

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ
İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Afet Yönetimi

PROJE ADI: Deprem Sonrası Yıkılan Bina Tespit Cihazı

TAKIM ADI: İSTE Deprem

Başvuru ID: 58120

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

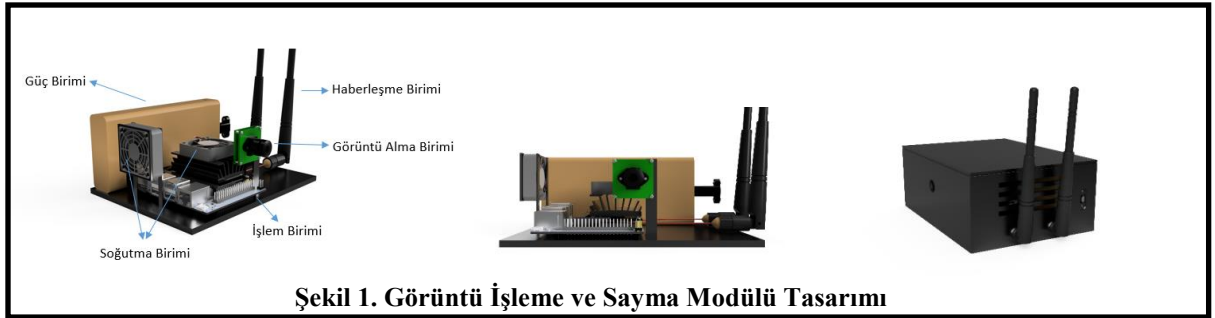
İÇİNDEKİLER

1. Proje Özeti	3
2. Problem/Sorun	4
3. Çözüm	5
4. Yöntem.....	6
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	8
6. Uygulanabilirlik	8
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	8
8. Proje Fikirlerin Hedef Kitle (Kullanıcılar).....	10
9. Riskler	10
10. Kaynaklar	10

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bu projede binalara yerleştirilecek donanımlar ile kurtarma ekiplerine, yıkılan veya yıkılma riski olan eğik, yarı zarar görmüş durumda olan binanın konumu ve içerisinde bulunan canlı (insan ve köpek) sayısı hakkında anlık bilgi verilecektir. Donanımda bulunacak sensörler sayesinde binanın yıkılma veya eğilme durumu hakkındaki bilgiye, binaya giren ve çıkan kişi sayısı bilgisine sensörler sayesinde ulaşılabilir olması, kurtarma işlemlerinde daha somut, hızlı ve doğru bilgilerle hareket edilmesini sağlayacaktır. Böylece bu bilgiler ilgili birimlere iletebilecektir (AFAD, kızılay). Genellikle hava görüntülerinin kullanıldığı bu tespit işlemleri, zaman almakta ve tüm enkazların yer tespiti yapılamamaktadır. Projemiz ayrıca doğal afetler sırasında dramatik can kayıplarının yaşandığı madenlerde meydana gelebilecek göçüklerde de kullanılabilir. Bu durumda olası göçük bölümünde kalan kişi sayısı, göçük bölgesi gibi bilgiler yine anlık olarak ilgili birimlere (AFAD, Kızılay, Maden Şantiye Merkez Birimi gibi) ulaştırılacaktır. Projede gerçekleştirilecek donanımlar(modüller) sayesinde bu sorunların ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Kurtarma çalışmalarında yer alan görevlilerin işlerini kolaylaştırarak maksimum sayıda insan hayatının kurtarılması hedeflenmiştir.

Projede 2 ana modül (Görüntü İşleme ve Sayma Modülü, Tespit ve Haberleşme Modülü) bulunmaktadır. Görüntü işleme ve Sayma Modülü bina girişinde yer alarak görüntüleri elde etmesi, görüntülerdeki canlıları tespit etmesi ve merkezi birime göndermesi üzerine tasarlanmıştır. Modülün tasarımı ve kullanılan birimler detaylı bir şekilde Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Görüntü İşleme ve Sayma Modülü Tasarımı

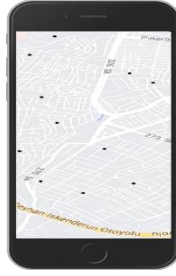
Tespit ve Haberleşme Modülünde (Şekil 2) ise donanım depremi tespit edip merkezi birimlere bilgi verecektir. Ayrıca binada bulunan canlı sayısı bu modüle gönderilecek ve deprem anında sunuculara iletimi sağlanacaktır.



Şekil 2. Tespit ve Haberleşme Modülü Tasarımı

Bu aşamaya kadar projemizde görüntü işleme ve deprem tespiti üzerine çalışmalarımızdaki ön testler yapılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Kameradan elde edilen görüntüdeki canlı sayısı başarılı bir şekilde tespit edilmiş ve binadaki anlık kişi sayısı tutulmuştur. Ayrıca sarsıntı anında veri gönderilerek tespit ve haberleşme modülünün önemli bir kısmı tamamlanmıştır. Yetkililere (AFAD, AKUT vb.) iletilecek

bilgilerin bulunduğu arayüz ise yapım aşamasındadır (Örnek arayüz gösterimi Şekil 3 de gösterilmiştir). Detaylar çözüm ve yöntem bölümlerinde anlatılmıştır.



Şekil 3. Mobil uygulamada yıkılan binaların örnek gösterimi

2. Problem/Sorun:

Afet yönetiminin temel amacı, afetten etkilenenlere doğru zamanda ve etkili bir yardım faaliyetinde bulunmaktır. İnsanların afetten en az zararla kurtulmasını sağlamak için, hazırlıklı olunması, koruma, müdahale, iyileştirme ve zarar azaltma gibi unsurları içeren riske dayalı, kapsamlı bir afet ve acil durum yönetim sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Afetlere hazırlıklı olmak, afetleri önleme ve afet sonrasında modern bir iyileştirme gerekli hale gelmiştir. (Türk, 2013)

Modern afet yönetimlerinde, zararların azaltılması, kayıpların önlenmesi, hazırlık, tahmin ve erken uyarı, afetleri anlamak gibi afet öncesi korumaya yönelik çalışmalar “Risk Yönetimi”; müdahale, iyileştirme, yeniden yapılanma gibi afet sonrası çalışmalar ise “Kriz Yönetimi” olarak kabul edilmektedir (Kadıoğlu, 2008). Etkin bir afet yönetimi çalışması, afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası ihtiyaç duyulan tüm çalışmaları kapsamaktadır (Demirci ve Karakuyu, 2004).

Deprem gibi tektonik kökenli doğal afetlerde, binalar en fazla etkilenen kentsel objelerdir. Yıkılan binaların tespiti, afetin zararını ortaya koymak ve hasarın etkisini azaltmak için ilgili kurumları harekete geçirmek açısından önemlidir. Bina değişimlerinin tespit edilmesi, güncel bilgiler veren uzaktan algılama teknolojilerini kullanarak mümkündür. Genellikle deprem öncesi ve sonrası elde edilen uydu görüntüleri veya hava fotoğrafları analiz edilerek yıkılan binaların tespiti çalışmaları yapılmaktadır (Sümer ve Türker 2004).

Buna göre, çalışmaların birinde deprem sonrası yıkılan binaların tespiti için yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve gölge analizi yöntemi kullanılmıştır. Önerilen yaklaşımda, deprem sonrası depremin gerçekleştiği andaki binanın teorik gölge alanı, uydu görüntüleri kullanılarak hesaplanır. Ve binanın teorik zemin gölge poligonu adı verilen, zemin gölge alanının çokgeni çıkarılır. Binanın deprem sonrası alınan gölge alanı görüntüleri ile o andaki teorik gölge alanı hesaplanır. Deprem sonrası uydu görüntüsü ve deprem sonrası görüntünün sayısal değerlerinin ortalama değeri teorik gölge alanının poligonu içindeki pikseller hesaplanır. Hesaplanan ortalama değer önceden tanımlanmış farklı alanlardan toplanan eğitim pikselleri tarafından belirlenen gölge türleri eşikleri ile karşılaştırılır. Bu temelde, gölgeler ile tamamen çökmüş, kısmen çökmüş ve çökmemiş binalar ayırt edilebilir (Tong et al., 2013).

Bir diğer çalışmada, 2015 ve 2014 yıllarında insansız hava aracı ile yüksek çözünürlüklü görüntüleri elde edilen bir alanda, yıkılan binaların tespiti gerçekleştirilmiştir. Bina tespiti işlemi senaryo bir olay üzerinden yapılmıştır. Bu kapsamda, 2015 yılı görüntüleri deprem öncesi, 2014 yılı görüntüleri deprem sonrası olarak ele alınmıştır. Her

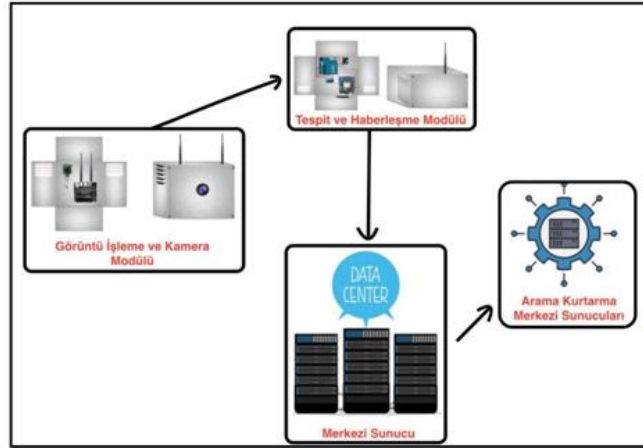
iki yıla ait görüntüler işlenerek alana ait sayısal yükseklik modeli ve ortofoto görüntü üretilmiştir. Üretilen bu verilere nesne tabanlı sınıflandırma işlemi uygulanarak, çalışma alanında yer alan binalar çıkarılmıştır. Her iki yıla ait bina sınıflarının karşılaştırılması ile 2015 yılında alanda mevcut olup, 2014 yılında alanda olmayan 11 bina tespit edilmiştir (Çömert et al, 2017).

Bu çalışmalara benzer yöntemlerin kullanıldığı birçok çalışma literatürde mevcuttur (San ve Türker, 2009, Menderes et al, 2015).

Ancak bu çalışmalar spesifik verilerin elde edilmesi ve işlenmesi ile ilgili birimlere bilgi akışı sağlamaktadır. Bu da zaman alan bir süreçtir. Ancak hızlı müdahalenin ve buna bağlı olarak can kayıplarının azaltılmasının çok önemli olduğu bu süreçte hızlı ve doğru bilgilerin akışı oldukça önemlidir. Bu kapsamda yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

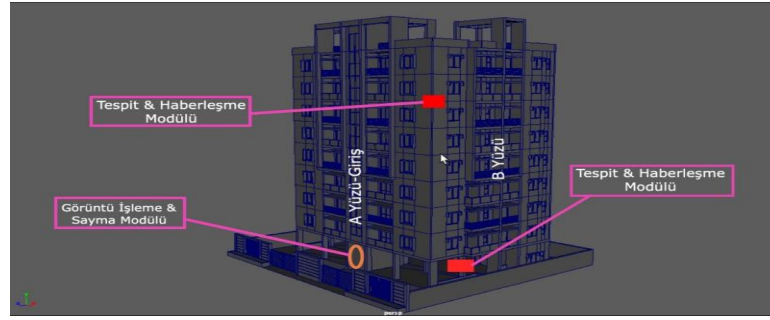
3. Çözüm

Deprem sonrasında oluşan enkazın nerede olduğu ve içerisinde bulunan canlı sayısını hızlı bir şekilde (anlık) öğrenmek, kurtarma çalışmaları açısından çok önemlidir. Projede iki farklı modül kullanılarak kurtarma birimlerine doğru bilginin hızlı bir şekilde (anlık) iletilmesi hedeflenmiştir. Bina girişine yerleştirilecek olan görüntü işleme ve sayma modülü ile binaya giriş çıkış yapan canlılar tespit edilecektir. Bu canlılar sayılarak bina içerisinde kaç kişinin bulunduğu bilgisi devamlı tespit ve haberleşme modülüne iletilecek ve depolanacaktır. Depremi tespit, tespit ve haberleşme modülü ile sağlanacaktır. Bu modül deprem anında merkezi birimlere uyarı gönderecektir. Yıkılmış veya hasarlı binaların konumlarını kurtarma birimlerine ileticektir.



Şekil 4. Yıkılan bina tespit sisteminin genel yapısı

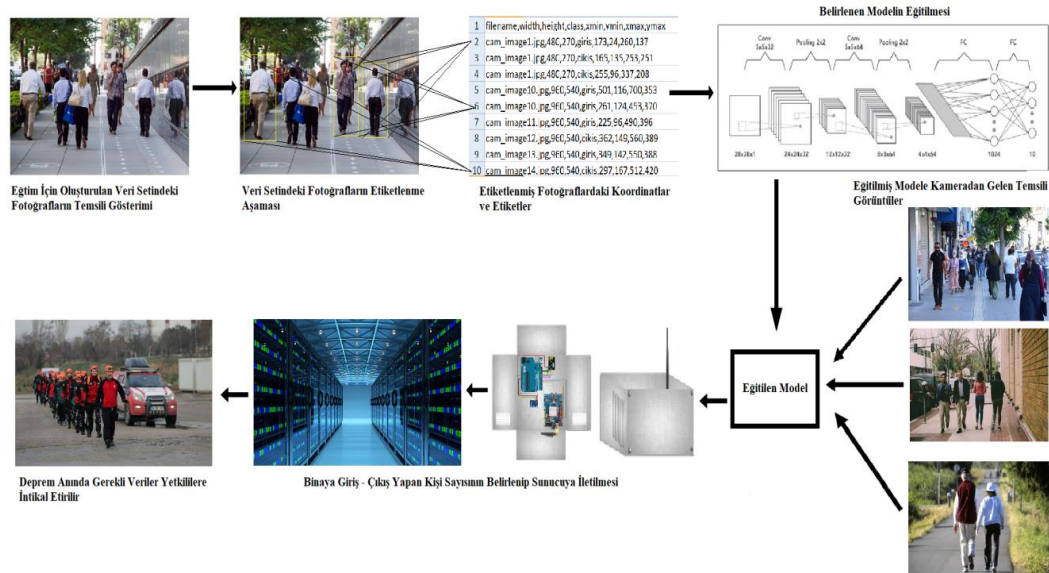
Modüller binalardaki kolonlara yerleştirilerek kesin bilgilerin alınması sağlanacaktır. Zayıf binalar tamamen yıkılabilirken bitişik veya biraz daha dayanıklı binaların yarısı yıkılabilmektedir. Bu sebeple tespit ve haberleşme modülü alt ve üst bölgeler olmak üzere 2 farklı şekilde konumlandırılacaktır. Bu sayede yarım veya tam yıkılan binaların tespiti yapılabilecektir. Yıkılan Bina tespit sistemimizin genel yapısı Şekil 4'te , düşünülen bina konumlandırılması ise Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Oluşturulan sistemin binadaki konumlandırılmasının gösterimi

4. Yöntem

Spesifik görevleri yerine getirmesi için tasarlanan farklı modüllerin bulunduğu bu projede ilk olarak görüntü işleme ve kamera modülüne değinilecektir. Bu modülün görevi giriş çıkış yapılan binadaki kişi sayısının belirlenmesini sağlamak ve bu bilgilerdeki her değişimi haberleşme modülüne aktarmaktır.



Şekil 6. Oluşturulan sistemin detaylı gösterimi

Profesyonel veya akademik olarak pek çok sınıflandırma işleminde kullanılan derin öğrenme, bu projede binaya giriş çıkış yapan insan, kedi ve köpek gibi canlıların tespiti için kullanılacaktır. Projede, açık kaynak kodlu bir yazılım kütüphanesi olan “tensorflow” kullanılarak “python” dilinde yazılan komutlar kullanılmıştır. Şekil 6’te sistemin genel yapısı gösterilmiştir. Bu kapsamda farklı sınıflandırma başarımları ve hızlara sahip hazır modeller değerlendirilerek en uygun model belirlenmiştir. Daha sonra farklı nesne ve canlıları tespit etmek için oluşturulan bu modelin sadece binaya giriş çıkış yapan canlıları tanınmasını sağlamak için tekrardan eğitilmesi gerekmiştir. Buna göre öncelikle veri seti oluşturulmuş ve bu veri setindeki görüntüler tek tek etiketlenmiştir. Eğitim sonucunda, eğitilen model kullanılarak binaya giriş ve çıkış yapan kişiler belirlenmektedir. Daha sonra bu bilgi ana sunucu aracılığıyla olası bir deprem durumunda yetkililerle gönderilmektedir.

Bilgilerin yetkililere (AFAD, AKUT vb.) iletimi sırasında deprem gibi doğal afetlerde sıkça karşılaşılan şebeke çöküntülerinden etkilenmeyen yeni bir teknoloji olan “NB_IoT” (dar bant) teknolojisinden yararlanılacaktır. NB-IOT teknolojisi, LTE frekans bandında çalışma özelliği sayesinde geniş kapsama, düşük güç tüketimi ve bağlantı kalitesi sağlamaktadır. 3GPP standartları baz alınarak geliştirilmesi ile LTE frekanslarının üzerinde

çalışmakta olup, mevcut LTE şebekesi üzerinden düşük veri hızına sahip olmasına rağmen çok sayıda uç cihazı etkili kesintisiz yönetebilmek için geliştirilmiş bir şebeke olarak öne çıkmaktadır. İOT teknolojisinde kameralar, sensörler gibi birçok uç cihazın haberleşme teknolojileri ile verilerini merkezi bir yerde toplayabilirler ve böylelikle servisler arası iletişim ve etkileşim mümkün olmaktadır. NB-İOT, sürekli olarak konum değiştiren cihazların yönetimi için uygun değildir. Konumu genel olarak değişmeyen ama uzaktan kontrol altında tutulması gereken uç noktalar için ideal İOT seçimidir. Bu da projemiz için oldukça uygun bir teknolojidir.

Oluşturulan sistemin eksikleri yapılan testler ve değerlendirmeler sonucunda belirlenmiştir. Buna göre bu yöntemin doğruluğunu arttırmak açısından giriş çıkış yapan canlıların belirli bir süre görüntüde takip edilmesi ve sahte verilerin sistemde oluşması engellenmek istenmiştir. Belirlenen canlı dikkörtgen içine alınarak etiketi gösterilirken görüntüdeki yaklaşık kapladığı alanda belirlenir. Bu alandaki azalma ve artmaya göre canlının kamera sistemine yaklaştığı veya uzaklaştığı belirlenir. Ek olarak, binaya giriş veya çıkış sırasında kişilerin ani fikir değişiklikleri sonucu yaptıkları hareketlerin de tahmin edilebilmesi sağlanmıştır. Bu da başarıyı arttırmaktadır.



Şekil 7. Oluşturulan tespit sisteminin 2 farklı durumdaki elde ettiği sonuçlar

Şekil 7’da gösterimi yapılan sistemde giriş çıkış yapanların insan ya da hayvan olduğunu ayırt ederken aynı zamanda giriş ya da çıkış yaptıkları da belirlenmektedir.



Şekil 8. Oluşturulan tespit sisteminin çoklu giriş durumunda elde ettiği sonuçlar

Şekil 8’de çoklu giriş durumlarında elde edilen başarımlar gösterilmektedir. Çoklu giriş, çıkış veya 2 durumun birden olduğu karmaşık durumlar için gerekli araştırmalar devam etmekte olup projenin son haline yetiştirilecektir.

Bu projede bulunan ikinci modül olan tespit ve haberleşme modülü binadaki kişi sayının anlık değişiminin ana sunucuya iletilmesinden sorumludur. Bu bağlamda yetkililere haber

verilmesini gerektirecek bir durum olmadığı sürece sadece giriş, çıkış yapan kişi sayısını ana sunucuya aktarmaktadır. Bir diğer görevi ise deprem gerçekleştiği sırada ana sunucuya gönderdiği uyarı mesajı ile binadaki güncel kişi sayısını aktaracaktır.

Proje kapsamında bina giriş, çıkış tespiti için gerekli veri seti, oluşturulmuş ve etiketlenmiştir. 8966 adet görüntünün bulunduğu veri seti proje sunum aşamasına gelene kadar büyütülmeye devam edecektir. Düşük gecikme ve yüksek başarımın sağlanması için mobilnets (Howard et. al., 2017) evrişimli sinir ağı modeli kullanılmıştır.

Teknofest 2021 kapsamında hazırlanan projemizin Görüntü işleme, tespit ve haberleşme modül modelleri tamamlanmış ve modüller arasındaki haberleşme sağlanmıştır. Bu kapsamda ön testlerden başarılı sonuçlar alınmıştır. Ancak uyarı sistemi arayüzü henüz tamamlanmamıştır. En kısa sürede tüm eksikler tamamlanıp projenin kapsamlı test aşamasına geçilecektir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Litaratüre bakıldığında enkaz tespit çalışmalarının hava görüntüleri ile yapıldığı görülmektedir. Projede oluşturacağımız donanım her bir binada bulunacaktır. Bu sayede yıkılan binaların tespitinde %100'e yakın bir başarımla elde edilmesi beklenmektedir. Donanımdan elde edeceğimiz sinyal deprem sırasında uyarı vererek merkezi uyarması ve enkaz noktalarını haritalaması kurtarma çalışmalarını hızlandıracaktır. Deprem sonrası yıkılan ve eğilen binaların bilgisi, içerisindeki canlı (insan, köpek) sayısı ile birlikte arama kurtarma ekiplerine iletebilecektir. Bu iletim sırasında da özellikle deprem sonrası oluşabilecek şebeke çöküntülerinden de etkilenmemek adına Çok düşük güç tüketimine, binalarda ve yer altında mükemmel genişletilmiş menzile, mevcut hücresel ağ mimarisine kolay kurulumu, ağ güvenliği ve güvenilirliğine ve düşük bileşen maliyeti sahip "NB_IoT" (dar bant) teknolojisinden de yararlanılacaktır. Ayrıca kamera modülü kullanılarak binada bulunan kişi sayısının tespit edilmesi çalışmaların doğru bilgilerle yapılmasını sağlayacak ve zamandan kazanç sağlanacaktır. Bu kapsamda yapılmış herhangi bir cihaz yoktur. Ayrıca çoklu canlı giriş-çıkışlarının (çoklu insan ve kedi köpek girişleri ve çıkışları) tespiti ve doğru sayımın yapılması için görüntü işleme ve derin öğrenme teknikleri kullanılacaktır. Tüm bunlar değerlendirildiğinde projemiz özgün bir çalışmadır.

6. Uygulanabilirlik

Yüksek riskli deprem bölgelerinde hala eski binaların olması, proje kapsamında oluşturacağımız donanımın önemini daha da arttırmaktadır. Modüllerin binalara yerleştirilerek bina ile ilgili bilgileri kurtarma birimlerine göndermesi, enkazda bulunan kişilerin kurtarılması için hayati önem içermektedir. Bu açıdan ürünümüz ticari bir ürüne dönüştürülebilir..

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Tahmini Maliyet Tablosu

Kullanılacak Malzemeler	Kullanım Gereçesi	Kullanım Yeri	Adet	Birim Fiyatı (TL)	Toplam Fiyat (TL)
945-13450-0000-100 JetsonNano Developer Kit	Görüntü işleme ve giriş çıkış tespiti	GISM	1	1239	1239

NvidiaJetsonNano Kamera (LI-IMX219-MIPI-FF-NANO-H136)	Giriş çıkış tespiti için görüntü aktarımı	GISM	1	496	496
Arduino UNO R3	Tespit ve haberleşme modülü ana bileşeni	THM	3	197	591
ADAPTORNANO1 Adaptör 5V/4A (JetsonNano için)	Tespit ve haberleşme modülü ana bileşeni	THM	1	101	101
PNY 128 GB MicroSDXC Class 10 UHS-I Elite	Tespit ve haberleşme modülü ana bileşeni	THM	1	182	182
16578 AC8265 Wireless Network Adapter	Tespit ve haberleşme modülü ana bileşeni	THM	2	192	384
7.10.14.35930 MiniCable 30cm Micro USB Kablosu	Tespit ve haberleşme modülü ana bileşeni	THM	1	30	30
16990 Fan-4010-5V Small Cooling Fan	Tespit ve haberleşme modülü ana bileşeni	THM	1	30	30
16566 Acrylic Case	Tespit ve haberleşme modülü ana bileşeni	THM	1	101	101
Arduino GSM Shield (IMEI Kayıtlı)	Uzak sunucu ile haberleşme	THM	2	530	1060
MPU6050 6 Eksen İvme ve GyroSensörü - GY-521	Sarsıntı ve yıkılma tespiti	THM	3	9	27
Wireless NRF24L01 2.4 GHz Alıcı Verici Modül	Modüllerin haberleşmesi	THM	3	8	24
HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Sensörü	Yedek sistem sensörü	YSM	3	6	18
Güç için Powerbank (Philips Lityum Ion Powerbank 20000 mA)	Elektrik kesildiğinde modüllerin çalışır şekilde kalması için	GÜ	3	305	915
Powerbank (50000mAh)	Elektrik kesildiğinde modüllerin çalışır şekilde kalması için	YGÜ + Güç testleri	3	305	915
Raspberry Pi 4 - 4GB	Sistem haberleşmesi (SH)	SH	1	629	629
ToshibaCanvio Basic 2TB 2.5" Taşınabilir Disk	Görüntü işleme veri depolama	Sistem veri depolama	1	527	527
Görüntü İşleme ve Sayma Modülü : GISM			Ara Toplam (TL) :		7269
Tespit ve Haberleşme Modülü : THM, Güç Ünitesi : GÜ			KDV % 18 (TL) :		1308,42
Yedek Güç Ünitesi : YGÜ, Yedek Sayma Modülü			Genel TOPLAM (TL) :		8577,42

Bu proje kapsamında tüm ekipmanlar/malzemeler İskenderun Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerinden sağlanan kaynak ile gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle herhangi bir ek kaynağa ihtiyaç bulunmamaktadır. Proje zaman planlaması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Proje Zaman Planlaması

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Literatür Taraması							
Taslak Tasarımı							
Malzeme Seçimi							
Detaylı tasarım							
Görüntü işleme, Tespit ve Haberleşme çalışmalarının yapılması							
Prototip imalatı ve montajı							
Test çalışmalarının yapılması							

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Projemizin hedef kitlesi çok geniştir. Depremi nerede ve ne zaman gerçekleşeceği bilinmemektedir. Bundan dolayı bina gibi yapılarda yaşayan tüm insanlık hedef kitle içerisine alınabilir. AFAD, AKUT gibi kurumlar ve bunun yanında inşaat şirketleri de ürünü kullanacaklarından dolayı alt hedef kitle olarak gösterilebilir.

9. Riskler

Projede temel olarak 2 risk öngörülmüştür. Bunlar elektrik kesintisi ve sinyal kaybıdır. Elektrik kesintisi modüllerin içerisinde bulunacak olan powerbanklerle önlenecektir. Kesinti olduğu anda powerbank çalışmaya devam edeceği için modüller sürekli çalışır halde kalacaktır. Sinyal kaybı sorunu ise deprem anında şebekelerde oluşabilecek yoğunluk verilerin merkezi birimlere gitmesini engelleyecektir. Bunu önlemek için NB-IoT teknolojisi kullanılacaktır. Bu sayede sistem yoğunluktan etkilenmeyecek ve bilgileri göndermede sorun yaşamayacaktır.

10. Kaynaklar

Türk, T. (2013). Doğal Afet Yönetiminde İnsansız Hava Araçları'nın (İha) Kullanılması. Türkiye Ulusal Fotogrametri Ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu (Tufuab 2013), 23-25.

Demirci, A.,& Karakuyu, M. Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü/The Role Of Geographic Information Technologies On Disaster Management. Doğu Coğrafya Dergisi, 9(12).

Sumer, E.,&Turker, M. (2004). Building Damage Detection From Post-Earthquake Aerial Images Using Watershed Segmentation İn Golcuk, Turkey. International Society For Photogrammetry And Remote Sensing Isprs, 642-647.

Tong, X., Lin, X., Feng, T., Xie, H., Liu, S., Hong, Z., & Chen, P. (2013). Use Of Shadows For Detection Of Earthquake-İnduced Collapsed Buildings İn High-Resolution Satellite İmagery. Isprs Journal Of Photogrammetry And Remote Sensing, 79, 53-67.

Çömert, R.,Matçı, D. K., & Avdan, U. (2017). Yıkılmış Binaların Nesne Tabanlı Sınıflandırma İle İnsansız Hava Aracı Verilerinden Tespit Edilmesi, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği Ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir.

San, D. K.,& Türker, M. (2009) M. Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntülerinden Otomatik Bina Güncellemesi İçin Model Bazlı Yaklaşım.

Menderes, A., Erener, A., & Sarp, G. (2015). Automatic Detection Of Damaged Buildings After Earthquake Hazard By Using Remote Sensing And Information Technologies. Procedia Earth And Planetary Science, 15, 257-262.

Kadioğlu, M. (2008). Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri. Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri.

Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., ... & Adam, H. (2017). Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. *arXiv preprint arXiv:1704.04861*.