

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ: Afet Yönetimi

PROJE ADI: DEPREMDE GÖÇÜK ALTINDA KALANLARIN
TESPİTİ İÇİN BİYONİK YILAN TASARIMI

TAKIM ADI: AKÇETEK

Başvuru ID: #39028

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Dünyada insanlığın en büyük problemlerinden biri olan depremler, canlıları tehdit etmektedir. Dünyada yaşanan tüm bu depremlerin bir kısmı da ünlü deprem kuşaklarına sahip ülkemizde gerçekleşmektedir. Ülkemizde 1939 yılında meydana gelen Erzincan Depreminde 33 bin kişi, 1999 yılında meydana gelen Gölcük Depreminde 18 bin kişi hayatını kaybetmiştir [1]. Bu depremler Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF) üzerinde meydana gelmiştir. 30 Ekim 2020 tarihinde meydana gelen ve merkez üssünden oldukça uzakta olan bölgelerde yıkımlara sebep olan Sisam Adası Depremi de Batı Anadolu Fay Hattı üzerinde yer alan yeni keşfedilmiş bir fayın kırılması sebebiyle meydana geldiği bilinmektedir. Depremlerde esas sorun depremin kendisi değil, bina ve zemin kalitesinin zayıf olmasıyla birlikte binaların yıkılmasıdır. Arama - kurtarma ekipleri geleneksel kazı ekipmanları ve köpek gibi eğitilmiş canlı hayvanları kullanarak yıkım alanlarında ses ve koku gibi ikazların tespitinde bulunarak enkaz altında kalanları kurtarmayı amaçlamaktadır.

Ancak; çöken yapıların karmaşıklığı, molozda dar boşlukların bulunması, enkazda yeni çökmelerin meydana gelmesi ve arama - kurtarma personeline yönelik tehditler, operasyonları kısıtlayan önemli faktörlerdir. Enkazdan kurtarma çalışmaları sırasında insan gücüne her daim ihtiyaç olmasına karşın enkazdaki canlıları tespit etme aşamasında canlıların duyuları, algı duyarlılığı açısından yetersiz kaldığı için makine gücüne ihtiyaç olduğu görülmektedir. İnsanlar tarafından girilmesinin teknik olarak mümkün olmadığı veya tehlikeli olduğu enkazlarda servo motorların PWM çıkışları vasıtasıyla elde ettiği sinüzoidal manevra kabiliyeti ve görüntü işleme algoritmalarıyla daha çok canlıların daha kısa sürede güvenlik riski olmaksızın bulunmasını sağlamaktadır. Projede, enkazda görüntüyü algılamak için karanlık bölgeler göz önünde bulundurularak termal görüntüleyici kullanılmıştır. Biyonik yılan, algılayıcıları sayesinde otonom veya manuel olarak çalıştırılabilmektedir. Başında bulunan görüntüleyicinin algıladığı görüntüler mikro denetleyici kartta işlenerek kendi bünyesinde yer alan HMI'daki kare kod sayesinde cihazlar üzerinden görüntülenmektedir. Aynı zamanda gazlarının algılanması için algılayıcılar kullanılmaktadır. Böylece bu proje, karşılaşılabilecek afetlerde farklı şehirlerden gelen ekiplerin tek bir afet bölgesinde yoğunlaşması gereksinimini ortadan kaldırmasını ve kısa zamanda daha doğru sonuçlar alınmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, biyonik robot, görüntü işleme, termal kamera, algoritma, servo



Şekil 1 Biyonik Yılan Mekanik Prototipi

2. Problem/Sorun:

Bu projede deprem gibi doğal afetlerde göçük altında kalan depremzedelere ulaşmak, yerlerini tespit etmek ve onların hayatlarını kurtarmak için yenilikçi bir biyonom yılan robot geliştirilmiştir. Bu projede doğada gözlemlenen yılan gibi canlıların özellikleri bir robot üzerinde kullanılarak projenin amacı doğrultusunda avantajlar yaratılmıştır. Canlılar, deprem gibi yıkıcı olan doğal afetlerde enkaz altında kalarak susuzluk, oksijen yetersizliği gibi yaşamsal faaliyetlerde etkin rol oynayan gereksinimlerden yoksun kalmaktadır. Genel olarak bu projede insan ve diğer canlıların yaşamsal faaliyetlerini enkaz altındayken korumak ve mümkün olduğunca kısa sürede yer tespiti yaparak onları enkaz altından kurtarmak amaçlanmaktadır.

Şu anki teknolojik koşullarda afet arama çalışmalarında genellikle insan gücü ön plana çıkmaktadır. Örneğin, enkaz arama çalışmalarında canlıların yerini tespit edebilmek için çalışan yüksek sesli makineler durdurulur ve insanlara sessiz olmaları telkin edilir. Canlılara ulaşmanın en kolay, belki de çok katlı binaların oluşturduğu enkaz için tek yolu onlardan gelecek bir ikazın görevli insanlar tarafından duyulmasıdır. Enkaz altında kalan insanlar için çalışan görevliler/vatandaşlar depremzedenin bulunduğu yerin üzerine basabilir ve istemeden de olsa enkaz altındaki kişileri daha da zor duruma sokabilir. Fakat yapılmış olan bu yenilikçi robotta, yılanın biyonom ve ekolojik yapısı taklit edildiğinden dolayı; dar ve insanların giremeyeceği yerlere kolaylıkla ve herhangi bir canlıya zarar vermeden ulaşabilmesi sağlanacaktır. Bunun yanı sıra, çökme tehlikesi bulunan ancak henüz çökmemiş bina blokları arasına görevlilerin girmesine ihtiyaç duyulmadan hızlı bir şekilde depremzedelerin tespiti sağlanacaktır.

Bu projede, depremzedelerin yerlerini tespit eden robotlara enkaz sonucu oluşan göçük senaryolarına uyabilmesi ve her farklı çıkıntıya göre yeni konfigürasyona uygulanabilmesi için gerekli termal görüntü işleme, canlıların salgıladığı gaz kaynaklarını algılama ve işleme yaklaşımları uygulanmıştır. Kullanılan yöntemler sonucunda robotun gereken konfigürasyon açıları ve sistemin ileri-geri yönde veya yanal ve silindirik şekilde hareket edebilmesi için her bir eklemin aynı anda alacağı açı değerleri, Kinematik Sinüs Konfigürasyonu adı verilen çok farklı senaryolar için yazılan bir algoritma tarafından belirlenmiştir. Bu algoritma sayesinde on beş eklemin aynı anda, farklı açı durum ve değerleriyle manuel veya otonom kumanda edilerek hareketin sağlanmıştır.

Endüstri 4.0'ın yaygınlaştığı bu dönemde yapılacak olan bu hem otonom hem manuel kumanda edilebilen biyonom yılan robotunun teknolojik değeri üzerinde sahip olduğu mekanik, yazılımsal ve elektriksel aksamlar açısından oldukça zengindir.

3. Çözüm

Projede, daha iyi termal görüntüler elde edebilmek için görüntü işleme teknikleri kullanılmıştır. Görüntünün ön işleme alınmasının ardından Fourier Dönüşümü uygulanması, ardından Gaussian Alçak Geçiren Filtre fonksiyonunun ($H(u,v)$) uygulanması, hemen ardından ise Ters Fourier Dönüşümü uygulanıp sonuç görüntünün elde edilmesi sağlanmıştır. Gaussian Alçak Geçiren Filtre fonksiyonu Denklem X' te gösterilmiştir.

$$H(u, v) = e^{-D^2(u,v)/2D_0}$$

Denklem 1 Gaussian Alçak Geçiren Filtre Fonksiyonu

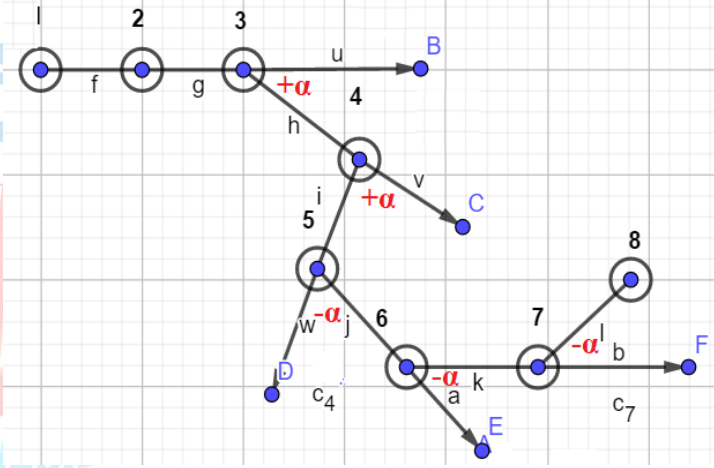
Denklemlerde bilinenler yerine konulduğunda Denklem X 'teki ifade elde edilir.

$$H(u, v) = e^{-D^2(u,v)/60.2}$$

Denklem 2 Gaussian Alçak Geçiren Filtre Fonksiyonu (Bilenler Yerine Koyulmuş)

Bu denklemlerde yer alan $D(u,v)$ ifadesi, filtre uygulanacak görselin matris boyutuna göre değişkenlik gösterecektir. Filtrenin satır ve sütun boyutu, görselin 2 katı olacaktır. $M \times N$ matrisindeki filtreye Ayırık Fourier Dönüşümü uygulanarak $U \times V$ vektörü (veya matrisi) elde edilebilir. $U \times V$ vektörünün uzunluğunun elde edilmesiyle birlikte $D(u,v)$ ifadesinin değeri bulunur ve denklemlerde yerine konular. Böylece Gaussian Alçak Geçiren Filtre parametresi $H(u,v)$ elde edilir.

Servo motorların sinüs konfigürasyonunu gerçekleştirebilmesi için motorlar bir sinüs eğrisine yerleştirilerek gerekli eğim, frekans değerleri kullanılarak açı hesaplamaları yapılmıştır. Burada kullanılan formüller genel tanjant eğim formülleri ve hareket denklemleridir. Proje yapım aşamasında bahsedilen kaynaklardan yararlanılmasının yanı sıra değişik birçok kaynaktan (örneğin, kinematik alanında uğraşan ağ sayfalarından) genel hareket denklemleri incelenmiştir.



Şekil 2 Kinematik Analiz Diyagramı

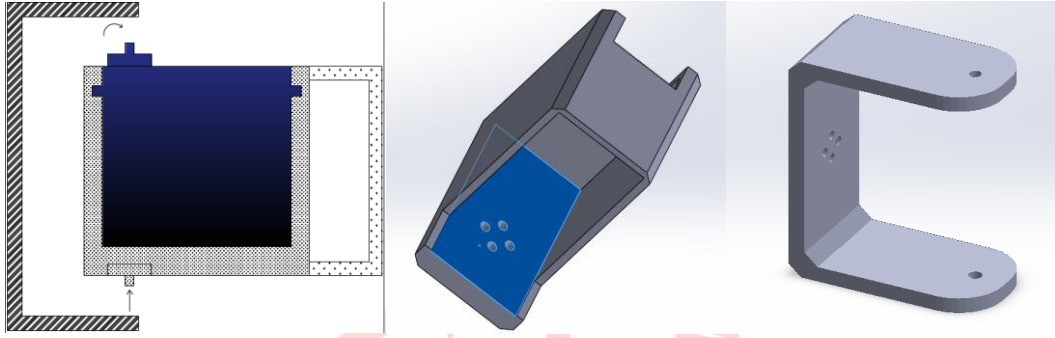
Şekil 2'de verilen kinematik analiz diyagramından yola çıkarak Q_{1-8} sinüs konfigürasyonuna ulaşmak için servo açı değerleri bulunur.

| | Q_0 | Q_1 | Q_2 | Q_3 | Q_4 | Q_5 | Q_6 | Q_7 | Q_8 |
|----------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| β | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° | 225° | 270° | 315° | 360° |
| θ | X | 10 | 35 | 35 | 10 | -10 | -35 | -35 | 10 |

Tablo 1 Kinematik - Sinüzoidal Konfigürasyon Parametreleri

Tasarım kısmında, projenin mekanizmasının işleyişini belirleyen servo motorlar referans alınarak bir planlama yapılmıştır. Burada servo motorların geri besleme düzenekleri ve dönme açıları göz önünde bulundurularak bir dönme eksenini taslağı çizilmiştir. Bu projede

iki taraflı dönme eksenine sahip servo motor kullanılması daha verimli olacaktır. Maliyet açısından daha uygun olması için tek dönme eksenine sahip servo motor kullanılmıştır. Tasarımda ikinci eksen bir tel yardımıyla eklenmiştir ve yaklaşık bir performans yakalanmaya çalışılmıştır. Tasarımda çizim özgündür. Şekil 3'te gösterilen ilk çizim AutoCAD® ile çizilmiş 2B çizimdir. Bu çizim bir taslaktır ve ölçek kullanılmamıştır. Şekil 3'teki diğer çizimler ise sistemin 3B haline aittir.



Şekil 3 Sistemin 2B ve 3B Çizimleri

Biyonik yılan sisteminde bulunan MG996R dijital servo motorlar, canlıların doğal olarak ürettikleri karbondioksit ve aseton gazlarının [2] geldiği konuma göre yönelim hareketi yapması sağlanmıştır. Gazın yoğun geldiği noktayı bulabilmek için 30° açı hassasiyetle mekanik alan taraması yapan servo motor, gazın yoğun geldiği noktada motoru durdurmaktadır. Termal görüntünün 8x8 piksel termal dizi tarafından algılanıp çeşitli frekans filtreleme işlemleriyle işlenerek, anlamlı bir grafiğe ve sıcaklık değerlerine sahip görüntülere dönüştürüldüğü iş paketidir. Bu iş paketinde yapılan işlemler, gaz algılamada olduğu gibi doğrudan servo motor yönelim hareketiyle ilgilidir. Canlıların, özellikle insanların buldukları ortam şartlarına göre değişiklik gösterebilen normal, yaşanabilir seviyede, vücut sıcaklığı aralığı olan 33,2 – 38,2 ° C sıcaklıkları arasında AMG8833 termal görüntüleyicisi sayesinde Raspberry Pi 4 kontrolörü çıkış vererek, Arduino UNO R3 üzerindeki kontrol sinyalini tetiklemektedir. Bu sayede, tıpkı gaz algılamada olduğu gibi 30° açı ile tarama yapan servo motor, ilgili sıcaklık aralığında bir ısı kaynağına rastladığında motoru durdurmaktadır.

4. Yöntem

Biyonik yılan robotun imalatına başlanılmadan önce aşağıda belirtilen sorulara cevap aranmıştır:

- Yılan hareketleri nasıl taklit edilebilir?
- Yılanlar nasıl bu kadar hızlı ve farklı hareketleri aynı anda gerçekleştirebiliyor?
- Hangi motor kullanılmalıdır?
- Kullanılan motorlarla uyumlu olarak hangi motor sürücü kullanılmalıdır?
- Robotun eklemleri hangi malzemeden imal edilmelidir?
- Robotun 3 boyutlu tasarımı nasıl yapılmalıdır?
- Motor kontrolü nasıl yapılmalıdır?
- Canlıların yerini tespit etmek için hangi algılayıcılar kullanılmalıdır?
- Yılan robotun planlanan hareketleri gerçekleştirebilmesi için kaç farklı ekleme sahip olması gerekmektedir?
- Hareket denklemleri için kinematik analiz yapılabilir mi?

Bu sorulara bulunan cevaplar ışığında proje imalatına başlanmıştır. İlk olarak biyolojik bir yılanın hareketleri incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda; yılanların kol ve bacakları olmamasına rağmen dalgalanma hareketi, yana dalgalanma hareketi, akordeon hareketi, düz çizgi hareketi gibi yöntemler ile ilerleme sağladığı görülmüştür [3]. Yılanların bu muhteşem hareket sistemleri sayesinde yılan robot tasarımları yıl geçtikçe robotik alanda daha fazla yer almaya başlamıştır. Günümüzde depremlerde arama - kurtarma ekiplerine yardım edebilecek can kaybı riski taşımayan bir sistemin çok faydalı olacağı tespit edilmiştir. Bu projede arazi öngörülemez olduğu için dinamik hareketler yerine statik, kararlı hareketlerin daha güvenilir olacağı düşünülmüştür. Bu sayede hareketlerin uygulanması da daha kolay olacaktır. Statik olarak belirleyeceğimiz 2B hareketlerde sürtünme, 3B hareketlerde ise robotun kütle merkezi oldukça önemlidir. Hareket mekanizmasını oluşturmaya başlarken ilk olarak yılanların en çok tercih ettiği yana dalga hareketi taklit edilmeye çalışılmıştır. Yılanların yana hareketi bir sinüs dalgasına benzetilerek sisteme uygulanacak açılar kinematik hesaplamalar sonucunda bulunmuştur. Bu hareket için sistemin eklem sayısı, hareket ettiği zemine tutunabilme kabiliyeti, eklemlerin dönme dereceleri oldukça önemlidir. Projede kullanılan servo motor 120° dönme açısına sahip bir motor olduğu için eklemler bu dönüşü uyum sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Prototip için öncelikle AutoCAD® ile 2B tasarımı yapılmış, ardından SOLIDWORKS® Programı ile 3B tasarımı tamamlanmıştır. Tamamlanan tasarım 3B yazıcıyla gerekli ayarlamalar ile sorunsuz bir şekilde basılmıştır. Servo motoru çerçeveleyen ve hareket eksenini sağlayan iki farklı parça basılmıştır. Servo motoru çerçeveleyen parça hem motoru koruyacak hem de hareket eksenine montaj edilecek şekilde tasarlanmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta malzemelerin et kalınlığının fazla olmaması ve aynı zamanda dayanıklı olmasıdır. Et kalınlığının fazla olmaması motorun güç kaybı yaşamaması için oldukça önemlidir. Bu projenin baskısı PLA malzeme ile yapılmıştır.



Şekil 4 Mekanik İmalatın Tamamlanması

Yuvarlanma hareketinin yapılmasını sağlayan kodların bir bölümü Kod 1'deki gibidir.

```

void servowrite(int cnl, int pos)
{
    int servoangle=map(pos, 100, 560, 125, 425);

    if (cnl==5|| cnl==0 || cnl == 2)
    {
        pwm.setPWM(cnl, 0, servoangle );
    }
    else
    {
        pwm.setPWM(cnl, 0, 275-(servoangle-275) );
    }
}

void straight(int st,int en)
{
    for (int l=st;l<en;l++)
    {
        servowrite(l,330);
        delay(100);
    }
    delay(2000);
}

```

Kod 1 Yuvarlanma Hareketi Kod Parçası

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Proje, “Afet Yönetimi” kategorisinde bir yenilik sağlamaktadır. Biyonik yılan projesi adeta elle kumanda edilebilmek imkânı bulunan ancak gerekli yerlerde kendi kararlarını verebilecek yapay zekaya sahip olan bir AFAD görevlisi niteliğindedir. Hatta biyonik yılan sayesinde AFAD görevlilerinin kolayca ulaşamayacağı üzeri molozlarla dolu olan dar alanlar içerisine girebilecek alan taraması yaparak gerekli verileri algılayıcılar aracılığıyla toplayacaktır. Ayrıca, henüz yıkılmamış ancak yıkılma tehlikesi olan ortamlarda da hızlı bir canlı tespiti yapma şansı bulacaktır. Ortamın karbondioksit ve aseton gazı oranlarını ölçebilen modüller, nesnelerin interneti ve biyonik yılanın tüm algılayıcı, hareket ve yönlendirme etkinliklerini seri port üzerinde bir arada toplayabilmek için Raspberry Pi, servo motorları kontrol edebilmek için darbe genişlik modülasyonu (PWM) destekli sürücü kartı ve Arduino UNO R3, olay yerinden anlık görüntüler alınabilmesi ve karanlıkta ve gölge yerlerde işlevine uygun çalışabilmesi için termal kamera sistemleri ile gaz algılayıcıları gibi özelliklere sahip olup uzaktan kumanda edilebilecek şekilde ayarlanmıştır. Diğer prototiplere göre farklı özelliklerinden en belirginini, biyonik yılan robotun modüler bir tasarıma sahip olmasıdır. Gerektiği noktalarda eklem sayısı azaltılabilir veya artırılabilir. Aynı zamanda eklemler, tek eksen servo motorlarla, sahip olunan tork korunarak, iki eksenli robotmuş gibi çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Yapılmış olan prototip, molozlarla modüllerin temas ettiği noktalara uyguladığı yanal kuvvetlerle hareket etmektedir. Bu molozlar, tekerlekli bir robot için engebeli bir yüzey anlamına gelirken, bu çalışmada üretilen robot prototipi için hareketin oluşmasında bir sorun teşkil etmemektedir. Doğadaki yılanlar da eklem ve kas yapılarının çok hassas olması nedeniyle, çevrelerindeki taş, çimen vb. nesnelere birer dayanak olarak kullanabilmektedirler.

6. Uygulanabilirlik

Proje, TÜBİTAK 2209-B kapsamında 4.160,18 Türk lirası (₺) desteklenmiştir. Projede, metal dişli servo motorlar, yüksek mili amper saat elektriksel yük değerine sahip lityum polimer pil, 4 gigabayt bellek ile desteklenmiş Raspberry Pi 4 mikrodenetleyici ve orijinal adaptörü, WSP2210 aseton algılayıcı, MH-Z14 karbondioksit algılayıcı ve AMG8833 Grid-EYE termal görüntüleyici gibi pek çok yüksek teknoloji ürünleri kullanılmıştır. Buna karşın proje, prototip oluşturulan lisans bitirme projelerinin psikolojik maliyet değeri olan 5.000,00 ₺ değerinden oldukça düşük bir fiyata mal edilmiştir. Projede kullanılan hayati ekipmanların orijinal olması ve proje imalatının mekanik, elektriksel ve mantıksal normlara ve standartlara uygun olarak gerçekleştirilmesi sebebiyle projenin bu açılarından bakıldığında güvenilir olduğu söylenebilir. Tüm bu gelişmeler ışığında, maliyet ve güvenilirlik açısından doğal veya yapay afetlerde, ilgili durum ve konumlarda bu prototipin kullanılması uygulanabilir kılınmaktadır. Biyonomik yılan robotun mekanik parçalarının %100'ü PLA tipinde malzemelerle 3B yazıcı ile basılmıştır. Proje tasarımında her bir eklem ve servo sabitleyicinin birebir eş olmasına dikkat edilmiştir. Bu sayede proje tasarımının estetik açıdan simetrik görünmesi sağlanmıştır. Doğada bilinen en temel fonksiyonlardan biri olan sinüs fonksiyonunu baz alarak hareket eden biyonomik yılan, bu açıdan yüksek manevra kabiliyetine sahiptir ve yönlendirmede tekerleğe ihtiyaç duymamaktadır. Bu da robotun fonksiyonel olarak güçlü bir tasarıma sahip olduğunu göstermektedir. Proje uygulanabilir olsa bile, mekanik olarak sıkıntılı duruma düşebilir.

Ayrıca, genel olarak yılan benzeri robotlarla alakalı ülkemizde sınırlı sayıda lisansüstü çalışma yapılmasının sonucunda az sayıda yayın çıkarılması, bu projenin lisansüstü yayın çıkarma potansiyelini arttırmaktadır. Konu itibarıyla, ulusal ve uluslararası büyük bir problemin çözümüne işaret etmesi nedeniyle, ulusal ve küresel çapta dergilerde (IEEE Xplore, Dergi Park vb.) yayımlanabilir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Proje bütçesi Tablo 2'de ve proje zaman planlaması Gantt Şeması üzerinde, Şekil 5'te gösterilmiştir.

| Malzemenin adı | Kullanım amacı | Birim fiyatı (₺) | Adedi | Fiyatı (₺) |
|---|-----------------------------|------------------|-------|------------|
| AMG8833 MLX90640 IR Kızılötesi Termal Görüntüleyici | Termal Görüntüleme | ₺697,41 | 1 | ₺697,41 |
| MH-Z14 Karbondioksit Algılayıcı | Karbondioksit Gazı Algılama | ₺280,11 | 1 | ₺280,11 |
| WSP2110 Aseton Algılayıcı | Aseton Gazı Algılama | ₺484,80 | 1 | ₺484,80 |
| 2S 3300 mAh 40C Lipo Batarya | Sisteme Güç Sağlama | ₺305,73 | 1 | ₺305,73 |
| Imax B6 80W Lipo Batarya Şarj Cihazı | Bataryayı Dengeli Şarj Etme | ₺267,28 | 1 | ₺267,28 |
| MG996R Servo Motor | Sistemi Hareket Ettirme | ₺35,88 | 15 | ₺538,17 |

| | | | | |
|--|--|------------------|---|---------|
| 16 Kanal 12 Bit PWM - Servo Sürücü - I2C Interface - PCA9685 | Motorları Sürme | ₺41,91 | 2 | ₺83,81 |
| 2.4 Inch Nextion HMI Dokunmatik TFT Lcd Ekran | Sistemin Grafiksel Olarak Kontrol Etme | ₺156,86 | 1 | ₺156,86 |
| Raspberry Pi 4 (4 GB) | Ana Kontrolör | ₺630,55 | 1 | ₺630,55 |
| Raspberry Pi 4 Güç Adaptörü 5.1V 3A | Ana Kontrolöre Güç Sağlama | ₺113,50 | 1 | ₺113,50 |
| Sarf Malzeme ve 3B Printer Giderleri | Sarf Malzeme ve 3B Printer Giderleri | ₺480,69 | 1 | ₺480,69 |
| TOPLAM | | ₺4.038,91 | | |

Tablo 2 Proje Maliyet Tablosu

| İş Paketleri | Ekim | Kasım | Aralık | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran |
|---|------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|
| Literatür Araştırması | | | | | | | | | |
| Malzeme Temini | | | | | | | | | |
| Karbondioksit ve Aseton Gazı Algılayıcıların Devreye Alınması | | | | | | | | | |
| Termal Görüntüleyicisinin Devreye Alınması | | | | | | | | | |
| Mekanik Aksamların 3B Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) Programlarıyla Tasarlanması, İmalatı ve Montajı | | | | | | | | | |
| Kontrol Kartlarının Kodların Yazılması ve Test Edilmesi | | | | | | | | | |
| Ekranın Devreye Alınması | | | | | | | | | |
| Projenin Benzetim Programları Ortamında ve Laboratuvar Koşullarında Denenmesi | | | | | | | | | |
| Projenin Sunum ve Görsel Dosyalarının Oluşturulması, Tez Yazımı | | | | | | | | | |

Şekil 5 Proje İş Takvimi (Gantt Şeması)

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Bu projenin ortaya çıkış fikri, yakın zamanda ülkemizde gerçekleşen depremler ve bu depremlerde yaşanan yıkımlar sonucunda ortaya can kayıplarının azaltılmasını sağlamak üzerine olmuştur. Proje konusunun belirlenmesinin hemen akabinde 30 Ekim 2020' de yaşanan Sisam Adası Depremi ile deprem merkez üssünden çok uzak bir konumda bulunan İzmir' in Bayraklı ilçesinde olağandışı yıkımlar yaşanması, projede çok daha hızlı ilerleme kaydedilmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur.

Bu projenin, ülkemizin herhangi bir noktasında yaşanan felaketlerde ülkedeki tüm arama – kurtarma ekiplerinin enkaz bölgesine yığılmasını engellemesi, enkaz bölgesindeki canlı varlıkların iş gücünün azaltılması gibi olumlu yönde gelişmelere sebep olması beklenmektedir. Enkaz alanlarında kısa sürede daha çok canlının, can riski taşımaksızın tespitinin yapılması beklenmektedir.

9. Riskler

Olasılık ve etki matrisi Şekil 6'daki gibi verilmiştir.

| | | | | |
|--|---|--|--------|----------|
| Motor Sürücünün Bozulması | Motorun Sıcaklık Eşik Değerini Geçerek Kilitlenmesi | Mekanik Arzaların Meydana Gelmesi | Yüksek | Olasılık |
| Mikro Denetleyicilerin Devreden Çıkması | Lityum Polimer Bataryada Kimyasal Sorunlar Oluşması | Motorların Gereğinden Fazla Zorlanması | Orta | |
| Termal ve Gaz Algılayıcılarının Devreden Çıkması | Sinyalizasyon Sorunları Yaşanması | Enerjinin Yetersiz Gelmesi | Düşük | |
| Düşük | Orta | Yüksek | | |
| Etki | | | | |

Şekil 6 Olasılık ve Etki Matrisi

Tasarım Projesi I dersi kapsamında projenin teorik ve deneysel alt yapısının hazırlanabilmesi için literatür araştırması yapılmış olup, konu ile alakalı yayımlanmış hakemli dergi makaleleri ile lisansüstü eğitim tezleri derinlemesine incelenmiştir. Bu incelenen tezlerden elde edilen verilere göre projede tasarimsal, elektriksel, yazılımsal gelişmeler yaşanmıştır. Projede pek çok malzeme, Kasım 2020 döneminde sipariş verilse de tüm siparişlerin temin edilmesi TÜBİTAK 2209-B desteğinin ödendiği tarih olan Mart 2021'i bulmuştur. Ancak Kasım 2020'de 15 adet olarak temin edilen ve projenin en önemli parçası olan MG996R Servo Motorlarda sıkıntı yaşanmıştır. Yılan robot eklemleri üzerinde hareket çalışması yaparken, servo motorların veri sayfalarında yer alan gerilim başına düşen tork değerini karşılamadığı görülmüştür. Bu sebeple motorların dişli kutusunun açılmasına karar verilmiştir. Dişli kutusunun tedarikçi firmanın vadettiği gibi metal dişli olmadığı, içinde plastik dişlilerin de bulunduğu tespit edilmiştir. Tedarikçi firmanın durumu kabullenmemesi ve ürünün satın alındığı sayfadaki bilgilerin, proje aleyhine olacak şekilde sonradan değiştirilmesiyle birlikte, tedarikçi firmanın sattığı servo motorlar hakkındaki şikâyet T.C. Ticaret Bakanlığı Tüketici Hakem Heyetine bildirilmiştir. Yaşanan bu sıkıntı iş planlarının aksamasına sebep olmakla birlikte, B planı olarak, motorlar farklı firmalardan hızlı bir şekilde temin edilmiştir. Biyonik yılan mekanik süreçleri, daha önceki yılan benzeri robot çalışmalarında ortaya çıkan tasarımlar [4] baz alınarak yapılmış olsa da birçok yönüyle farklılıklar içermektedir. Bu yönlerden biri, MG996R model servo motorun tek eksenli bir motor olmasına karşın, mekanik tasarımı yapılan yenilikçi motor eksenli uç işlevci ve motor sabitleme bloğu sayesinde iki eksenliymiş gibi hareket edebilmesidir.

10. Kaynaklar

- [1] Yılmaz, G., Demiröz Yıldırım S. (2020). Afetlerde Kentsel Arama ve Kurtarmada Kullanılan Yöntemler ve Güncel Yaklaşımların Değerlendirilmesi. Doğ Afet Çev Derg, 6(1), 196-208. Erişim adresi: <http://dacd.artvin.edu.tr/tr/download/article-file/882484>
- [2] Kubera, B., Hubold, C., Wischnath, H., Zug, S., Peters, A. (2014). Rise Of Ketone Bodies With Psychosocial Stress In Normal Weight Men. Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306453014001048?via%3Dihub>
- [3] Kılıçarslan, A. (2005). Yılan Tipi Hareket Mekanizması ve Hareket Kontrolü. (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] Rollinson, D. (2014). Control and Design of Snake Robots. (Yayımlanmış doktora tezi). School of Computer Science Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.