

WEB TABANLI AKILLI BİR DURAK SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ

Süleyman EKEN¹, Ahmet SAYAR²

¹Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, KOCAELİ

²Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, KOCAELİ

¹suleyman.eken@kocaeli.edu.tr, ²ahmet.sayar@kocaeli.edu.tr

(Geliş/Received: 15.01.2014; Kabul/Accepted in Revised Form: 26.02.2014)

ÖZET: Haritalar; coğrafi ve mekânsal verilerin görüntülenmesi, yorumlanması ve analizinde kullanılan yaygın araçlardır. İnsanlar haritaları günlük hayatlarında yön ve adres bulmasında kullanırlar. Haritalar deprem araştırmaları, yurtiçi güvenlik ve erken uyarı sistemleri gibi çeşitli disiplinlerde uygulama ve kullanım alanlarına sahiptir. Toplu taşıma araçlarını kullanan birçok insanın duraklarda beklemelerinden kaynaklı zaman kaybı yaşanmaktadır. Bu çalışmada, toplu taşıma uygulamalarında araçların duraklarda bulunması gereken zamanı akıllı bir şekilde web tabanlı olarak kullanıcılara sunan bir sistem önerilmiştir. Ayrıca kullanıcılar her bir hattın güzergâhını harita üzerinde görebilmekte ve SMS veya e-posta yoluyla istediği hattın durağa geliş zamanını öğrenebilmektedir. Sistemin etkinliği, sentetik veriler üzerinde test edilmiş olup kullanıcılara zaman kazandırması açısından çok faydalı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Akıllı otobüs durakları, Naïve Bayes sınıflandırma, makine öğrenmesi, haritalar

Design a Web Based Smart Bus Stop System

ABSTRACT: Maps are widely used tools for visualization, interpretation and analysis of geographic and spatial data. People use maps for finding directions and addresses in everyday life. There are various disciplines and eras of map use such as earthquake research, homeland security and early warning systems. Many people using public transport buses experience time losses because of waitings at bus stops. In this study, we propose a web based system to forecast bus arrival times in an intelligent way. The system enables public transport users to schedule their times more efficiently by reducing their waiting times at bus stops. Users can pull the information about bus arrival times and corresponding routes by using web browsers interactively, or if they are registered to the system, they can be informed about routes and bus arrival times via SMS and e-mails. Efficiency of the system has been tested and proved on various scenarios and synthetic data.

Key Words: Smart bus stops, Naïve Bayes classification, machine learning, maps

GİRİŞ (INTRODUCTION)

Birçok insan için toplu taşımacılık hayatlarının bir parçası haline gelmiştir. Çoğu insan evlerinden iş yerlerine veya okullarına toplu taşıma kullanarak ulaşmaktadır. Otobüs durağında beklerken insanlar geç gelen otobüsler sebebiyle ulaşımda zaman kaybedebilmekte, ulaşacakları yere geç kalabilmektedir. Diğer bir deyişle, insanların otobüs durağında beklerken binecekleri otobüsün şu an nerede olduğunu ve otobüslerin durağa ulaşmalarına ne kadar zaman kaldığını bilmesi kritik bir durum olabilmektedir.

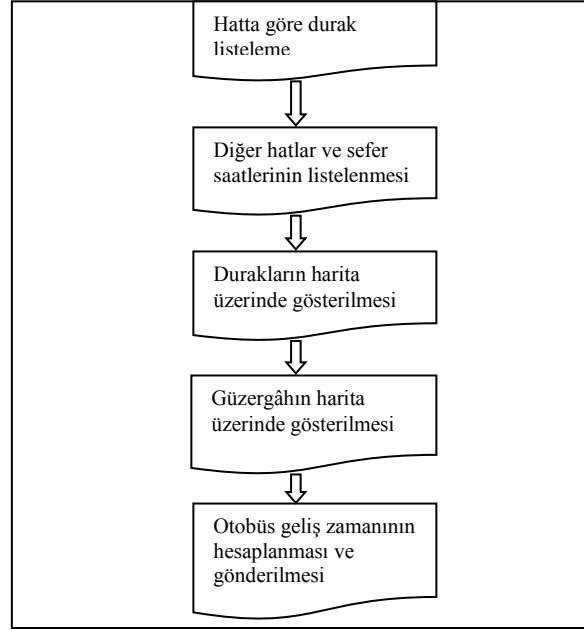
Gerçek zamanlı araç takip ve yönetim sistemi birçok araştırmacının ilgi odağı olmuştur ve bu alanda birçok çalışma yapılmıştır. Verma ve arkadaşları GPS'in birçok uygulamada kullanılabileceğini belirttiikten sonra bir araç tarafından kat edilen rota ve lokasyonları GPS yardımıyla takip etmenin mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Bunun için web tabanlı bir sistem geliştirerek hedefin (aracın) yerini kullanıcıya sunmuşlardır (Verma, 2013). Guo ve arkadaşları, Victoria Bölgesel Transit Sistemi'ne uygun haberleşme sistemi teknolojilerini entegre ederek bir akıllı telefon uygulaması geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistem ile kullanıcılar; otobüs zaman çizelgeleri, seyahat planları, otobüs kapasite tahminleri ve durak yeri gibi yolcu bilgilerine ulaşabilmektedirler (Guo, 2012). El-Medany ve arkadaşları takip edilen aracın yerini tam doğrulukta veren, düşük maliyetli araç takip sistemi sunmuşlardır. Microsoft SQL Server 2003 kullanarak izleme servisini ve grafiksel kullanıcı ara yüzünü geliştirmişler, ASP. Net ile de aracın harita üzerindeki yerini göstermişlerdir (El-Medany, 2010). Benzer sistemler araç takip ve yönetim amacının dışında kaybolma ve hırsızlığa karşı koruma gibi nedenlerden dolayı geliştirilmiştir. Örneğin; Jian-ming ve arkadaşları GSM, GPS modülü ve titreşim sensörü kullanarak araç hırsızlarına karşı bir sistem geliştirmişlerdir (Jian-ming, 2012). Ülkemizde de toplu taşımacılık hizmeti genellikle belediyeler tarafından yürütüldüğünden belediyeler akıllı durak sistemleri ile ilgili girişimlerde bulunmuşlar. Kimi başarılı olmuş, kimi ise hala bu sahada çalışmalarını geliştirmeye çalışmaktadır. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

- İzmir Büyükşehir Belediyesi, toplu ulaşımda hayata geçirdiği yeni uygulamasıyla tüm otobüs duraklarını "akıllı duraklara" dönüştürmeye başlamıştır. Duraklara yerleştirilen "QR Kodlar (kare kodlar)" akıllı telefonlara okutulduğunda, binilmek istenen otobüsün kaç durak uzakta olduğu ve duraktan geçen otobüs hatları ekrana gelmektedir. Cep telefonundan veya sabit bilgisayardan binilmek istenen hat numarası girildiğinde sistem ilgili hattın kaç durak uzakta olduğunu gösteriyor (<http://www.eshot.gov.tr/>)
- Bursa Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı BURULAŞ tarafından yaptırılan akıllı duraklar şehrin çeşitli yerlerine monte edilmiştir. Otobüs duraklarına yerleştirilen ekranlar sayesinde vatandaşlar, GPS sisteminden alınan bilgiler ile otobüslerin nerede olduğunu, kaç dakika sonra durağa geleceğini takip edebiliyor. Gelen otobüsün hat numarası, durağa kalan mesafesi ve gideceği yer de ekranda yazıyor. İlk etapta test amaçlı belli yerlerde sistem kullanılmaya başlanmıştır (<http://www.bursa.bel.tr>).
- İstanbul Büyükşehir Belediye ise akıllı durak sistemini ilk olarak metrobüslerde uygulamaya geçirmişler daha sonra bütün otobüslerde yaygınlaştırarak İstanbulluların "Hangi otobüs hangi duraktan geçer?", "Otobüsüm kaçta gelir?", "Hangi yolu kullanayım?" ve "Trafik yoğunluğu nasıl?" gibi sorularına cevap alabilecekleri bir duruma getirmişlerdir. Geliştirilen sistem kapsamında otobüs içindeki ekranlar ise akıllı duraklarla irtibatlı olarak otobüsün hızını, bir sonraki durağa kaç dakikada ulaşılacağını ve güzergâhtaki trafik yoğunluğunu göstermektedir. Ayrıca bu sistem ile yönetim merkezinden otobüslerin doluluk oranları tespit edilebilmektedir (<http://www.ibb.gov.tr>).
- Konya Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilen Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi (ATUS) toplu ulaşım hatlarının hangi güzergâhlardan geçtiğini, otobüs hatlarına ait sefer zamanlarını, toplu ulaşım aracının beklenen ya da belirtilen durağa tahmini olarak kaç dakika sonra geleceğini, belirtilen adrese en yakın durakları öğrenmeyi mümkün kılmaktadır (<http://atus.konya.bel.tr>).

Yapılan bu çalışma ise otobüs bekleyen yolcuların "acaba otobüsüm yeni mi geçti?" ya da "ne zaman gelecek?" veya "ne kadar bekleyeceğim?" gibi sorularına makine öğrenmesi algoritmalarından Naive Bayes sınıflayıcı kullanan web tabanlı akıllı bir sistem ile cevap verilmiştir. Bu sistem sayesinde yolcu; otobüsünün nerede olduğunu, ne kadar süre sonra durakta olacağını web ara yüzünden görebilmektedir. Ayrıca istenen hatların güzergâh ve sefer saatleri görüntülenebilmektedir. Sadece belli bir yaş grubuna değil, toplu taşıma araçlarını kullanan herkese hitap eden yolcuların sıkıntılarını giderecek bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Sistem tamamen açık kaynak kodlu olduğundan maliyetsiz olması da ayrıca bir avantajdır. Makalenin geriye kalan bölümlerinde akıllı durak sisteminin bileşenlerinden bahsedilmiş, örnek bir durum çalışması verilmiş ve sonuçlar tartışılıp gelecek çalışmalara yer verilmiştir.

WEB TABANLI AKILLI DURAK SİSTEMİNİN MİMARİSİ VE BİLEŞENLERİ (ARCHITECTURE AND COMPONENTS OF WEB BASED SMART BUS STOP SYSTEM)

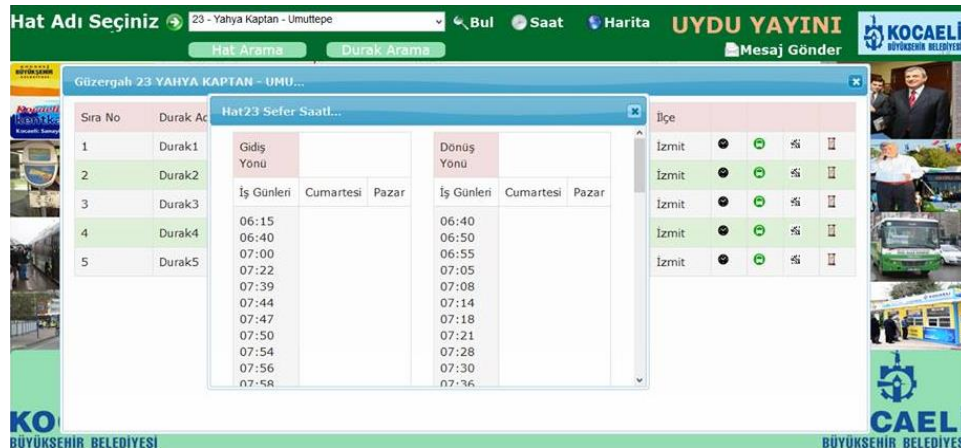
Önerilen sistemin mimarisi ve bileşenleri Şekil 1’de de görüldüğü beş aşamadan oluşmaktadır. (i) kullanıcının istediği hattın duraklarının listelenmesi, (ii) ilgili duraktan geçen diğer hatların listelenmesi ve sefer saatlerinin gösterilmesi, (iii) durakların harita üzerinde gösterilmesi, (iv) ilgili hattın güzergâhının harita üzerinde gösterilmesi, (v) istenen hatta ait otobüsün geliş zamanının akıllı bir şekilde hesaplanarak SMS veya e-posta yoluyla yolcuya gönderilmesi. Her bir aşama takip eden alt bölümlerde detaylandırılmıştır.



Şekil 1. Web tabanlı akıllı durak sisteminin mimarisi (Architecture of web based smart bus stop system)

Duraklara Ait Temel İşlemler (Basic Functions Related to Bus Stops)

Tasarlanan sistemin ara yüzü açıldığında kullanıcı Şekil 2 ‘deki gibi bir yapı ile karşılaşmaktadır. Kullanıcı hat arama kısmından aranacak hattın numarası girdiğinde o hatta ait gidiş/dönüş şeklinde duraklar listelenmektedir. Ayrıca durak arama kısmından ise bulmak istediği bir durağı arayabilmekte ve ilgili durağı harita üzerinde görebilmektedir. Listelenen durakların yanında o duraktan geçen diğer hatların listelenmesi, sefer saatlerinin gösterilmesi ve harita üzerinde gösterilmesi gibi fonksiyonlar mevcuttur.



Şekil 2. Tasarlanan sistemin ara yüzü (Interface of proposed system)

Durakların harita üzerinde gösterilebilmesi için bunların metin dosyasında tutulan adresleri (enlem, boylam) koordinat sisteminde ifade edilmesi gerekmektedir. Bunun için Google MAP API'sinden (<http://code.google.com/apis/maps>) yararlanılmıştır. Java standart kütüphaneleri API'nin kullanımını sağlamaktadır. Harita üzerinde durak bilgilerini gösteren işaretçileri eklemek için yine Google MAP API'sinden yararlanılmıştır. Şekil 3'te beş tane durak ve bu durakların bulunduğu güzergâh harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3. Durakların harita üzerinde gösterilmesi (Showing bus stops on the map)

Otobüs Geliş Zamanlarının Naive Bayes Sınıflandırma Algoritması ile Hesaplanması (Calculation of Bus Arrival Time With Naive Bayes Classification Algorithm)

Sınıflandırma yöntemleri veri madenciliğinde en çok kullanılan yöntemlerdendir. Sınıflandırma için en çok kullanılan yöntemler arasında; C4.5 gibi karar ağaçları (decision trees), k en-yakın komşu gibi örnek tabanlı yöntemler (instance based methods), Bayes sınıflandırıcı (Bayes classifier) lojistik regresyon (logistic regression), diskriminant analizi (discriminant analysis), yapay sinir ağları (artificial neural networks), bulanık setler (fuzzy sets) ve genetik algoritmalar (genetic algorithms) yer almaktadır (Michell, 1997). İnsanlar verileri daima sınıflandırdıkları, kategorize ettikleri ve derecelendirdikleri için sınıflandırma, hem veri madenciliğinin temeli olarak hem de veri hazırlama aracı olarak da kullanılabilir (Alpaydın, 2000).

Genel olarak sınıflandırma eğitilmiş (supervised) ve eğitimsiz (unsupervised) olarak ikiye ayrılır. Eğitilmiş sınıflandırmada dışarıdan bir eğiticinin müdahalesi söz konusudur. Eğitici, sisteme ilgili girdi için üretmesi gereken sonucu verir. Yani sisteme girdi/çıkış ikilisinden oluşan örnekler sunulur. Eğitimsiz sınıflandırma da ise hiç bir eğiticiye ihtiyaç yoktur. Tahmin edici, kendine gösterilen örnekleri alır ve belli bir kritere göre sınıflandırır. Bu kriter önceden bilinmeyebilir. Sistem, kendi öğrenme kriterlerini kendisi oluşturmaktadır. Eğitilmiş ve eğitimsiz sınıflandırma türleri bazen birbirini destekleyici olarak kullanılırlar. Eğitimsiz tür ile özellik uzayı kümelendirir. Bu kümeler eğitilmiş tür için bilinen yapı olarak eğitim kümesinde kullanılabilir. Böylece özellik uzayının boyutu azaltılır. Fakat bu işlemler zaman aldığından gerçek zaman uygulamaları zor ve pahalıdır (Dursun, 2005).

Sınıflandırma işleminde süreç şu iki adımdan oluşmaktadır: İlk olarak, var olan verilerin bir kısmı eğitim verisi olarak kullanılarak sınıflandırma kuralları oluşturulur. Daha sonra bu kurallar yardımıyla test verisinden alınan yeni bir durumun hangi sınıfta olduğu belirlenir. Önerilen sistemde araçların durakta olması gereken zamanı araştırılırken Naive Bayes sınıflandırıcısından yararlanılmıştır.

Bu çalışmada Bayes karar kuralı sınıflandırıcısı kullanılarak otobüslerin durağa geliş zamanlarının hesaplamak için bir aracın durağa ne kadar süre ile geç geldiği, geç gelme nedeni (arıza, trafik, kaza, yolcu yoğunluğu), hava durumu (yağışlı, normal, karlı), durakta olması gereken zaman, kaç numaralı hat ve durak gibi özellikler kullanılmıştır. Bu şekilde sınıflandırıcı giriş uzayı elde edilmiştir.

Bayes teorisi sınıflandırma işlemine bir olasılık problemi gibi yaklaşmaktadır (Duda, 1989). Naive Bayes yöntemi sınıflandırma işlemlerinde en sık kullanılan bir sınıflayıcıdır. Diğer bütün sınıflandırıcılarla karşılaştırıldıklarında en düşük hata oranına sahiptirler. Elimizde n adet sınıf olduğunu farz edelim, S_1, S_2, \dots, S_n . Herhangi bir sınıfa ait olmayan bir veri örneği X 'in, hangi sınıfa ait olduğu Naive Bayes sınıflandırıcı tarafından belirlenir. Veri örneği X , verilen sınıflara ait olma olasılığı en yüksek değere sahip sınıfa atanır. Sonuç olarak, Naive Bayes sınıflandırıcı bilinmeyen örnek X 'i, S_i sınıfına atar. Her veri örneği, m boyutlu özellik vektörleri ile gösterilir, $X = (X_1, X_2, \dots, X_m)$. Özelliklerin hepsi aynı derecede önemlidir ve birbirinden bağımsızdır. Bir özelliğin değeri başka bir özellik değeri hakkında bilgi içermez. $X = (X_1, X_2, \dots, X_m)$ örneğinin S_i sınıfında olma olasılığı (1)'deki gibidir.

$$P(S_i|X) = \frac{P(X|S_i)P(S_i)}{P(X)} \quad (1)$$

$P(X)$ bütün sınıflar için sabit ise, X örneğinin S_i sınıfında olma olasılığına, $P(X|S_i) P(S_i)$ ifadesi ile ulaşabilir. $P(S_i)$, her bir sınıfın olasılığı olup (2)'teki gibidir.

$$P(S_i) = \frac{O_i}{O} \quad (2)$$

Burada O_i , S_i sınıfına ait eğitilen örnek sayısı ve O ise toplam eğitilen örnek sayısıdır. Eğer sınıf öncelik olasılığı bilinmiyorsa, o zaman genel olarak sınıflar eşit kabul edilir, $P(S_1) = P(S_2) = \dots = P(S_n)$, ve bu sebeple $P(X|S_i)$ ifadesi, X örneğinin S_i sınıfında olma olasılığını bulmak için kullanılır. Aksi takdirde, $P(X|S_i) P(S_i)$ ifadesi bizim için en anlamlı ifadedir. Olasılıklar $P(X_1|S_i), P(X_2|S_i), \dots, P(X_m|S_i)$ eğitim örneklerinde tahmin edilebilirler,

$$P(X_k|S_i) = \frac{O_{ik}}{O_i} \quad (3)$$

Burada O_{ik} , X_k değerine sahip olan S_i sınıfına ait eğitim seti sayısı ve O_i de S_i 'ye ait olan eğitim seti sayısıdır. Bilinmeyen örnek X 'i sınıflandırmak için, her S_i sınıfı $P(X|S_i) P(S_i)$ ifadesi hesaplanır. Örnek X 'i en yüksek değere sahip S_i sınıfına atanır.

$$P(X|S_i) = \prod_{k=1}^m P(X_k|S_i) \quad (4)$$

Geliştirilen sistemde her bir durağın yanında bulunan "ne zaman gelecek" fonksiyonundan ise o duraktan geçen araçların geçmiş verileri kullanılarak sorgulanan ana göre bir sonuç döndürülmektedir. Bunun için Şekil 4'te görüldüğü gibi geçmiş dönemdeki deneyimleri yansıtan bir veri seti hazırlanmıştır. Veri setindeki bilgiler sırasıyla şu şekildedir: veri numarası, bir aracın durağa ne kadar süre ile geç geldiği, geç gelme nedeni (arıza, trafik, kaza, yolcu yoğunluğu), hava durumu (yağışlı, normal, karlı), durakta olması gereken zaman, kaç numaralı hat ve durak olduğu.

ID	Geç Kalma	Neden	Havadurumu	DOGS	Hatno	DurakNo
1	2	Trafik	Normal	10:00	23	1
2	12	Trafik	Karlı	10:00	23	1
3	15	YolcuYogunlugu	Karlı	10:00	23	1
4	8	Trafik	Yagisli	10:00	23	1
5	15	Ariza	Normal	10:00	23	1
6	30	Kaza	Yagisli	10:00	23	1
7	12	Ariza	Normal	10:00	23	1
8	9	Trafik	Yagisli	10:00	23	1
9	14	YolcuYogunlugu	Karlı	10:00	23	1
10	9	Trafik	Yagisli	10:00	23	1

Şekil 4. Zaman tahmini hesabı için kullanılan veri seti örneği (Data set example used for calculation of time estimation)

Şekil 4'te görülen veriler sadece bir nolu durağa ait bilgilerdir. Bir aracın tahmini olarak ne kadar geç kaldığı, ilgili yöntemlerle hesaplanırken veri seti üzerinde bir takım düzenlemeler yapmak gerekmektedir. Şekil 4'te de görüldüğü gibi geç kalma dakikası çok geniş bir aralık (1 dk.-30 dk.) olduğundan bu aralık altı sınıfa indirgenmiştir (1-5 dk., 6-10 dk, vb.). Aşağıda Şekil 4'te verilen verileri kullanarak örnek bir durum çalışması Naive Bayes algoritması ile verilmiştir.

Çizelge 1. Naive Bayes algoritması örneği (Example of Naive Bayes algorithm)

Gec Kalma (dk)	Neden				Hava durumu			Hat	Durak
	Arıza	Kaza	Trafik	Yolcu y.	Normal	Karlı	Yağışlı		
0-5	0	0	1	0	1	0	0	23	1
6-10	0	0	3	0	0	0	3	23	1
11-15	2	2	1	0	2	3	0	23	1
16-20	0	0	0	0	0	0	0	23	1
21-25	0	0	0	0	0	0	0	23	1
26-30	0	1	0	0	0	0	1	23	1
0-5/total	0/2=0	0/3=0	1/5	0	1/3	0/3	0	23	1
6-10/total	0	0	3/5	0	0	0	3/4	23	1
11-15/total	2/2=1	2/3	1/5	0	2/3	3/3	0	23	1
16-20/total	0	0	0	0	0	0	0	23	1
21-25/total	0	0	0	0	0	0	0	23	1
26-30/total	0	1/3	0	0	0	0	1/4	23	1

Örneğin 23 numaralı hattın 1. duraktan saat 10.00'da geçmesi gerekirken geç kalma nedeni trafik ve hava durumu karlı gibi sebepler altında gerçekte saat kaçta geçtiğini araştıralım. Bunun için her bir sınıf için olasılıkları hesaplamak gerekiyor. Burada 10 veri için algoritma çözülmüştür.

0-5 dakika arası toplam gecikme adedi 1'dir. Toplam 10 veri için 0-5 dk. arası gecikme olasılığı 1/10'dur. Bu olasılık için bundan sonraki tüm hesaplarımız bu bir kayıt üzerinden yapılacaktır. Gecikme nedeni trafik iken 0-5 dk. geç gelme olasılığı 1/5 ve hava durumu karlı iken 0-5 dk. geç gelme olasılığı 0/3 olmaktadır. Dolayısıyla 0-5 dakika arası geç gelme olasılığı $1/10 * 1/5 * 0/3 = 0$ olmaktadır. Benzer şekilde diğer sınıflar için de aynı işlemler yapıldığında sırasıyla 0, 0, 1, 0, 0, 0 sonuçları çıkmaktadır. En büyük olasılıklı sınıf 11-15 dk. arası sınıf olduğu görülmektedir. Sonuç olarak saat 10:00'da 1. durakta olması gereken bir otobüs trafik yoğunluğu ve karlı bir havanın olmasından dolayı 10:13' te gelecektir.

Uygulamayı kullanıcı istediği otobüsün bulunduğu durağa kaçta geleceğini kendisine gönderilen mail veya SMS sayesinde öğrenebilir. Bu hizmeti sağlamak için javax.Mail elektronik posta gönderme servisi kütüphanesi (<http://www.oracle.com>) kullanılmıştır. Kullanıcının yapması gereken uygulama ekranında hat numarasını ve durak numarasını girerek mail gönder/SMS gönder butonlarına basmasıdır.

SONUÇ ve TARTIŞMALAR (RESULTS and DISCUSSIONS)

Web tabanlı akıllı durak sistemi, yapılan hesaplardan elde ettiği varış süresi, hat, durak ve güzergâh gibi bilgileri web sitesi ve mobil web sitesi yöntemleriyle internet üzerinden kullanıma açabilmektedir. Böylece yolcuların duraklara ulaşmadan önce durak bilgilerini görüntülemesine olanak sağlanmaktadır. Sistem, açık kaynak kodlu geliştirme ortamı olan Eclipse kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Haritalarla ilgili kısımda ise Google 'un sağladığı Google Map API kullanılmıştır. Sistem bu şekli ile kullanıcıların "acaba otobüsüm yeni mi geçti?" ya da "ne zaman gelecek?" veya "ne kadar bekleyeceğim?" gibi sorularına makine öğrenmesi algoritmalarından Naive Bayes sınıflandırıcıya dayalı akıllı bir yöntem ile cevap verilmektedir. Sistemin etkinliği tarafımızdan üretilen sentetik veriler üzerinde denenmiştir. Yönteme girdi olarak verilen parametrelerden olan hava durumu bilgisi otomatik olarak bir sistem tarafından elde edilmeyip operatör marifeti ile girilmiştir. Sonraki çalışmalarda hava durumu bilgisini sisteme besleyen bir mekanizma geliştirilmesi planlanmaktadır. Ayrıca arıza, kaza, trafik yoğunluğu gibi otobüsün geç kalmasına sebebiyet veren durumlar şimdilik otomatize edilmemiştir.

İleride her bir durağa QR (kare kod) kodu yerleştirilerek kullanıcıların bunları akıllı telefonları ile okutması sonucu ilgili durağa ne kadar süre sonra ilgili otobüs gelecek işlemlerinin yapılması hedeflenmektedir. Ayrıca GPS modülü kullanılarak aracın hızının ve anlık yerinin kullanıcıya gösterimi

de sağlanacaktır. Daha sonraki çalışmalarda ise otobüs içlerine yerleştirilecek modül ile kullanıcılara bekledikleri aracın doluluk oranı hakkında bilgi alması sağlanacaktır.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENTS)

Yazarlar, değerli yorumlarıyla bu çalışmaya katkı sağlayan hakemlere teşekkür ederler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Alpaydın E., "ZEKİ VERİ MADENCİLİĞİ: Ham Veriden Altın Bilgiye Ulaşma Yöntemleri", Bilişim 2000 Eğitim Semineri, 2000.
- Duda R.O., Hart P.E., "Pattern Classification and Scene Analysis", Stanford Research Institute, 1989.
- Dursun Ö. O., *Meteorolojik Verilerin Veri Madenciliği ile Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, ss. 10-11, 2005.
- El-Medany W., Al-Omary A., Al-Hakim R., Al-Irhayim S., Nusaif M., "A Cost Effective Real-Time Tracking System Prototype Using Integrated GPS/GPRS Module", 2010 Sixth International Conference on Wireless and Mobile Communications, ss. 521-525, 20-25 Eylül, Valencia, 2010.
- Guo X., Huang E., Hung B., Juras L., *Design a Smart Bus System*, Dönem Projesi, Victoria Üniversitesi, Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kanada, 2012.
- <http://www.eshot.gov.tr/haberdetay.aspx?ID=598> [Ziyaret Tarihi: 12 Aralık 2013]
- <http://www.bursa.bel.tr/akilli-duraklar-bursa-da/haber/14186/> [Ziyaret Tarihi: 12 Aralık 2013]
- <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/Haberler/Pages/Haber.aspx?NewsID=15869> [Ziyaret Tarihi: 15 Aralık 2013].
- <http://atus.konya.bel.tr/ulasim/yardim.php> [Ziyaret Tarihi: 15 Aralık 2013]
- <http://code.google.com/apis/maps> [Ziyaret Tarihi: 20 Aralık 2013]
- <http://www.oracle.com/technetwork/java/javamail/index.html> [Ziyaret Tarihi: 23 Aralık 2013]
- Jian-ming H., Jie L., Guang-Hui L., "Automobile Anti-theft System Based on GSM and GPS Module", 2012 Fifth International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems (ICINIS), ss. 199-201, 1-3 Kasım, Tianjin, 2012.
- Mitchell T., *Machine Learning*, McGraw-Hill, 1997.
- Verma P., Bhatia J. S., "Design and Development of GPS-GSM based Tracking System with Google Map based Monitoring", *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)* Cilt 3, Sayı 3, ss. 33-40, 2013.

