

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Afet Yönetimi

PROJE ADI: Akıllı, Deprem Bilgi ve Arama Kurtarma
Sistemi Geliştirilmesi: GARF

TAKIM ADI: CrewTech

Başvuru ID: 64818

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

GARF, deprem öncesi, deprem anı ve deprem sonrası yaşanabilecek olumsuzlukları, can kayıplarını büyük oranda azaltmak, enkaz altında kalan kişi sayısını ve enkaz altındaki kişilerin yer bilgilerini kurtarıcı ekibe bir sistem dahilinde sunmayı amaçlayan bir sistemdir. Sunulan bilgiyle beraber kurtarma işlemlerinin daha taktiksel, daha etkin ve hızlı şekilde gerçekleştirilebilmesi amaçlanmaktadır. GARF'ın entegre edildiği yapılarda; GARF, kullanıcılara deprem öncesi, deprem anı ve deprem sonrası süreçlerde, hayati boyutta destekler sağlamaktadır. Bu desteklerle depremin her safhasında oluşabilecek veya yaşanabilecek olumsuzlukların azaltılabilmesi yönünde fayda gösterebilmektedir.

GARF sisteminde temel olarak kablosuz haberleşme, görüntü işleme ve sistem entegrasyon teknolojileri kullanılmaktadır. Bu sistemde görüntü işleme ile yapay zekanın geliştirilmesi, kablosuz haberleşme kanalının oluşturulması ve tüm sistemin elektronik kart üzerindeki tasarım ve montajı gerçekleştirilmektedir.

2. Problem/Sorun:

Deprem felaketi sonrası yapılan araştırmalar sonucunda depremde meydana gelen can kayıplarına sebep olan durumlar; uyku halinde depreme yakalanma, heyecana bağlı olarak hatalı tercihlerde bulunma, yapı malzemelerinin (çelik kapı vb.) deprem anında tahliyeyi engelleyecek durumlar oluşturması, deprem sonrası arama kurtarma ekiplerinin enkaz altındaki kişi sayısını ve enkaz altındaki canlıların yerlerini tayin etme hususunda yaşadığı zorluklardır. Günümüzde geliştirilen sistemler gerek maliyeti gerekse kullanıcı dostu olmamasından ötürü yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu sistemlerin her biri tek bir soruna çözüm ürettiğinden tüm sorunları çözmek için gereken maliyet artmakta ve tekil kişinin erişimini zorlaştırmaktadır.

3. Çözüm

Günümüzde deprem anında yaşanan olumsuzluklar ve sonrasında yürütülen arama kurtarma çalışmaları incelenmektedir. İncelemeler sonucunda belirlenen eksiklikler ve bunların giderilmesi için GARF çözümleri üretilmektedir. Bu çözüm önerileri şu şekilde sıralanabilir:

1. Enkaz altındaki kişi sayısının belirsizliğinden dolayı arama kurtarma çalışmalarının yavaş ilerlemesi durumu: GARF, içerisinde bulunan TKSS (Tepegöz Kişi Sayma Sistemi) ile bu problemi çözebilmektedir. Yapay zekâ tabanlı bir yazılım olan TKSS sayesinde yapı içerisine giriş veya çıkış yapan canlıların sayım işlemleri gerçekleştirilmektedir. Yapı içinde bulunan canlıların sayısındaki her değişim TKSS tarafından anlık olarak algılanıp 5 güncel canlı sayı bilgisi Afet Bilgi Sunucusuna (ABS) aktarılır. Bu sayede olası bir depremde yıkılan yapıya kurtarma çalışmaları için gelen ekip ABS üzerinden enkaz altındaki canlı sayısını öğrenmiş olacaktır. Bu bilgi kurtarma çalışmalarını hızlandırabilecektir. Mevcutta bu problemin çözümü bulunmamaktadır.

2. GARF deprem anında oluşabilecek kişi ve konut temelli olumsuzlukları engelleyebilmektedir. Bunlar:

- ADS (Aydınlatma Sistemi) ile deprem esnasında kesilen elektriğin eksikliğini giderilmesi ve karanlıkta meydana gelebilecek kazaların önlenmesi,
- KSS (koruma sigorta sistemi) ile deprem esnasında yapının elektrik, su ve doğalgazını keserek oluşabilecek patlama, yangın ve su baskınlarını önlenmesi,
- TESUS (Telkin Edici Sesli Uyarı Sistemi) ile deprem esnasında oluşacak panik ortamından kaynaklı olumsuzlukların önlenmesi ve depremzedelerin kontrollü davranışlarda bulunabilmesi,
- AKS (Afet Kilit Sistemi) ile deprem anında çelik kapılar yuvasından itilerek kapıların kasnağına sıkışması engellenmiş olmaktadır. Bu sistem ile tahliyeyi etkileyen çelik kapı sıkışma sorunu ortadan kaldırılmıştır.
- USİS (Uyarıcı Sesli İkaz Sistemi) ile uyku durumundaki insanların uyandırılarak afet sırasında uyanık ve bilinçlerinin açık olması sağlanmıştır.

3. Enkaz altındaki kişilerin yer tayininin yapılamaması ve bu duruma bağlı olarak can kayıplarının yaşanması durumu: GARF, içerisinde bulundurduğu KARKUS (Kara Kutu Sistemi) ile bu problemi çözüme kavuşturmuştur. KARKUS, mikro düzeyde alan kontrolleri için geliştirilmiş bir sistemdir. KARKUS sayesinde yapı içerisindeki bölmelerin kızılötesi sistemler tarafından taranarak alan içerisinde canlı olup olmadığı tayin edilebilmektedir. KARKUS aktif halde iken deprem meydana gelirse KARKUS ses sinyalleri üretmeye başlayacaktır. Bu ses sinyalleri ile enkaz altındaki kişilerin yerleri tayin edilebilecektir. Mevcut çözüm olarak halihazırda kullanılan enkaz dinleme cihazları ile enkaz dinlenebilmektedir. Ancak bu cihazların çalışabilmesi için enkaz altındaki kişinin bilinci açık ve ses çıkartabilmesi gerekmektedir. KARKUS bu tür zorunluluklara ihtiyaç duymadan tüm canlılar için çözüm olmaktadır.

4. Yöntem

GARF Akıllı Bilgi Sisteminde, üç birim bulunmaktadır. Görüntü işleme, kablosuz haberleşme ve sistem entegrasyon birimleridir. Bu kısımda her birimin oluşturulması için kullanılacak yöntemler detaylı bir biçimde açıklanmıştır.

Kişi Sayma ve Görüntü İşleme Birimi:

Kişi sayma sisteminin hazırlanabilmesi için öncelikli olarak yapay zekâ modeline ihtiyaç duyulmakta, bunun yanı sıra ile yapay zekâ sinir ağları kullanan Python tabanlı kodlar ile kişi sayım işlemi gerçekleştirilmektedir. Yapay zekâ modeli hazırlanırken YoloV4-Tiny algoritması kullanılacak ve eğitim işlemi Google Colab platformu üzerinden gerçekleştirilecektir. Bu işlem yapay zekâ uygulamaları için piyasada fiyat performans anlamında en yaygın cihazlardan birisi olan Jetson Nano üzerinden gerçekleştirilecektir.

Sistemi oluştururken ilk olarak yapay zekâ modeli oluşturulmuştur. Yapay zekâ modelinin oluşturulması için insanları ve evcil hayvanlardan oluşan veri setine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu veri seti oluşturulurken açık kaynak kodlu Open Images DatasetV6 sitesi kullanılacaktır. Site üzerinden çeşitli kişiler ve yapay zekalar tarafından oluşturulmuş eğitim verileri hazırlanabilmektedir. Buradan oluşturulacak veri setinde bulunan üç farklı sınıfta toplamda yaklaşık 70.000 fotoğraf kullanılacaktır. Elde edilen fotoğraflar sistem tarafından eğitilmesi için uygulamaya uygun formata getirilecektir.

Hazırlanmış olan veri setlerinin eğitilerek yapay zekâ modeline dönüştürülmesi işlemi Google Colab sistemi üzerinden gerçekleştirilecektir. Google Colab sistemini eğitime hazırlamak için açık kaynak kodlu sinir ağı çerçevesi, Darknet kurulacaktır. Sonrasında Google Colab üzerinden, oluşturduğumuz veri seti kullanılarak darknet çalıştırılarak ve eğitim başlatılacaktır. Eğitim sırasında herhangi bir hata veya kesinti olması durumlarını engellemek için her 100 fotoğrafta bir oluşan yapay zekâ modeli Google Drive üzerindeki backup klasörüne kaydedilecektir. Eğitimin tamamlanması yaklaşık 3-4 saat sürecektir. Eğitim sonunda elde edilen katsayılar kullanılarak algoritma test edilecektir.

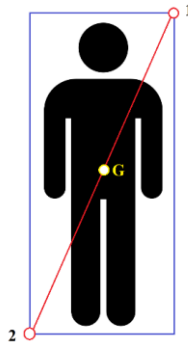
Yapay zekâ modeli oluşturulmasının ardından OpenCV kütüphanesi yardımıyla eğitilen model Python üzerinden yazılan bir kod ile çalıştırılmıştır. OpenCV'nin DNN (Deep Neural Networks) modülü kullanılarak gerçek zamanlı bir görüntüde bulunan kişiler tespit edilmekte ve DeepSort algoritması ile tespit edilen kişilere farklı ID değerleri atanarak takip edilebilmektedir. Her bir canlının etrafına kutu çizilerek kutu üzerinde tespit edilen nesnenin sınıfı belirtilmiştir.

Görüntünün kamera açısına göre yatay olacak şekilde sanal bir çizgi eklenmiştir. Bu çizginin eklenme amacı içeride ve dışarıda olan kişi sayısını anlamaktır.



Şekil 1. Kişi sayma sistemi görüntüsü

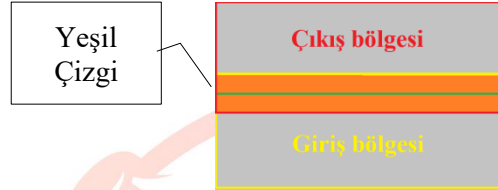
Kişi sayma işlemi görüntüdeki sanal yeşil çizgi ile yapılmaktadır. Öncelikli olarak tespit edilen kişiler dikdörtgen içerisine alınmakta ve bu kişi için kullanılan dikdörtgenin sağ üst ve sol alt koordinatları toplanarak ikiye bölünmektedir. Bu sayede bu kişinin x-eksenindeki ağırlık merkezi hesaplanmış olmaktadır.



Şekil 2. Tespit edilen kişinin ağırlık merkezinin hesaplanması

Tespit edilen kişinin ağırlık merkezinin hesaplanmasının ardından kişinin konum tespiti ve bulunduğu konuma göre sayım işlemi gerçekleştirilir. Bu sayım şu şekilde gerçekleşmektedir: Tespit edilen kişinin ağırlık merkezinin yeşil çizginin altında mı yoksa üstünde olduğu kontrol edilir. Eğer kişilerin ilk tespit konumu yeşil çizginin altında ise bu kişinin binaya giriş yapacağı anlamına gelmektedir. Bu durumda bu kişi yeşil çizginin alt kısmından üst kısma geçmesi durumunda içerideki kişi sayısı arttırılır.

Eğer kişilerin ilk tespit konumu yeşil çizginin üst kısmında bulunuyorsa bu kişinin bina içerisinde olduğu ve şu anda binadan çıkmak üzere olduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda bu kişi yeşil çizginin alt kısmına geçtiğinde içerideki kişi sayısı bilgisi azaltılır.



Şekil 3. Kişi sayım sistemi temeli

Şekil 3'te de görüldüğü üzere giriş bölgesinde tespit edilen bir kişi, çıkış bölgesi içerisinde bulunan yeşil çizginin üstünde bulunan turuncu alana temas ettiğinde içerideki kişi sayısı arttırılacaktır. Tersi durum için çıkış bölgesinde bulunan bir kişi, giriş bölgesinde bulunan yeşil çizginin altında kalan turuncu alana temas ettiğinde içerideki kişi sayısı azaltılacaktır.

Kablosuz Haberleşme Birimi:

Kablosuz haberleşme sistemi ile kişi sayma sistemi tarafından elde edilen kişi sayım bilgisi herhangi bir internet bağlantısına gerek duymadan ve kesintiler olmadan 25 km² çapındaki birimlere hızlı bir şekilde gönderim işlemini sağlamaktadır.

Bu sistem hazırlanırken, Jetson Nano aracılığı ile kişi sayısının verileri XBee Pro S2C haberleşme modülleri ile aktarım sağlanacaktır. Bu verilerin işlenmesinde Python, HTML5, CSS3, PHP, MySQL ve AJAX yazılımları kullanılacaktır.

Kablosuz haberleşme sistemi kişi sayma sistemi tarafından aldığı verileri Xbee kablosuz haberleşme ağı üzerinden en yakın sunuculara herhangi bir internet bağlantısı olmadan aktarmaktadır. Burada güvenli şekilde bulunan veriler yalnızca gerekli birimlerin ulaşabileceği web sunucularına aktarılacaktır. Kurulacak sistemde birden farklı noktadan tek bir merkeze veri iletimi olacağı için API (Application Programming Interface) mod kullanılmıştır. Kullanılan API mod ile daha uzun mesafelerden köprüleme yöntemi ile veri iletimi için Multihopping ağı kurulmuştur. Bu sayede veri paketleri çok sekmeli yollar üzerinden daha fazla güç ve band genişliği kullanılarak iletilmiş olacaktır.

Kablosuz haberleşme sisteminin haberleşme protokolü KVKK (Kişisel Verilerin korunması Kanunu) protokollerine uygun şekilde ve hassasiyette işlem gerçekleştireceklerdir.

Sistem Entegrasyon Birimi:

GARF, sismograf çalışma prensibinde çalışarak depremi tespit edebilmekte ve bu bilgiyi sistem hafızasına aktaran eğim ve titreşim bir modül içerisinde konumlandırılacaktır. Sensörler deprem oluşumundaki ilk oluşacak P sinyaline duyarlı bir eşik değerine sahip olacak şekilde seçilmektedir.

Sistemde kullanılan eğim sensörleri "0" ve "1" mantık sistemi ile çalışmaktadır. Eğim bir miktar oynadıktan yani "1" değeri okunduktan sonra sistemin sonraki aşaması olan titreşim sensörü aşamasına geçilmektedir. Burada eşik değerinde eğim sensörü önceliği belirlenmiş olmasının sebebi oluşan titreşimin bir eğim yaratacak boyutta yani deprem büyüklüğünde olduğunu tespit etmektir. Bu durumda titreşim sensörleri titreşecek ve deprem sistemi

faaliyete başlayacaktır. Bunun önüne geçmek maksadı ile eğim sensörleri deprem sisteminin şartı olarak koşularak üzerlerinden “1” değeri gelmeden titreşim sensörleri verisi okunmamak üzere tasarlanmıştır.

Sistemde kullanılan titreşim sensörleri üzerlerin de oluşan titreşimi algılayarak, titreşme sayısını sisteme yollamaktır. Bu titreşme sayısı oranına göre sistemin farklı aşamaları çalıştırılmaktadır. Titreşim sensörleri yatay ve dikey pozisyonlar da sisteme yerleştirilecektir.

Bu iki sensörden gelen bilgilerin daha doğru sonuçlar çıkarabilmesi maksadı ile tüm sensörlerin aktif olarak çalışması koşulu da eklenmiştir. Bu sayede üç sensör çalışır iken dördüncü sensör çalışmaması dolayısı ile deprem sistemi çalışmamaktadır.

GARF’ta bulunan diğer sistemler; Koruma Sigorta Sistemi, Aydınlatma Sistemi ve Uyarıcı Sesli İkaz Sistemidir. Ayrıca sistemde kontrol pinleri olarak da adlandırılan insanları görsel olarak uyaran Akıllı Sinyalizasyon Sistemi de yine bu çerçevede bir araya getirilmiş ve sistem içerisinde senkron çalıştırılmıştır.

Akıllı Sinyalizasyon Sistemi, içerisinde bulundurduğu aydınlatmalar ile depremin boyutu ile alakalı bilgiyi kullanıcıya aktarmaktır. İçerisinde 3 farklı aydınlatma LED bulundurmaktadır. LED’lerin anlamları; Yeşil LED düşük çaplı deprem, Mavi LED orta çaplı deprem, Kırmızı LED büyük çaplı depremi temsil etmektedir.

Kullanıcı bu LED düzeylerine göre deprem bilgisini algılayabilecektir. Ayrıca sistem bu LED’e karşılık gelen deprem seviyelerine göre farklı sistemleri devreye sokmakta ve çalıştırmaktadır. Örneğin; yeşil LED seviyesinde hiçbir sistem çalışmaz iken; mavi LED seviyesinde Koruma Sigorta Sistemi, Aydınlatma Sistemi, Uyarıcı Sesli İkaz Sistemi çalışmaktadır. Kırmızı LED seviyesinde mavi seviyeden farklı olarak telkin edici sesli uyarı sistemi de çalışmaktadır.

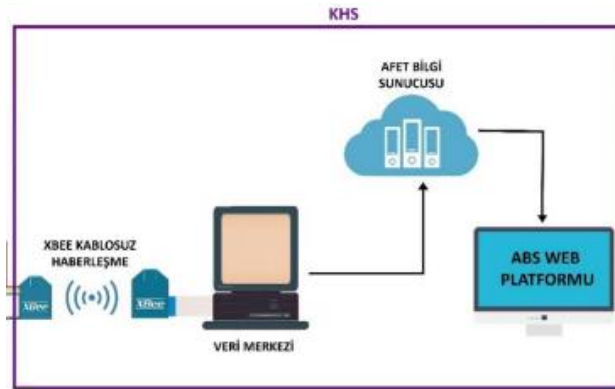
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

GARF genel anlamda bir bütün olarak yenilikçi yönlere sahiptir. Bunlar, deprem öncesinde ülkemizde henüz gelişmiş olmayan binalar için deprem erken uyarı sistemlerinin (EEW) (Matthew Geeson,2020, Meier, MA vd.2020) geliştirilmesi ve deprem sonrası arama kurtarma faaliyetlerinde enkaz altındakilerin yer tespiti için zamanın en optimum şekilde kullanımının sağlanmasıdır.

Deprem öncesi EEW sistemleri için kullanılacak TESUS, USİS modülleri Mega 2560 mikro denetleyici kart ile tilt(eğim)-titreşim sensörleri kullanarak “*Kendi Kendini Düzenleyen Sismik Erken Uyarı Bilgi Ağı*” (SOSEWIN) (Fleming, K.M. et.al.,2009) teknolojisindeki erken uyarı işaretleri olan bir fayın gönderdiği hızlı hareket eden P dalgasını (earthquake.ca.gov) algılayıp, uyarı oluşturulur. Bu sensörler depremleri saptayan tremorları ve algoritmaları ölçen bir ivmeölçer içermekte olup bir deprem tespit edildiğinde saniyede yüzlerce sinyal gönderir. Sensör verileri, tek tek cihazlar arasında bir araya toplanır ve deprem merkezinin bulunduğu ve sismik dalgaların zarar verdiği yerlerin belirlenmesi için hesaplama motorları tarafından işlenir.

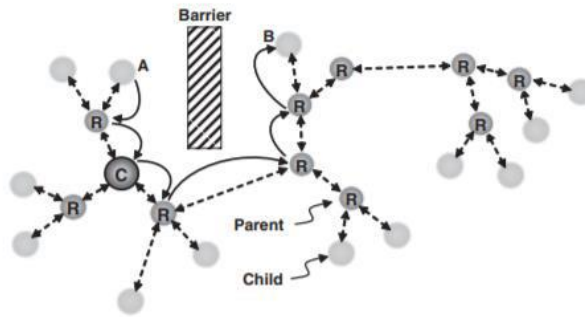
Deprem anı ve sonrası için geliştirilen modülde ise; TKSS, Python yazılımı, OpenCV kütüphanesi, Yolo algoritması, Jetson Nano ve Google Colab sistemlerini kullanmaktadır. Tek kartlı bilgisayar olan Jetson Nano ile kameradan alınan görüntüler işlenmektedir. Bu işlem sürecinde YOLO V4-Tiny algoritması kullanılmaktadır. YOLO V4-Tiny algoritmasının seçilmiş olmasının sebebi Jetson Nano ile en optimum performans gösterebilen sürüm olmasıdır (M.Peker, 2020). YOLO V4-Tiny algoritması ile yazılan yapay zeka yazılımı yaklaşık 30,000 insan ve evcil hayvan içeren fotoğraf taratılarak makine öğrenmesi metodu ile eğitilmiştir. Bu eğitimlerde Google Colab kullanılmıştır. Eğitimler sonrası Python yazılım dili

üzerinden Open CV kütüphaneleri kullanılarak kişi saydırma işlemleri Şekil 4'teki gibi gerçekleştirilmiştir. TKSS tarafından elde edilen bu kişi sayısı verileri KHS'ye aktarılır.



Şekil 4. KHS İşleyiş Diyagramı

Kablosuz Haberleşme Sistemi (KHS) Jetson Nano, XBee Pro S2C modülleri, Python, HTML5, CSS3, PHP, MySQL ve AJAX yazılımları ile oluşmaktadır. KHS, IoT temelli iletişimin afet yönetimi için gelişmeleri göz önünde bulundurularak (Karacı,A.,2018) TKSS'den aldığı verileri XBee kablosuz haberleşme ağı üzerinden Python ve MySQL kullanarak en yakın ABS'ye aktarır. ABS'ye gelen bu veriler PDO veri çekme metodları ile HTML5, CSS3, AJAX ve MySQL kullanılarak web sunucularına aktarılır. Ani bir depremde kurtarıcı ekiplerin erişimine sunulur. Kurulacak KHS'de birden farklı noktadan tek bir merkeze veri iletimi olacağı için API (Application Programming Interface) mod kullanılmıştır.



Şekil 5. Multihopping Ağı

Kullanılan API mod ile daha uzun mesafelerden köprüleme yöntemi ile veri iletimi için Şekil5'te yapısı görülen Multihopping ağı kurulmuştur (Farahani, 2008).

Daire Kontrol modülündeki KARKUS ise kızılötesi sensörler ile mikro düzeyde alan kontrolleri yaparak daire içerisinde odalardaki canlı verisine KVKK'ye uygun olarak erişecektir. Ve bu bilgileri deprem sonrası kurtarıcı ekibe yaklaşık konum verisi olarak bildirecektir.

Daire Gözlem Modülü ise ek güvenlik için opsiyonel bir modüldür. Bu modül, müşteri tercihi ile daire kontrol modülüne montaj edilecektir. Modül içerisinde Akıllı Sinyalizasyon Sistemi (ASS), Aydınlatma Sistemi (ADS), Güvenlik Kontrol Sistemi (GKS), Koruma Sigorta Sistemi (KSS) ve Opsiyonlu Parmak İzi Kilit Sistemi (OPİK) bulunmaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Akıllı, Deprem Bilgi ve Arama Kurtarma Sistemi GARF; deprem öncesi, deprem anı ve deprem sonrasındaki olumsuzlukların minimuma indirgenmesini sağlayan kolay, ulaşılabilir ve güvenli bir teknoloji sunmaktadır. GARF sistemi öncelikle prototip aşamasında iken gerekli kalite kontrol ve sistem çalışması sürecini; AFAD gibi çeşitli arama kurtarma faaliyeti gerçekleştiren birimlerin deprem simülasyon merkezlerinde yapay depremler ile gözlemlenmesi planlanmaktadır. Saha testleri sonucunda elde edilen verilere ve yapı durumu ile alakalı gerekli iyileştirmelerin yapılmasının ardından arama kurtarma ekibinden alınacak onay ile sistemin pazarlanması sürecine geçiş gerçekleştirilecektir.

GARF hedef müşteri kitlesini; kurumsal ve özel kuruluşlar ile her bireysel hane sahibi kişiler oluşturmaktadır. GARF için Ulusal pazarda yapılan araştırmalarda, deprem dönüşüm sistemleri geliştiren ve bunu deprem yönetmeliklerine uygunlaştırarak, özellikle deprem tehlikesi üst seviyede olan yapılarda kullanımı sağlanan sistemsel bir yapının olmadığı gözlemlenmektedir. Aynı zamanda bu sistemi ürüne dönüştürüp Pazar oluşturabilecek düzeyde bir endüstriyel üretim yapan firmada bulunmamaktadır. Bu nedenle ürünün geliştirilmesi ve beklenen sonuçların elde edilmesi durumunda inşaat-yapı sektöründe kullanımına göre Pazar alanı oluşturulacaktır.

GARF için ticari avantaj, bu oluşturulacak pazarda öncü konumunda bulunmasıdır. GARF, ihtiyaçlarını karşılayabilecek ve istenilen performansı tam kararlılıkla sürdürebilecek bir multidisipliner sistem geliştirmektedir. Ayrıca sistem içerisinde geliştirilen yapılarla alan kontrol işlemlerinde kişisel verilere ihtiyaç duymadan bu işlemi gerçekleştiren özgün bir sistemdir. GARF'ın ticari ürüne dönüşmesindeki en büyük avantajı ise farklı sosyal sınıflardaki insanlara depremlerde yaşam eşitliği sağlamasıdır. Aynı zamanda hedef Pazar ve kitlenin büyüklüğü GARF'ın ticarileşmesi önündeki fırsattır. GARF ticarileşerek uygulanabilir pozisyona eriştiğinde yaşanabilecek en ciddi risk rakip firmaların piyasaya girişi olacaktır. Bu bağlamda da GARF üretilebilecek en üst seviye standartlarda üretilecektir ve bu sayede sektörde standardizasyon değerleri GARF'ın sahip olduğu standart değerler olacaktır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Sistem 3 ayrı modülden oluşmaktadır. Bu Kontrol Modülü”, “Daire Kontrol Modülü” ve “Daire Gözlem Modülü”dür. Aşağıda Tablo 1’de her modül için maliyet tablosu verilmiştir

Tablo 1. Toplam Maliyet Tablosu

| BİNA KONTROL MODÜLÜ | TKSS | KHS | ABS | Arduino Mega 2560 | |
|--|--------|--------|----------------|-------------------|-------|
| | 1503 ₺ | 1150 ₺ | 150 ₺ | 135 ₺ | |
| DAİRE KONTROL MODÜLÜ | TESUS | USİS | KARKUS | AKSELEROMETRE | AKS |
| | 80 ₺ | 10 ₺ | 165 ₺ | 30 ₺ | 100 ₺ |
| DAİRE GÖZLEM MODÜLÜ | ADS | KSS | ASS | GKS | OPİK |
| | 70 ₺ | 180 ₺ | 650 ₺ | 80 ₺ | 150 ₺ |
| TÜM BİRİMLERDE ORTAK OLARAK KULLANILMAKTADIR | | | TOTAL : 4453 ₺ | | |

Aşağıda projenin zaman planlaması Şekil 6'daki gibi verilmiştir. Proje için hazırlanan zaman planlanması 12 haftalık bir sürece yayılmıştır.

| BASLANGIÇ TARİHİ 28.06.2021 | 1. HAFTA 28 - 04 TEM | 2. HAFTA 05 - 11 TEM | 3. HAFTA 12 - 18 TEM | 4. HAFTA 19 - 25 TEM | 5. HAFTA 26 - 01 AĞS | 6. HAFTA 02 - 08 AĞS | 7. HAFTA 09 - 15 AĞS | 8. HAFTA 16 - 22 AĞS | 9. HAFTA 23 - 29 AĞS | 10. HAFTA 30 - 05 EYL | 11. HAFTA 06 - 12 EYL | 12. HAFTA 13 - 19 EYL |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| GORÜNTÜ İŞLEME İÇİN YAPAY ZEKA MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ | | | | | ♦ | | | | | | | |
| KİŞİ SAYMA SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ | | | | | | | | | ♦ | | | |
| HABERLEŞME AĞININ KURULMASI | | | | | ♦ | | | | | | | |
| HABERLEŞME AĞININ DOĞRULANMASI | | | | | | | | ♦ | | | | |
| SİSTEM ENTEGRASYONUNUN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ | | | | | ♦ | | | | | | | |
| KARA KUTU SİSTEMİNİN HAZIRLANMASI VE MONTAJLARIN TAMAMLANMASI | | | | | | | | | | | | ♦ |

Şekil 6. Proje Zaman Planlaması

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

GARF afet uyarı sistemi olarak ele alındığında; hedef müşteri kitesini, afet odaklı çalışan kurumsal ve özel kuruluşlar ile deprem yönetmeliğine uygun inşa edilen konut sahiplerinin tamamında uygulama sahası bulunduğundan bu alandaki her bireysel hane sahibi kişiler oluşturur.

2020 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı'na göre, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi'nde kayıtlı toplam konut sayısı eylül sonu itibarıyla 38,4 milyon olduğu açıklanmıştır.

Bu konutların büyük bir çoğunluğunun deprem yönetmeliklerine uygunlaştırılması esas alınır ve bu konutlardan büyük bir kısmının deprem bölgelerine yakın bölgelerdeki konutlar olduğu varsayımı ile ulusal pazar için konuşulduğunda 10 milyonun üzerinde bir rakam verilebilirken, ürünün gelişimi ve kullanımdaki popülaritesinin artmasıyla birlikte uluslararası pazarda da en az ulusal düzeyde yakalanan rakamların yarısı kadar bir pazar alanı oluşturabileceği öngörülmektedir. Çünkü GARF lüksten ziyade zorunluluktur.

9. Riskler

Projeyi olumsuz yönde etkileyebilecek durumlar tespit edilmiştir. Ve tespit edilen bu risk durumları için B planları geliştirilmiştir. Geliştirilen planlar ve tespit edilen riskler aşağıda Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Risk Yönetimi Tablosu

| No | En Önemli Riskler | Risk Yönetimi (B Planı) |
|----|---|--|
| 1 | Akselerometrenin hesapladığı eşik değerinde sapmalardan kaynaklı oluşabilecek durumlar. | Bu durumun yaşanmaması montajda kullanılacak elemanın deneysel testleri yapılacaktır. Sağlık testini başarı ile geçen elemanlar kullanılacaktır. Kurulum sonrası aylık periyodik bakımlar ile kontrolün devamlılığı sağlanacaktır. |
| 2 | Tepegöz kişi sayma sisteminde eksik veya fazla sayım oluşturabilecek durumlar. | TKSS'nin ana yapı malzemesi olan yapay zeka yazılımımız her türlü olasılık üzerinde testleri gerçekleştirildikten sonra son kullanıcıya sunulacaktır. Daha yüksek doğruluk payına ulaşabilmek adına sürekli olarak yapay zeka Ar-Ge'si sürdürülecektir. Kurulum sonrası aylık periyodik bakımlar ile yazılım |

| | | |
|---|---|---|
| | | test ve kontrol edilecektir. |
| 3 | Kablosuz haberleşme sisteminin alıcı ve verici devrelerinin arasındaki bağlantının kopması. | Kablosuz haberleşme ağında herhangi bir bağlantı sıkıntısı yaşandığı takdirde geliştirdiğimiz yazılım ile anında bu durum tespit edilecektir. Teknik destek ile anından müdahale edilerek sorun çözülecektir. |
| 4 | Akan veri kullanılmasına rağmen saklanan verilerin güvenliğine yönelik siber saldırılar. | Gerekli altyapının kurularak verilerin maksimum düzeyde güvenliği sağlanacaktır. Bu alanda yerli yazılımlar ve teknik destek alınacaktır. Verilerin saklandığı sunucular şifreli ve kapalı sistem olacaktır. Bu riske karşı sürekli denetimde olan birim 7/24 hizmette olacaktır. |
| 5 | KARKUS sisteminde yaşanabilecek yazılımsal ve donanımsal sorunlar. | Ana yönetim sistemimize eklediğimiz özel bir yazılım sayesinde KARKUS ile ana yönetim yazılı arasında herhangi bir bağlantı sorunu anında tespit edilecektir. Ve durum tespitinin hemen ardından teknik ekiple soruna gerek yazılımsal gerekse donanımsal anlamda müdahale edilecektir. Aylık periyodik bakımlar ile sürekli denetim sağlanacaktır. |

Yukarıda Tablo 2’de bahsedilen risklerin olasılık ve etki matrisi aşağıda Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Olasılık – Etki Matrisi

| Olasılık \ Etki | DÜŞÜK | ORTA | YÜKSEK |
|-----------------|---|--|---|
| DÜŞÜK | Kablosuz haberleşme sisteminin alıcı ve verici devrelerinin arasındaki bağlantının kopması. | KARKUS sisteminde yaşanabilecek yazılımsal ve donanımsal sorunlar. | Akan veri kullanılmasına rağmen saklanan verilerin güvenliğine yönelik siber saldırılar. Akselerometrenin hesapladığı eşik değerde sapmalardan kaynaklı oluşabilecek durumlar. |
| ORTA | | Tepegöz kişi sayma sisteminde eksik veya fazla sayım oluşturabilecek durumlar. | |
| YÜKSEK | | | |

10. Kaynaklar

- Gleeson, M. (2020). Earthquake Early Warning systems. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(2). <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0028-z>
- Meier, M. A. (2017). How “good” are real-time ground motion predictions from Earthquake Early Warning systems? *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(7). <https://doi.org/10.1002/2017JB014025>
- Fleming, K., Picozzi, M., Milkereit, C., Kühnlenz, F., Lichtblau, B., Fischer, J., Zulfikar, C., Özel, O., Zschau, J., Milkereit, C., Picozzi, M., Fleming, K., Veit, I., Jäckel, K. H., Höning, M., Nachtigall, J., Woith, H., Fischer, J., Redlich, J. P., ... Kafadar, N. (2009). The self-organizing seismic early warning information network (SOSEWIN). *Seismological Research Letters*, 80(5). <https://doi.org/10.1785/gssrl.80.5.755>
- M.Peker. (2020). No Title. *IMSEC, Performance Analysis of Deep Learning Architectures on Embedded Devices for People Counting System*, 10. https://www.researchgate.net/publication/347472322_Insan_Sayma_Sistemi_icin_Gomulu_Cihazlarda_Derin_Ogrenme_Mimarilerinin_Performans_Analizi
- KARACI, A. (2018). IOT-BASED EARTHQUAKE WARNING SYSTEM DEVELOPMENT AND EVALUATION. *Mugla Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.22531/muglajsci.442492>
- Farahani, S. (2008). ZigBee Wireless Networks and Transceivers. In *ZigBee Wireless Networks and Transceivers*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-8393-7.X0001-5>