

# “İBB CepTrafik” İLE İSTANBUL’DA AKILLI HAREKETLİLİK

*Esmâ DİLEK<sup>1</sup>, Yunus Emre AYÖZEN<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı, İstanbul*

## ÖZET

Son yıllarda metropol şehirlerde yaşayan nüfusun önemli ölçüde artması; ulaşım altyapısındaki ve toplu ulaşım entegrasyonlarındaki eksiklikler ile yeni yolların yapımı için yeterli alanın olmayışı, büyük şehirlerde yaşanan trafik sorunlarının iyileştirilmesini güçleştirmektedir. 14 milyonu aşan kent nüfusu ile İstanbul, trafik sıkışıklığının oluşturduğu olumsuz etkilerden en çok etkilenen metropollerden biridir. Kentte yaşayan vatandaşların iki kıta arasında ev-iş güzergahlarında günlük rutin hareketleri, özellikle kent trafiğinde darboğazlar olan köprü geçişleri sırasında uzun kuyruklar oluşmasına, zaman, yakıt, iş gücü kayıplarına, psikolojik olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu sebeple, vatandaşların, anlık olarak trafik yoğunluğu olan bölgeler hakkında bilgi sahibi olması, alternatifleri göz önüne alarak güzergah planlaması yapması, kendileri için zaman ve maliyet açısından avantajlı tercihler yaparak hedeflerine ulaşması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilen, anlık kent içi trafiğini farklı renklerle simgeleyen, kent içi trafiğini etkileyen duyurular, yol çalışmaları, olaylar hakkında bilgilendiren, canlı kamera görüntüleri, hava durumu bilgileri, bir saate kadar tahmini trafik durumu verilerinin yer aldığı, işitme engelli vatandaşlarımızın görüntülü görüşme yaparak, trafik bilgilendirme hizmetlerinden yararlandığı, Android ve iOS platformları başta olmak üzere, farklı mobil platformlarda milyonlarca kullanıcıya hizmet veren mobil uygulamanın çalışma sistemi hakkında bilgi verilmektedir. Uygulamada, gerçek zamanlı trafik ve hava/yol durumu ölçüm sensörlerinden elde edilen veriler, kent trafiğinde seyir halinde olan araçlardan elde edilen veriler ile mobil uygulama kullanıcılarından elde edilen trafik ölçüm verileri kullanılmaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** İstanbul, Trafik, Tıkanıklık, Kentsel Hareketlilik, Veri Füzyonu, İBB.

## SMART MOBILITY IN ISTANBUL WITH “İBB CepTrafik”

### ABSTRACT

Substantial increase in population and lack of transport infrastructure and integration of public transport modes along with lack of sufficient area to construct new roads make it difficult to enhance existing traffic issues in

metropolitan cities within the last years. With its more than 14 million population, Istanbul is one of the most crowded metropolitan cities in the world which is adversely affected by the negative impacts caused by traffic jams. Daily regular trips of citizens between two continents between home and work cause long queues during bridge crossings which are the bottlenecks of the urban traffic and these daily trips result in loss of time, fuel and workforce and cause psychologically negative effects. Therefore, being informed about the most congested areas and making decisions by considering alternative routes and reaching destination by using advantageous routes is of great importance for the daily commuters in Istanbul. This study presents information about a mobile application which is developed by Istanbul Metropolitan Municipality and exists in different mobile application platforms such as iOS, Android and Windows Phone with its millions of downloads. The mobile application provides online traffic status of roads with different colors and gives access to live traffic cameras and announcements and road works and events which affect traffic. It presents online weather information and estimated traffic conditions up to an hour and enables hearing-impaired citizens to make video calls to get up-to-date traffic information and serves to public in different platforms. Online traffic data obtained from real-time traffic measurement sensors are used in the application along with the data collected from floating cars and mobile application users.

**Keywords:** Istanbul, Traffic, Congestion, Urban Mobility, Data Fusion, İBB, IMM

## 1.Giriş

İstanbul anlık kent trafiği hakkında vatandaşları, sürücülere ve kenti ziyaret eden turistleri bilgilendirmek, onları güzergahları üzerindeki trafiği etkileyen koşullar hakkında önceden uyararak, mevcut ulaşım altyapısını daha verimli kullanarak, kent trafiğini daha güvenilir ve akıcı kılmak; trafik sıkışıklıklarının neden olduğu maddi ve manevi kayıpların önüne geçerek, vatandaşların kent içi hareketliliğini kolaylaştırmak amacıyla İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından, İBB CepTrafik uygulaması geliştirilerek, mobil uygulama kullanıcılarının istifadesine sunulmuştur.

İBB CepTrafik ile kullanıcılar kent trafiğine çıkmadan önce ve seyahatleri sırasında güzergahları hakkında bilgilendirilmekte; zaman ve mesafe bakımından en avantajlı rotalar, güzergah seçenekleri olarak kullanıcılara sunulmaktadır. Uygulama sayesinde mobil uygulama kullanıcılarının kendi kendilerinin trafik bilgilendirme ve yönlendirme asistanı olmaları ve uygulamada sunulan özellikleri kullanarak, dinamik olarak kendi rota planlamalarını yapmaları ve kent ulaşım altyapısının optimum kullanımına yardımcı olmaları hedeflenmektedir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından sürekli güncellenen İBB CepTrafik, kentte yaşayan vatandaşların kişisel trafik bilgilendirme ve yönlendirme asistanı olabilmek için birçok özelliği ve mobil platformların sunduğu avantajları içermektedir. Uygulamanın güncel versiyonunda, 700'ün üzerinde trafik ölçüm sensöründen, onbinlerce araç takip sistemlerinden ve mobil uygulama kullanıcılarından elde edilen anlık hız verileri, yüzlerce trafik gözlem canlı kamera görüntüleri, kent trafiğine etki eden yol çalışmaları, araç arızaları, kaza duyuruları, beklenmedik olaylar, uygulamada vatandaşa sunulurken, kullanıcıların kendisine en uygun güzergahı tercih etmesi sağlanmaktadır. Uygulama kullanıcıları, kentteki otoparkların doluluk oranlarını, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin meteorolojik gözlem istasyonlarından topladığı hava ve yol yüzeyi durum bilgilerini anlık olarak görüntüleyebilmekte; sıklıkla baktığı trafik kameralarını, otoparkları favorilerine ekleyerek verilerine hızlıca erişebilmekte, işitme engelli vatandaşlarımız İstanbul Büyükşehir Belediyesi Trafik Kontrol Merkezi operatörleri ile, uygulama üzerinden görüntülü görüşme yaparak trafik bilgisi

alabilmektedir. Ayrıca, uygulama kullanıcıları hedeflerine varmak için süre ve mesafe olarak en kısa güzergahları ve ortalama seyahat sürelerini görebilmekte, anlık kent trafiğini İBB CepTrafik vasıtasıyla sosyal medyada paylaşabilmekte, seyahatleri sırasında karşılaştıkları kaza, yol çalışması, yoğun trafik durumlarını, araç arızası ile şikayet ve önerilerini Trafik Kontrol Merkezi'ne uygulama üzerinden geri bildirim olarak ileterek, interaktif bilgilendirme ve yönlendirme hizmetinin verilmesine katkıda bulunabilmektedir. Kişisel trafik bilgilendirme hizmeti olarak, kullanıcıların belirledikleri güzergahlarda veya yakın çevresinde beklenmedik bir olay, trafik sıkışıklığı, kaza, yol kapatılması gibi durumlar oluştuğunda, bu bilgiler kullanıcılara bildirim (push notification) olarak sunulmakta; kullanıcının güzergah tercihinde bu durumları göz önünde bulundurarak rota planlaması yapması sağlanmaktadır. Kullanıcının, bildirim güzergahlarını uygulamanın Android versiyonunda widget olarak kaydederek, bu güzergahların trafik durumunu, duyuruları, hava durumu bilgilerini uygulamayı açmadan anlık olarak görebilmesi; ayrıca Trafik Kontrol Merkezi bünyesinde hizmet veren İBB Trafik Radyosu canlı yayını uygulama üzerinden seyahati sırasında dinleyerek, trafikteki anlık değişimlerden haberdar olabilmesi ve kent trafiğine ait en güncel bilgiler doğrultusunda dinamik olarak seyahatini planlaması, uygulama kullanıcılarına sunulan özellikler arasındadır.

İBB CepTrafik sayesinde, İstanbul kent trafik koşulları optimize edilmekte, teknolojinin sunduğu imkanlar kullanılarak, trafikte kaybedilen zaman ve maddi kayıplar minimize edilmekte, çevresel ve ekonomik açıdan daha uygun ulaşım rotalarının toplum tarafından etkin kullanımı teşvik edilmektedir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilmesi devam eden uygulama sayesinde, kentte vatandaşların akıllı hareketliliği hedeflenmektedir.

İlk versiyonu 2007 yılında Java destekli telefonlar için geliştirilmiş ve kullanıcıların hizmetine sunulmuş olan İBB CepTrafik, her geçen gün mobil uygulama kullanıcılarının hayatını kolaylaştıracak çözümler ile gelişen teknolojinin sunduğu imkanlar kullanılarak geliştirilmeye ve güncellenmeye devam etmektedir.



## 2.2. Görüntü İşleme Sensörleri

Kent genelinde yaygın olarak kullanılan radar sensörlerin yanında, ana yollarda ve kent içi karayolu tünellerinde kullanılan ve görüntü işleme teknolojisi ile trafik ölçüm verisi üreten sensörlerden [4] (Bknz: Resim 8) elde edilen veriler de İBB CepTrafik'te kullanılmaktadır. Bu sensörlere bağlı bulunan kameralardan (Bknz: Resim 9) elde edilen canlı görüntüler, görüntü işleme sensörü tarafından analiz edilmekte ve elde edilen bilgiler Trafik Kontrol Merkezi'ne kablolu veya kablosuz ağ üzerinden iletilerek, sunucularda çalışan yazılım ile anlamlı hale getirilmekte ve kullanılmak üzere veritabanı sunucusuna kaydedilmektedir.

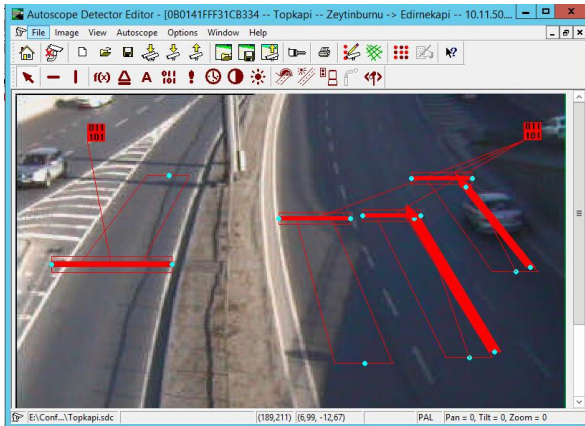


Resim 8: Autoscope RackVision Terra

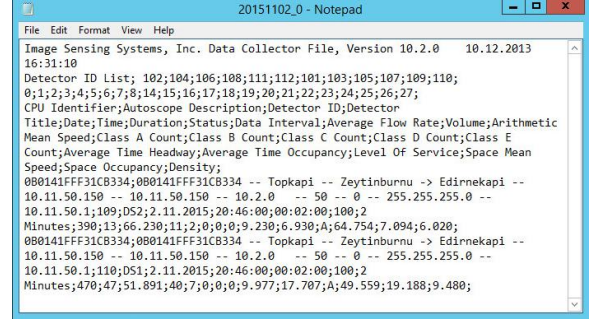


Resim 9: Autoscope AIS –IV Kamera

Görüntü işleme sensörlerinden trafik ölçüm verisi elde edebilmek için, sensöre takılan kameranın bakış açısında kalan alanda sanal şeritler oluşturulmakta (Bknz: Resim 10) ve bu sanal şeritlerden geçen araç sayıları, ortalama hız, işgaliyet ve uzunluğa göre araç sınıfı değerleri toplanarak, sunucuya kaydedilmektedir. Kaydedilen ham veriler (Bknz: Resim 11), sunucuda çalışan görüntü işleme sensörü analiz yazılımı ile yorumlanarak (Bknz: Resim 12) veritabanına aktarılmaktadır.



Resim 10: Sanal Şeritler



Resim 11: Görüntü İşleme Sensörü Ham Verileri

Terra No	Mesaj Zamanı	Hız (Gidiş)	Hız (Dönüş)	Araç Sayısı (Gidiş)	Araç Sayısı (Dönüş)
205	2.11.2015 20:44:00	69	0	75	0
352	2.11.2015 20:44:00	93	0	40	0
401	2.11.2015 20:44:00	91	0	63	0
591	2.11.2015 20:44:00	19	21	82	37
592	2.11.2015 20:44:00	62	67	36	13
593	2.11.2015 20:44:00	53	44	19	13
594	2.11.2015 20:44:00	27	0	27	0
595	2.11.2015 20:44:00	34	0	68	0
596	2.11.2015 20:44:00	0	38	0	17
598	2.11.2015 20:44:00	39	50	4	2
599	2.11.2015 20:44:00	50	44	88	45
600	2.11.2015 20:44:12	60	0	6	0

Resim 12: Görüntü İşleme Sensörü Analiz Yazılımı

## 2.3. Bluetooth Sensörler

Son yıllarda bluetooth özellikli araç navigasyon kitlerinin, telefonların, kulaklıkların yaygın kullanımı ile birlikte, anonim bluetooth ID'lerinin takip edilerek noktadan noktaya seyahat süresi hesaplaması birçok ülkede kullanılmaya başlanmıştır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi kent geneli ana arterlere yerleştiği Bluetooth Sensörler (Bknz: Resim 13) [5] ile sensörler arası seyahat sürelerini ve ortalama hız bilgilerini hesaplayarak, İBB CepTrafik'te trafik ölçüm ve seyahat süresi verisi olarak kullanılmaktadır.



Resim 13: Bluetooth Sensörler

## 2.4. Araç Takip ve Mobil Uygulama Kullanıcı Verileri (Probe Data)

Fiziksel olarak yol kenarlarına yerleştirilen direklere veya başüstü konstrüksiyonlara yerleştirilen trafik ölçüm sensörlerinin yanında, araç takip firmalarından ve seyahat halindeki (GPS konum bilgilerinin kullanılmasına izin veren) İBB CepTrafik kullanıcılarından elde edilen trafik ölçüm verileri de (probe data), trafik yoğunluk bilgisi elde etmek için kullanılmaktadır. Toplanan GPS verileri, Microsoft SQL Server'ın spatial özelliği kullanılarak, İBB CepTrafik'te kullanılan yol ağı üzerinde yer alan en yakın yol segmenti ile ilişkilendirilmekte ve o yol kesiti için mobil hız değeri olarak değerlendirilmektedir. Son üç dakika içerisinde, aynı yol segmenti ile ilişkilendirilmiş en az iki veya daha fazla sayıda probe data olması durumunda, bu veriler hız verisi olarak kullanılmaktadır. İki probe data olması durumunda, yüksek olan hız değeri; üç veya daha fazla probe data olması durumunda, veriler analiz yazılımından geçirilerek haritada gösterilecek hız değerleri üretilerek, veritabanı sunucusuna kaydedilmektedir..

Resim 14'te, İBB CepTrafik'te kullanılan yol ağı üzerinde yer alan örnek araç takip verileri görülmektedir.

ID	xCoord	yCoord	rawSpeed	degree	rawDate	segID	segAngle	segDir	vehic
398426433	28,879	41,08603	90	230	2015-11-02 21:00:30.000	2338	54	1	g864
398426478	29,08762	41,09311	25	95	2015-11-02 21:00:30.000	8337	82	0	91c3
398426445	28,78477	41,01615	41	315	2015-11-02 21:00:30.000	11735	310	0	c8c9
398426464	28,75957	40,9832	37	244	2015-11-02 21:00:29.000	674	71	1	9ba3
398426467	29,09353	41,08589	13	159	2015-11-02 21:00:29.000	2163	157	0	f9c7
398426490	28,66437	41,00703	20	288	2015-11-02 21:00:28.000	773	106	1	cbac
398426436	28,86948	41,05206	49	298	2015-11-02 21:00:28.000	2470	113	1	2534
398426472	28,79489	40,99516	9	203	2015-11-02 21:00:27.000	711	26	1	cbac
398426428	28,79215	41,06419	49	272	2015-11-02 21:00:27.000	5321	93	1	a85a
398426451	28,6978	41,01205	36	302	2015-11-02 21:00:26.000	10327	295	0	f6c9f

Resim 14: Yol Ağında Yer Alan Örnek Araç Takip Verileri

## 3. İBB CepTrafik Hız Verisi Üretimi Süreci

İBB CepTrafik'te gösterilen hız değerleri, uygulama sunucusunda çalışan bir yazılım tarafından bir dizi işlemden geçirilerek yol ağı ile ilişkili olarak üretilmekte ve farklı platformlarda kullanılmak üzere veritabanı sunucusuna kaydedilmektedir:

### 3.1. Sunucudan Sensör Verilerinin Alınması

Yol ağı ile ilişkilendirilmiş trafik ölçüm sensörlerinin (radar tabanlı sensörler, görüntü işleme sensörleri, bluetooth sensörler) son 5 dakika içerisinde gelen son verileri, veritabanı sunucusundan çekilmektedir.

### 3.2. Sunucudan Probe Datanın Alınması

Veritabanı sunucusuna kaydedilen farklı kuruluşlara ait araç takip verileri ile İBB CepTrafik mobil uygulama kullanıcılarından,

son 3 dakika içerisinde toplanan probe data çekilmektedir.

### 3.3. Verilerin Temizlenmesi

Hem trafik ölçüm sensörlerinden elde edilen veriler, hem de araç takip ve mobil kullanıcı verileri, *Tukey Fences Clipping* [6] algoritmasından geçirilerek, verilerdeki aykırı değerler normal değerlere çekilmektedir.

### 3.4. Verilerin Yumuşatılması

Aykırı değerlerden temizlenen veriler, *Exponential Smoothing* [7] algoritmasından geçirilerek, trafiğin zaman içindeki akış seyri yumuşatılmaktadır.

### 3.5. Verilerin Füzyonu (Data Fusion)

Veriler temizleme ve yumuşatma işlemlerinden geçirildikten sonra, trafik ölçüm sensör verileri ile probe data birleştirilerek, yol ağındaki her bir segment için ortalama hız değerleri üretilmektedir. Burada sensör verileri ile probe data %50 ağırlıklı olarak birleştirilmektedir.

### 3.6. Verilerin Sunucuya Kaydedilmesi

Her bir yol segmentine ait hesaplanan anlık ortalama hız verileri, İBB CepTrafik ve diğer trafik uygulamalarında kullanılmak üzere veritabanı sunucusuna kaydedilmektedir.

Şekil 1'de, İBB CepTrafik anlık hız verisi üretme sürecine ait akış diyagramı görülmektedir.



Şekil 1: İBB CepTrafik Hız Verisi Üretimi Süreci

#### 4. İBB CepTrafik Tahmini Hız Verisi Üretilmesi Süreci

15'er dakikalık aralıklarla bir saate kadar tahmini hız değerlerinin üretilmesi işlemlerinde kullanılmak üzere, her yol segmenti için, her 5 dakikada bir, son 15 dakika içerisinde hesaplanarak veritabanına kaydedilen hız verilerinin *medyan değeri* bulunarak, tarihi hız verisi olarak veritabanı sunucusuna kaydedilmektedir.

Her 5 dakikada bir trafik tahmin algoritması çalıştırılmakta ve tahmini hız değerleri aşağıdaki *modifiye edilmiş lineer regresyon methoduna* göre üretilmekte ve uygulamalarda kullanılmak üzere veritabanına kaydedilmektedir.

$$\hat{S}(t+1) = \beta * S(t) + (1 - \beta) * H(t+1)$$

$\hat{S}(t+1)$  : t+1 anı için tahmin edilen hız değeri

S(t) : Son 15dk'yı temsil eden hız değeri

H(t+1): t+1 anını temsil eden son 4 haftalık tarihi hız verisinin, *Exponential Smoothing* algoritmasından geçirilmesi ile elde edilen hız değeri

Her bir segment için, formüldeki  $\beta$  değerinin optimum değeri, haftanın her günü ve her 15-30-45-60 dakikalık tahminler için ayrı ayrı üretilmekte ve her gece güncellenerek, bir sonraki haftanın katsayısı olarak kullanılmak üzere sisteme kaydedilmektedir.

#### 5. Sonuçlar ve Sonraki Adımlar

Akıllı telefonların ve mobil iletişim araçlarının hızla yaygınlaştığı günümüzde, teknolojinin sunduğu imkanlar kullanılarak geliştirilmeye devam eden İBB CepTrafik ile 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 hedeflenmektedir.

Ulaşım, ülkelerdeki ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı destekleyen en önemli unsurlardan biri olduğu için, sürücü ve yolcuların seyahatleri süresince doğru, güvenilir bilgiler ile daha kısa sürede hedeflerine, iş, mal ve hizmetlere erişimlerini kolaylaştırıcı çözümler ile karar almalarını mümkün kılacak ve yolculukları esnasında da dinamik rota planlaması sayesinde beklenmeyen trafik olayları durumunda alternatif güzergah önerisinde bulunarak, mevcut ulaşım ağının verimli kullanımı sağlamaya yönelik

özelliklerin uygulamaya kazandırılması için gerekli çalışmalar sürdürülmektedir.

#### Kaynaklar

1. <http://www.imagesensing.com/products/radar-detection/RTMS-g4.html>
2. <http://www.imagesensing.com/products/radar-detection/autoscope-rtms-sx-300.html>
3. <http://www.wavetronix.com/en/products/smartsensor/hd/features>
4. <http://www.econolite.com/files/5513/9829/4809/detection-rackvisionterra-datasheet.pdf>
5. <http://www.deepbluesensor.com/deepblue.php?idiona=en>
6. Tukey, J. W. "Exploratory data analysis". Reading, PA: Addison-Wesley, 1977.
7. [https://en.wikipedia.org/wiki/Exponential\\_smoothing](https://en.wikipedia.org/wiki/Exponential_smoothing)