

# “İBB Yol Gösteren” İLE AKILLI HAREKETLİLİK

*Esmâ DİLEK<sup>1</sup>, Yasin KURT<sup>2</sup>, Sinem ÖZTÜRK<sup>3</sup>, Mehmet ERŞAHİN<sup>4</sup>,*

*Önder ÖZCAN<sup>5</sup>, Önder ÖZCAN<sup>6</sup>*

## ÖZET

*İstanbul’da güvenli, akıcı, ekonomik, çevre dostu ulaşım çözümlerinin sağlanabilmesi için uzun vadeli ve kapsamlı birçok proje yürütülmektedir. Türkiye’nin nüfus olarak en kalabalık kenti olan İstanbul’da, ülkenin en gelişmiş ulaşım sistemleri bulunmasına rağmen, diğer metropollerde olduğu gibi trafik sıkışıklığı sorununa çözüm üretmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir.*

*İstanbul ulaşım ağının etkin bir şekilde kullanımını sağlamak, Marmara Bölgesi’nde yaşayan ve bölgeyi ziyaret eden yerli ve yabancı turistleri, en uygun ulaşım seçenekleri konusunda bilgilendirmek ve yönlendirmek; böylece yakıt tüketimini, trafik sıkışıklığını ve ulaşım problemlerinin neden olduğu çevresel etkileri en aza indirmek büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilen, İstanbul başta olmak üzere, Marmara Bölgesi’ndeki tüm şehirlerde, canlı trafik bilgileri kullanılarak; toplam mesafe ve tahmini varış süreleri ile birlikte rotaların oluşturulduğu, İstanbul’daki tüm toplu taşıma araçlarıyla entegre, İstanbul Büyükşehir Belediyesi’nin akıllı ulaşım sistemlerinden elde edilen bilgiler ile Marmara Bölgesi’ndeki anlık trafik bilgileri, yol çalışmaları, trafik sıkışıklığı, kaza, bakım-onarım çalışmaları, olumsuz hava koşulları gibi trafik akışını etkileyen bilgilerin yer aldığı, Android ve iOS işletim sistemleri ile uyumlu mobil navigasyon uygulaması olan “İBB Yol Gösteren” hakkında bilgi verilmektedir.*

**Anahtar Sözcükler:** İBB, İBB Yol Gösteren, Navigasyon, Trafik, Ulaşım.

---

<sup>1</sup> Esmâ Dilek, İstanbul Metropolitan Municipality, Directorate of Traffic, İstanbul, Turkey, [esma.dilek@ibb.gov.tr](mailto:esma.dilek@ibb.gov.tr)

<sup>2</sup> Yasin Kurt, İstanbul Metropolitan Municipality, Directorate of Traffic, İstanbul, Turkey, [yasinkurt@ibb.gov.tr](mailto:yasinkurt@ibb.gov.tr)

<sup>3</sup> Sinem Öztürk, İstanbul Metropolitan Municipality, Directorate of Traffic, İstanbul, Turkey, [sinem.isi@ibb.gov.tr](mailto:sinem.isi@ibb.gov.tr)

<sup>4</sup> Mehmet Erşahin, İstanbul Metropolitan Municipality, Directorate of Traffic, İstanbul, Turkey, [mehmet.ersahin@ibb.gov.tr](mailto:mehmet.ersahin@ibb.gov.tr)

<sup>5</sup> Önder Özcan, İstanbul Metropolitan Municipality, Directorate of Traffic, İstanbul, Turkey, [onder.ozcan@ibb.gov.tr](mailto:onder.ozcan@ibb.gov.tr)

<sup>6</sup> Ali Ünal, İstanbul Metropolitan Municipality, Directorate of Traffic, İstanbul, Turkey, [ali.unal@ibb.gov.tr](mailto:ali.unal@ibb.gov.tr)

## 1. GİRİŞ

Kent trafiğinin etkin bir şekilde yönetimine katkı sağlayan, İstanbul başta olmak üzere Marmara Bölgesi'nde anlık trafik yoğunluk bilgilerine göre vatandaşları hedeflerine en kısa sürede ulaştırmayı hedefleyen "İBB Yol Gösteren" navigasyon uygulaması [1], İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından uluslararası iş birliği ile geliştirilmiş ve Nisan 2017'de mobil uygulama kullanıcılarının hizmetine sunulmuştur.

"İBB Yol Gösteren" navigasyon uygulaması ile canlı trafik bilgileri ışığında, seyahat süresi açısından en avantajlı rotalar ile vatandaşların trafikte harcadıkları zaman kaybının minimuma düşürülmesi, varış noktalarına en kısa sürede ulaşmaları ve İBB'nin akıllı trafik yönetimine katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Türkçe, İngilizce, Almanca, Fransızca, Arapça ve İtalyanca dil seçenekleriyle, internet erişimi olmadan da navigasyon yapma özelliğine sahip İBB Yol Gösteren uygulaması, teknolojinin sunduğu imkânlar çerçevesinde, vatandaşların zamandan ve yakıttan tasarruf sağlayarak en uygun ulaşım rotaları ile seyahat etmelerini sağlamakta ve çevreci ulaşım yaklaşımıyla kentsel hareketliliği desteklemektedir.

Uygulamada, gidilmesi planlanan hedef kolayca aratılabilmekte, hedefe olan alternatif rotalar ve toplu ulaşım seçenekleri toplam mesafe ve tahmini varış süreleri ile birlikte sunulmaktadır. Rotadan çıkılması durumunda veya belirlenen rota üzerinde trafik kazası ya da trafik akışını etkileyecek herhangi bir olumsuzluk meydana gelmesi durumunda, otomatik olarak yeni rotalar oluşturulmaktadır.

Mobil uygulama kullanıcılarının yoldaki yeni rehberi olması için İBB tarafından kullanıcılardan gelen talepler doğrultusunda güncellenen İBB Yol Gösteren uygulaması; navigasyon özelliğinin yanı sıra birçok özelliği içinde barındırmaktadır. Araç takip sistemlerinden ve mobil uygulama kullanıcılarından elde edilen anlık hız verileri kullanılarak trafik yoğunluk bilgisi üretilen uygulamada, 600'ü aşkın trafik gözlem kamerasından elde edilen canlı kamera görüntüleri vatandaşlara sunulmaktadır. Mobil uygulama kullanıcıları, İBB Yol Gösteren'in İstanbul'daki tüm toplu taşıma araçlarıyla entegre olması sayesinde, çevreci, sürdürülebilir ulaşım seçeneklerinden de yararlanabilmektedir.

İstanbul'daki otoparklar, anlık doluluk bilgileri ile uygulamada görüntülenebilmekte; en yakın nöbetçi eczaneler bulunabilmekte ve seçilen otopark veya eczaneler için rota oluşturulabilmektedir.

Yol çalışmaları, trafik sıkışıklığı, kaza, bakım-onarım çalışmaları gibi trafik akışını olumsuz etkileyen durumlardan vatandaşlar haberdar olabilmekte ve aynı zamanda bu durumlar kullanıcılar tarafından uygulama aracılığıyla paylaşılabilir.

Hedefe ve rotaya ilişkin detaylar uygulamada görüntülenebilmekte, sık kullanılan hedefler favorilere eklenerek hızlı erişim sağlanabilmekte ve seçilen yerin ya da hedefin sokak görünümüne göz atılarak detaylı bilgi edinilebilmektedir. Kullanıcı konum bilgisi anlık mesajlaşma uygulamaları üzerinden paylaşılarak, navigasyon başlatılabilmektedir.

Uygulamada zamana göre gece ve gündüz modları seçilebilmekte; iki boyutlu veya üçboyutlu harita görünümü ile navigasyon yapılabilmektedir.

Harita altlığı uygulama kurulumunda sırasında yüklendiği ve cihaza kaydedildiği için internet olmadığı zamanlarda da uygulama ile navigasyon yapılabilmektedir. İnternet bağlantısı olmadan navigasyon yapılması durumunda, anlık trafik bilgileri, kamera görüntüleri ve duyurular İBB sunucularından çekilememektedir.

İBB Yol Gösteren uygulamasında, haritadan seçilen ve kaydedilen yerler mesaj, e-posta yoluyla veya sosyal medya hesaplarıyla paylaşılabilir. iOS ve Android işletim sistemlerine sahip cihazlar için geliştirilmiş ve kullanıcıların hizmetine sunulmuş olan İBB Yol Gösteren uygulaması, mobil uygulama kullanıcılarının görüş ve önerileri değerlendirilerek, her geçen gün geliştirilmeye ve güncellenmeye devam etmektedir.

## 2. “İBB YOL GÖSTEREN” TRAFİK ÖLÇÜM VERİLERİ

Günümüzde mobil cihazlar yoğun bir şekilde kullanılarak, uygulamalar aracılığıyla konum paylaşımı yapılmakta, daha hassas trafik verisinin üretilmesine katkı sağlayan mobil kullanıcı verilerinin (GPS konum bilgileri) işlenmesiyle, konumsal hız bilgileri elde edilmektedir. Böylece mobil uygulama kullanıcıları navigasyon uygulamalarında sunulan trafik verilerinin doğruluğuna katkı sağlamaktadır.

İBB Yol Gösteren’in mobil uygulama marketlerindeki mevcut sürümünde sunulan hız bilgileri, 8 farklı trafik veri sağlayıcısından elde edilmektedir. Bu veri sağlayıcılardan biri de seyir halindeki İBB Yol Gösteren mobil uygulama kullanıcılarıdır. Ayrıca farklı araç takip sistemlerinden elde edilen hız ve GPS konum bilgileri de uygulamada kullanılan diğer veri kaynaklarıdır. İBB trafik ölçüm sensörlerinden toplanan veriler, İBB Yol Gösteren’de Marmara Bölgesi’ni kapsayan yol ağında trafik hız verisi elde edilmesinde kullanılmaktadır.

**Tablo 1. Sağlayıcılardan Alınan Tekil Araç ve Toplam Seyahat Sayısı Verisi**

ProviderLogId	ProviderId	UniqueVehiclesCount	TripsCount	LogDate
4084	59	578	14268	2017-08-17
4085	141	494	3150	2017-08-17
4086	133	7612	39110	2017-08-17
4087	44	7279	72073	2017-08-17
4088	45	71186	893728	2017-08-17
4089	89	1483	13313	2017-08-17
4090	31	32025	403392	2017-08-17
4091	24	12036	554186	2017-08-17
4076	89	1492	13297	2017-08-16
4077	45	71029	889959	2017-08-16
4078	31	31988	400468	2017-08-16
4079	24	11989	505308	2017-08-16
4080	59	556	13491	2017-08-16
4081	133	3815	18901	2017-08-16
4082	44	7315	71892	2017-08-16
4083	141	494	3992	2017-08-16

Araç takip sistemlerinden ve seyir halindeki İBB Yol Gösteren mobil uygulama kullanıcılarından elde edilen trafik ölçüm verileri, kullanılan vektörel yol ağı üzerinde yer alan yaklaşık 40 metrelik hassasiyetteki en yakın yol segmentleri ile ilişkilendirilmekte ve o yol segmenti için mobil hız değeri olarak değerlendirilmektedir.

İBB Yol Gösteren’de sunulan trafik hızları, uygulama sunucusunda çalışan bir yazılım tarafından bir dizi ön işlemden geçirilerek, kullanılan yol ağı ile ilişkili olarak üretilmekte ve farklı platformlarda ve İBB trafik uygulamalarında kullanılmak üzere servis edilerek, veritabanına kaydedilmektedir.

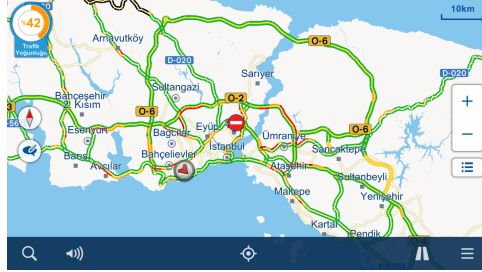
Uygulamada sunulan trafik durumu; bordo, kırmızı, turuncu, yeşil ve siyah olmak üzere 5 farklı renk ile temsil edilmektedir. Bordo ve kırmızı yoğun trafik durumunu, turuncu akıcı trafiği, yeşil açık trafiği, siyah ise trafiğe kapalı olan yolları temsil etmektedir. Trafik yoğunluğunun temsil edildiği renkler, yol segmenti için hesaplanan trafik hızı ile segmentin Hizmet Seviyesi göz önünde bulundurularak belirlenmektedir. İBB Yol Gösteren’de kullanılan yol ağını oluşturan tüm yol segmentleri için belirlenmiş 0 ile 100 arasında bir değer alan Hizmet Seviyesi bulunmaktadır. Bu Hizmet Seviyeleri ve bunlara karşılık gelen renkler Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2. Hizmet Seviyelerine Karşılık Gelen Renkler**

Renk Sınıfı	Hizmet Seviyesi Aralığı	
	Minimum	Maksimum
Bordo	1	14
Kırmızı	15	29
Turuncu	30	59
Yeşil	60	100
Siyah	0	

### 3. İBB YOL GÖSTEREN'DE SUNULAN BİLGİLER

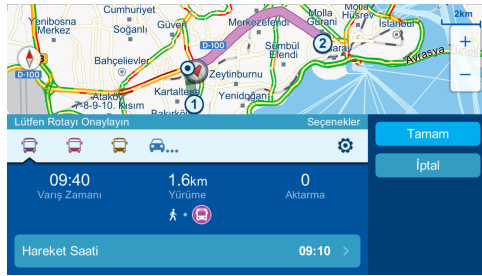
İBB Yol Gösteren'de canlı trafik bilgileri ile birlikte İstanbul'daki tüm toplu ulaşım seçenekleri, canlı trafik kamera görüntüleri, İstanbul için hesaplanan trafik indeksi, canlı trafik olayları (duyurular), nöbetçi eczane bilgileri ve otoparkların doluluk bilgileri gibi anlık değişen bilgiler, web servisleri ile İBB sunucularından çekilerek kullanıcılara sunulmaktadır (Bknz Şekil 1).



Şekil 1. "İBB Yol Gösteren" Ana Ekranı

#### 3.1. Toplu Ulaşım Bilgileri

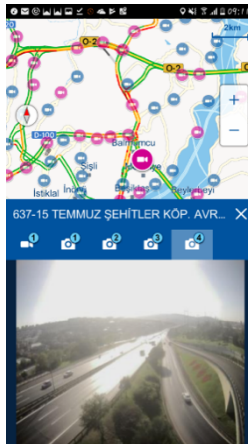
İBB Yol Gösteren, İstanbul'daki tüm toplu taşıma sistemleri ile entegre çalışmakta olup; İBB tarafından GTFS formatında hazırlanan tüm toplu ulaşım modlarına ilişkin bilgiler, uygulamanın kurulu olduğu cihazda saklanarak, kullanıcıların hedeflerine ulaşmalarını sağlayacak alternatif ulaşım modları da seçenek olarak kullanıcılara sunulmaktadır.



Şekil 2. Toplu Ulaşım Seçeneği

#### 3.2. Canlı Kamera Görüntüleri

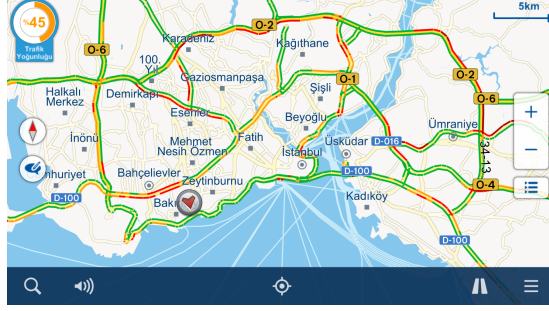
Uygulamada, İBB'nin kent içi trafiğini gözlemlemek için kurduğu 600'ü aşkın trafik gözlem kamerasından elde edilen, dakikada bir güncellenen kamera ekran görüntüleri veya canlı kamera görüntüleri, kullanıcılara sunulmaktadır.



Şekil 3. Canlı Kamera Görüntüsü

### 3.3. Trafik İndeks Bilgisi

Anayollarda bulunan radar sensörler, bluetooth sensörler, mobil uygulama kullanıcılarından ve araç takip sistemlerinden elde edilen trafik ölçüm verileri harmanlanarak, İstanbul kent trafiğinin omurgasını oluşturan arterlerdeki kent trafiğine ilişkin ortalama bir hız değeri üretilmektedir. Üretilen hız değerinden, İBB Ulaşım Daire Başkanlığı'nda görev yapan mühendisler tarafından geliştirilen metot kullanılarak, yüzde olarak trafik yoğunluk durumunu belirten Trafik İndeks Değeri hesaplanmaktadır.



Şekil 4. Trafik İndeks Değeri

### 3.4. Canlı Trafik Olayları

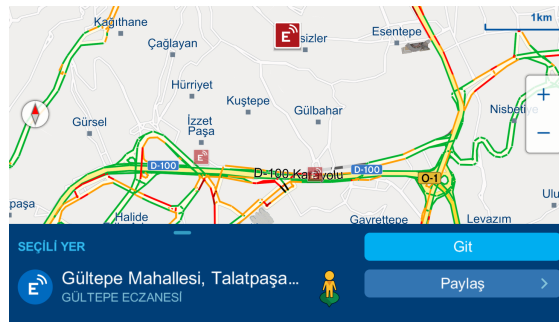
Uygulamada, İBB Trafik Kontrol Merkezi operatörleri tarafından sisteme girilen canlı trafik olayları ile yol kapatma, zaman ayarlı duyuru girişi gibi işlemler, İBB Trafik Kontrol Merkezi operatörleri tarafından Trafik Editörü internet uygulaması üzerinden yapılarak, İBB Yol Gösteren'de gösterilmektedir.



Şekil 5. "İBB Yol Gösteren" Duyurular

### 3.5. Nöbetçi Eczane Bilgileri

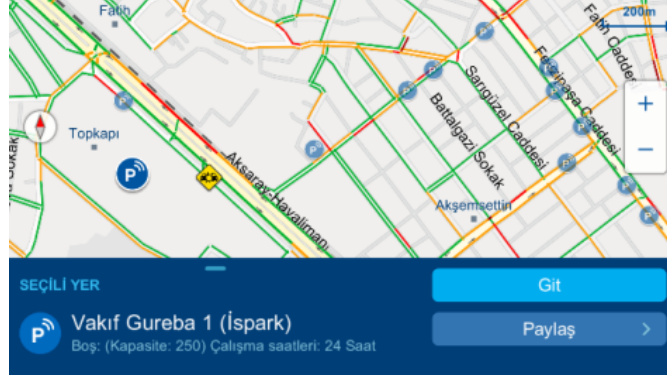
Uygulamada, bir web servis aracılığı ile İstanbul'daki nöbetçi eczane bilgileri çekilerek kullanıcılara sunulmakta, seçilen eczaneye navigasyon başlatılabilmektedir.



Şekil 6. "İBB Yol Gösteren" Nöbetçi Eczaneler

### 3.6. Otopark Doluluk Oranları

Uygulamada, İstanbul genelindeki otoparkların doluluk oranları da web servisi ile İBB sunucularından çekilerek, kullanıcının boş otopark noktalarını görüntüleyebilmesi ve seçtiği otoparka navigasyon başlatabilmesi sağlanmaktadır.



Şekil 7. İBB Yol Gösteren Otoparklar

## 4. İBB YOL GÖSTEREN'DE KULLANILAN TEKNOLOJİLER

### 4.1. Sunucu/Ağ Yapısı

İBB Yol Gösteren uygulamasına hizmet veren tüm sunucu ve ağ yapısı bileşenleri yedekli olarak tasarlanmış olup; sunucularda Linux ve Windows Server İşletim Sistemleri çalışmaktadır.

#### 4.1.1. Trafik Verisi Toplama Sunucuları

Trafik Verisi Toplama Sunucuları, araç takip verileri, mobil uygulama kullanıcı verileri ve İBB trafik ölçüm sensörlerinden elde edilen hızlar kullanılarak üretilen, Marmara Bölgesi'ni kapsayan trafik hızları ile canlı trafik olaylarını dakikada bir servis (downloader servisi) ile çekerek, bir dizi ön işlem (preprocess-feed parser servisi) geçirmekte ve trafik veri sunucuları tarafından kullanıcılara sunulacak formata dönüştürerek kaydetmektedir. Bu sunucularda Linux İşletim Sistemi çalışmaktadır.

#### 4.1.2. Trafik Yük Dengeleme Sunucuları

Trafik Yük Dengeleme Sunucularında, açık kaynak kodlu HAProxy (High Availability Proxy) yük dengeleme yazılımı çalışmakta olup; bu sunucular mobil uygulama kullanıcılarından gelen istekleri karşılayarak, Trafik Veri Sunucularına iletmektedir. Bu sunucularda Linux İşletim Sistemi çalışmaktadır.

#### 4.1.3. Trafik Veri Sunucuları

Trafik Veri Sunucuları, uygulamada sunulan trafik hız bilgileri ile trafik olaylarının sunulduğu web sunucularıdır. Bu sunucularda, yüksek performanslı ortamlar için optimize edilmiş Lighttpd web sunucu yazılımı çalışmaktadır. Her sunucuda gelen istekleri karşılayan 20 adet tmc\_node ve 10 adet file\_server prosesi çalışmaktadır. Bu sunucularda Linux İşletim Sistemi çalışmaktadır.

Downloader ve feed parser servisleri ile Lighttpd'nin aktif olarak çalışıp çalışmadığı arka planda çalışan bir script (health checking) ile periyodik olarak kontrol edilmektedir.

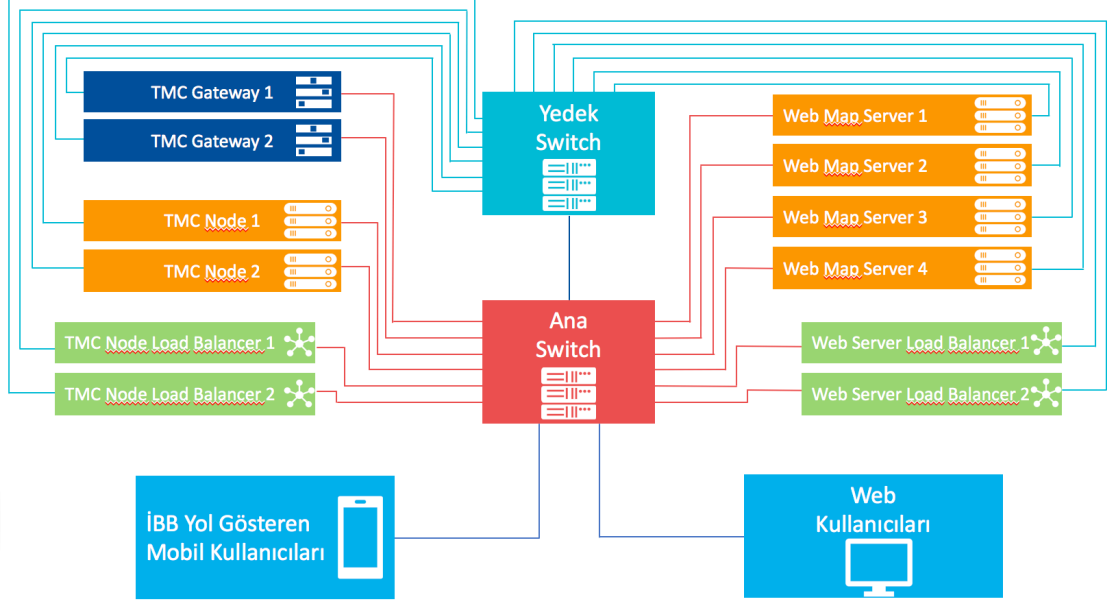
#### 4.1.4. Trafik Bilgi Servisleri Sunucuları

Trafik Bilgi Servisleri Sunucuları ile trafik indeksi, canlı trafik olayları, trafik kamera görüntüleri, otopark doluluk bilgileri web servisler aracılığıyla servis edilmektedir. Bu sunucularda Windows Server İşletim Sistemi olup, Internet Information Services (IIS) çalışmaktadır.

#### 4.1.5. Web Harita Servis Sunucuları

Web Harita Servis Sunucuları ile İBB Yol Gösteren uygulaması ile aynı trafik bilgi içeriğine sahip, İBB Trafik Yoğunluk Haritası web harita servisleri sunulmaktadır. Bu sunucularda Linux İşletim Sistemi çalışmaktadır.

İBB Yol Gösteren uygulamasının sunucu ve ağ yapısı Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. İBB Yol Gösteren Uygulaması Sunucu ve Ağ Yapısı

#### 4.2. Bulut Mimarisi

Uygulamada sunulan trafik verilerinin hassasiyetini arttırmak amacıyla, seyir halindeki uygulama kullanıcılarının konumsal hız verileri toplanmakta; bu veriler bulut tabanlı mimari üzerinde saklanarak, trafik verisi oluşturma sürecinde kullanılmaktadır. Kar yağışlı günler, tatil başlangıç günleri gibi uygulamanın yoğun kullanıldığı dönemlerde, yüksek miktarda veri trafiğini karşılayabilecek sistemler gerektiği için, Amazon Web Services (AWS) bulut servis platformu, uygulamada tercih edilmiştir. Böylece, yüksek oranda veri talebi olması durumunda hız düşüşlerinin ve/veya olası veri kayıplarının önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

#### 4.3. Veri İletişimi

Uygulamada, XML veri tipine kıyasla daha küçük boyutlarda veri taşınmasına yardımcı olan JSON (JavaScript Object Notation) veri tipi tercih edilmiştir. Uygulamadan İBB sunucularına yapılan veri isteklerine, günümüz teknolojilerinden olan ASP.NET Web API ile geliştirilen servisler yanıt vermekte; JSON veri tipinde yanıt döndürülmektedir. Şekil 9’da İBB sunucularından JSON formatta dönen örnek otopark bilgileri görülmektedir.

```
42 - {
43   "ID": 7002,
44   "Name": "Cevahir AVM Otoparkı (Empark)",
45   "XCoord": 28.9910545,
46   "YCoord": 41.06321,
47   "Capacity": 2300,
48   "AvailableCount": 787,
49   "Address": "Mayıs Mah. Büyükdere Cad.",
50   "WorkingHours": "10:00-22:00"
51 }
52 -
53 - {
54   "ID": 6001,
55   "Name": "Büyükdere Otoparkı (Parktürk)",
56   "XCoord": 28.5936546,
57   "YCoord": 41.0179672,
58   "Capacity": 220,
59   "AvailableCount": 94,
60   "Address": "Fatih Mah. Vehbi Koç Cad. No:1 Kuba Cami Yanı / Büyükdere - İstanbul"
61   "WorkingHours": "00:00-00:00"
62 }
```

Şekil 9. Örnek JSON Otopark Verisi

Uygulama tarafından yoğun şekilde talep edilen “trafik yoğunluk verileri” ile daha az talep edilen kamera, nöbetçi eczane, otopark gibi verilerin servis edilme şekilleri birbirinden farklı dizayn edilmiştir. Trafik yoğunluğu verilerinin sunumu için Linux işletim sistemi üzerinde Lighttpd/PHP kullanılırken; diğer servisler için Windows Server üzerinde IIS/ASP.NET teknolojileri kullanılmıştır.

#### 4.4. Güvenlik

Uygulamada gerek kullanıcılardan toplanan, gerekse kullanıcılara sunulan veriler 256-Bit (SHA-256 with RSA Encryption) şifreli şekilde HTTPS protokolü kullanılarak taşınmaktadır. Ayrıca, trafik yoğunluk verileri geliştirilen sıkıştırma ve şifreleme algoritmalarından geçirilerek kullanıcılara iletilmektedir.

İBB sunucuları ile veri haberleşmesine başlamadan önce, her kullanıcı kendisi için üretilmiş bir token ile İBB sunucularından verileri talep etmektedir. Oauth (Open Authorization) 2.0 endüstri standardı protokolü ile gelen bir teknoloji olan Bearer tipinde Token üretilerek, veri iletişimde ekstra bir güvenlik katmanı oluşturulmuştur. Sunucuya yapılan tüm isteklerin başlığında (HTTP-Header bilgisi) bu token kullanılarak; veri talep edilmektedir. Token üretiminde güvenlik konusuna ayrıca dikkat edilmiştir. Uygulama açılışında, cihaza özel üretilen belirli parametreler kullanılarak ilk doğrulama aşaması geçilmekte, ardından sunucudan token talep edilmekte, gerekli güvenlik kriterlerinin sağlanması sonucunda, sunucu tarafından üretilen token uygulamaya iletilerek; sonraki istekler token kullanılarak yapılmaktadır.

```

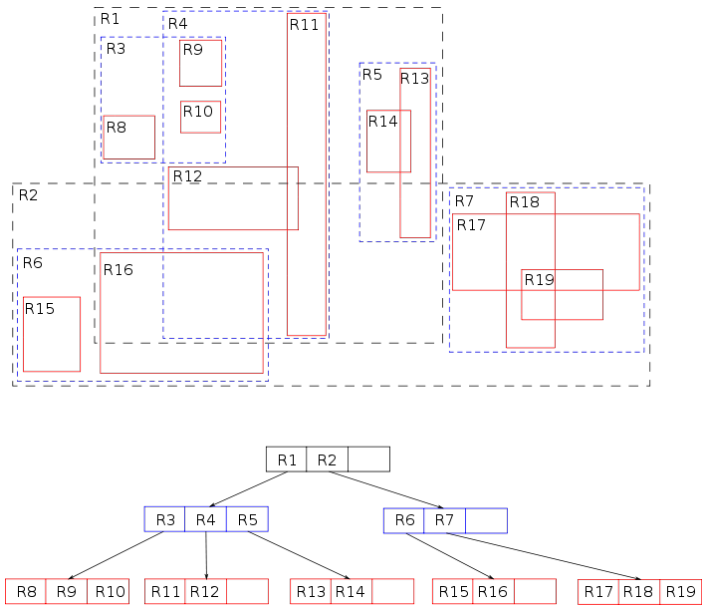
1 {
2   "access_token": "ZnD_OKJMWrGeqdaiGSUyZQ9Q0W1gnmmn1NxTCC0MTutYBP
   -rto_c6UTeTyuQkH0Q5uUHxrhxkSLHTj01ckSxneIgxzeHNa6XX
   -S4uF0m9uNctcyh1Lv32W1ldTF0dm0McerAWYpiUrR3TFsjm4U6Qz1RPpW3Yb7dY8uRhsbeL3R6E3_OtJE2j7Jq0jP3
   nNRmZjyexOXpopQeiw7dgiyud478CFMuuMLdT2R9IUG0SyWc0gYRzptfObQTPZg50Dq",
3   "token_type": "bearer",
4   "expires_in": 1295999
5 }

```

Şekil 10. Örnek Token Değerleri

#### 4.5. Veri Yapısı

Uygulamada gösterilen trafik yoğunluk verilerinin sunulmasında, trafik verisini getirme işlemlerini minimize edecek algoritmalar kullanılmıştır. Kullanıcıların mobil cihazlarda harita üzerinde istedikleri lokasyonların trafik verilerini almak üzere yaptıkları kaydırma işlemleri sırasında, birbirinden farklı çok sayıda alan oluşmaktadır. Bu alanların her biri için ayrı istek yapmak yerine, trafik verileri, spatial erişim metodları için kullanılan R-Tree veri yapısında tutularak, uygulamanın performansı artırılmıştır. Bu veri yapısı, ilgili alana ait trafik verilerini döndürmek için yapılan arama işleminde, daha az miktarda alanın ziyaret edilmesi için tasarlanmıştır. Veritabanında küçük karesel alanları (node) kapsayan daha büyük (düğüm) karesel alanlar bulunup, istek yapıldığında (ekran kaydırıldığında) ekrandaki alanı da içeren düğümün verisi döndürülmektedir. Örneğin veritabanından Şekil 11’de görünen R8’in içindeki bir karenin verileri için istek yapıldığında R3’ün verileri bütün olarak döndürülmektedir.



Şekil 11. R-Tree Veri Yapısı



## 4.6. Veri Trafığı

Navigasyon uygulamasında seyir halinde canlı trafik bilgilerinin sunucudan çekilmesi için internet erişimi gerekmektedir. Dakikada bir güncellenen (internet erişimi gerektiren) trafik verilerinin düşük miktarda veri tüketimi sağlamak için bu veriler sıkıştırılarak taşınmaktadır.

Uygulama arka planda iken herhangi bir trafik veri akışı yapılmamaktadır. Trafik verileri sadece kullanıcı navigasyon modunda iken periyodik olarak dakikada bir sunucudan çekilmektedir.

Sık güncellenmeyen bilgiler ise sunucudan çekildikten sonra uygulama hafızasında saklanmakta, gerektiği periyotlarda sunucudan çekilmektedir. Örneğin nöbetçi eczane bilgileri, otopark ve kameraların konum bilgileri uygulamada çekildikten sonra, belirli süre hafızada tutulmaktadır.

Sunucularda eş zamanlı çok sayıda kullanıcıdan gelen istek trafiğini optimize etmek için MEMCACHE, WEBCACHE gibi hafızada tutma teknolojileri kullanılmıştır.

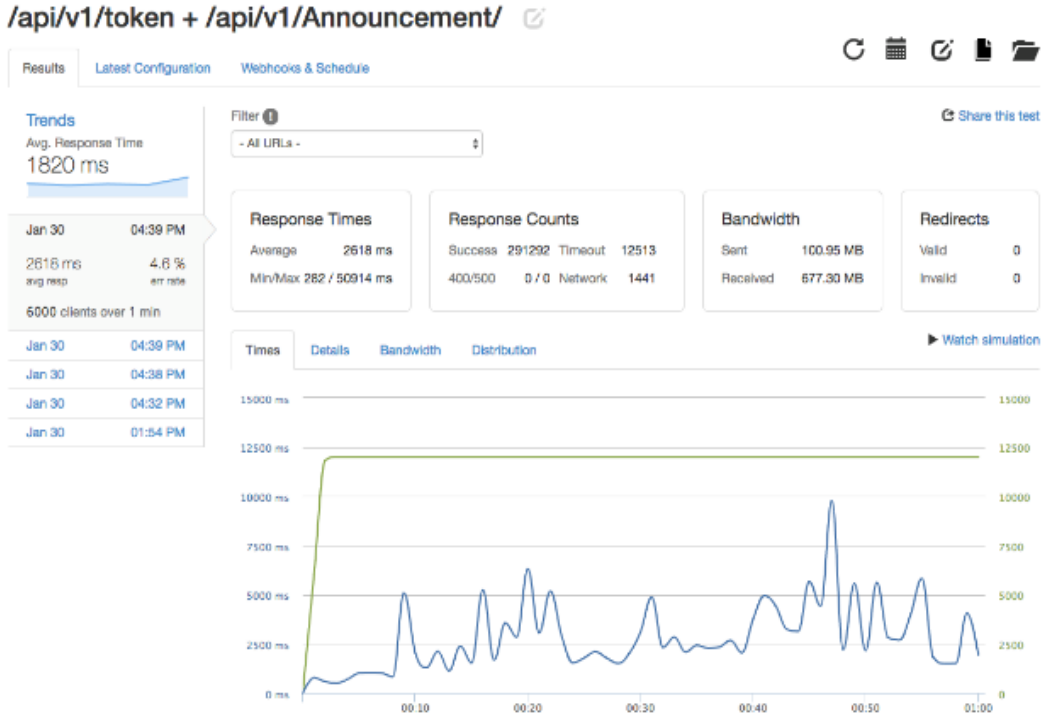
## 4.7. Testler

Uygulama, her güncelleme sonrası mobil uygulama marketlerinde yayına alınmadan önce, dört aşamalı test sürecinden geçirilmektedir:

- Yazılım geliştirme takımı tarafından yapılan testler
- Mobil uygulama test uzmanlarından oluşan, Beta test grubu tarafından yapılan testler
- Uygulama destek takımı tarafından yapılan testler
- Genişletilmiş Test Grubu tarafından yapılan testler

Tüm testleri başarıyla geçen uygulama sürümü, yayınlanmak üzere mobil uygulama marketlerine gönderilmektedir.

Uygulama sunucularının stres ve aşırı yükleme (load) testleri, yoğun taleplerin karşılanabilir olup olmadığının kontrolü için <http://loader.io> sitesi üzerinden düzenli olarak yapılmaktadır. Yapılan testler sonrasında, gerekli yazılımsal veya donanımsal iyileştirmeler yapılmaktadır.



Şekil 12. Örnek Yükleme Testi Sonucu

## 5. SONUÇLAR

Ulaşım, ülkelerdeki ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı destekleyen en önemli unsurlardan biridir. Akıllı telefonların ve mobil iletişim araçlarının hızla yaygınlaştığı günümüzde, teknolojinin sunduğu imkânlar kullanılarak; sürücü ve yolcuların seyahatleri süresince doğru, güvenilir bilgiler ile daha kısa sürede hedeflerine, iş, mal ve hizmetlere erişimlerini kolaylaştırıcı çözümler geliştirilmektedir [2]. Bu çözümlerden biri olan İBB Yol Gösteren ile İBB Trafik Kontrol Merkezi bünyesinde toplanan veriler ışığında, mobil uygulama kullanıcılarının zaman, maliyet ve erişilebilirlik açısından kendileri için en uygun ulaşım tercihlerini yapabilmesi, kent trafiğine ilişkin tüm detaylardan ve anlık gelişen olaylardan haberdar edilerek seyahatlerine rehberlik edilebilmesi ve mevcut ulaşım ağının sürücüler tarafından verimli kullanılabilmesi sağlanmaktadır.

İBB Yol Gösteren ile gitmek istenilen hedef güzergâhındaki trafik durumu görüntülenebilmekte; alternatif rotalar kullanılarak zamandan kazanç sağlanmaktadır. Ayrıca gitmek istenilen yere en kısa sürede gidilmesi sağlanarak, yakıt maliyeti de düşürülmektedir. Uygulama, sürücülerin daha az trafik yoğunluğu olan alternatif güzergâhlara yönlendirilmesini sağlayarak, kent trafiğinin optimize edilmesine yardımcı olmaktadır.

Uygulama üzerinden gönderilen kullanıcı bildirimleri sayesinde, kullanıcılar ile Trafik Kontrol Merkezi arasında etkileşim sağlanmakta; kullanıcılar kent trafiğine ilişkin bilgilendirme hizmetlerinde aktif rol oynamaktadır. Böylece İBB Yol Gösteren kullanıcıları, trafikte seyreden diğer sürücülere de fayda sağlayıp, uygulamanın kullanıcıları arasında bir etkileşim oluşturulmaktadır.

Uygulama internet erişimi olmadan navigasyon yapılabilmesine olanak sağladığından, mobil operatör bağlantısı olmayan bölgelerde de kullanıcılar cihazlarının GPS sensörü uydular ile haberleşebildiği sürece hedeflerine ulaşabilmektedirler.

Uygulama gerek yazılımsal, gerekse donanımsal altyapısı güncel teknolojiler kullanılarak yapılandırılmış olup; geliştirilmeye olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilen İBB Yol Gösteren uygulaması ile kamu sektörü navigasyon platformuna bir giriş yapmış olup; gelecekte bu alanda yapılacak çalışmalara zemin hazırlamıştır. Böylece gelecekte milli yazılımların daha fazla gelişmesine katkı sağlanacaktır.

## KAYNAKLAR

[1] <http://tkm.ibb.gov.tr/ibbyolgosteren>

[2] Dilek, E., Ayözen Y. E., 2015 “İBB CepTrafik ile İstanbul’da Akıllı Hareketlilik”, ROTRASA Sürdürülebilir Ulaşım için Yol ve Trafik Güvenliği Ulusal Kongre Fuar ve Sergisi, Ankara, Türkiye