeklinde sıralamıştır [41].

Bununla birlikte, bir PGIS uygulamasının maliyeti nispeten yüksek olabilmektedir. Hollanda'da bulunan büyük belediyelerin çoğu geçmişte bir PGIS uygulamıştır ancak PGIS'nin trafik performansı üzerindeki etkileri üzerine değerlendirme çalışmaları yapmamıştır. Orta büyüklükteki belediyeler (60.000 - 100.000 nüfuslu), PGIS'nin uygulanmasının getireceği faydaların, yüksek maliyetleri karşılamasının zor olacağını düşünmekte ancak beklenen etkileri kesin olarak bilinmemektedir [41].



Şekil 5.4. Sürücülerin PGIS'yi seçim akışı [41]

PGIS'nin uygulanmasına ilişkin değerlendirme çalışmalarında zorluklar yaşanmış olmasına rağmen, PGIS tabelalarında yer alan bilgilerin kullanımını araştıran çok alanlı çalışmalar birçok ilde gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları, PGIS işaretinde gösterilen bilgilerin bir parçası olan araba park yerinde park etmiş araba sürücüleri arasında yapılan anketlerden oluşmuştur. Farklı çalışmalar karşılaştırılabilir sonuçlar vermektedir:

- Hafta içi, PGIS işaretinin 'özgün' park yeri dolduğunu gösterdiği için park yerini değiştiren sürücülerin miktarı % 10'dan % 16'ya çıkmıştır
- Pazar günleri bu oran % 15'den % 18'e çıkmıştır
- PGIS işaretinde gösterilen bilgi çevredeki belediyelerin alış-veriş trafiği ve az ziyaret edilen yerleri için genellikle kullanılırken; araba sürücülerinin alışlagelmiş davranışları PGIS işaretlerinden biraz etkilenmiştir
- Pazar günleri sık olmayan ziyaret trafiğinin daha yüksek payı, bir PGIS'de görüntülenen bilgilere dayanarak park yerini değiştiren otomobil sürücülerinin oranının yükselmesine neden olmuştur [41].

Küçük ağlar üzerinde PGIS aracının işlevselliğini doğrulamak için testler gerçekleştirilmiştir. Test çoğunlukla aracın amaçlanan şekilde işleyip işlemediğini kontrol etmek için yapılmıştır. Bazı küçük ayarlamalar yapıldıktan sonra PGIS aracı daha büyük bir ağa uygulanmıştır: Den Helder modeli. Şu anda Den Helder Belediyesi PGIS'nin uygulanmasını düşündüğü için Den Helder modeli seçilmiştir [41].

Geliştirilen PGIS aracı Den Helder modeline uygulanmış bir PGIS olsun ya da olmasın gelecekteki farkı simüle etmek için uygulanmıştır. PGIS aracının kurulumu (kontrol cihazlarının ve alternatif park yerlerinin konumu), Den Helder Belediyesi'ne danışılarak belirlenmiştir. PGIS işaretleri, orijinal park yerlerinin dolduğunu gösterdiğinde, park yerini değiştirecek araba sürücülerinin miktarı % 18'e ayarlanmıştır [41].

Sonuçların analizi için birçok trafik performansı göstergeleri analiz edilmiştir. Belli bir süre içinde toplanan verilere göre trafik performans göstergeleri üzerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Dolu otoparkların doluluk süreleri %19,8 düşmüştür, çünkü araç sürücülerinin bir kısmı alternatif park yerlerine yönlendirilmiştir. Şehir merkezindeki bir cadde içerisindeki toplam yolculuk süresi, dolu otoparklardaki bekleme sürelerinin azalması nedeniyle %4,3 oranında azalmıştır. Trafik yoğunluğunda önemli farklılıklar

bulunmazken, bunun ana sebebi PGIS'in olmadığı durumda yol şebekesinde tıkanıklık olmamasıdır [41].

Her iki örneği de incelediğimizde, bir otopark bilgi yönetim sisteminin kullanılmasının kent içi trafik yoğunluğunun azalmasına katkıda bulunduğu görülmektedir. Frankfurt kentinde sürücülerin yaklaşık %20'si sistemi kullanarak park yeri bulmuşken, Den Helder kentinde bu rakam yaklaşık %15 - %18 civarlarında olmuştur. Bu rakam şehirden şehire, birçok parametreye bağlı olarak değişebilmektedir.

5.6. Değerlendirme

Trafik tıkanıklığını önlemek ve şehir merkezlerinde konforlu bir sürüş sağlamanın önemli parametrelerinden biri olan otopark yönetimi için ülkemizde ve özellikle gelişmiş dünya ülkelerinde birçok uygulama mevcuttur. Otopark yönetimi, bir taraftan nesnel anlamda otoparkların doğru dizayn edilmesi, doğru konumlandırılması, otoparkın kapasitesi, yeterli miktarlara ulaşması vb. gibi yönleriyle ele alınması gerekirken, diğer bir taraftan teknolojik imkanlarla desteklenmesi ile birlikte bir bütün oluşturmaktadır. Her iki durum için de yapılan örnek teşkil edecek çalışmalar bulunmaktadır.

Nesnel tarafını ele aldığımızda, kanunlar ve yönetmeliklerle şehir merkezlerinde AVM, kamu binaları, belediye binaları, tesisler ve özel binaların bulundurması gereken otoparklar ve özellikleri belirlenmiştir. Belirlenen özelliklere sahip otoparklar yapılara dahil edilmedikçe yapı ruhsatı verilmemektedir.

Teknolojik tarafını ele aldığımızda, otopark içi araç yönetimi için araç algılayıcı sensörler ve yön gösteren tabelalar çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Otopark dışı araç yönetimi için web uygulamaları, mobil uygulamalar, dijital yön ve doluluk bilgisi veren levhalar birçok dünya ülkesinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu uygulamaların getirilerini erkenden tahmin edebilmek adına geliştirilen simülasyon uygulamaları belediyeler tarafından kullanılıp zarar-fayda durumlarını önceden görebilmeleri açısından önemlidir. Otoparkların şehrin coğrafi faktörlerine, nüfus yoğunluğuna, yer işgaline vb. faktörlere göre optimal fayda sağlamak amacıyla nasıl konumlandırılması gerektiğini simüle eden uygulamalar da kullanılmaktadır.



6. ANKARA KENT MERKEZİ İÇİN ÖRNEK BİR OKBS UYGULAMASI

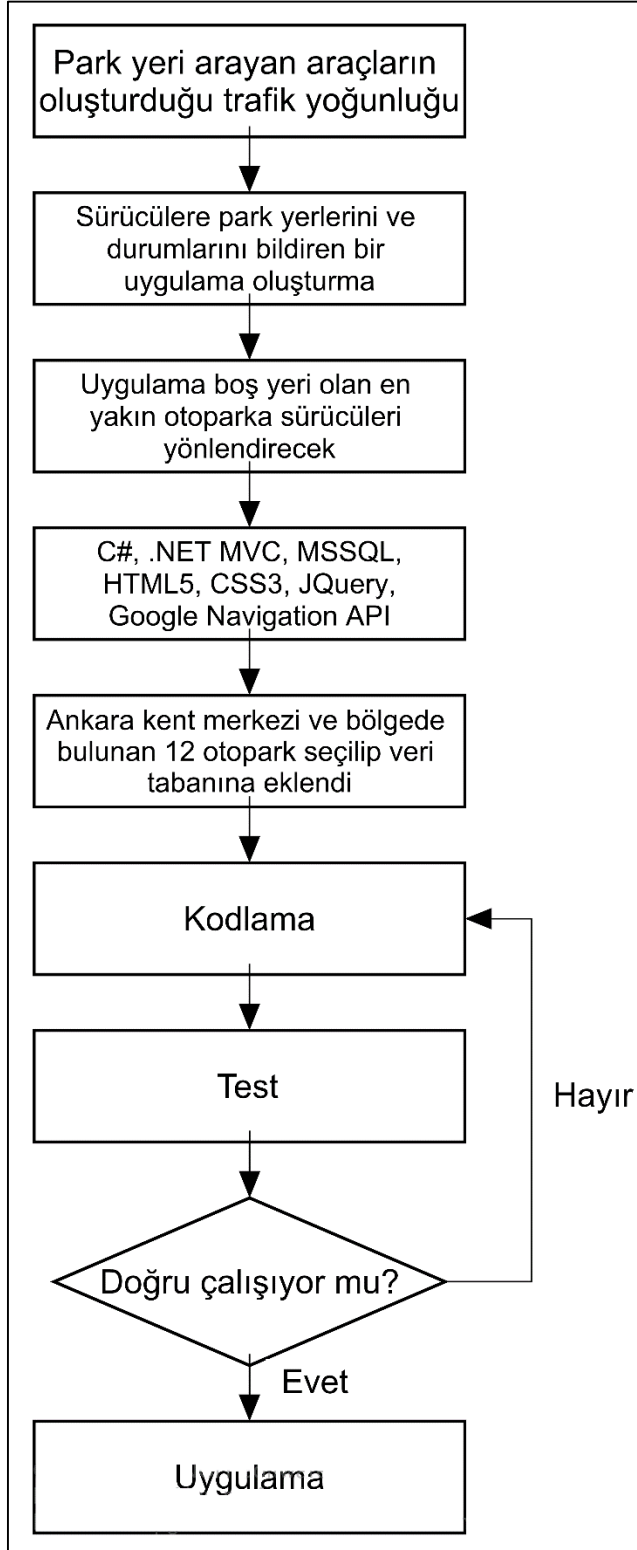
Sürücülerin mobil ya da internet olan herhangi bir cihazdan giriş yapıp en yakın otoparkları, boş ve dolu olan otoparkları, otoparklardaki dolu ve boş yer sayılarını görebilecekleri ve bulunduğu konuma en yakın olan otoparka çizilen rota yardımıyla ulaşabilecekleri bir web uygulaması tasarlanmıştır.

6.1. Uygulamanın Hazırlanışında İzlenen Yöntem



Şekil 6.1. Uygulamanın hazırlanış yöntemi

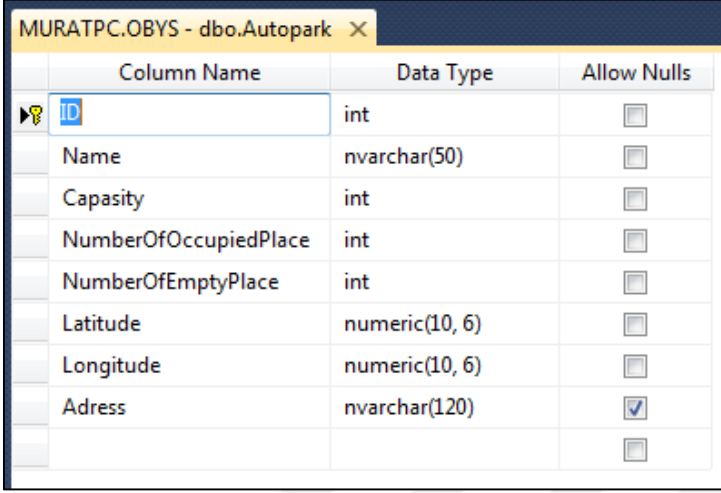
Uygulama hazırlanırken Şekil 6.1’ deki akış diyagramında gösterilen aşamalar sırasıyla uygulanmıştır. Bu aşamalara verilen cevaplar ve çözümler Şekil 6.2’ deki akış diyagramında gösterilmiştir.



Şekil 6.2. Uygulamanın hazırlanış yöntemine sunulan çözümler

6.2. Kullanılan Teknolojiler ve Kodlar

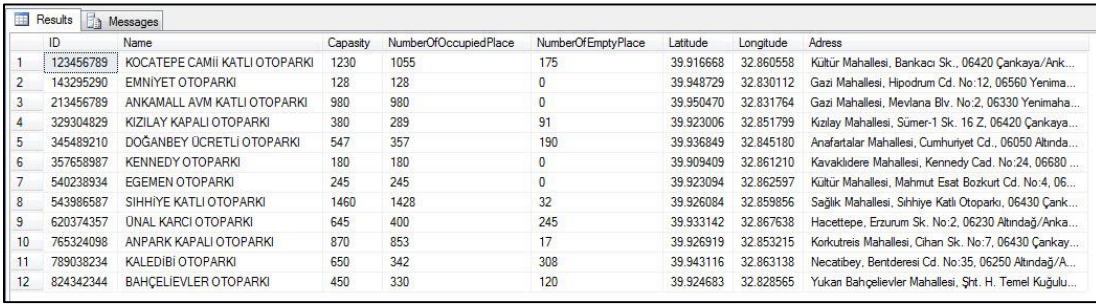
Öncelikle veri tabanının oluşturulması için Microsoft firmasının ürünü olan SQL Server 2012 Management Studio (SSMS) aracı kullanılarak Ulus, Kızılay, Bahçelievler ve Akköprü civarlarından seçilen 12 adet otoparkın bilgileri veri tabanına eklenmiştir.



Column Name	Data Type	Allow Nulls
ID	int	☐
Name	nvarchar(50)	☐
Capacity	int	☐
NumberOfOccupiedPlace	int	☐
NumberOfEmptyPlace	int	☐
Latitude	numeric(10, 6)	☐
Longitude	numeric(10, 6)	☐
Adress	nvarchar(120)	☒

Resim 6.1. Veri tabanı tablosu için ekran görüntüsü

Resim 6.1’ de görüldüğü üzere ‘Autopark’ adında bir tablo oluşturuldu. Tablomuzda ihtiyacımız dahilinde ID, Name, Capacity, Number Of Occupied Place, Number Of Empty Place, Latitude, Longitude ve Adress kolonları eklendi.

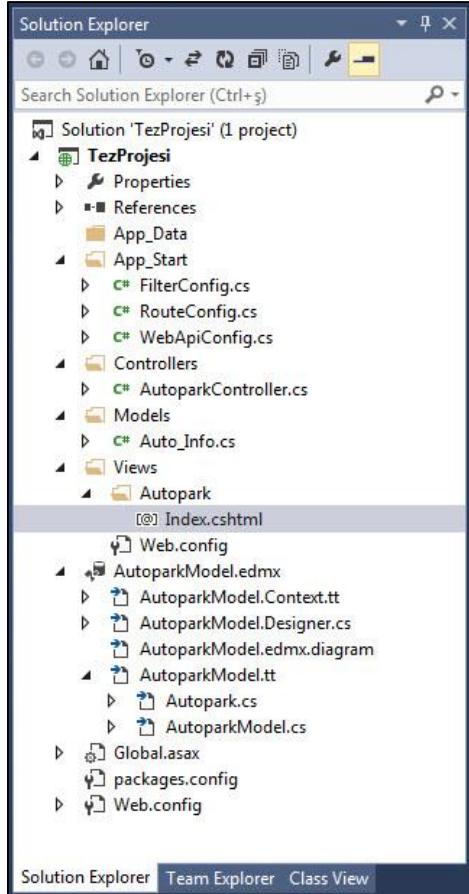


ID	Name	Capacity	NumberOfOccupiedPlace	NumberOfEmptyPlace	Latitude	Longitude	Adress
1	123456789 KOCATEPE CAMII KATLI OTOPARKI	1230	1055	175	39.916668	32.860558	Kültür Mahallesi, Bankacı Sk., 06420 Çankaya/Ank...
2	143295290 EMNİYET OTOPARKI	128	128	0	39.948729	32.830112	Gazi Mahallesi, Hipodrom Cd. No:12, 06560 Yenima...
3	213456789 ANKAMALL AVM KATLI OTOPARKI	980	980	0	39.950470	32.831764	Gazi Mahallesi, Mevlana Blv. No:2, 06330 Yenima...
4	329304829 KIZILAY KAPALI OTOPARKI	380	289	91	39.923006	32.851799	Kızılay Mahallesi, Sümer-1 Sk. 16 Z. 06420 Çankaya...
5	345489210 DOĞANBEY ÜCRETİ OTOPARKI	547	357	190	39.936849	32.845180	Anafartalar Mahallesi, Cumhuriyet Cd., 06050 Altında...
6	357658987 KENNEDY OTOPARKI	180	180	0	39.909409	32.861210	Kavaklıdere Mahallesi, Kennedy Cad. No:24, 06680 ...
7	540238934 EGEMEN OTOPARKI	245	245	0	39.923094	32.862597	Kültür Mahallesi, Mahmut Esat Bozkurt Cd. No:4, 06...
8	543986587 SİHİYE KATLI OTOPARKI	1460	1428	32	39.926084	32.858856	Sağık Mahallesi, Sıhhiye Katli Otoparkı, 06430 Çank...
9	620374357 UNAL KARCI OTOPARKI	645	400	245	39.933142	32.867638	Hacıtepe, Erzurum Sk. No:2, 06230 Altındağ/Ank...
10	765324098 ANPARK KAPALI OTOPARKI	870	853	17	39.926919	32.853215	Korkutreis Mahallesi, Çihan Sk. No:7, 06430 Çankay...
11	789038234 KALEDİBİ OTOPARKI	650	342	308	39.943116	32.863138	Necatibey, Bentderesi Cd. No:35, 06250 Altındağ/A...
12	824342344 BAĞÇELİEVLER OTOPARKI	450	330	120	39.924683	32.828565	Yükarı Bahçelievler Mahallesi, Şht. H. Temel Kuşulu...

Resim 6.2. Tabloya eklenen veriler için ekran görüntüsü

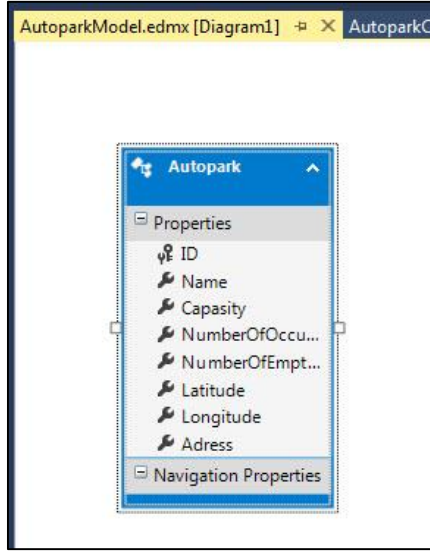
Daha sonra belirlediğimiz otoparkların bilgileri girildi. Otoparkların kapasitesi, otoparklarda bulunan boş yer sayıları ve dolu yer sayıları, projemizin düzgün çalışması açısından bazıları dolu bazıları da boş olacak şekilde belirlendi.

Veri tabanımızı oluşturduktan sonra sıra web uygulamasını kodlamak için kullanacağımız araca gelmektedir. Bunun için de yine Microsoft firmasının ürünü olan Visual Studio 2013 (VS) aracı kullanılmıştır. VS’de proje oluşturulurken ASP.NET MVC web projesi seçilip, ‘TezProjesi’ adında bir proje oluşturulmuştur. Veri tabanının projeye ekleyip kullanabilmesi için ‘Entity Framework (EF)’ aracı kullanılmıştır.



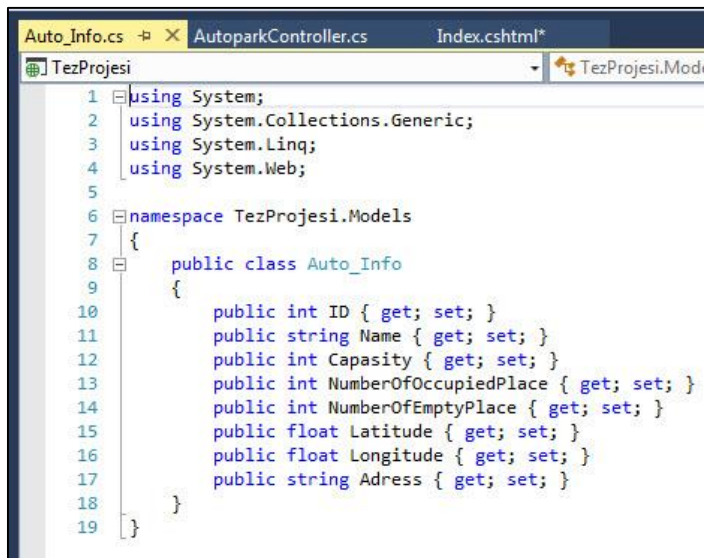
Resim 6.3. VS’da oluşturulan TezProjesi isimli projenin genel görünüşü

EF, .NET platformunda veri tabanı ile nesneye yönelik programlama arasında ilişki kuran nesne ilişkisel haritalama (ORM – Object Relational Mapping) aracıdır. Yani veri tabanı tablolarımızı ve tabloda oluşturulan kolonları C# (C Sharp)’ta kullanabilen sınıflara çeviren araçtır. EF aracının ismi Resim 6.3’de görüldüğü üzere AutoparkModel.edmx’tir. Dosyanın görünüşü;



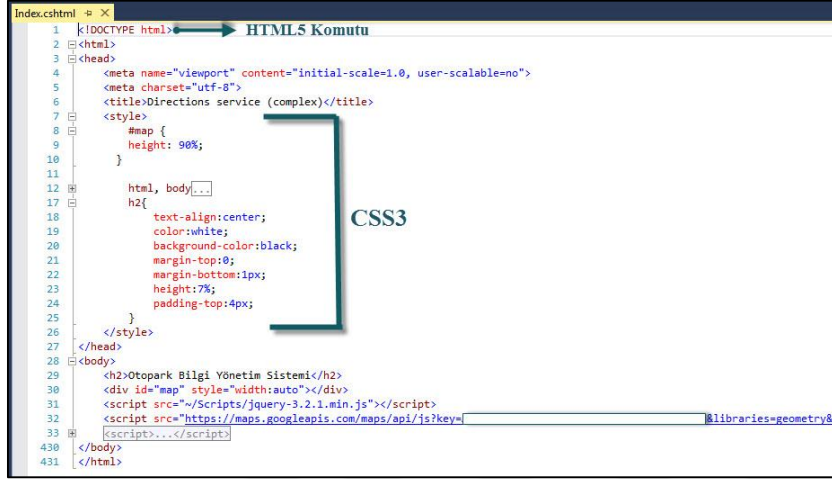
Resim 6.4. AutoparkModel.edmx

MVC (Model-View-Controller), yazılan uygulamanın iş mantığı ile (business logic) kullanıcı arayüzünü (user interface) birbirinden ayıran, uygulamanın farklı amaçlara hizmet eden kısımlarının birbiriyle karışmasını engelleyen bir tasarım kalıbıdır. Yani; kodlama yaparken sunucu tarafında çalışan kodlarla tarayıcı tarafında, kullanıcıya sunulan görüntünün tasarlandığı, kodların birbirlerinden ayrılmasını sağlayan bir tasarımdır. Bu da kodlama yaparken daha esnek ve rahat bir kullanım sunar. ‘Model’ veri tabanının VS’de modellenmiş halidir, veri tabanı nesnelerinin oluşturulduğu katmandır, ‘View’ kullanıcı arayüzünün oluşturulduğu katmandır, ‘Controller’ ise veri tabanımızla kullanıcı arayüzü arasındaki ilişkilerin belirlenmesini sağlayan katmandır.



Resim 6.5. Model katmanı olan ‘Auto_Info.cs’ sınıfımız

EF aracının oluşturduğu modelin kullanılabilmesi için Resim 6.5’deki sınıf oluşturulmuştur. Dosyada görüldüğü gibi veri tabanında oluşturulan tablodaki bütün kolonlar veri tiplerine uygun olarak tanımlanmıştır. Verilerin alınıp işlenebilmesi için bütün verilere { get; set; } özelliği eklenmiştir.



Resim 6.6. View katmanı olan ‘Index.cshtml’

Uygulamanın kullanıcıya sunulmasını sağlayan katman olan ‘View’ katmanının altına oluşturulan ‘Index.cshtml’, Resim 6.6’da görüldüğü gibi HTML5 ve CSS3 teknolojileri kullanılarak yazılmıştır.



Resim 6.7. ‘Index.cshtml’ sayfamızda kullandığımız kütüphane ve hizmet

Index dosyasının içine sayfada harita gösterebilmek ve üzerinde işlemler yapabilmek için ‘Google Map API’ hizmeti ve ‘jQuery’ kütüphanesi eklenmiştir.

6.2.1. Google map API

API (Application Programming Interface – Uygulama Programlama Arayüzü); bir uygulamaya ait yeteneklerin başka bir uygulamada kullanılması için, yeteneklerini paylaşan uygulamanın sağladığı arayüzdür. Google, Twitter, Facebook, LinkedIn vb. büyük uygulamalar; kullanıcı girişi yapma, twit atma, herhangi bir şey paylaşma, harita

paylaşma... gibi bazı özelliklerini diğer web siteleri ve uygulamaların kullanması için API arayüzleri sağlamaktadır.

Google Map API ise, tam da bu amaçla Google firmasının web geliştiricilerinin kullanımına sunduğu haritalama arayüzüdür. Bu arayüz aracılığıyla Google haritası ve bu haritadaki özellikler tasarlanan web sayfası ve uygulamada kullanılabilir.

Bu uygulamada da harita ekleme ve harita üzerinde yapmamız gereken işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için Google Map API kullanılmıştır.

6.2.2. JQuery

JQuery, bir Javascript kütüphanesidir. Javascript ise; Netscape firması tarafından geliştirilen bir script dilidir. Javascript'in birden fazla kullanım alanı olsa da, yaygın olarak web tarayıcılarında kullanılmakta olan etkileşimli ve dinamik bir programlama dilidir. Javascript, sunucu tarafına gitmeye gerek kalmadan, yapmak istediğimiz bir çok işlemi istemci tarafında yapılmasına imkan verir. Bu da daha hızlı çalışan ve kullanıcı dostu olan web sayfaları tasarlanmasını sağlar. JQuery; javascript dilinin yazılmasını kolaylaştıran, yazılımcıların daha hızlı script kodları yazmasını sağlayan bir kütüphanedir.

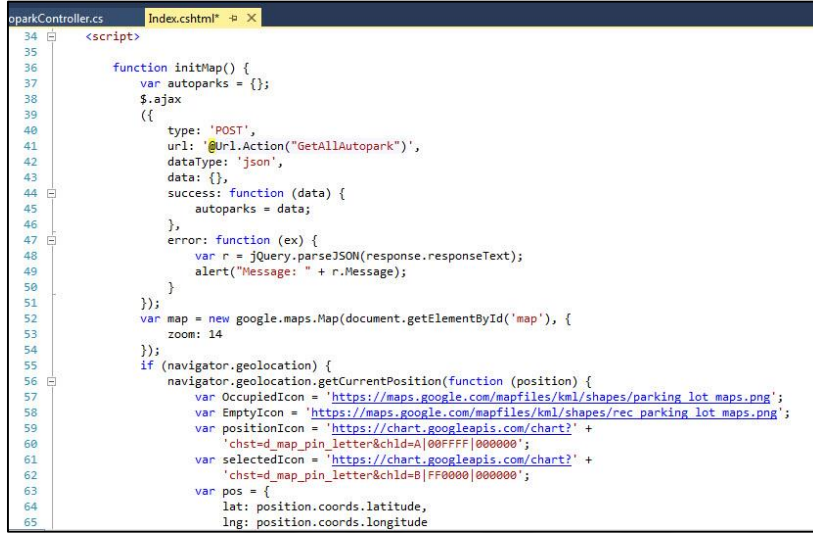
6.2.3. Kodlar

Resim 6.7’de kapalı olarak görünen ‘script’ etiketinin (tag) içine yazılmış kodlar verilmektedir. Uygulamada, 10 adet script kod yazılmıştır.

Script kod 1

Sayfa ilk yüklendiğinde çalışacak olan ‘InitMap’ fonksiyonu yazılmıştır. Fonksiyonun içine veri tabanından çekilen verilerin Index sayfasında kullanılmasını sağlamak için bir AJAX (Asynchronous JavaScript and XML - Eşzamansız JavaScript ve XML) çağrısı yapılmıştır. AJAX; bütün sayfayı tekrar yüklemeyen, sadece gerekli olan veriyi dinamik olarak ekrana getirmek ya da ekrandan alınan veriyi sunucuya göndermek için kullanılan bir tekniktir. AJAX çağrısıyla getirilen otopark verileri, ‘autopark’ adındaki değişkene atılıp kullanıma hazır hale getirilmiştir. Haritada yapılan bir çok işlem bu fonksiyonun içinde yazılmış olsa da, konumu alma ve haritada gösterme, boş otoparkları listeleme, dolu otoparkları

listeleme, konumumuzla otoparklar arasındaki mesafe ve süreleri hesaplama, bu sürelerin içinden en az olanı seçme gibi işlemler InitMap fonksiyonunun dışında ayrı ayrı fonksiyonlar olarak tasarlanmıştır.



```

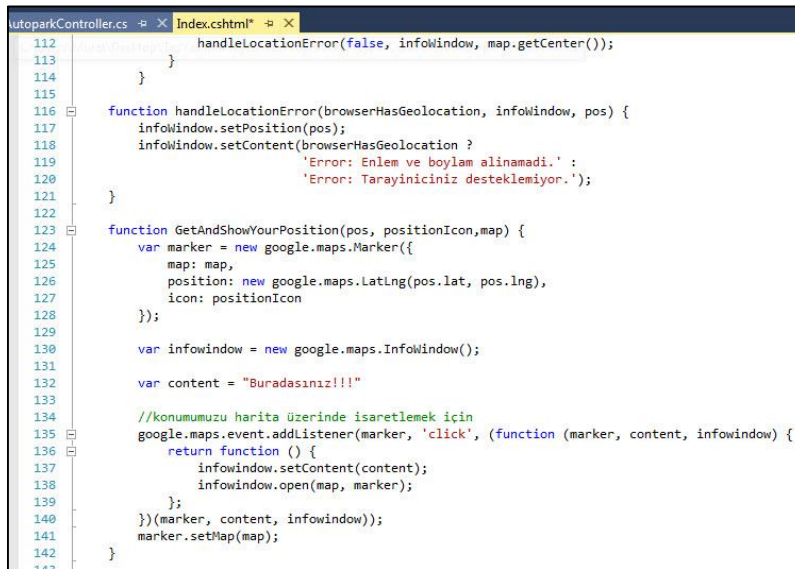
34 <script>
35
36 function initMap() {
37     var autparks = {};
38     $.ajax
39     (
40         {
41             type: 'POST',
42             url: '@Url.Action("GetAllAutopark")',
43             dataType: 'json',
44             data: {},
45             success: function (data) {
46                 autparks = data;
47             },
48             error: function (ex) {
49                 var r = jQuery.parseJSON(response.responseText);
50                 alert("Message: " + r.Message);
51             }
52         });
53     var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
54         zoom: 14
55     });
56     if (navigator.geolocation) {
57         navigator.geolocation.getCurrentPosition(function (position) {
58             var OccupiedIcon = 'https://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/parking_lot_maps.png';
59             var EmptyIcon = 'https://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/rec_parking_lot_maps.png';
60             var positionIcon = 'https://chart.googleapis.com/chart?' +
61                 'chst=d_map_pin_letter&chld=A|00FFFF|000000';
62             var selectedIcon = 'https://chart.googleapis.com/chart?' +
63                 'chst=d_map_pin_letter&chld=B|FF0000|000000';
64             var pos = {
65                 lat: position.coords.latitude,
66                 lng: position.coords.longitude
67             };

```

Resim 6.8. Script kodları 1

Script kod 2

‘GetAndShowYourPosition’ fonksiyonu yazılarak, sayfa yüklendiğinde bulunan konumun enlem ve boylam bilgilerini alıp, konumun harita üzerinde bir marker (işaretleyici) yardımıyla gösterilmesi sağlanmıştır.



```

112 handleLocationError(false, infowindow, map.getCenter());
113 }
114 }
115
116 function handleLocationError(browserHasGeolocation, infowindow, pos) {
117     infowindow.setPosition(pos);
118     infowindow.setContent(browserHasGeolocation ?
119         'Error: Enlem ve boylam alınamadı.' :
120         'Error: Tarayıcınız desteklemiyor.');
```

```

121 }
122
123 function GetAndShowYourPosition(pos, positionIcon, map) {
124     var marker = new google.maps.Marker({
125         map: map,
126         position: new google.maps.LatLng(pos.lat, pos.lng),
127         icon: positionIcon
128     });
129
130     var infowindow = new google.maps.InfoWindow();
131
132     var content = "Buradasınız!!!"
133
134     //konumumuzu harita üzerinde işaretlemek için
135     google.maps.event.addListener(marker, 'click', (function (marker, content, infowindow) {
136         return function () {
137             infowindow.setContent(content);
138             infowindow.open(map, marker);
139         };
140     })(marker, content, infowindow));
141     marker.setMap(map);
142 }

```

Resim 6.9. Script kodları 2

Script kod 3

Bulunulan konumdan otoparklara olan uzaklıkların hesaplanması için Resim 6.10'da görülen 'GetDistanceOfDestinations' fonksiyonu yazılmıştır. Fonksiyonun içinde Google Direction API' nin 'getDistanceMatrix' adlı servisi yardımıyla mevcut konumun otoparklara olan uzaklıkları ayrı ayrı hesaplanmıştır.

```

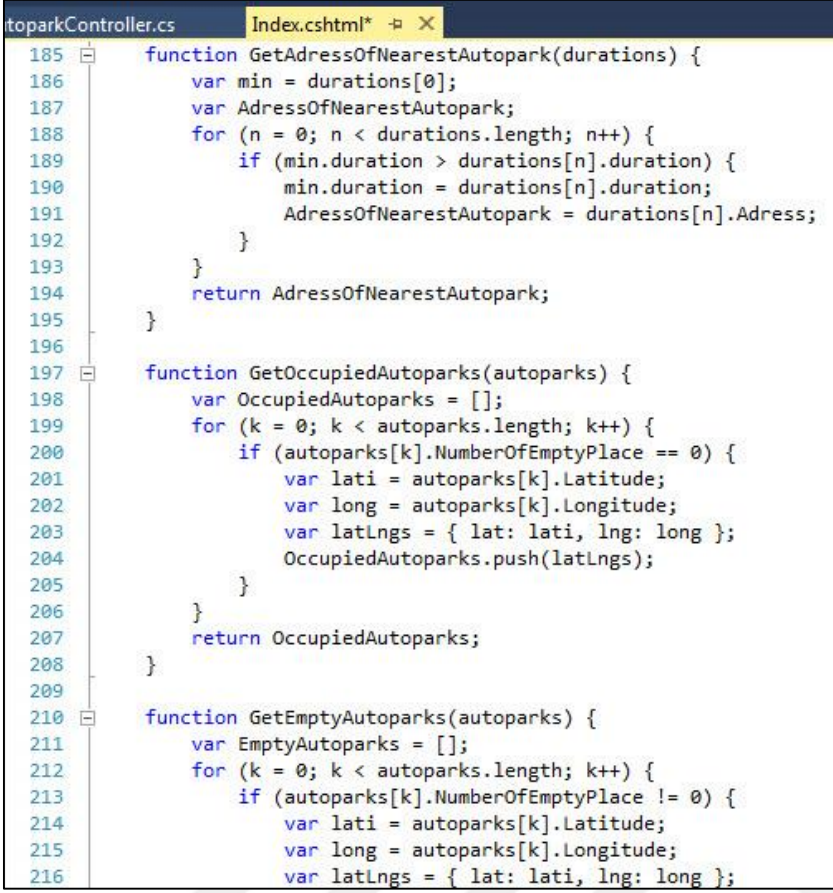
142 }
143
144 function GetDistancesOfDestinations(pos, autoparks, bounds, OccupiedIcon, EmptyIcon, map) {
145     var EmptyAutoparks = [];
146     var positionArray = [];
147     var durations = [];
148     EmptyAutoparks = GetEmptyAutoparks(autoparks);
149     var geocoder = new google.maps.Geocoder;
150     var service = new google.maps.DistanceMatrixService;
151     positionArray.push(pos);
152     service.getDistanceMatrix({
153         origins: positionArray,
154         destinations: EmptyAutoparks,
155         travelMode: 'DRIVING',
156         unitSystem: google.maps.UnitSystem.METRIC,
157         avoidHighways: false,
158         avoidTolls: false
159     }, function (response, status) {
160         if (status !== 'OK') {
161             alert('Error was: ' + status);
162         } else {
163             for (m = 0; m < response.rows[0].elements.length; m++) {
164                 durations.push({"duration":response.rows[0].elements[m].duration.value,"Adress":response.destinationAddresses[m], "distance":response
165             }
166             var AdressOfNearestAutopark = GetAdressOfNearestAutopark(durations);
167             var LatOfNearestAutopark, LngOfNearestAutopark;
168             for (h = 0; h < autoparks.length; h++) {
169                 if (autoparks[h].Adress == AdressOfNearestAutopark) {
170                     LatOfNearestAutopark = autoparks[h].Latitude;
171                     LngOfNearestAutopark = autoparks[h].Longitude;
172                     break;
173                 }
174             }
175         }
176     });
177 }

```

Resim 6.10. Script kodları 3

Script kod 4

Resim 6.11'de görülen 'GetAdressOfNearestAutopark' fonksiyonu yazılmıştır. Bu fonksiyon ile, Resim 6.10'da hesaplanmış olan konum ile otoparklar arasındaki mesafeler tek tek kontrol edilip en kısa olan mesafe bulunarak, en yakın otoparkın adres bilgisinin alınması sağlanmıştır.



```

185 function GetAddressOfNearestAutopark(durations) {
186     var min = durations[0];
187     var AdressOfNearestAutopark;
188     for (n = 0; n < durations.length; n++) {
189         if (min.duration > durations[n].duration) {
190             min.duration = durations[n].duration;
191             AdressOfNearestAutopark = durations[n].Adress;
192         }
193     }
194     return AdressOfNearestAutopark;
195 }
196
197 function GetOccupiedAutoparks(autoparks) {
198     var OccupiedAutoparks = [];
199     for (k = 0; k < autoparks.length; k++) {
200         if (autoparks[k].NumberOfEmptyPlace == 0) {
201             var lati = autoparks[k].Latitude;
202             var long = autoparks[k].Longitude;
203             var latLngs = { lat: lati, lng: long };
204             OccupiedAutoparks.push(latLngs);
205         }
206     }
207     return OccupiedAutoparks;
208 }
209
210 function GetEmptyAutoparks(autoparks) {
211     var EmptyAutoparks = [];
212     for (k = 0; k < autoparks.length; k++) {
213         if (autoparks[k].NumberOfEmptyPlace != 0) {
214             var lati = autoparks[k].Latitude;
215             var long = autoparks[k].Longitude;
216             var latLngs = { lat: lati, lng: long };

```

Resim 6.11. Script kodları 4

Script kod 5 ve 6

Resim 6.11’de görünen ‘GetOccupiedAutoparks’ ve ‘GetEmptyAutoparks’ fonksiyonları yazıldı. Bu fonksiyonlar ile veri tabanından gelen otoparklardan hangilerinin boş hangilerinin dolu olduğu bilgisinin alınması sağlanmıştır.

Script kod 7

Gereken bilgiler hesaplandıktan sonra en yakın boş olan otoparka rota çizmek için Resim 6.12’de görülen ‘Route’ fonksiyonu yazılmıştır. Alınan bilgiler ‘calculateAndDisplayRoute’ fonksiyonuna gönderilmiş ve en yakın olan otoparka yol çizilmiştir.


```

toparkController.cs      Index.cshtml*  X
401
402 function Route(data,map){
403     var directionsService = new google.maps.DirectionsService;
404     var directionsDisplay = new google.maps.DirectionsRenderer();
405
406     directionsDisplay.setMap(map);
407     directionsDisplay.setOptions({ suppressMarkers: true });
408
409     calculateAndDisplayRoute(directionsService, directionsDisplay, data);
410 }
411
412 function calculateAndDisplayRoute(directionsService, directionsDisplay, data){
413
414     directionsService.route({
415         //Başlangıç noktası
416         origin: { lat: data[0].enlem, lng: data[0].boylam },
417         //Bitiş noktası
418         destination: { lat: data[1].enlem, lng: data[1].boylam },
419         optimizeWaypoints: true,
420         //Rota üzerindeki hesaplamaların neye göre yapılacağı (yürüyüş,araç,bisiklet)
421         travelMode: google.maps.TravelMode.DRIVING
422     }, function (response, status) {
423         if (status === google.maps.DirectionsStatus.OK) {
424             directionsDisplay.setDirections(response);
425         } else {
426             window.alert('Rota çizilemedi ' + status);
427         }
428     });
429 }

```

Resim 6.12. Script kodları 5

Script kod 8

Harita açılıp en yakın otoparka yol çizildikten sonra, sürücünün herhangi bir nedenle başka bir otoparka gitmek istemesi mümkündür. Bu durumdaki sürücülere yol gösterebilmek için Resim 6.13’de görülen ‘goSelectedAutopark’ fonksiyonu yazılmıştır. Bu fonksiyon ile sürücünün sistemin otomatik seçtiği en yakın otopark dışında herhangi bir otoparkın ikonunun üzerine tıklayıp açılan bilgi ekranındaki ‘GİT’ tuşuna basması ile seçilen bu otoparka rota çizilmesi sağlanmıştır.

```

Index.cshtml  X
238
239
240 function goSelectedAutopark(allAutoparks, selectedAutoparkId) {
241     var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
242         zoom: 14
243     });
244     if (navigator.geolocation) {
245         navigator.geolocation.getCurrentPosition(function (position) {
246             var OccupiedIcon = 'https://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/parking_lot_maps.png';
247             var EmptyIcon = 'https://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/rec_parking_lot_maps.png';
248             var positionIcon = 'https://chart.googleapis.com/chart?' +
249                 'chst=d_map_pin_letter&chld=A|00FFFF|000000';
250             var selectedIcon = 'https://chart.googleapis.com/chart?' +
251                 'chst=d_map_pin_letter&chld=B|FF0000|000000';
252             var pos = {
253                 lat: position.coords.latitude,
254                 lng: position.coords.longitude
255             };
256             var bounds = new google.maps.LatLngBounds();
257             var EmptyAutoparks = [];
258             var positionArray = [];
259             var selectedAutopark = {};
260             var marker = new google.maps.Marker({
261             });
262             var gitFunctionVariables;
263             GetAndShowYourPosition(pos, positionIcon, map);
264             for(a=0; a< allAutoparks.length; a++){
265                 if (allAutoparks[a].Id == selectedAutoparkId) {
266                     selectedAutopark = allAutoparks[a];
267                     break;
268                 }
269             }

```

Resim 6.13. Script kodları 6

Script kod 9

Şimdiye kadar hep bulunulan konumdan otoparklara rota çizmek için yazılan kodlardan bahsedilmiştir. Resim 6.14’de görülen kod parçası ile sürücünün bulunduğu konum dışında haritadaki herhangi bir noktaya tıklayarak o noktayı başlangıç noktası olarak seçmesi sağlanmıştır. Böylelikle haritadaki herhangi bir noktadan otoparklarımıza olan mesafeler tekrardan hesaplanıp, seçilen noktaya en yakın olan otoparka rota çizilmesi sağlanmıştır.

```

67
68 // haritadaki bir noktaya tıklandığında, tıklanan noktadan başlayarak en yakın otoparka yol çizmek için
69 google.maps.event.addListener(map, "click", function (event) {
70     var selectedMap = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
71         zoom: 14
72     });
73     var lati = event.latLng.lat();
74     var lngu = event.latLng.lng();
75     var selectedPos = {
76         lat: lati,
77         lng: lngu
78     };
79     var content = '<div class="info_content" style="text-align:center;">' +
80         '<h3>' + '<span style="font-weight:bold;"> Seçilen Konum!!! </span>' + '</h3>' + '<hr>' +
81         '<p>' + '<span style="font-weight:bold;">Tekrar kendi konumunuza dönmek için aşağıdaki düğmeye tıklayınız. </span>' + '</p>' + '<hr>' +
82         '<input type="button" onclick="window.location.reload(false)" value="Konuma Dön" style="margin:auto;background-color:#c4f1fe;font-weig
83     var infowindow = new google.maps.InfoWindow();
84     place = new google.maps.LatLng(lati, lngu);
85     marker = new google.maps.Marker({
86         position: place,
87         map: selectedMap,
88         icon: selectedIcon
89     });
90     google.maps.event.addListener(marker, 'click', (function (marker, content, infowindow) {
91         return function () {
92             infowindow.setContent(content);
93             infowindow.open(selectedMap, marker);
94         };
95     })(marker, content, infowindow));
96     alert("Bulunduğunuz konumdan farklı bir konum seçtiniz!!!");
97     GetDistancesOfDestinations(selectedPos, autoparks, bounds, OccupiedIcon, EmptyIcon, selectedMap);
98 });

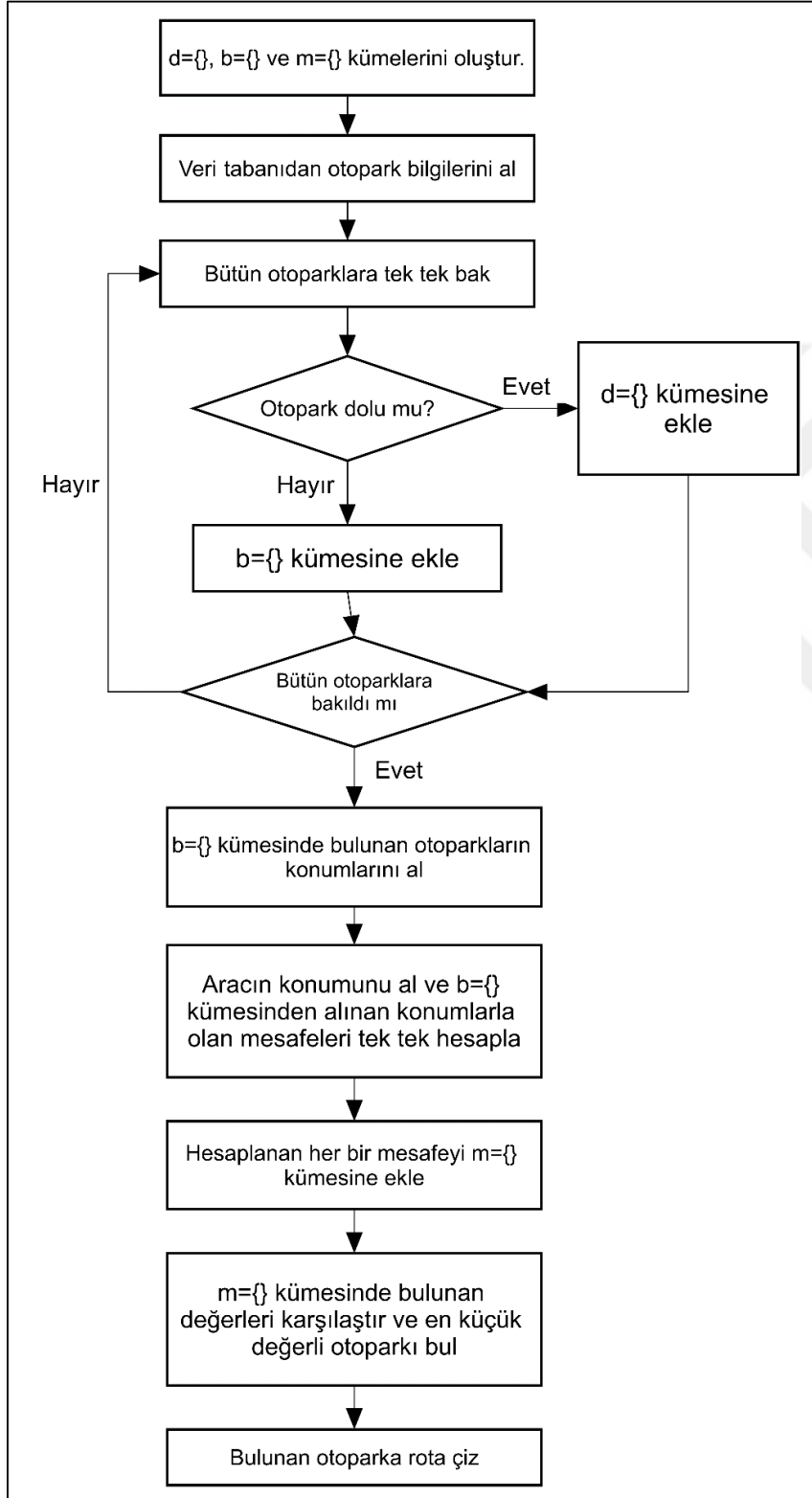
```

Resim 6.14. Script kodları 7

Script kod 10

Son olarak, haritadaki otoparkları işaretlemek ve bu işaretlere tıklandığında bilgi ekranı açmak için Resim 6.15’de görülen ‘showMarkers’ fonksiyonu yazılmıştır. Bu fonksiyon ile kullanıcının herhangi bir işaretçiye tıkladığında otoparkın adı, dolu yer sayısı, boş yer sayısı, mesafesi ve varış süresi bilgilerinin kullanıcıya gösterilmesi sağlanmıştır.

Hazırlanan uygulamanın çalışma mantığı genel hatlarıyla Şekil 6.3’ de sırayla belirtilmiştir. Şekil 6.4’ te ise uygulamanın otoparka rota çizimine kadar geçen aşamalar sırasıyla gösterilmiştir.



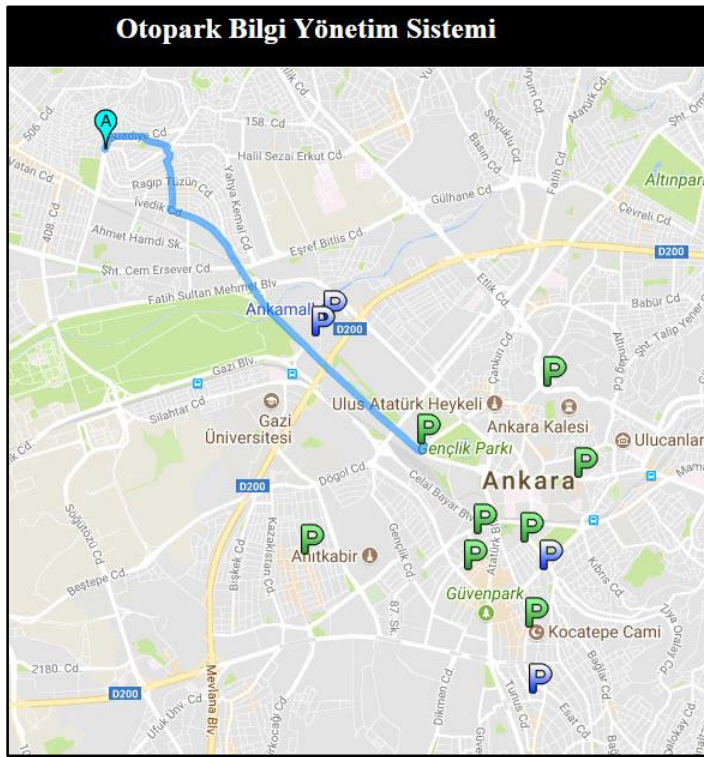
Şekil 6.4. Uygulamanın otoparka rota çizmesi

6.4. Uygulama

Geliştirilen uygulama, 5 adımda açıklanmaktadır:

Adım 1

Ekran ilk açıldığında konum bilgisi ve otopark bilgileri üzerinden gerekli hesaplamalar yapılarak en yakın boş olan otoparka sürücünün yönlendirilmesi sağlanmak için rota çizilmektedir.



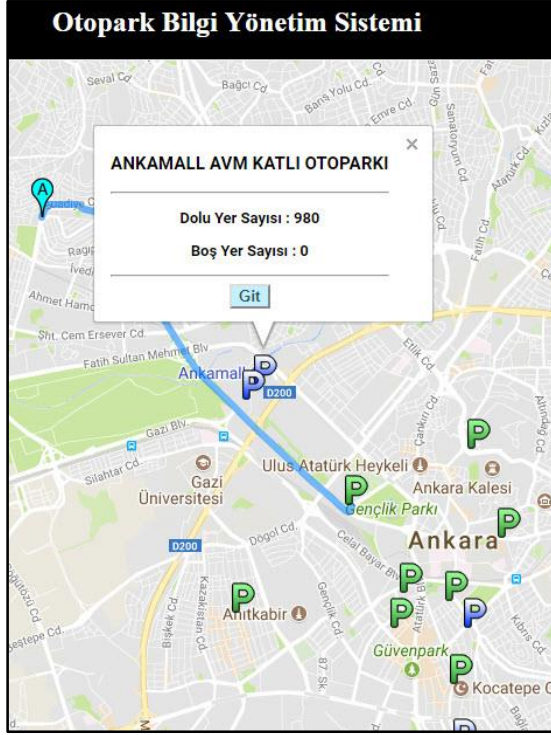
Resim 6.16. Uygulama ilk açıldığında gelen ekran görüntüsü

Resim 6.16’da görüldüğü gibi, en yakın boş otoparka rota çizilmiş durumdadır. Bu şekildeki açık mavi olan ‘A’ işaretçisi sürücünün konumunu, yeşil renkli ‘P’ işaretleri boş olan otoparkları ve mavi renkli ‘P’ işaretleri ise dolu olan otoparkları göstermektedir.

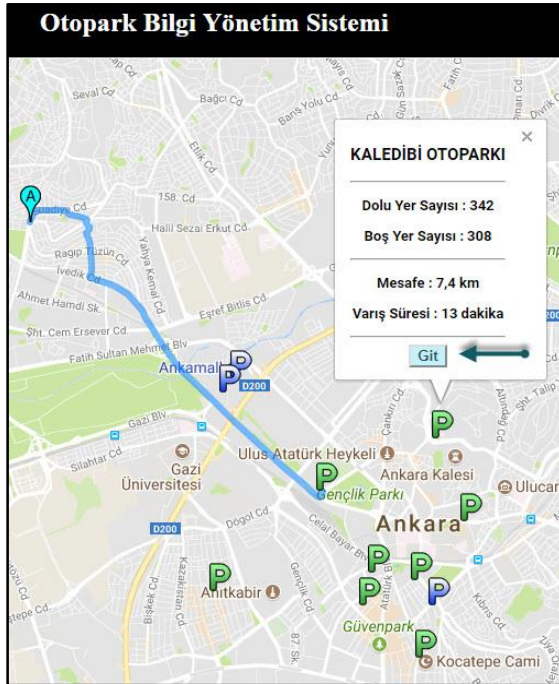
Adım 2

Dolu olan otoparklardan birinin işaretçisine tıklandığında Resim 6.17’de görüldüğü gibi dolu olan otoparkın adı, dolu yer sayısı ve boş yer sayısı bilgileri, Resim 6.18’de

görüldüğü gibi ise boş olan otoparkın adı, dolu yer sayısı, boş yer sayısı, mesafe ve varış süresi bilgilerinin yanı sıra seçilen otoparka gitmek istenilmesi durumunda her iki otopark grubu için de otoparka rota çizmek için ‘GİT’ butonu eklenmiştir



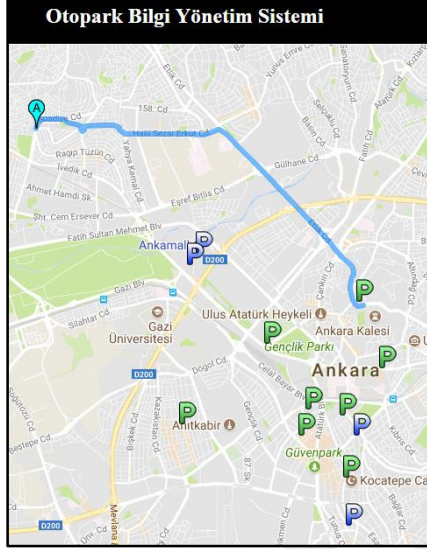
Resim 6.17. Mavi ‘P’ işaretçisi bilgi ekranı



Resim 6.18. Yeşil ‘P’ işaretçisi bilgi ekranı

Adım 3

Resim 6.18’ deki ‘GİT’ butonuna tıklandığında; Resim 6.19’daki gibi seçilen otoparka yeni rota çizilmiştir.

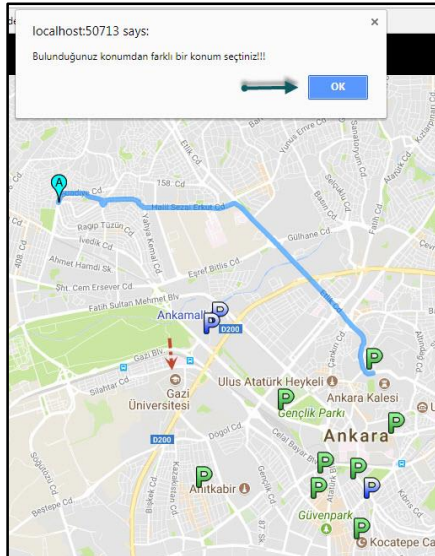


Resim 6.19. Başka bir otopark seçildiğinde rotanın çizilmesi

Adım 4

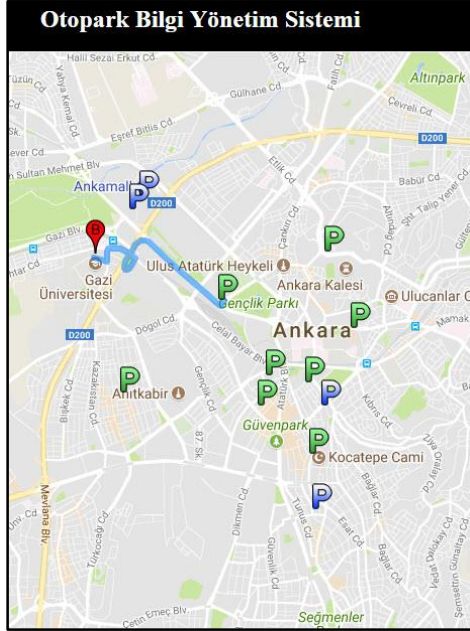
Harita üzerinde farklı bir konum seçilmek istendiğinde seçmek istenilen yere tıklanır.

Resim 6.20’de kırmızı okla gösterilen Gazi Üniversitesi konumuna tıklanmıştır.



Resim 6.20. Farklı bir konum seçilmesi

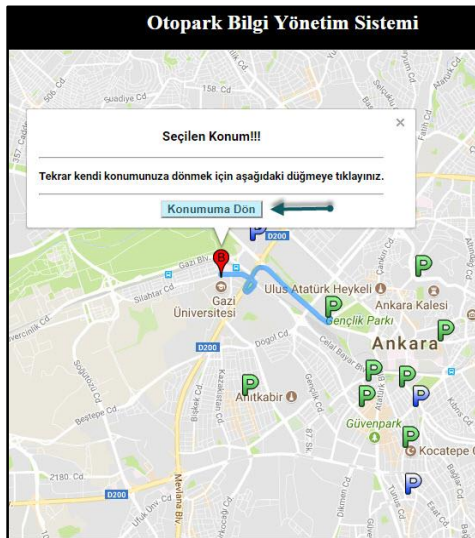
Resim 6.20'deki konuma tıklandığında başlangıç noktası tıklanan konum olarak seçilip yeniden otoparkların konumlarıyla olan mesafeleri hesaplanarak en yakın boş olan otoparka Resim 6.21'deki gibi yeni bir rota çizilir.



Resim 6.21. Seçilen konumdan rota çizilmesi

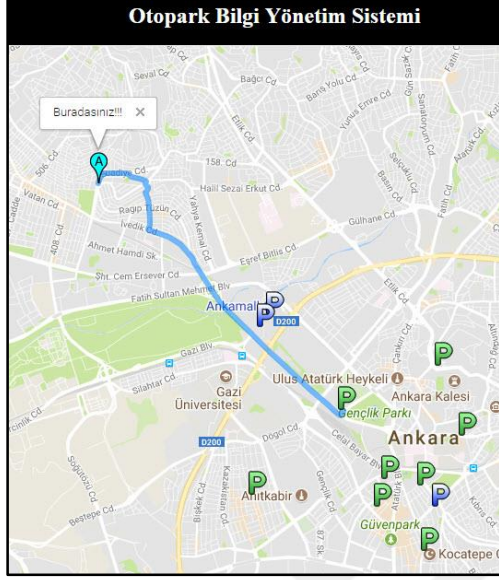
Adım 5

Seçilen konumun işaretçisine tıklandığında açılan bilgi ekranında tekrar kendi konumuna dönmek için 'Konumuma Dön' adında bir düğme bulunmaktadır.



Resim 6.22. Seçilen konumun bilgi ekranı

Resim 6.22'deki 'Konumuma Dön' düğmesine tıklandığında ise tekrardan mevcut konum başlangıç noktası olarak seçilerek ekran ilk yüklendiğindeki gibi en yakın otoparka rota çizme işlemi yapılır.



Resim 6.23. Uygulama tekrar ilk yüklendiği haline döner



7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada geliştirmek istediğimiz otopark kılavuz bilgi sistemi uygulamasını gerçek anlamda kullanıma sunabilmek adına gereken bazı parametreler imkanların kısıtlı olması nedeniyle uygulamaya dahil edilememiştir. Bu uygulamanın tam anlamıyla çalışır hale gelebilmesi için Ankara Büyükşehir Belediyesi, özel otopark sahipleri, elektronik firmalarının çalışmaya dahil edilmesi gerekmektedir. Çalışması gereken gerçek sistemi baz aldığımızda olması gerekenler; kent merkezinde bulunan bütün özel ve belediyeye ait otoparkların konum ve kapasite bilgileri, otoparklarda doluluk tespit eden sensörler ve bu sensörlerden gelen bilgileri canlı olarak tutabilmemiz için bir veri tabanı, veri tabanındaki canlı bilgiyi gösterebileceğimiz dijital tabelalar ve bu tabelaların uygun yerlere konumlandırılması gerekmektedir. Ayrıca veri tabanındaki bilgileri kullanarak web ve mobil üzerinden sürücülere yol gösterebileceğimiz otopark uygulamasının yazılması gerekmektedir. Bu da ciddi anlamda maddi ve vakti maliyet getirmektedir. Çalışmanın bu ölçüde büyük yapılamaması sürücülere, belediyeye ve trafik tıkanıklığına yapacağı katkının gerçek anlamda istatistiki verilerle sunulmasını engellemektedir. Bu noktada yurt dışında yapılan örnek çalışmalarda elde edilen verilere başvurulmuştur.

Çalışmanın başında belirlenen araştırma sorularına yanıtlar aranmıştır. “Araştırma sorusu 1: Türkiye kentlerinde otopark probleminin sebepleri nelerdir?” ve “Araştırma sorusu 2: Otopark yönetimi ile ilgili iyi uygulamalar var mıdır?” sorularının yanıtı literatür araştırması ile aranmış ve yorumlar getirilmiş, “Araştırma sorusu 3: Türkiye kentlerinde otopark yönetimi için bir örnek uygulama geliştirilebilir mi?” sorusuna ise yanıt bulunmuştur.

Araştırma sorusu 1’in yanıtı Bölüm 3’de, Araştırma sorusu 2’nin yanıtı ise Bölüm 5’te araştırılmıştır. Araştırma sorusu 1 ile ilgili şu yorumlar getirilmiştir:

- Ülkemizde yasal düzenlemeler Avrupa ve diğer gelişmiş dünya ülkeleri ile benzerlik gösterse de uygulama konusunda farklılıklar bulunmaktadır,
- Yol kenarı otoparkları çevre esnafı tarafından işgal edilmektedir ve sürücüler park yeri bulabilmek için uzun süre trafikte kalmaktadır,
- Ulaşımında kendi konforundan ödün vermek istemeyen araç sahipleri özel araçlarından vazgeçmemektedir,

- Arazilerin verimli kullanılmaması ve otopark arazilerinin yetersiz kalması problemi gözlenmektedir,
- Park kurallarına uyulmamaktadır,
- Otoparklarda belirli bir ücret politikası bulunmamaktadır,

Otopark kılavuz bilgi sistemlerini uygulayan belediyelerden bazıları; Doha (Katar); Limerick City, Waterford City (İrlanda); Poole (İngiltere); Maastricht, Tilburg (Hollanda); Gothenburg (İsveç); Sola (Norveç); Duisburg, Essen, Münih, Kempten (Almanya); Seattle (Amerika); Viyana, Bad Ischl (Avusturya)'dır. Araştırma sorusu 2 ile ilgili şu yorumlar getirilmiştir:

- Almanya ve İngiltere gibi gelişmiş ülkelerin otopark kanunlarına baktığımızda hastane, AVM, spor ve kültürel tesisler, oteller vb. bütün binalar için belirledikleri otopark sayıları ihtiyacı karşılar niteliktedir,
- Otoparkların içinde genellikle dolu-boş durumunu algılayan sensörler bulunmaktadır,
- Kent merkezindeki kavşaklara yerleştirilmiş otoparkın adını, boş yer bilgisini ve yönünü belirten dijital tabelalar bulunmaktadır,
- Park et devam et, kent merkezlerinde otopark ücretlerinin yüksek tutulması, şehrin alanlara ayrılarak alanlar arası geçişlerin ücretlendirilmesi vb. uygulamalar gerçekleştirilmektedir,
- Mobil üzerinden boş otoparkları bulup istenilen ya da en yakın olan otoparka navigasyon yardımıyla rota çizen uygulamalar bulunmaktadır.

Araştırma Sorusu 3'e yanıt olarak ise, Bölüm 4'deki literatür taramasından yararlanılarak Bölüm 6'da bir uygulama örneği geliştirilmiş ve çalışma süreçleri ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bu uygulamanın temel amacı; en yakınında olup boş yer bulunan otoparka rota çizerek, sürücüleri otopark aramaktan kurtarmaktır. Bu sayede trafikte kalma sürelerini kısaltarak trafik tıkanıklığını azaltmak amaçlanmıştır.

Geçen yüzyılın sonlarından itibaren kurulan otomotiv endüstrisindeki üretim artışları, ulaşım olanaklarındaki gelişmeler ve nüfus patlamaları büyük kentlerde giderek bir trafik karmaşası meydana getirmiştir. Bu trafik karmaşası zamanla belediyelerin bu probleme ciddi anlamda yoğunlaşmasına neden olmuştur. Trafik karmaşasını sadece hareketli trafik olarak değerlendirmek büyük bir hata olacaktır. Bu karmaşaya çözüm bulabilmek için

yaya, hareketli trafik ve duran trafik maddelerini birlikte ele almak gerekmektedir. Aksi halde gerçek bir çözüm bulunabilmesi olanaksızdır.

Şehir merkezlerinde trafik sıkışıklığına neden olan maddelerden biri olan duran trafiği; yol kenarlarında park edilip yolun şerit sayısını düşüren araçlar ve otoparkın yerini bilmeyip otopark bulmak için park halinde olması gerekirken trafikte kalan araçlar ile otopark yerlerini bilmesine rağmen gittiği otoparklarda boş yer olup olmadığını bilmeden trafikte otoparktan otoparka gezen araçların oluşturduğu trafik olarak tanımlayabiliriz.

Son yıllara kadar belediyelerin yaptığı en büyük hatalardan biri trafik karmaşasını çözmek için geliştirilen politikalar arasına duran trafiğin katılmamasıydı. Fakat son yıllarda dünya genelinde özellikle gelişmiş ülkelerde bulunan birçok belediye, trafik sıkışıklığını çözmek için geliştirdikleri politikalara duran trafik maddesini de eklediler. Bu maddenin eklenmesi, belediyeleri kent merkezindeki otopark sorununa yöneltti.

Otopark sorununa çözüm arayan belediyeler, bu sorunu çözmek için birçok politika izlediler. Bu sorunu çözmek için geliştirilen politikalar arasında; otoparkların sayılarının artırılması, otoparkların kapasitelerinin artırılması, şehir içi otopark kılavuz bilgi sistemlerinin geliştirilmesi vb. politikalar sayılabilir.

Bu tez çalışması kapsamında, araç sürücülerinin çevrimiçi olarak trafikteyken ulaşabilecekleri ve en uygun otoparka rota yardımıyla gidebilecekleri uygulamayla, trafikte otopark yeri arama zamanını minimuma indirme hedeflenmiştir.

Birçok büyük kentimizin merkezinde trafik yoğunluğu sorunu yaşanmasına rağmen, maalesef ülkemizde otopark sorununa yeterli önemin verilmediği aşıkardır. Özellikle büyükşehir belediyelerimizin trafik problemi politikalarına otopark sorununu ve buna binaen OKBS'nin kullanımını eklemeleri, trafik sıkışıklığı sorunun çözümüne önemli katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

1. Uyur, E. (2015). *Otopark sorununun arz ve talep temelinde incelenmesine yönelik bir araştırma: Kadıköy merkez örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, 8.
2. Taş, C. (2012). *Kent içi otoparkların planlama ve yönetim uygulamalarının incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 7-93.
3. Güngör, E. K. (2006). *Konya şehir merkezinde otopark sorunu ve öneriler*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2-28.
4. Kaplan H. (1994). *Kentsel ulaşım araştırma teknikleri dersi ders notu tipi teknik metin*. Ankara: Gazi Üniversitesi.
5. Kırmızı Z., Kolağasıoğlu M. Ş., Çalışkan F. T. (2012). *Kentiçi ulaşım terimleri sözlüğü*. (Birinci Baskı). Türkiye: Cinius Yayınevi, 27.
6. Okubay, M. (2008). *Bölgesel otopark yönetimi ve stratejileri: Tarihi Yarımada Eminönü bölgesi örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2-247.
7. Yardım, M.S., Gürsoy, M. (2011). *Kampüs otoparklarında mevcut park etkinliğinin artırılmasına yönelik sürdürülebilir yaklaşımlar: YTÜ merkez kampüsü örneği*. Uluslararası Otopark Politikaları ve Uygulamaları Sempozyumu'nda Sunuldu, İstanbul, Türkiye.
8. Gülhan G., Ceylan H. (2010). Otopark sorununa otopark yönetmeliği temelinde yaklaşımlar: İzmir Örneği, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 63-73.
9. Çiçek, C. (2015). *Otoparklarda kullanılan yeni teknolojilerin Türkiye'de uygulanabilirliğinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 13-32.
10. Yüksel, H. (2004). *Toplu taşımacılığın geliştirilmesi için bir tıkanıklık fiyatlandırması modeli önerisi*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 13.
11. Demirtaş, R. B. (2009). *Kadıköy merkez bölgesinde trafik tıkanıklık fiyatlandırması potansiyeli üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 35-39.
12. Yüksel, H. ve Yardım, M. S. (2008). *Tıkanıklık Ücretlendirmesi Uygulamalarının Eminönü Bölgesi'nde Bir Trafik İyileştirme Yöntemi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması*. Araştırma Projesi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 12.
13. Saruç, N.T. (2008). *Trafik sıkışıklığı ücretlendirmesi: ekonomik teori ve uygulamalar*. Ankara: Gazi Kitabevi, 8.

14. Yalınız, P. ve Bilgiç, Ş. (2007). *Eskişehir kent merkezinde “park et ve bin” uygulamasının sürdürülebilir ulaştırma bağlamında değerlendirilmesi*. 7. Ulaştırma Kongresinde sunuldu, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 461-470.
15. İnternet: ispark. (2017). *Park et devam et*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fspark.istanbul%2Fprojeler%2Fpark-et-devam-et%2F&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 22.02.2017.
16. İnternet: Places Map. (2017). *Macunköy*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fplacesmap.net%2FTR%2FMacunk-y-682818%2F&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 22.02.2017.
17. İnternet: Golondra. (2017). *standard-tube-map.gif*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.golondra.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2009%2F09%2Fstandard-tube-map.gif&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 22.02.2017.
18. İnternet: File Boom. (2017). *Moscow Metro*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fenvy-sport.com.ua%2F%3Dmu%3Dmetro-kazanskaya-shema-metro&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 22.02.2017.
19. Nabyev V. V. (2013). *Algoritmalar: teoriden uygulamara*. (Dördüncü Baskı). Türkiye: Seçkin Yayınevi, 44,317,413 .
20. İnternet: Wikipedi. (2017). *Evrimsel algoritma*. URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Ftr.wikipedia.org%2Fwiki%2FEvrimsel_algoritma&date=2017-11-20 Son Erişim Tarihi: 22.02.2017.
21. Tiranlar, C. (2018). *Estimating Transportation Energy Demand in Turkey Via Genetic Algorithm, GHG Emission For Electric Cars Scenario and Its Climate Change Effect*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 22-29.
22. İnternet: Wikipedi. (2017). *Sıralama algoritması*. URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Ftr.wikipedia.org%2Fwiki%2FS%24%B1ralama_algoritmas%C4%B1+&date=2017-11-20 Son Erişim Tarihi: 22.02.2017.
23. Aslanyürek, C. (2018). *Şifreleme Algoritmalarının Hızını Etkileyen Faktörler*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi, Edirne, 12-20.
24. İnternet: Bilgisayar Kavramları. (2017). *Bellman Ford algoritması*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fbilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com%2F2010%2F08%2F05%2Fbellman-ford-algoritmasi-2%2F+&date=2017-11-20> Son Erişim Tarihi: 25.02.2017.
25. İnternet: Bilgisayar Kavramları. (2017). *Floyd-Warshall algoritması*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fbilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com%2F2009%2F05%2F29%2Ffloyd-warshall-algoritmasi%2F+&date=2017-11-20> Son Erişim Tarihi: 26.02.2017.
26. İnternet: Bilgisayar Kavramları. (2017). *A yıldız arama algoritması*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fbilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com%2F2010%2F08%2F05%2Fyildiz-arama-algoritmasi%2F+&date=2017-11-20> Son Erişim Tarihi: 26.02.2017.

- enseker.com%2F2009%2F03%2F02%2Fa-yildiz-arama-algoritmasi-a-star-search-algorithm-a%2F&date=2017-11-20 Son Erişim Tarihi: 26.02.2017.
27. İnternet: Bilgisayar Kavramları. (2017). *Dijkstra algoritması*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fbilgisayarkavramlari.sadievrenseker.com%2F2010%2F05%2F13%2Fdijkstra-algoritmasi-2%2F&date=2017-11-20> Son Erişim Tarihi: 05.03.2017.
 28. İnternet: Hanaa M. Abu-Ryash, Dr.Abdelfatah A. Tamimi (2015). *Comparison Studies for Different Shortest path Algorithms*, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F283666925&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 22.05.2018. webcitationa dönüşmesi gerekiyor.
 29. Bülbül E. (2015). *Değişen 3B ortamda en kısa yol algoritmaları*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 7-8.
 30. İnternet: Ataberk Bilisim. (2018). *Otopark-Otomasyonları*, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fataberkbilisim.com%2Fotopark-otomasyonlari%2F&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 22.05.2018.
 31. İnternet: Swarco. (2017). *Parking Guidance System, Germany, Essen Essen Town Council*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.swarco.com%2Fen%2FReferences%2FPARKING-MANAGEMENT%2FPARKING-GUIDANCE-SYSTEM%2C-Germany%2C-Essen-Essen-Town-Council&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 05.03.2017.
 32. İnternet: Urban Toronto (2013). *Waterford City – USA*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Furbantoronto.ca%2Fforum%2Fthreads%2Fgreen-p.20056%2Fpage-2&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 22.05.2016.
 33. Kapluhan, E. (2014). Coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) coğrafya öğretiminde kullanımının önemi ve gerekliliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 29, 34-59.
 34. İnternet: Gis Qatar. (2017). *CBS*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fgeoportal.gisqatar.org.qa&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 05.03.2017.
 35. İnternet: Ankara Belediyesi. (2017). *Baskent Kent Rehberi*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fgis.ankara.bel.tr%2FBaskentKentRehberi%2F&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 05.03.2017.
 36. Döner, F. (2005). *Mobil coğrafi bilgi sistemleri (MCBS): Temel kavramlar ve uygulamalar*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 16-24.
 37. İnternet: Ego Genel Müdürlüğü. (2017). *Ego Cepte mobil uygulaması*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.ego.gov.tr%2Ftr%2Fs>

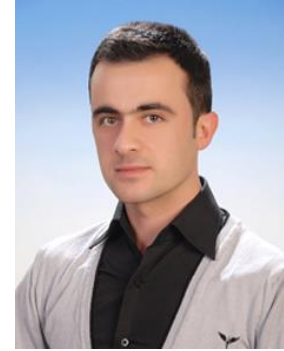
ayfa%2F2125%2Fego-cepte-uygulamasi&date=2018-11-12, Son Erişim Tarihi: 05.03.2017.

38. İnternet: Cargo Collective. (2017). *Manhattan Street Parking App (UI/UX)*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fcargocollective.com%2Firisli%2FManhattan-Street-Parking-App-UI-UX&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 05.03.2017.
39. İnternet: Government Technology. (2017). *Mobile App Finds Available Parking*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.govtech.com%2FMobile-App-Finds-Available-Parking.html&date=2018-11-12>, Son Erişim Tarihi: 05.03.2017.
40. Axhausen, K.W., Polak, J.W., Boltze, M., Puzicha, J. (1994). Effectiveness of the parking guidance information system in frankfurt am main. *Traffic Engineering and Control*, 35(5), 304–309.
41. Obdeijn, C. (2011). *Modelling parking guidance systems in s-paramics*, MSc Thesis, Twente University, Overijssel, 3-42.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SAYIN, Murat
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 04.11.1983, Malatya
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (539) 373 41 81
 e-mail : muratsayin06@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /T.P.U.B	Devam Ediyor
Lisans	Çankaya Üniversitesi/ M.B.B	2011
Lise	Malatya Rahime Batu Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012-Halen	Türksat A.Ş.	BT Yazılım Geliştirme Per.

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Sayın, M., Öcalır Akünaı, E.V. (2018). *Otopark kılavuz sistemleri: Ankara için bir örnek uygulama çalışması*. Poster Bildiri, ISUEP 2018, Eskişehir.

Hobiler

Yüzme, Teknoloji, Sinema



GAZİ GELECEKTİR..