TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

AKILLI ULAŞIM YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: MER_AR_GE

PROJE ADI: Yol Durumunun Yapay Zeka İle Tespiti

BAŞVURU ID: 314473

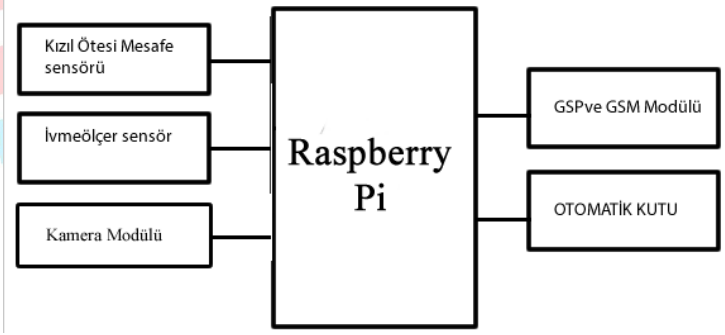
PROJE KAPSAMI: KARA

İçindekiler	Sayfa No
1. Proje Özeti (Proje Tanımı)	**2**
2. Problem/Sorun:	**3**
3. Çözüm	**3**
4. Yöntem	**5**
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	**6**
6. Uygulanabilirlik	**6**
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	**7**
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):	**7**
9. Riskler	**8**
10. Kaynakça ve Rapor Düzeni	**8**

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Çalışmamız kapsamında yollarda bulunan çukurlar ele alınmıştır. Yol bozukluklarına bağlı şehiriçi ve şehirlerarası yolların bakım, onarım ve yenileme çalışmaları için ilgili kamu kurumları tarafından yüksek bütçeler ayrılmaktadır. Tüm bu çalışmalara rağmen, yol kusurlarından kaynaklanan kazalar engellenememektedir. Projemizde oluşturulan sistem ile yollarda yer alan çukur ve tümsek gibi istenmeyen ve kazalara veya araçlarda hasara neden olabilecek büyüklükteki yol bozukluklarının belediye otobüslerine entegre edilen kızılötesi sensör ve ivmeölçer hareketine bağlı olarak tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Projemizde kullanılan yapay zeka tabanlı sistem ile yollarda yer alan çukur gibi istenmeyen yol bozukları tespit edilip, kısa vadede önlem sunan ve yetkilere haber veren bir sistemin prototipi oluşturularak çalıştırılacaktır. Prototipi gerçekleştirilen planlanan ilk sistemin çalışma mantığı şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1 Çalışma Mantığı

Prototipi gerçekleştirilecek sistemin çalışma mantığı incelendiğinde ivmeölçerden gelen z ve x eksenindeki değişimler, kızılötesi mesafe sensöründen gelen veri ile kamera modülünden gelen sayısallaştırılan veri daha önce yapay zeka modeli ile eğitilmiş yapay sinir ağ modeli kullanılarak yol bozukluğu tespit edilerek onarım ve yetkiler uyarılmaktadır.

Çalışmamızda gerçekleştirilen bu yöntem ile özellikle yağmurlu havalarda çukurların görülmede zamanlarda oluşan kazaların önüne geçebilme açısından çok önemlidir. Ayrıca çukurların araçlara verdiği ekonomik zararların önüne geçilecektir. Yol yüzeylerinde çukur tespit çalışmalardan daha ucuz ve etkili olduğu söylenebilir.

2. Problem/Sorun:

Türkiye'de ulaştırmanın en önemli bölümünü karayolları oluşturmaktadır. Uzunluk olarak; 2 bin 155 km otoyol, 31 bin 106 km devlet yolu ve 33 bin 513 km il yolu olmak üzere toplam 66 bin 774 km karayolu ağına sahip Türkiye'nin; %66'sini sathi kaplamalı yollar, %29'sini asfalt betonu yollar, %5'sını da diğer yollar oluşturmaktadır1. Karayollarında meydana gelen kusurların genel olarak nedenleri; trafik etkisi, iklim ve çevre etkisi, yapım ve dizayn hataları, malzeme hatalarının etkisi gibidir. Yolların bozuklukları üç başlık altında toplanmaktadır. deformasyonlar, ayrışmalar, çatlamalardır. Deformasyonlar, asfalt kaplama imalatından bir süre sonra görülen yapısal bozukluklardır(Bağdatlı ve Yıldırım,2017). Ayrışmalar genel olarak; yapım hataları, düşük kaliteli malzeme (kirli ve ıslak agrega kullanımı), serim sırasındaki segregasyon, homojen olmayan karışım, yetersiz ve yüksek penetrasyonlu asfalt (yetersiz adezyon) gibi nedenlerden oluşur(Bağdatlı ve Yıldırım,2017). Çatlamalar, genellikle dingil yüklerinden ve bunların fazla tekrarından oluşurlar. Dingil yükünün kaplama tabakasında meydana getirdiği gerilmeler kaplama malzemesinin mukavemetini aştığı zaman çatlamalar oluşur(Taşdemir,2005).

Çalışmamız kapsamında yollarda bulunan çukurlar ele alınmıştır. Yol bozukluklarına bağlı şehiriçi ve şehirlerarası yolların bakım, onarım ve yenileme çalışmaları için ilgili kamu kurumları tarafından yüksek bütçeler ayrılmaktadır. Tüm bu çalışmalara rağmen, yol kusurlarından kaynaklanan kazalar engellenememektedir. Sadece yollardaki çukur ve kısmi çökmelerden kaynaklanan ölümlü ve yaralanmalı kazalar, toplam kazaların %30'unu oluşturmaktadır. Ayrıca bu yollarda oluşan kusurlar araçlara da maddi yönden zarar vermektedir. Yol bozukluğu tespiti ve anlık onarımı üzerinde yapılan çalışmaların sayısı az olduğu ve yetersiz olduğu görülmektedir.

Yol bozukluğuna yönelik çalışmalar incelendiğinde ;

Koch vd. 2011 yılında yapılan çalışmada, yollardan elde edilen video görüntülerinin ayrıştırma-eşleştirme yöntemleriyle yol bozuklukları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma sadece otoban gibi asfalt yollardaki çatlamaları tespit edebilmek için önerilmiş olup, maliyet olarak da oldukça pahalı bir yöntemdir.

Li vd. 2010 yılında yapılan çalışmada da, araçlarda kamera istemine ek olarak infrared lazer kullanımı önerilmiştir.

Tsai vd. 2012 yılında yayınlanan çalışmada ise 3-boyutlu lazer kullanılarak çatlakları ve büyüklüğünü tespit eden sistem önerilmiştir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde maliyet açısından çok yüksek olduğu için araçlarda uygulanmamaktadır. Bizim çalışmamız diğer çalışmalardan farkı ucuz olması ve kısa vadede önlem sunması açısından farklıdır.

3. Çözüm

Bu projede, kara yollarında herhangi bir sebeple oluşan çukur, çatlak gibi istenmeyen yol bozukları tespit edilmesine ve kısa vadede önlem sunmasına yönelik yapay zeka destekli bir çözüm sunulması amaçlayan bir sistem önerilmiştir.

Sistemimiz üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümü tespit, ikinci bölüm yorumlama üçüncü bölüm ise haber vermedir. Tespit sisteminde kızıl ötesi mesafe sensörü kullanarak araç ve yol arasındaki mesafe değişimleri ölçülecek, kamera sistemi ile yol yüzeyindeki fotoğrafları çekilecektir. İvmeölçer sensör kullanılarak araçların 3 eksende de ölçülen değerlerde değişimler ölçülecektir. Yorumlama bölümünde ise bu üç sensörden gelen değerler kullanılarak python dili kodlanmış yapay sinir ağ modelimiz ile tahmin edildiği bölümdür. Uyarı ve önlem bölümde ise yol bozukluğuna yönelik konum bilgileri yetkilere gönderilmekte ve araç boyutuna ve hızına göre önlem sistemi çalışılmasına yönelik bölümdür. Sistemin çalışmasına yönelik genel yapısı şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2 Genel yapısı

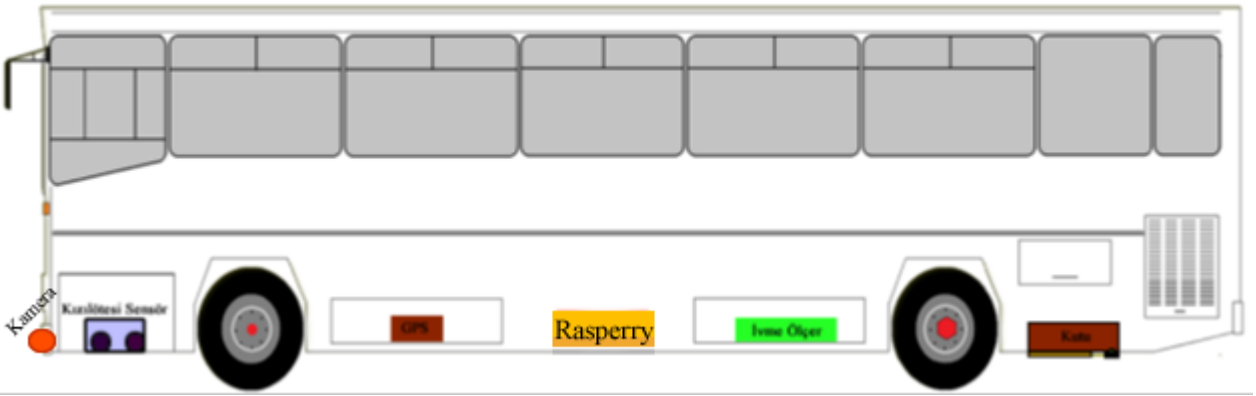
Problemin çözümüne kullanılacak malzemeler ve kullanım amaçları tabloda verilmiştir.

Sensörler	**Kullanım amacı**
Sharp GP2Y0A21YK Kızılötesi Sensör	Sharp mesafe algılayıcı sensörün çalışmasındaki ana düşünce kızıl ötesi ışının darbeler halinde gönderilmesidir. Kızıl ötesi ışın algılayıcının görme doğrultusunda ilerler Algılayıcıdan çıkan ışığın konumu ,engel ile çarpışıp geri döndüğü nokta ve algılayıcının üzerinde algılandığı noktalardan bir üçgen şeklinin oluştuğu görülür. Engelin sensöre olan mesafesiyle bu açı farklılık gösterir ve algılayıcı bu açıyı okuyup aradaki mesafeyi ölçebilir. Projemizde kullandığımız kızılötesi sensörün ölçüm mesafesi 10cm ila 80 cm arasında değişmektedir. Kızılötesi verici ve konum algılayıcıları sayesinde ölçülen uzaklığı analog biçimde kaydedilmektedir. Bu sebeple çalışmamızda yavaş hareket eden aracın ön tarafına takılmaktadır
İvmeölçer	Doğrusal ve açısal ivmeyi ölçmenizi ve analiz etmenizi sağlayan bir aygıttır. İvmeölçerler, ölçülen nesnenin dikey düzlemden sapma açısının belirlenmesini sağlayan statik yerçekimi ivmesini ölçmede ve şok, hareket, darbe veya titreşim, yani düşük genlikli ve frekanslı (100 Hz altı) osilasyonların neden olduğu dinamik ivmeyi ölçmede kullanılır. İvmeölçerin çalışma prensibi aşırı karmaşık değildir. İvme kuvvetini (g) biriminde ölçer ve bir, iki veya üç düzlemde ölçüm yapar. Halihazırda en yaygın kullanılan ivmeölçer 3 eksenli ivmeölçer olup her biri X, Y ve Z düzlemleri olmak üzere farklı bir yönde ölçüm yapan üç ayrı ivmeölçerli bir sistem olarak tasarlanmıştır. Çalışmamızda Araç hareket halinde iken, 3 eksende de ölçülen değerlerde değişimler olacaktır. Ancak, çukura bağlı değişimler daha çok z-ekseni yönünde olacaktır.
GPS Modülü	GPS kullanarak konum kontrolü ve takibi yapabilirsiniz. 5 metrelik bir hassasiyete sahip olan bu modül ile yüksek kalite ve hassasiyette konum bilgisi alabilirsiniz.. Ayrıca tespit adında SMS ile bilgi verilmektedir.
Arduino Uyumlu Kızılötesi Hız Sensörü Modülü	Geniş voltaj karşılaştırıcısı LM393'ü kullanan bir hız sensörüdür. Verici ve alıcı arasında bir nesne olduğunda, modülün çıkışı

	değişecektir. Böylece motor rpm dedektörü gibi birçok proje yapabilirsiniz. Çalışmamızda tekerden gelen hız ölçülmektedir.
Raspberry Pi	Raspberry Pi tek bir karttan oluşan mini bir bilgisayardır. Kredi kartı boyutunda olan bir bilgisayardır. Raspberry Pi açık kaynak kodlu yapıya sahip olduğu için tasarım yapılmasına ve geliştirilmesine olanak sunmaktadır. Akıllı ev sistemlerinde, akıllı cihazlar geliştirmekte aklınıza gelebilecek bir çok alanda kullanılabilmektedir. Çalışmamızda yapay zeka temelli kodlama yapılması için kullanılmıştır.

4. Yöntem

Yapay zeka temelli yol bozukluğu tespit sistemimizde ; yollar üzerinde bulunan çukur ve tümsek gibi yüzey bozukluklarını tespit eden bir sistem oluşturulmaktadır. Bu sistem, donanım ve yazılım olmak üzere iki ana birimden oluşmaktadır. Donanımsal ana birim; algılayıcı, işlemci barındıran bir anakart, önlem sistemi ve GPS alıcısından oluşmaktadır. Yazılım ana birimi ise, anakart üzerinde çalışan sensörlerden gelen verileri yapay zeka temelli analizi için python dili kullanarak oluşmaktadır. Donanımsal ana birim belediye otobüslerine monte edilerek, aracın geçtiği güzergah üzerindeki yol bozukluklarını tespit etmektedir. Sorunun çözümüne yönelik sensörlerin otobüslerde kullanımı şekil 3'te verilmiştir.

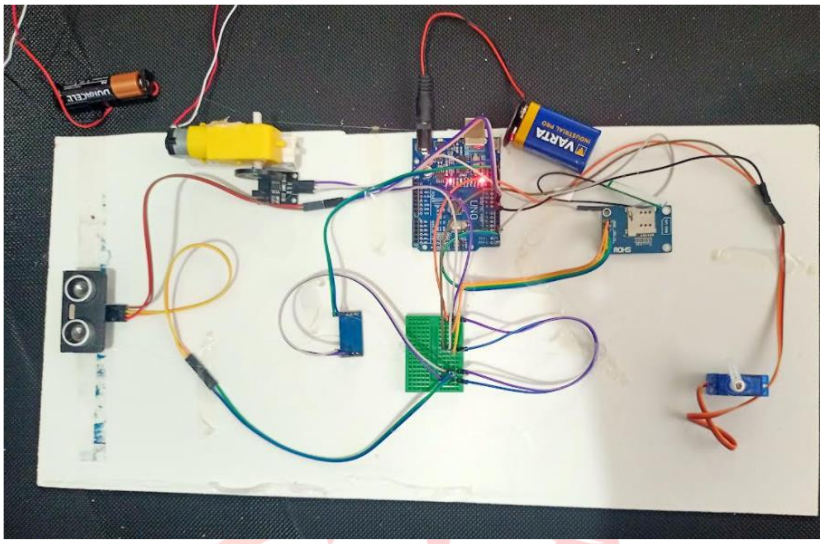


Şekil 3 Otobüs sistemi

Otobüslere eklenen sistem incelendiğinde kızılötesi mesafe sensörü ile otobüsün altı ile yol arasındaki mesafe değişikliğine algılanmaktadır. İvmeölçer ise x, y , z koordinatları algılamakta z ve x eksenindeki zamansal değişim ölçülmektedir. Sistemde kızılötesi mesafe sensöründe değişiklik ile z, x ekseninde bir değişiklik meydana gelmesi durumunda elde edilen veriler ve kamera yardımı ile alınan resim yapay zeka modeline gönderilmektedir. Yapay zeka modeli sonucunda yolun durumuna yönelik bilgiler yetkilere iletilmekte ve yol bozukluğuna önlem oluşması açısından içinde çakıldan oluşan akıllı kutu çalışmaktadır.

Sistemin çalışmasına yönelik örnek prototip gerçekleştirilmiştir. Örnek prototipte miktrodenetleyici kart olarak arduino kullanılmıştır. Toplanan veriler ise matlab programı yardımı ile geliştirilen yapay

sinir ağ modeli yardımı ile değerlendirilmiştir. Sistemin ilk prototipinin elektronik yerleşmesi şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4 İlk Prototip

Yaptığımız deneme sonucunda kızılötesi sensörden gelen veri ile z-eksenindeki ölçümlerde görülen değişimler, çukur varlığını büyük olasılıkla doğrulamaktadır. İvmedeki ani düşme, kızılötesi sensördeki ani artış bir çukuru göstermektedir. Otomatik kutunun açılması(Servo motor hareketi) için arabanın hız göstergesine takılan bir sensör ile değer okunmakta olup X=VT formülü ile otomatik kutunun açılma saniyesi bu saniye 0,17 – 0,24 saniye arası değişmektedir. Ancak prototip denerken milisaniylerde kayıplar tespit edildiğinde normal saniyenden 0,5 sn altında ayarlanması sağlanacaktır. Prototipte saniye düzgün belirlenerek yoldaki çukura yönelik ani önlemler alabilmek için önemlidir. Ancak bu sistem diğer güvenlik sorunlarına yol açabilirse kullanılmaya bilinir. Ancak sistemimiz çukuru başarılı bir şekilde algıladığı tespit edilmiştir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Yol bozukluklarını tespit etmeye yönelik araştırma ve uygulama çalışmaları son yıllarda yapılmıştır. Uygulama çalışmaları daha çok yolların yoğun sis ve yağmurdan çok etkilendiği İngiltere'de yapılmıştır. Yapılan akademik çalışmalarda ise yol bozukluklarını tespit için çok farklı yöntemler önerilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde;

Video görüntülerinin ayrıştırma-eşleştirme yöntemleriyle yol bozukluları tespit edilmeye yönelik,

4 tane kamera kullanılarak yollar üzerindeki çatlakların 3-boyutlu görüntüsü elde edilmeye yönelik,

3-boyutlu ivme algılayıcıları ile yol çukurlarını tespit etmeyi yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Bizim çalışmamız yapay zeka yöntem bakımında ve kullanılan sensörlerin çeşitliği açısından diğer çalışmalardan farklı ve güvenilir olacaktır. Çalışmamızda önerilen donanımsal sistem ve yazılım açısından özgün olacaktır.

6. Uygulanabilirlik

Bu projede oluşturulan sistem ile yollarda yer alan çukur ve tümsek gibi istenmeyen ve kazalara veya araçlarda hasara neden olabilecek büyüklükteki yol bozukluklarının yapay zeka yöntemi kullanarak tespit edilmesi amaçlanmıştır. Amaca ulaşmak için, öncelikle, sensörler, mini bilgisayar, GPS (Global Positioning System - Küresel Konumlama Sistemi) alıcısı, önleme sistemi ve veri depolama birimlerinden oluşan bir sistem tasarlamış olduğumuz prototip başarı ile çalışmaktadır. Bu sistemin belediye otobüslerine montesi ile aracın geçtiği güzergah üzerindeki yol bozukluları tespit edilmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan sensörler ve katlar açısından uygulanabilir olduğu görülmektedir. Ayrıca uygulanabilir çalışması için Mersin ili Akdeniz belediyesi ile görüşmeler devam edilmektedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Yol bozukluğuna yönelik yapay zeka temelli prototipimizde kullanılan sensörler ve kontrol kartımız kolay bulunması açısından prototipimiz uygun maliyetlidir. Proje kapsamında geliştirilen sistemimiz otobüslere entegre edilebilecektir. Yaptığımız sistemimiz maliyetine yönelik bütçemiz tablo 1'de verilmiştir. Maliyetimize ek olarak işçilik ve kodlama giderleri eklenebilecektir.

Tablo 1 Tahmini Maliyet

Malzemeler	**Fiyatlar**
Raspberry Pi	1200 TL
SIM900 GSM/GPRS Geliştirme Modülü	400 TL
İvme sensörü	45 TL
Kamera	612
Kızılötesi sensör	50
Step kutu tasarımı	100
Yapay zeka kodlama	-
Toplam	**2407 TL**

Çalışmamıza yönelik çalışma takvimi tablo 2'de paylaşılmıştır. Çalışma takvimini oluşturmak için benzer çalışmalar hakkında kaynak taraması , malzemelerin incelenmesi , malzeme alımları, prototip oluşturma ve belediye görüşmeleri yapılarak oluşturulacaktır. Projemizin sergiye getirilecek çalışır prototipi mayıs ayı itibari ile geliştirme çalışmalarının başlanacaktır. Ayrıca belediye otobüs üreticilere, belediyelere yönelik teknik bilgileri içiren bir raporun yazılması öngörülmektedir.

Tablo 2 Çalışma Takvimi

İşin Tanımı	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**
Literatür Taraması	**X**	**X**	**X**	**X**			
Malzeme inceleme ve malzeme alımları			**X**	**X**			
Prototip Uygulaması ve analiz				**X**	**X**		
Prototip Geliştirme					**X**	**X**	
Teknik rapor oluşturma ve görüşmeler						**X**	**X**

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Yaptığımız çalışmamızda yol bozukluğunun kazaya sebebiyet vermesi ve araçlara zarar vermesinden dolayı hedef kitlemize karayollarını kullanan sürücüler oluşturulmaktadır. Projenin ticarileştirilmesi ve uygulanması için belediyeler iş birliği yapılacaktır.

9. Riskler

Yol bozuklarının tespit , uyarı ve onarmaya yönelik geliştirdiğimiz sistemin uygulanmasında ve gerçek hayata aktarılmasında bazı riskler bulunmaktadır. Riskler ve çözümleri tabloda verilmiştir.

Risk	**Çözüm**
Proje kapsamında kullanılan sensörlerin doğru değer ölçmesi veya çalışmasına riski bulunmaktadır.	Belediye otobüslerine entegre edilecek sistemimizde orijinal ve değerleri daha hassas olan sensörlerin kullanılması ve teknik servis desteği sağlanması planlanmaktadır.
Yapay sinir ağ modelinin yanlış tahminde bulunması	Yapay sinir ağ modeli sonucu ve kızıötesi sensör gelen veri beraber kullanarak daha kesin sonuç elde edilecektir.
Onarım sisteminin yanlış çalışmasına bağlı yola zarar verilme riski	Onarım sistemi isteğe bağlı çalışacaktır. Eğer yollara zarar verdiği tespit edilirse eğer iptal edilecektir.

Sistemi gerçek hayata geçirmeden önce fabrikasyon bir prototip üretilip öncelikle deneme amaçlı gönüllü bir belediye otobüsüne entegre edilerek sonuçları tespit edilmeli, başarı durumuna göre araçlara entegre edilmelidir.

Projemizde karışılabilecek riskler tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3 Risk Tablosu

Olasılık ve etki matrisi	**Risk Katsayıları**		
	1-2 Az riskli	**3-4 Orta Riskli**	**5-6 (Yüksek Risk)**
Malzeme kaynaklı Sorunlar	Malzemelerde Hatalı/kopuk/kırık kısmına yönelik incelenmesi varsa malzeme bozukluğunu tamir etme	Oluşturulan Sistemin bütün halinde çalışmasını kontrol et ve bozuk parçayı tamir etme ve sistemin yanlış çalışması	Bozuk parça tamir edilmiyorsa ilgili parçanın alternatifini bulunacaktır.
Yazılımsal Kaynaklı Sorunlar	Kaynak kodun kısmen hatalı çalışması sebebi ile kısmen kodun değiştirilmesi ve , test/simüle edilmesi	Kodun büyük bir kısmının yanlış çalışmasına bağlı olarak Alternatif kod ile çözümlenmesi	İlgili kaynak kodu çalışmıyor ve hatanın kaynağı bulunamaması
Fiziksel sorunlar	Yağmur vb. doğa olaylarında sensörlerin etkili çalışmaması	Yağmur vb. doğa olaylarında sensörlerin zarar görmesi ve bir kısmın çalışmaması	Yağmur vb. doğa olaylarında sensörlerin zarar görmesi ve hiç çalışmaması

10. Kaynakça ve Rapor Düzeni

Bağdatlı, M. E. C. & Yıldırım, M. Ş. (2017). Karayolu Üstyapılarındaki Bozulmaların Bakım Maliyetlerine Etkisi . Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi , 6 (1) , 102-111 . DOI: 10.17100/nevbiltek.304473

KGM, “Devlet ve İl Yolları Envanteri”. Karayolları Genel Müdürlüğü www.kgm.gov.tr

Koch, C. ve Brilakis, I., “Pothole detection in asphalt pavement images”, Advanced Engineering Informatics, Vol.25, 3, 2011, 507- 515, (2011).

Li, Q. ve diğerleri, “A real-time 3D scanning system for pavement distortion inspection”, Journal of Measurement Science and Technology, Vol.21,1, 8-18, (2010).

Soytürk vd.(2014), Yol Yüzey Bozuklarının Tespit Ve Analizi, Conference Paper · April 2014 DOI: 10.1109/SIU.2014.6830625

Taşdemir Y., Ağar E., “Bitümlü Kaplamalarda Düşük Sıcaklık Çatlaklarının İncelenmesi”. İtü dergisi/d mühendislik, cilt: 4, sayı: 1, 59-70, 2005.