



Araç özel ağları tabanlı kaza bilgilendirme sistemi-KABİS Accident information system based on vehicular ad hoc networks-KABIS

Muhammed Ali Beşli¹ , Muhammed Enes Bayrakdar^{2,*} 

^{1,2}Düzce Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 81620, Düzce Türkiye

Öz

Günümüzde akıllı ulaşım sistemleri, araçtan araca (Vehicle-to-Vehicle, V2V) ve araçtan yol kenarına (Vehicle-to-Roadside, V2R) iletişim birimlerini kullanarak trafik sıkışıklığını azaltmanın yanı sıra emniyet ve güvenliği artırmayı hedeflemektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'na (TÜİK) göre, sürücü kusurunun toplam kusurlara oranının %88'in altına düşmediği görülmektedir. Bu durum, sürücü hatalarının kronik bir sorun haline geldiğini ve üzerine detaylı çözüm önerilerinin geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, özellikle geçmişte çok sayıda kaza yaşanmış noktaların bilinmemesi, sürücülerin bu bölgelerde kaza riskini artıran dikkatsizlik davranışlarına yol açmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, sürücülere geçmişte kaza kara noktaları olarak tespit edilen bölgelere yaklaştıklarında önceden uyarıda bulunarak, bu bölgelerde dikkat seviyelerinin artırılmasını sağlamaktır. Son aşamada, yazılım testi ile çözümlenme, tasarım ve gerçekleştirim aşamalarının bir değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kaza, Araç Özel Ağlar, Trafik, Google Maps API, Firebase.

1 Giriş

Günümüzde karayolu trafiğinin büyük hacmi, trafik ortamının güvenliğini ve verimliliğini etkilemektedir. [1] Trafik sıkışıklığını azaltmak ve güvenliği sağlamak için doğru hava durumu açıklaması, yaklaşmakta olan tehlikelere karşı erken uyarı, trafiğin daha ayrıntılı algılanması ve diğer ilgili konular otomatikleştirilmiş bir ağ aracılığıyla sürücüler için oldukça yararlı olacaktır. [2] Otonom araç teknolojilerinin ilerlemesini hızlandıran en büyük motivasyonlardan biri, Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği tarafından tamamlanan istatistiksel bir araştırmaya göre şu an da kazaların yaklaşık %94'üne neden olan dikkat dağınıklığı, yorgunluk ve duygusal sürüş gibi insan kaynaklı hatalara karşı duyarsızlıktır. [3] Teknolojideki ilerlemeyle birlikte araçların çoğu araç içi kablosuz cihaz (OBU), GPS (küresel konumlandırma sistemi), EDR (olay veri kaydedici) ve sensörler (radar ve lidar) ile donatılarak araçlar arası iletişimi sağlayan VANET (Araç özel ağı) adı verilen özel bir araç ağı oluşturulmuştur. [4] VANET (Araç özel ağı), kazaları en aza indirmek amacıyla yol ve trafik koşullarına ilişkin bilgilerin güncellenmesi için araçların birbiriyle iletişimini sağlayan bir tür bilgi teknolojisidir. [2] Tüm bunlara rağmen on yıllardır sürücü kusurunun toplam kusura

Abstract

Today, smart transportation systems aim to reduce traffic congestion and increase safety and security by using vehicle-to-vehicle (V2V) and vehicle-to-roadside (V2R) communication units. According to TÜİK, it is seen that the ratio of driver fault to total faults has not fallen below 88%. This situation reveals that driver errors have become a chronic problem and that detailed solution proposals should be developed. In this context, especially the lack of knowledge of points where many accidents have occurred in the past leads to careless behaviors of drivers that increase the risk of accidents in these areas. The main purpose of this study is to provide advance warning to drivers when they approach areas that have been identified as accident black spots in the past, and to increase their attention levels in these areas. In the last phase, an evaluation of the analysis, design and implementation phases was made with software testing.

Keywords: Accident, Vehicular Ad Hoc Networks, Traffic, Google Maps API, Firebase.

oranının %88'in altına hiç düşmemiş olması alınan tüm tedbirlerin, geliştirilen tüm teknolojilerin yetersiz olduğunun en büyük göstergesidir. Mevcut durumda sürücü kusurlarının trafik kazalarına dönüşmemesi amacıyla Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından geliştirilmiş sarsma bandı vb. çalışmalar mevcut olmakla beraber 2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı [5] ve 12. Ulaştırma ve Haberleşme Şurası Sonuç Bildirisinde de [6] belirtildiği üzere dijitalleşme ve mobilite dinamiklerine uygun herhangi bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Önerilen sistem ile ele alınan sorun alanı 12. Ulaştırma ve Haberleşme Şurası Sonuç Bildirisinde [6] karayolu sektörü için bildirilen kısa vadeli hedefler arasında "Kaza kara noktası ve kaza potansiyeli yüksek noktaların iyileştirilmesi çalışmalarının sürdürülmesi." Maddesiyle yer almaktadır. Buna ek olarak 2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planında [5] 4. Karayolları ve Karayolu Taşımacılığı başlığı altında "Trafik güvenliği yönetimi için büyük veriye dayalı bilgi ve karar destek sistemi geliştirilmesi işine başlanmıştır." İfadesine yer verilmiştir. Bu ve bunun gibi sistemler önerilen sisteme entegre edilerek sistemin avantajları ve stabilitesi artırılabilen, kapsamı genişletilebilmektedir. Bunlara ek olarak 2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planında [5] 3.7 Teknoloji, İnovasyon ve

* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: muhammedbayrakdar@duzce.edu.tr (M.E. Bayrakdar)
Geliş / Recieved: 10.06.2024 Kabul / Accepted: 23.12.2024 Yayımlanma / Published: 15.01.2025
doi: 10.28948/ngumuh.1497142

Dijitalleşme başlığı altında belirtilen “Ulaşım hizmetlerinin denetimini kolaylaştıracak ve etkin denetim yapılmasını sağlayacak dijital ulusal denetim sistemi altyapısı oluşturulmalıdır.” ifadesinde yer alan sistem uygulamaya entegre edilerek gerçekleşen kazaların bilgileri gerçek zamanlı olarak önerilen sisteme sağlanarak sürücülerin sadece geçmiş kazalar için değil anlık kazaların uyarısını da alması sağlanabilmektedir. Bu sayede mevcut bir kaza alanına yaklaşan aracın alana kontrolsüz girmesi engellenebilmektedir. Ülkemizde Nisan 2022’de yayınlanmış son veriye göre 32 milyon 321 bin 21 ehliyet sahibi bulunmaktadır. Her bir sürücü hayatında en az bir kez navigasyon kullanarak bilmediği bir yolda sürüş gerçekleştirdiği varsayıldığında önerilen sistem 32 milyonu aşkın doğrudan yararlanıcıya sahiptir. Aileler ile birlikte tahmini 120 milyonu aşkın dolaylı yararlanıcı olduğu düşünülmektedir.

Bölgelerdeki kaza sayısına göre tekrar sayısı belirlenen, 100 kaza kara noktasına ait veriler, gerçek zamanlı olarak veri tabanından çekilmektedir. Kullanıcı dostu ve 3 farklı dil desteği (Türkçe, İngilizce ve Almanca) bulunan KABİS uygulamamız aracılığı ile kullanıcıların ilgili kaza kara noktasına girerken, içerisinde gezinirken ve çıkarken uyarılması sağlanmaktadır.

2 Bilimsel yazın taraması

Kaza Bilgilendirme Sistemi (KABİS) uygulamasının oluşturulmasında ele alınan sorun alanı, yetersiz yol bilgisi durumunda sürücülerin hata yapma ve kazaya sebebiyet verme ihtimallerinin artmasıdır. Bu çalışmada sürücü kusurunun toplam kusura oranını düşürerek, trafik ortamının güvenliğini ve verimliliğini arttırmak amaçlanmaktadır. Bu amaçla literatür taraması 4 konu başlığı altında gerçekleştirilmiştir. Bunlar sırasıyla yol güvenliği, Araç özel ağları (VANET), Otonom araçlar ve son olarak coğrafi sınır (Geofence) teknolojisi kullanılarak geliştirilen sistemler. İlk konu başlığı olan yol güvenliği konusunda literatür taraması yapıldığında gelecekle ilgili yapılan tahminlerin hiç de iyimser olmadığı görülmektedir. Örneğin: “Eğer acil önlemler alınmazsa, gelişmekte olan ülkelerde, gelecek on yıl içerisinde trafik kazaları sonucu yaklaşık altı milyon insanın öleceği ve altmış milyonun da yaralanacağı tahmin edilmektedir. [7] Yol güvenliği ile ilgili durum bu kadar kötüyken ikinci araştırma konusu olan Araç özel ağları (VANET) ile ilgili kapsamlı bir tarama sonucunda bu konunun oldukça sıcak bir araştırma konusu olduğu görülmektedir. [8] Hatta ülkemizin de geliştiricilerinden olduğu VANET’lerle ilgili dünya çapında popüler projelere rastlamak mümkündür. [7] Bu noktada gelecek vaat eden yapay zekâ aracı olarak makine öğreniminin araç ağında kullanılması ve zorlukları gibi iki sıcak araştırma konusunun birlikte değerlendirmesini de bulmak mümkün olmaktadır. [9] Fakat buna rağmen araç özel ağlarının güvenlik sorunlarından bahseden araştırmaların sayısı hiç de az değil. [4,8] Ek olarak VANET’lerde olduğu gibi otonom araçlarda da güvenlik sorunları ve savunma tekniklerinden bahseden birçok araştırma mevcuttur. [10,11] Bu noktada araç özel ağları ve otonom araçların güvenliği bu derece tartışma konusuyken sürücülerini tehlikelerden önce uyarmanın farklı

yöntemleri düşünülmüştür. En mantıklı uyarı aracının, bildirim şekli ve araçlara bağlanabilirlik bakımından oldukça kişiselleştirilebilir olması sebebiyle telefon olması gerektiğine karar verilmiştir. Bununla birlikte coğrafi sınır (Geofence) teknolojisini kullanarak geliştirilen sistemler araştırılmaya başlanmıştır. Geofence teknolojisi afet bilgi sistemlerinde sıklıkla tercih edilmiştir. [12,13] Yine aynı şekilde donanım ve yazılım bileşenlerini Geofence teknolojisi ile birlikte kullanarak araç çalınmasına karşı bir sistem de geliştirilmiştir. [14] Yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda kaza sonrası tespit amaçlı birçok araştırma olmakla beraber, [15] potansiyel kaza noktaları öncesi uyarı vermek üzerine tasarlanmış 2 araştırmaya rastlanmıştır. [16,17] Tonec ve diğ. [16] araştırmalarında herhangi bir teknoloji ismi veya uygulama arayüzü belirtmeden, sadece geçmiş ve gerçek zamanlı verilerin birlikte kullanıldığı bir sistem önermektedir. Önerilen sistemin geliştirme süreci, veri kaynağı vb. noktalarda belirsizlikler mevcuttur. Yine geçmiş verilerin hangi yöntemlerle alınarak riskli bölge ilan edileceğine dair herhangi bir yöntem de belirtilmemiştir. Nayak vd. [17] ise ele alınan sorun alanı bakımından KABİS uygulaması ile aynı olmasına rağmen çözüm önerisi noktasında temelde 2 noktada KABİS uygulamamızdan farkı bulunmaktadır. Bunlardan ilki belirtilen araştırma sonucu önerilen uygulamanın KABİS’in aksine progressive web uygulaması olmasıdır. İkinci fark ise geçmiş kaza verileri kullanılarak 100’erli gruplama ve seçim yöntemlerindeki farklılıktır. Turna ve Aydın [18], yol güvenliği geliştirilmesinin değerlendirilmesine ilişkin yaklaşımlar sunmuşlardır. İlgili araştırmalara atıflarda bulunarak KABİS uygulamamız olan araştırma konumuzun gelişimi aktarılmıştır. Yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda yukarıda bahsedilen benzerliklerin dışında KABİS uygulamasına rastlanmamıştır.

3 Materyal ve metod

KABİS uygulaması hayata geçirilirken izlenmesi gereken 4 aşama vardır. Bu aşamalar sırasıyla; Yazılım İsterleri Çözümlemesi (Software Requirements Analysis), yazılım tasarımı, yazılım gerçekleştirimi ve son olarak yazılım testi şeklindedir. İlk aşamada önerilen uygulamadan beklentiler belirlenerek gereksinimler açıklığa kavuşturulmuştur. Bu aşamada aynı zamanda yazılım isterleri modellenerek ve tanımlanarak sonraki aşamalar için temel oluşturulmuştur. İkinci aşamada ise 4 adımda genel olarak yazılımın tasarımı gerçekleştirilerek, kullanılan veri setinin elde edilmesi ve hazırlanması gerçekleştirilmiştir. Bu adımlar sırası ile veri tasarımı, mimari tasarım, yordamsal tasarım ve son olarak arayüz tasarımıdır. Uygulamada Google tarafından desteklenen Firebase Realtime Database kullanılmıştır. Bu sayede veri tabanında saklanan potansiyel kaza noktalarındaki herhangi bir değişiklik doğrudan uygulamada kullanılabilir hale gelmektedir. Sistemin yapılabirliğini göstermek amacıyla geliştirilen uygulamamızda, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Yönetim Merkezinden elde edilen veri seti [19] kullanılarak Python programlama dili ile konum bilgisi, kaza şekli, tekrar sayısı ve kapanan şerit sayısı gibi bilgilerden yararlanarak

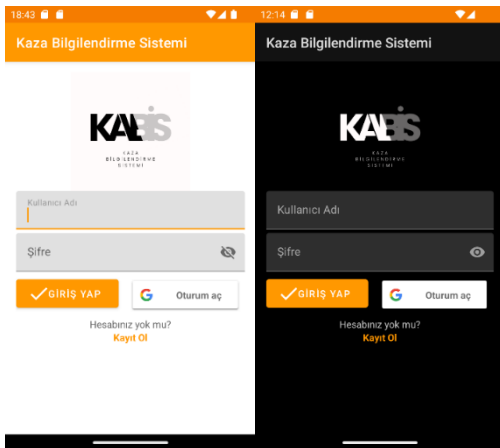
çeşitli yöntemlerle 100'erli gruplama ve her nokta için yarıçap (Radius) bilgisi elde edilerek veri tabanına aktarılmıştır. Türkiye'deki 81 il için geçmiş yıllara ait kaza bilgilerinin [20] elde edildiği durumda 81 il için ayrı ayrı potansiyel kaza noktalarına ait veriler veri tabanında tutularak uygulama girişi esnasında kullanıcı tarafından seçilen hizmet almak istenilen bölge bilgisine göre ilgili bölgeye ait veriler uygulama tarafından veri tabanından çekilmektedir. Üçüncü aşamada tasarım programlama diline dönüştürülmüştür. Önerilen uygulama Android Studio 2023.1.1 kullanılarak Java Programlama dili ile geliştirilmiştir. Uygulamaya gerekli harita desteği Google Maps API ile sağlanmaktadır. Son aşamada önceki aşamalar olan çözümleme, tasarım ve kodlama aşamalarının son bir değerlendirmesidir.

3.1 Kullanım alanları

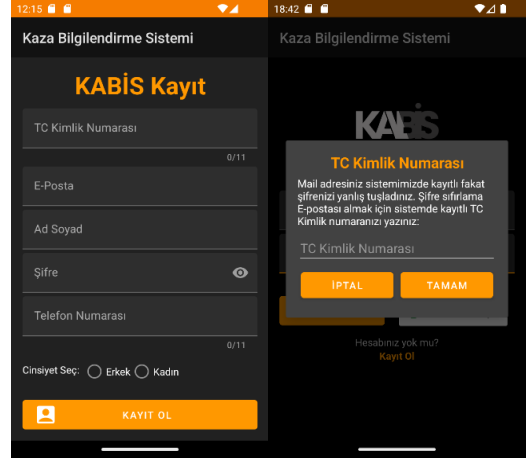
Kaza Bilgilendirme Sistemi (KABİS) elde ettiği çözümle beraber karayolu taşıtlarının sürücülerini hedeflemektedir. İlk versiyonu geçmiş yıllardaki kaza verilerini referans alacağından dolayı sürücülerin daha önce seyahat etmedikleri yollarda kullanabilecekleri bir uygulama olmaktadır. Fakat KABİS fikri itibarıyla geliştirmeye açık bir sistemdir. Bu kapsamda sisteme gerçek zamanlı kaza verileri sağlandığı durumda sistemin yararlanıcıları arasına 112 Ambulans şoförlerini, Tır şoförlerini, İtfaiye şoförlerini ve hatta Toplu taşıma şoförlerini dahil etmek mümkün hale gelecektir. Dolayısı ile sistemin kullanım alanları da artmaktadır.

3.2 Kimlik doğrulama

Kaza Bilgilendirme Sistemi (KABİS) uygulamamızda kimlik doğrulama işlemleri Firebase Authentication kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Kullanıcılara Şekil 1'de de görüldüğü üzere kimliklerini doğrulamaları için e-posta-şifre ve Google hesabı olmak üzere iki seçenek sunulmaktadır. KABİS uygulamamızda kaydı bulunmayan kullanıcılarımız ana sayfada bulunan kayıt ol yazısına tıklamaları durumunda Şekil 2'de verilen KABİS Kayıt sayfasına yönlendirilmektedir. Burada e-posta, ad, soyad, şifre, TC Kimlik numarası, telefon numarası ve cinsiyet bilgilerini doğru şekilde girdikten sonra kullanıcının kaydı yapılarak tekrar ana sayfaya yönlendirilmesi sağlanmaktadır.



Şekil 1. KABİS ana ekran



Şekil 2. KABİS kayıt ve şifre sıfırlama ekranı



Şekil 3. Kullanıcıların Firebase Realtime Database'de saklanması

Burada ve Ana Sayfada ilgili alanlara formatlara uygun olmayan girişler yapılamamaktadır. Örneğin şifre alanı en az 8 karakterden oluşan içerisinde en az 1 büyük harf, küçük harf, noktalama işareti ve sayı bulunduran bir string olmak zorundadır. Aksi durumda sistem tarafından kullanıcının kaydının yapılması engellenmektedir. Şifre bilgisi hariç olmak üzere kullanıcı bilgileri Şekil 3'te de gösterildiği üzere ek olarak Firebase Realtime Database üzerinde de saklanmaktadır. Kullanıcı Adı ve Şifre kullanarak giriş yapmak isteyen kullanıcılarımız sistemde kayıtlı bir e-posta ile giriş yapmaya çalıştığı halde sadece şifresini hatalı tuşlarsa Şekil 2'de gösterildiği gibi TC Kimlik numarasını yazması talep edilmektedir. Girilen TC Numarası sistemde kayıtlı TC Numarası ile eşleştiği takdirde sistemde kayıtlı e-postaya şifre sıfırlama e-postası gönderilmektedir.

3.3 Kaza kara noktaları 100'erli gruplama ve seçim

Kaza Bilgilendirme Sistemi (KABİS) geliştirilirken beyaz kutu yöntemi ile bileşenler tek tek test edilerek geliştirilmiştir. Bu yöntem, zaman kısıtı bulunan uygulamalarda herhangi bir hata durumunda en başa dönülme ihtimali olmadığı için tercih edilmiştir. Her test sonucunda tespit edilen hatalar hızlı ve basit bir şekilde düzeltilmiş, hatanın büyüyen ilerlemesinin önüne geçilmiştir. Bunun sonucunda düzgün ve hatasız çalıştığına kanaat getirilen bir birim artık tümleştirme testi için hazır hale gelmiş olmaktadır. KABİS uygulaması tümleştirme testi gerçekleştirilirken yukarıdan aşağı tümleştirme yöntemi kullanılarak kara kutu yöntemiyle test edilmiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Yönetim Merkezi tarafından paylaşılmış olan trafik duyuru veri setindeki [19] veriler içerisinde Python programlama dili kullanılarak KABİS uygulamamız için uygun veriler elde edilerek uygulamanın veri tabanı olan Firebase Realtime Database'e test verileri eklenmiştir. Python programlama dili ile veri setinde bulunan ve 3 kategoriden oluşan (yaralanmalı, can kaybı, zincirleme) kazanın şekli bilgisi ile kapanan şerit sayısı bilgisinden yararlanarak ayrı ayrı iki yarıçap (Radius) bilgisi elde edilmiştir.

Kazanın şekli bilgisine göre;

Zincirleme: mean = 750, std_dev = 100, min_radius = 500, max_radius = 1000

Can kaybı: mean = 400, std_dev = 50, min_radius = 300, max_radius = 500

Yaralanmalı: mean = 200, std_dev = 20, min_radius = 100, max_radius = 300

Değer ataması gerçekleştirilerek kapanan şerit sayısına göre hesaplanan yarıçap bilgisi Denklem (1)'de, kazanın şekline göre verilen ortalama ve standart sapma değerleri ile oluşturulan yarıçap bilgisi Denklem (2)'de, bu değerlerin float – int dönüşümleri Denklem (3)'te, kapanan şerit bilgisi kullanılarak elde edilen yarıçap bilgisinin %70'ini, kazanın şekli bilgisi kullanılarak elde edilen yarıçap bilgisinin %30'unu alan ve nihai yarıçap bilgisi Denklem (4)'te verilmektedir.

$$\begin{aligned} radius_from_CLOSED_LANE \\ = min_radius + (max_radius \\ - min_radius) \end{aligned} \quad (1)$$

$$* (CLOSED_LANE / 5)$$

$$\begin{aligned} radius_from_normal \\ = np.random.normal(mean, std_dev) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} radius_from_CLOSED_LANE_int \\ = int(radius_from_CLOSED_LANE) \\ radius_from_normal_int \\ = int(radius_from_normal) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} weighted_radius \\ = (0.7 * radius_from_CLOSED_LANE_int + 0.3 \\ * radius_from_normal_int) \end{aligned} \quad (4)$$

Denklem (1)'de radius_from_CLOSED_LANE kapanan şerit bilgisi ile elde edilen yarıçap bilgisini tutmaktadır.

min_radius ve max_radius kaza şekline göre atanmış minimum ve maximum yarıçap bilgisini tutmaktadır. CLOSED_LANE ise ilgili kaza için 0 ile 5 arasında kapanan şerit sayısı bilgisini tutmaktadır. Denklem (2)'de radius_from_normal kazanın şekline göre hesaplanan yarıçap bilgisini tutmaktadır. mean ve std_dev kaza şekline göre atanmış ortalama ve standart sapma değerlerini tutmaktadır. Denklem (4)'te weighted_radius %70 kapanan şerit bilgisi ile elde edilen yarıçap bilgisi %30 kazanın şekli bilgisi ile oluşan yarıçap bilgisi alınarak oluşturulmuş nihai yarıçap bilgisini tutmaktadır.

Aynı anda en fazla 100 coğrafi sınır (Geofence) oluşturulabildiğinden dolayı veri setinde bulunan bölgelerin tekrar oranlarını Denklem (5)'te gösterildiği şekilde hesaplayarak seçilecek olan 100 bölgenin içerisindeki tekrar sayısının yine bu orana göre belirlenmesi sağlanmıştır. Denklem (6) denklemlerinin çıktıkları Şekil 4'te ve Şekil 5'te gösterilmektedir.

$$\begin{aligned} bolge_oranlari = bolge_sayisi \\ / toplam_olay_sayisi \end{aligned} \quad (5)$$

D100 15 Temmuz Şehitler Köprüsü Avrupa-Anadolu Yönü	0.024788
D100 Merter-Cevizlibağ Yönü	0.018917
D100 Halic (Orta Köprü) Okmeydanı	0.014351
D100 Okmeydanı-Halic Yönü	0.011089
0-3 Bayrampaşa-Vatan Yönü	0.010437
...	...
Edirnekapi-Halic Yönü	0.000652
Edirnekapi-Fatih Yönü	0.000652
Edirnekapi-10. Yıl Yönü	0.000652
10.Yıl Caddesi-Yedikule Yönü	0.000652
Yenikapı Şehit Vefa Karakurdu alt geçidi Bakarköy - Sırkeci Yönü	0.000652
Name: BOLGE, Length: 472, dtype: float64	

Şekil 4. Bölgelerin tekrar oranları

$$\begin{aligned} secilen_enlem_ve_boylam = veri.sample(n \\ = 100, weights \\ = veri['BOLGE'].map(bolge_oranlari)) \end{aligned} \quad (6)$$

	BOLGE	LATITUDE	LONGITUDE	\
99	Basın Ekspres Güneşli-İkitelli Yönü	41.022743	28.811795	
572	D100 İncirli(Yanyol)-Sirinevler Yönü	40.992654	28.854530	
225	D100 15 Temmuz Şehitler Köprüsü Avrupa-Anadolu...	41.049068	29.030532	
815	D100 Sefaköy-Cobançeşme Yönü	41.000446	28.804067	
1302	TEM GOP-Metris Yönü	41.091312	28.896575	
...
230	D100 15 Temmuz Şehitler Köprüsü Avrupa-Anadolu...	41.046533	29.033127	
540	D100 Haramidere-Ambarlı Yönü	41.000928	28.689315	
761	D100 Okmeydanı-Halic Yönü	41.053214	28.953877	
758	D100 Okmeydanı-Halic Yönü	41.051594	28.950391	
244	D100 15 Temmuz Şehitler Köprüsü Avrupa-Anadolu...	41.052466	29.027002	
	RADIUS	ACCIDENT_DESCRIPTION	CLOSED_LANE	
99	175.4	trafik kazası (yaralanmalı)	1	
572	611.4	trafik kazası (zincirleme)	1	
225	589.1	trafik kazası (zincirleme)	0	
815	127.9	trafik kazası (yaralanmalı)	0	
1302	190.5	trafik kazası (yaralanmalı)	2	
...
230	130.3	trafik kazası (yaralanmalı)	0	
540	148.7	trafik kazası (yaralanmalı)	1	
761	160.7	trafik kazası (yaralanmalı)	1	
758	190.2	trafik kazası (yaralanmalı)	2	
244	154.1	trafik kazası (yaralanmalı)	1	

[100 rows x 6 columns]

Şekil 5. Seçilen 100 noktaya ait enlem, boylam, yarıçap, kaza şekli ve kapanan şerit sayısı bilgisi

Denklem (5)'te bolge_oranlari her bir bölgenin tekrar sayısı kullanılarak hesaplanmış oranını tutmaktadır. bolge_sayisi ilgili bölgenin veri setindeki tekrar sayısını ifade etmektedir. toplam_olay_sayisi ise veri setindeki tüm

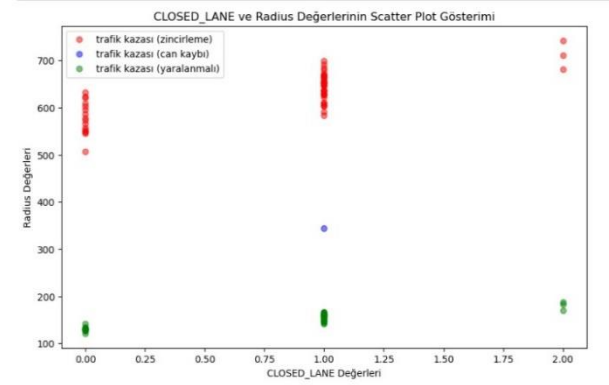
olayların sayısını yani 1533 değerini tutmaktadır. Denklem (6)'da secilen_enlem_ve_boylam oranlara göre her bölgenin tekrar sayısı belirlenmiş şekilde veri setinden 100 noktaya ait bilgileri tutmaktadır.

4 Bulgular ve tartışma

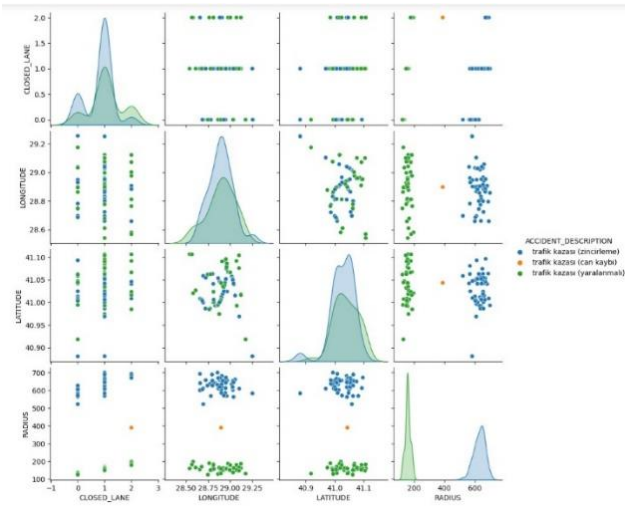
Şekil 6'da çeşitli veri bilimi yöntemleri uygulanarak uygulamamız için kullanılabilir hale getirilmiş veri setinden 5 kayıt verilmektedir. Şekil 7'de ise kapanan şerit sayısı ve kaza şekli bilgisinin yarıçap değerlerini nasıl etkilediğini gösteren grafik paylaşılmıştır.

ACCIDENT_DESCRIPTION	CLOSED_LANE	LONGITUDE	LATITUDE	BOLGE	RADIUS
287 trafik kazası (zincirleme)	1	29.029864	41.049718	D100 15 Temmuz Şehitler Köprüsü Avrupa-Anadolu	648.3
998 trafik kazası (can kaybı)	2	28.896882	41.043259	O-3 Sağmacılar Viyadüğü - Otogar Sapağı Yönü	389.9
1421 trafik kazası (zincirleme)	1	28.800458	41.062834	TEM Mahmutbey Geçeler-İktelli Maske Yönü	628.2
723 trafik kazası (zincirleme)	1	28.882320	41.006621	D100 Merter-Cevizlibağ Yönü	658.2
725 trafik kazası (yaralanmalı)	1	28.886525	41.001850	D100 Merter-Cevizlibağ Yönü	158.3

Şekil 6. Veri setinden 5 kayıt



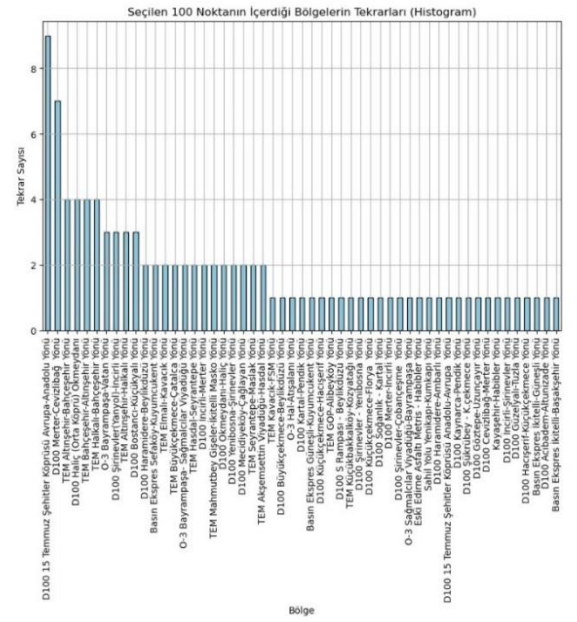
Şekil 7. Kapanan şerit sayısı ve kaza şekli ile yarıçap ilişkisi



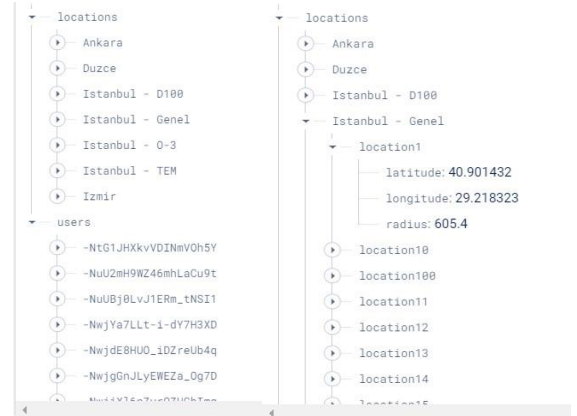
Şekil 8. Enlem, boylam, kapanan şerit sayısı, kaza şekli ve yarıçap değerlerinin birbirleri ile olan ilişkisi

Şekil 8'de enlem, boylam, kapanan şerit sayısı, kaza şekli ve yarıçap bilgilerinin ilişkileri tek karede gösterilmektedir. Kazanın şekli ile kapanan şerit sayısının yarıçap bilgisi üzerindeki etkisi gözler önüne serilmektedir. Şekil 9'da ise

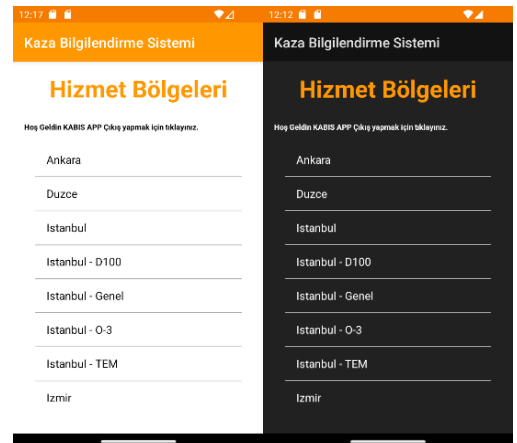
seçilen 100 noktanın içerdiği bölgelerin 100 nokta içerisindeki tekrar sayılarını gösteren grafik verilmektedir.



Şekil 9. Seçilen 100 noktanın içerdiği bölgelerin tekrar sayıları

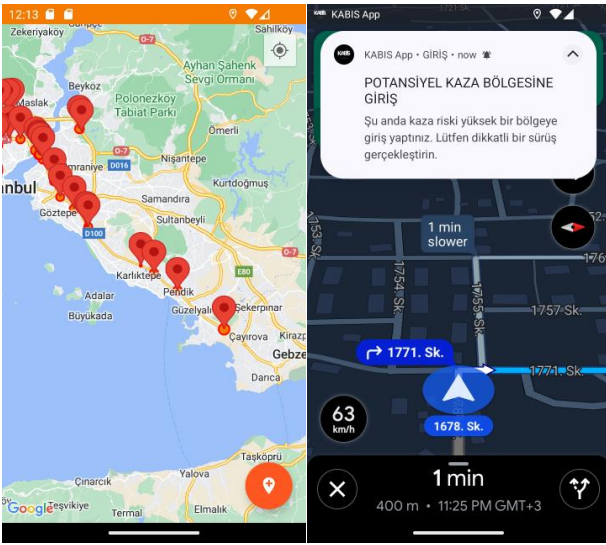


Şekil 10. Firebase Realtime Database kaza kara noktalarının saklanması



Şekil 11. KABİS hizmet bölgeleri ekranı

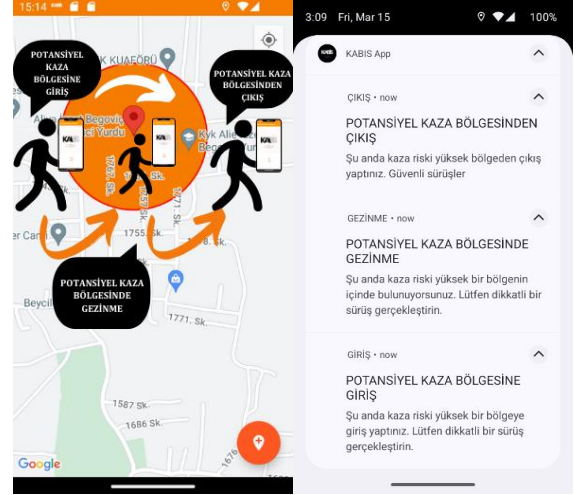
Şekil 10'da, veri setinden elde ettiğimiz 100 kaza kara noktasına ait bilgilerin Firebase Realtime Database'de nasıl saklandığı ve kullanıldığı gösterilmektedir. locations düğümü altında hizmet bölgesi isimleri tutulmaktadır. Her hizmet bölgesi içerisinde kaza kara noktaları saklanmaktadır. Her bir kaza kara noktası kendine özel enlem (latitude), boylam (longitude) ve yarıçap (Radius) bilgisi tutulmaktadır. KABİS uygulamamızda başarıyla oturum açan kullanıcılarımız Şekil 11'de gösterilen hizmet bölgeleri ekranına yönlendirilmektedir. Bu ekran Şekil 10'da gösterilen locations düğümü altında bulunan hizmet bölgelerini listelemektedir.



Şekil 12. KABİS haritalar ekranı ve Google haritalar yol tarifi ile kullanımı

Kullanıcı hizmet almak istediği bölgeye tıklama gerçekleştirdiği durumda ilgili bölgeye ait kaza kara noktalarının bilgileri veri tabanından çekilerek coğrafi sınırlar (Geofences) oluşturulmaktadır. Ardından Şekil 12'de gösterildiği üzere KABİS uygulamamız kapatılarak Google Haritalar uygulaması üzerinden yol tarifi ile bilmediğimiz bir güzergahta seyahat ederken seçilen hizmet bölgesine ait kaza kara noktalarından herhangi birisine giriş yaptığımızda, içerisinde gezinirken ve çıkış yapıldığında uygulamamız üzerinden bildirim gönderilmektedir.

Kullanıcı hizmet bölgesi ekranından hizmet almak istediği bölgeyi seçtiği takdirde seçilen bölgeye ait kaza kara noktalarına göre coğrafi sınırlar (Geofence) oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu coğrafi sınırlar hem KABİS uygulaması ile hem de Google Haritalar uygulaması ile çalışmaktadır. Şekil 13'te de gösterildiği üzere kullanıcı oluşturulan coğrafi sınırlardan herhangi birisine giriş yaptığında, bölgede gezindiğinde ve çıkış yaptığında uygulama tarafından bildirim gönderilmektedir. Coğrafi sınırın genişliği ilgili noktanın hesaplanmış yarıçap bilgisinin metre cinsinden ifade edilmesi şeklinde hesaplanmaktadır.



Şekil 13. Coğrafi sınır eylemi ve KABİS bildirimler

5 Tartışma

Yapılan çalışmada, daha önce tecrübe etmediği bir yolda navigasyon yardımıyla seyahat eden bir şoförün, ilgili güzergahta kaza riski yüksek noktalara yaklaşırken uyarılarak daha fazla dikkat edilmesi sağlanmaktadır. Bildirim sesi, araçlara bağlanabilirlik vb. birçok yönden kişiselleştirilebilir telefonların bu uyarı için en uygun araç olduğu gözler önüne serilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda Geofence teknolojisi ile ilgili daha çok doğal afet ve hırsızlık üzerine çalışmalara rastlanmıştır. Kaza riski yüksek noktaların önerilen şekilde seçilerek 100'erli gruplandırıldığı kaza bilgi sistemi üzerine çalışmalara rastlanmamıştır.

6 Sonuçlar

Bu makale çalışması kapsamında geliştirilen sistem ile sürücü kusuru sebebiyle meydana gelen kazaların en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Sürücülerin hata yapma ihtimalini arttıran etmenlerin başında daha önce tecrübe etmedikleri, navigasyon yardımı ile ilerledikleri yollar gelmektedir. Tam bu noktada daha önce tecrübe etmediği bir yolda seyahat eden bir şoförün ilgili güzergahta daha önce çok sayıda kaza gerçekleşmiş olan kaza kara noktasına yaklaşırken uyarılması gerekmektedir. Belirtilen kaza kara noktaları seçilirken ilgili bölgede daha önce gerçekleşmiş kaza sayısına göre oranlanmaktadır. Ardından 100 noktanın içinde tekrar sayısı bu orana göre belirlenecek şekilde 100'erli gruplara ayrılmaktadır. Noktalara, ilgili noktada daha önce gerçekleşen kazanın şekli ve kapanan şerit sayısı bilgilerini kullanarak çeşitli hesaplamalar sonucu elde edilen yarıçap (Radius) bilgisi eklenmektedir. Bu sayede uyarı bildirimini ilgili noktanın şartlarına göre özel olarak gönderilmektedir.

Gelecek çalışmalarda sürücü kusurunun toplam kusura oranını düşürmeye yönelik çalışmaların yapılması trafik ortamının güvenliğini ve verimliliğini arttırmaya katkı sağlayacaktır.

Teşekkür

Veri setini paylaştıklarından dolayı İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Yönetim Merkezine teşekkür ederiz.

Karayolu trafik kazası istatistiklerini paylaştıklarından dolayı Türkiye İstatistik Kurumuna teşekkür ederiz.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili anneme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çıkar çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Benzerlik oranı (iThenticate): %10

Kaynaklar

- [1] Raw, R. S., Kumar, M., & Singh, N. (2013). Security challenges, issues and their solutions for VANET. *International journal of network security & its applications*, 5(5), 95.
- [2] Vaibhav, A., Shukla, D., Das, S., Sahana, S., Johri, P. (2017). Security challenges, authentication, application and trust models for vehicular ad hoc network- a survey. *IJ. Wireless and Microwave Technologies*, 3, 36-48. doi: <https://doi.org/10.5815/ijwmt.2017.03.04>
- [3] Van, B. J., O'brien, M., Gruyer, D., Najjaran, H. (2018). Autonomous vehicle perception: The technology of today and tomorrow. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 89. ISSN 0968-090X. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.02.012>.
- [4] Hasrouny, H., Samhat, A. E., Bassil, C., Laouiti, A. (2017). VANet security challenges and solutions: A survey. *Vehicular Communications*, Volume 7. ISSN 2214-2096. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2017.01.002>.
- [5] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı 2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı (2022). Erişim adresi: <https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/2053-ulasirma-ve-lojistik-ana-plani-rev.pdf>.
- [6] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı 12. Ulaştırma ve Haberleşme Şûrası Sonuç Bildirisi (2021). Erişim adresi: <https://sgb.uab.gov.tr/uploads/pages/suralar/12-ulasirma-ve-haberlesme-surasi-sonuc-bildirisi.pdf>.
- [7] Tanwar, S., Vora, J., Tyagi, S., Kumar, N., Obaidat, MS. (2018). A systematic review on security issues in vehicular ad hoc network. *Security and Privacy*, 1:e39. doi: <https://doi.org/10.1002/spy2.39>
- [8] Liang, W., Li, Z., Zhang, H., Wang, S., Bie, R. (2015). Vehicular ad hoc networks: architectures, research issues, methodologies, challenges, and trends. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 11(8). doi: <https://doi.org/10.1155/2015/745303>
- [9] Tang, F., Mao, B., Kato, N., Gui, G. (2021). Comprehensive survey on machine learning in vehicular network: Technology, applications and challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 23(3). doi: <https://doi.org/10.1109/COMST.2021.3089688>
- [10] Cui, J., Liew, L. S., Sabaliauskaite, G., Zhou, F. (2019). A review on safety failures, security attacks, and available countermeasures for autonomous vehicles. *Ad Hoc Networks*, Volume 90, 101823. ISSN 1570-8705. doi: <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2018.12.006>.
- [11] Pham, M., Xiong, K. (2021). A survey on security attacks and defense techniques for connected and autonomous vehicles. *Computers & Security*, Volume 109. ISSN 0167-4048. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102269>.
- [12] Deshpande, A., Shingte, A., Dwivedi, A., Sonawane, S. (2019). Geofencing for disaster management system. *International Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 6(5).
- [13] Suyama, A., Inoue, U. (2016). Using geofencing for a disaster information system. In 2016 IEEE/ACIS 15th International Conference on Computer and Information Science (ICIS). doi: <https://doi.org/10.1109/ICIS.2016.7550849>
- [14] Abbas, A. H., Habelalmateen, M. I., Jurdi, S., Audah, L., Alduais, N.A.M. (2019). November. GPS based location monitoring system with geo-fencing capabilities. In AIP Conference Proceedings, Vol. 2173, No. 1. doi: <https://doi.org/10.1063/1.5133929>
- [15] Faiz, A. B., Imteaj, A., Chowdhury, M. (2015). November. Smart vehicle accident detection and alarming system using a smartphone. In 2015 international conference on computer and information engineering (ICCIE). doi: <https://doi.org/10.1109/CCIE.2015.7399319>
- [16] Tonec Vrančić, M., Škorput, P. and Vidović, K. (2023). An advanced driver information system at critical points in the multimodal traffic network. *sustainability*, 16(1). doi: <https://doi.org/10.3390/su16010372>
- [17] Nayak, B., Mugali, P. S., Rao, B. R., Sindhava, S., Disha, D. N., & Swarnalatha, K. S. (2019). Geofencing-based accident-avoidance notification for road safety. In *Emerging Research in Computing, Information, Communication and Applications: ERCICA 2018*, Volume 2. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-6001-5_30
- [18] Turna, R. U., Aydın, C. (2010). Yol güvenliği geliştirilmesinin değerlendirilmesine ilişkin yaklaşımlar. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 12(1), 97-106.
- [19] İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Yönetim Merkezi (UYM) Trafik Duyuruları Veriseti (2020). Erişim adresi: <https://data.ibb.gov.tr/dataset/ulasim-yonetim-merkezi-trafik-duyuru-verisi>.
- [20] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, (2022) Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2022-49513#>.

