

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

**PROJE KATEGORİSİ:** Afet Yönetimi

**PROJE ADI:** Akıllı Orman Yangını Tespit Aracı

**TAKIM ADI:** Geleceğin Kahramanları

**Başvuru ID:** #56923

**TAKIM SEVİYESİ:** İlkokul-Ortaokul

## **İçindekiler**

<b>Proje Özeti.....</b>	<b>2</b>
<b>Problem Sorun.....</b>	<b>3</b>
<b>Çözüm.....</b>	<b>4</b>
<b>Yöntem.....</b>	<b>5</b>
<b>Projede Kullanılan Elemanlar.....</b>	<b>7</b>
<b>Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....</b>	<b>8</b>
<b>Uygulanabilirlik.....</b>	<b>8</b>
<b>Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....</b>	<b>8</b>
<b>Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar).....</b>	<b>9</b>
<b>Riskler.....</b>	<b>9</b>
<b>Kaynaklar.....</b>	<b>10</b>

### **1. Proje Özeti (Proje Tanımı)**

İklim değişikliği ile birlikte yağışlar azalmakta, orman yangınlarının sayısı gittikçe artmaktadır. Orman yangınlarının söndürülmesi yangın büyüdüktan sonra çok daha masraflı ve zor olmakta, hektarlarca orman alanı küle dönebilmektedir. Orman yangınları zamanında müdahale edilmezse yerleşim yerlerini de tehdit edebilmekte, can kayıplarına neden olabilmektedir. Geniş orman alanlarında yangının fark edilmesi uzun sürebilmekte, yangın büyüdüktan sonra yapılan yangın söndürme faaliyetleri masraflı ve zor olmaktadır. Dolayısıyla yangının çıkar çıkmaz tespit edilebilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu projede orman içerisinde kritik noktalara yerleştirilerek, orman yangınlarının erken tespitini sağlayacak bir teknolojik tasarım geliştirilmiştir. Projenin geliştirme sürecinde öncelikle benzer projeler incelenmiştir. Bu projelerin yangını tespit etseler bile yangın ortasında kalarak imha olduğu veya uygulamada çeşitli eksiklikleri olduğu görülmüştür. Yangın anında cihazın zarar görmesinin maliyeti arttıracığı göz önünde bulundurularak bu projede robotun dış iskeleti yangından kaçabilen bir arazi aracı olarak tasarlanmıştır. Robotun 4 tekerleği arazi şartlarına uygun ve gövdenin simetrik tasarımı sayesinde takla atsa bile gidebilecek bir yapıdadır. Robot yangın durumunu, karbonmonoksit sensörü, ateş algılayıcı sensör, ısı ve nem sensörü olmak üzere 3 sensörden gelen verilere göre değerlendirmektedir. Yangın durumunda GSM Modülü yardımıyla yangın ve lokasyonu haber verilmektedir. Aynı anda robot harekete geçerek yangın alanından hızla uzaklaşmaktadır. SMS ile gönderilen veriler App Inventor aracı ile geliştirilen mobil uygulamada işlenmekte ve harita üzerinde yangının konumu, sensörlerden okunan değerler, sesli uyarı eşliğinde bildirilmektedir. Ayrıca toplanan veriler saklandığından, daha sonra işlenerek sadece yangın değil, yangın riski de yapay zeka algoritmaları ile değerlendirilebilecektir. Bu proje ayrıca, orman yangınlarının erken tespitine yönelik yapılan diğer çalışmaların aksine, ek sensörleri sayesinde yangının tespitini daha kesin olarak yapabilmektedir. Proje tüm ülkelerde, orman genel müdürlükleri tarafından desteklenerek uygulamaya konulabilir.

## 2. Problem/Sorun:

Ormanlık alanların korunması hem doğal dengenin bozulmaması hem de insan sağlığı açısından büyük bir önem taşır ve ormanlar dünyanın geleceği için çok önemli bir yere sahiptir. Yetişkin bir ağaç yılda 12 Kg. CO2 kullanıp oksijene çevirir. Bir ağaç yılda 50 metreküp temiz su üreterek, yeryüzünde kuraklığı engeller. Toprağın ölümü demek olan erozyonu, en iyi şekilde ağaçlar önler. Bir ağaç kökleriyle yılda 30 bin litre su çekerek verimli toprağın akmasını engeller. Bunca faydaları olan ormanlık alanlar orman yangınları nedeniyle bir anda küle dönebilmektedir. Bir fidanın yetişkin bir ağaca dönüşmesi yıllar almaktadır. Yanan bir çam ormanı ancak 60 yıl sonra eski haline dönmektedir (Ege Orman Vakfı, 2021; Bilim Genç, 2018). Bu ise neredeyse bir insan ömrü demektir.

Ormanlar canlı yaşamını koruyarak biyoçeşitliliği de sağlar. Maalesef iklim değişikliğinin en olumsuz etkilerinden biri orman yangınlarındaki büyük artış olmuştur. BBC Türkçe'nin (2020) haberine göre, orman yangını mevsiminin ortalama uzunluğu, artan aşırı sıcaklar ve değişen iklim koşulları nedeniyle son 35 yılda %19 oranında artmıştır. Rapora göre, yangınların en önemli nedenlerinden biri iklim değişikliğidir. Son yıllarda özellikle Yunanistan ve Avustralya'da yaşanan orman yangınları dünya çapında yankı uyandıran büyük felaketlere yol açmıştır. Orman yangınları sadece içerisinde barındırdıkları canlı yaşamı için değil insan hayatı için de büyük bir tehdittir. Zamanında müdahale edilemeyen yangınlar, ormanlık alanlara yakın yerleşim yerlerine sıçrayabilmekte, Yunanistan'da olduğu gibi yangının ortasında kalan insanlar yaşamlarını yitirebilmektedir. En çok da söndürme çalışmalarına katılan görevliler bu tehlikeyle karşı karşıya kalmaktadır. Büyüyen yangınların söndürme çalışmalarının maliyetleri de çok yüksektir. Eldeki veriler değerlendirildiğinde yangınlardaki artış ile bu maliyetlerin çok yükseleceği değerlendirilebilir. Dolayısıyla, ormanların yangınlardan korunmasının çevre ve insan sağlığının yanı sıra ülke ekonomisi için de yapılabilecek en büyük yatırımlardan olduğu söylenebilir. Bu noktadan hareketle yangının çıkar çıkmaz tespit edilebilmesi büyük önem taşıdığı görülmektedir.

Bu alanda yapılan daha önceki projeler ve incelendiğinde Huawei ormanlar için yapay zeka destekli uzaktan izleme sistemleri (Ormanlar için Yapay Zekanın Gücünden Faydalanma, 2021), orman içerisinde sensörlerden okuma yaparak yangın durumunu bildirme (Akıllı Orman Kapsülü, 2021), orman yangınlarına 'itfaiye ağaç' ile erken müdahale (Anadolu Ajansı, 2019) gibi çalışmaların olduğu görülmüştür.

Huawei tarafından geliştirilen ve orman yangınlarının erken tespitini hedefleyen akıllı orman yangını önleme sistemi video kameralarla ormanlık alanların izlenmesi ve bu görüntülerin yapay zeka yardımıyla incelenmesini içermektedir. Proje her ne kadar etkili görünse de kamera sistemlerinin dağlık ve erişimi zor olan bölgelere kurulması büyük bir zorluktur.

Projemizin rakiplerinden Detaysoft tarafından geliştirilen "Orman Yangınlarına Karşı Akıllı Orman Kapsülü" benzer şekilde bizim projemizde de akıllı kapsül sıcaklık, ve orman yangınları sırasında ortaya çıkan duman içerisindeki karbonmonoksiti ölçülmektedir. Fakat bu proje sabit bir kapsül şeklinde tasarlanmış ve orman yangını esnasında tamamen kullanılamaz hale gelmektedir.

Projemizin en yakın rakiplerinden biri "İtfaiye Ağaç" tasarım olarak büyük ve orman içerisine taşınması zahmetli ve masraflı bir modeldir. Ayrıca bu model ağaç, içerisinde su deposu barındırdığından su depolarının doldurulması da ek bir masraf getirmektedir. Orman arazisinin dik ve ulaşılması zor kısımlarında ise kullanılması mümkün görünmemektedir. Ayrıca boyut olarak büyük olduğundan sık ormanlık alanlara yerleştirilmesi de imkansızdır. Tüm bu açılardan

değerlendirildiğinde projenin gerçekleştirilebilmesi için maliyet olarak çok yüksek miktarlar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca depo içerisindeki su miktarı yangının söndürülmesine yeterli gelmeyebilir ve etkili olduğu alan oldukça sınırlıdır.

Bizim projemizde yangından kaçabilen bir sistem olduğu için orman içerisine yerleştirilen robotlar zarar görmeyecek ve orman yangını söz konusu olduğunda maliyet düşecektir.

Projemizin başka bir üstün noktası ise dış iskelette, geniş sıcaklık aralığında boyutsal stabiliteye sahip, sürtünmeye karşı dayanıklı, alev karşı mükemmel direnç gösteren, uzun kullanım ömrüne sahip olan ve mekanik dayanımı mükemmel olan fiber plastik kullanılacak olmasıdır.

Görüldüğü üzere orman yangınlarının önlenmesine yönelik yapılan çalışmalar yeterli değildir ve özellikle yerli girişimler arttırılmalıdır.

### 3. Çözüm

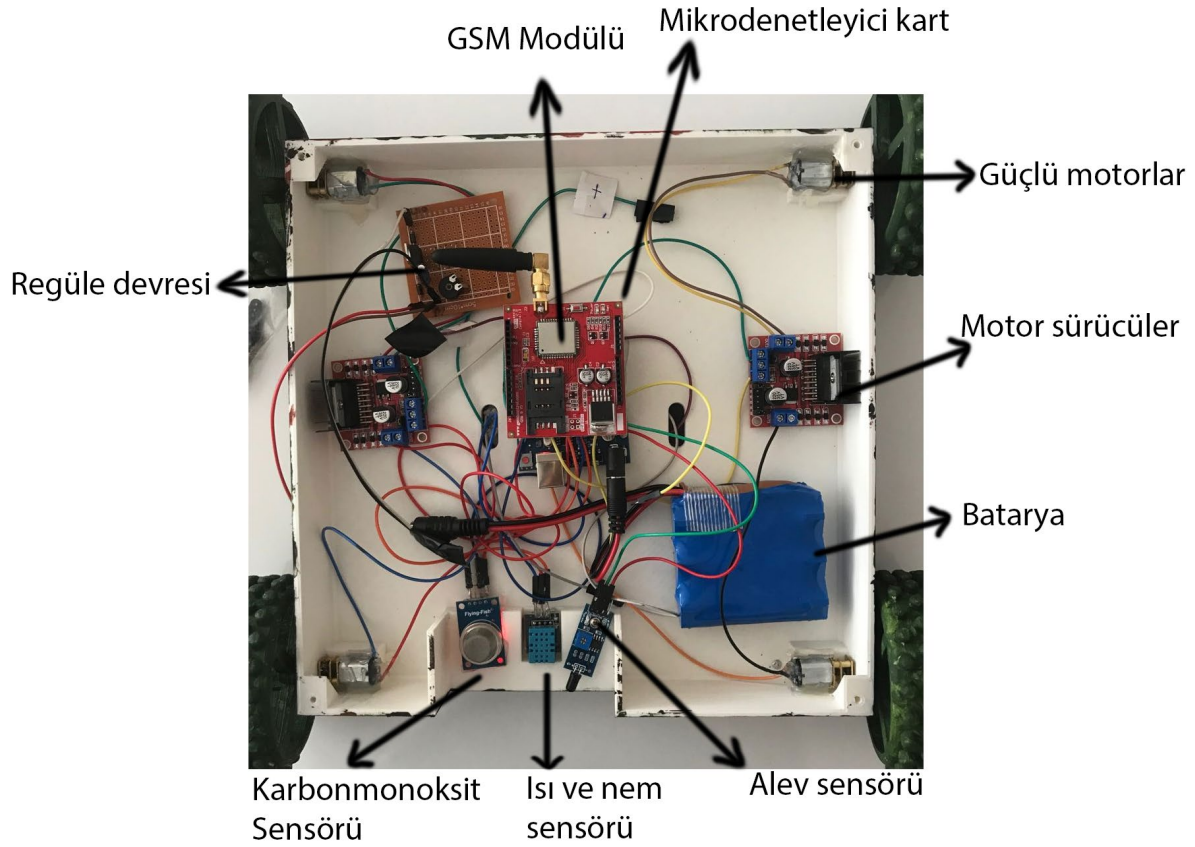
Orman yangınlarının büyümeden söndürülmesi hem ormanlık alanların korunması hem de söndürme maliyetlerini düşürecektir. Dolayısıyla orman yangınının erken tespiti çok önemlidir. Orman içerisinde anlık ölçüm yapan bir sistem orman yangınlarının önlenmesinde etkili bir yöntem olarak değerlendirilebilir. Orman yangını esnasında alevlerin yanı sıra sıcaklık ve nem yükselir. Karbonmonoksit gazı ortaya çıkar. Orman yangınının tespiti için sıcaklık, nem, karbonmonoksit ölçümleri ve alev tespit eden sensörler kullanılabilir. Bu projede sensörlerden okunan veriler kısa mesaj ile mobil uygulamaya iletilmektedir. Yangın durumunda mobil uygulama üzerinden yangının konumu ve okunan değerler sesli uyarı eşliğinde bildirilmektedir. Bu robotlar yangına hassas ormanlık bölgelere yerleştirilecektir. Robotlar enerjilerini güneş panelleriyle şarj olan bataryalarından alacaklarından ormanlık alana bir kez yerleştirildiklerinde yıllarca yangın takip imkanı sunacaklardır. Yapılan sürekli takip sayesinde yangın çıkar çıkmaz müdahale imkanı olacaktır. Ayrıca toplanan veriler yapay zeka algoritmalarıyla işlenerek sadece yangın anı değil yangın çıkmadan önceki nem ve ısı düzeyleri değerlendirilebilecek, yangın riski olan durumların da bildirilmesi sağlanabilecektir.

Robot yangın algıladığı anda harekete geçerek alandan uzaklaşmaktadır. Robotun tasarımı yapılırken ters döndüğünde bile harekete devam edebilmesi için gövde her açıdan simetrik bir şekilde düşünülmüştür. Tekerlekleri ise ormanlık alanda rahat hareket edebilmesi için büyük boyutlu ve tırmanmaya uygun şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 1. Çözüm Diyagramı

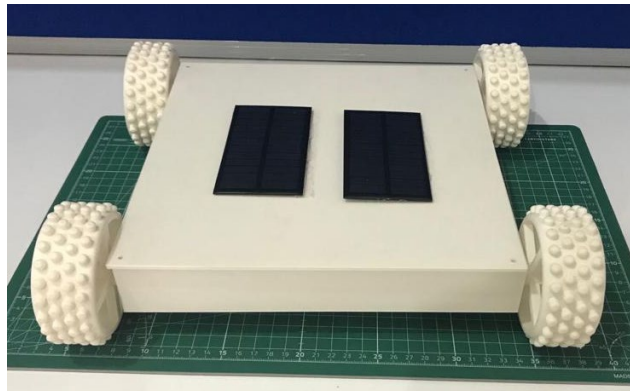
Bu projede orman içerisine yerleştirilen arazi aracı modeline sahip robotlar ile orman yangınlarının erken tespiti mümkün kılınmıştır. Sadece yangını değil, yangın riskini de belirleyebilen bu sistem sayesinde iklim değişikliğiyle birlikte artan orman yangınlarının büyümeden söndürülmesi, yangın riski olan durumlarda müdahaleye hazır olunması sağlanabilecektir.



Şekil 2. Robotun iç aksanı

#### 4. Yöntem

Projede önce çevrimiçi kaynaklar ve Google Scholar kullanılarak detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Konunun önemi ve bu alanda yapılan önceki çalışmalar hakkında detaylı bir araştırma yapılmıştır. Daha sonra mühendislik tasarım döngüsü kullanılarak çalışmalara devam edilmiştir. Öncelikle beyin fırtınası ile çözüm yolları üretilmiş, daha sonra yapılan araştırmalar sonucu en etkili

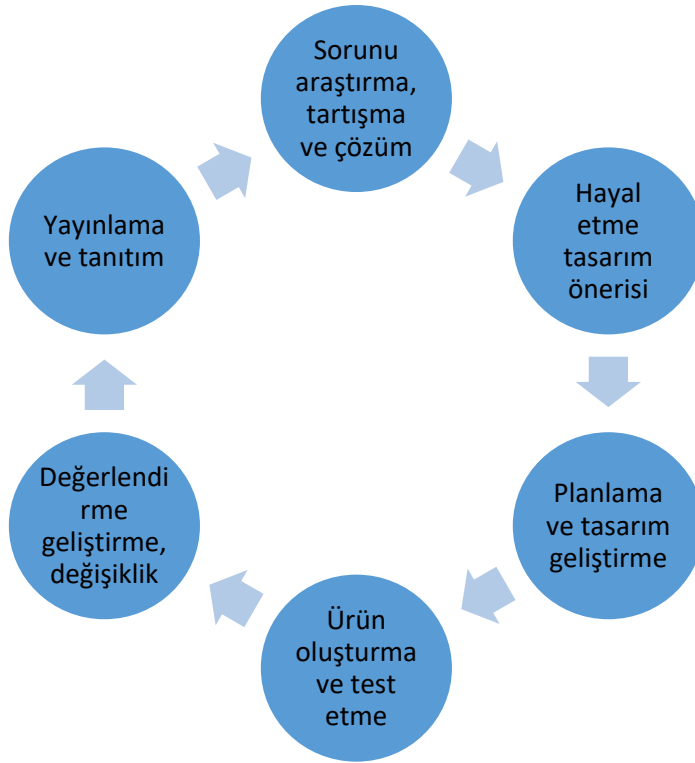


Şekil 3. Prototip

görülen orman içerisinde sensörler ile ölçüm alan bir tasarım üzerine odaklanılmıştır. Orman yangınları sırasında karbonmonoksit, su buharı, karbondioksit gazlarının salındığı, ısı ve nemin arttığı araştırmalar sonucu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu ölçümleri yapabilecek bir tasarım geliştirilmiştir. Tasarım için gerekli devreler tinkercad.com üzerinde simüle edilmiş daha sonra ürün oluşturulmuştur. Ürün test edilerek gerekli düzeltmeler ve iyileştirmeler yapılmıştır.

Tablo 1. Sensörlerden okunan değerler

<b><u>Sensörler</u></b>	<b><u>Normal Değerler</u></b>	<b><u>Yangın anındaki değerler</u></b>
Karbonmonoksit Sensörü	8-23	400 ve üzeri
Alev Algılayıcı Sensör	0	1
Nem ve Isı Sensörü	0-38	300 ve üzeri



Şekil 4. Mühendislik Tasarım Döngüsü

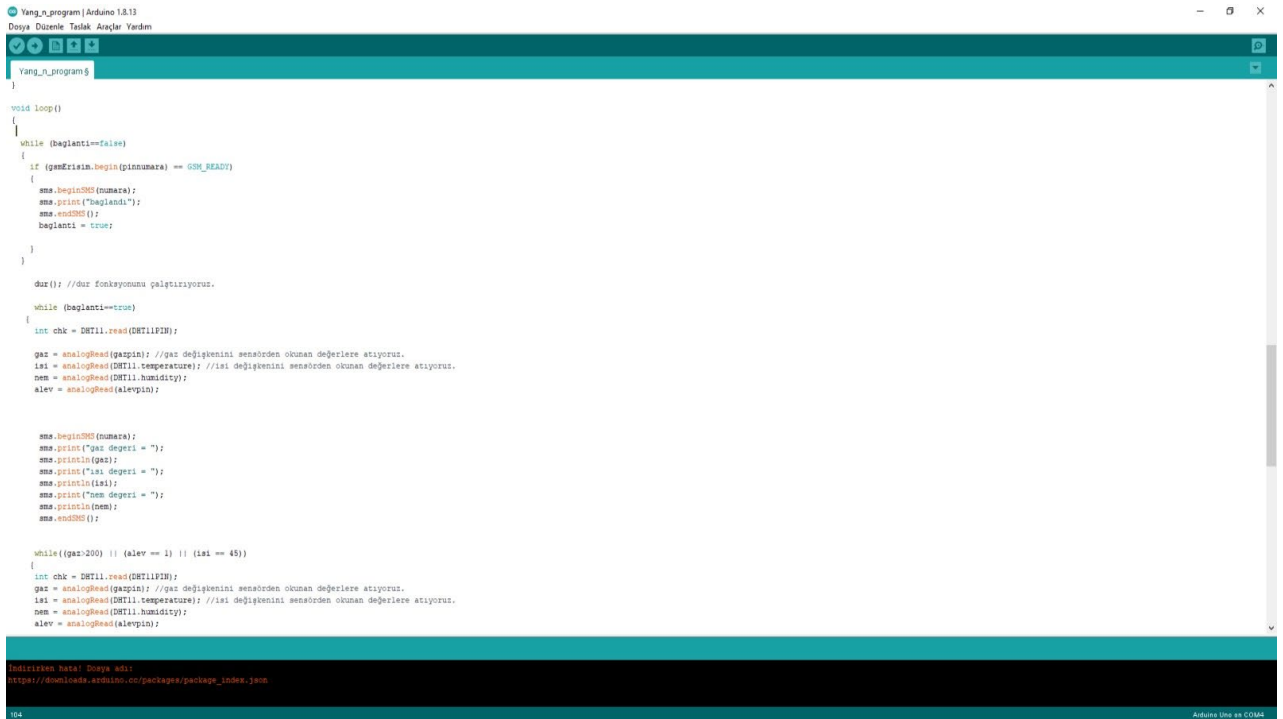
Robotun etkili olabilmesi için test aşamasında sensörlerden okunan değerler önem taşımaktadır. Bu noktada robotun yakınlarında ateş olduğunda sensörlerden okunan değerler ve normal zamanda okunan değerler Arduino IDE üzerinden seri monitöre yazdırılarak okunmuştur. Okunan bu değerler Tablo 1.de sunulmuştur. Robotun yazılımı oluşturulurken bu değerlere göre if döngüleri kurulmuştur.

Robotun değerler yükseldiğinde SMS atıp atmadığı test edilmiş ve SMS gönderebildiği görülmüştür. Mobil uygulama ise bir mobil cihaz üzerinden test edilerek yangın durumu olduğunda harita üzerinde gösterim yaparak çalıştığı doğrulanmıştır.

## 4.1. Projede Kullanılan Elemanlar

### 4.1.1. Yazılım

Elektronik parçaların programlanmasında Arduino IDE kullanılmıştır. Arduino IDE (Entegre Geliştirme Ortamı), Arduino kartlarının programlanmasını sağlayan bir platformdur. Arduino IDE kullanılarak mikrodenetleyici kartın sensörlerden gelen değerlere göre yangın algıladığında motorları çalıştırarak SMS göndermesi sağlanmıştır. Yangın olup olmadığına ilişkin değerler ateş yakılarak sensör değerlerinin test edilmesiyle elde edilmiştir. Mobil uygulamanın oluşturulması için ise App Inventor'dan yararlanılmıştır. Mobil uygulama yangına işaret eden bir durum olduğunda harita üzerinde robotun konumunu göstermekte, sesli ve yazılı uyarı eşliğinde yangını haber vermektedir. Okunan değerler 1 saat aralıklarla kaydedildiğinden toplanan veriler arttıkça sadece yangın tespiti değil, ısı ve nem gibi değerlerden yangın riskinin arttığı durumlar da yapay zeka algoritmaları ile tespit edilebilecektir.



```

Yangin_program [Arduino 1.8.13]
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

Yangin_program.g
}

void loop()
{
  while (baglanti==false)
  {
    if (gsmErisin.begin(pinumara) == GSM_READ)
    {
      sms.beginSMS (numara);
      sms.print ("baglandı");
      sms.endSMS ();
      baglanti = true;
    }
  }

  dur(); //dur fonksiyonunu çalıştırıyoruz.

  while (baglanti==true)
  {
    int chk = DHT11.read(DHT11PIN);

    gaz = analogRead(gazpin); //gaz değişkenini sensörden okunan değerlere atıyoruz.
    isi = analogRead(DHT11.temperature); //ısı değişkenini sensörden okunan değerlere atıyoruz.
    nem = analogRead(DHT11.humidity);
    alev = analogRead(alevpin);

    sms.beginSMS (numara);
    sms.print ("gaz deęeri = ");
    sms.println(gaz);
    sms.print ("ısı değeri = ");
    sms.println(isi);
    sms.print ("nem deęeri = ");
    sms.println(nem);
    sms.endSMS ();

    while((gaz>200) || (alev == 1) || (isi == 45))
    {
      int chk = DHT11.read(DHT11PIN);
      gaz = analogRead(gazpin); //gaz değişkenini sensörden okunan değerlere atıyoruz.
      isi = analogRead(DHT11.temperature); //ısı değişkenini sensörden okunan değerlere atıyoruz.
      nem = analogRead(DHT11.humidity);
      alev = analogRead(alevpin);
    }
  }
}

```

Şekil 4. Arduino IDE ile yazılan kodlar.

### 4.1.2. Elektronik ve Elektromekanik Elemanlar

Projede mikrodenetleyici kart olarak Arduino UNO kullanılmış, bulunduğu ortamda ısı ve nem, karbonmonoksit değerleri arttığında bu değerlerin kısa mesajla gönderilmesi sağlanmıştır. Ayrıca alev sensörü alev algıladığında veya gaz, ısı ve nem değerleri bir yangın riskine işaret ettiğinde de kısa mesajla bilgilendirme yapılacaktır.

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Bu projede, robotun işlevlerine karar verilirken benzer projeler incelenerek eksik yönlerini giderecek, daha etkili bir şekilde yangını tespit edebilecek özellikler üzerinde durulmuştur. Ayrıca maliyetin düşürülmesi hedeflenmiştir. İncelenen projelerden biri olan "Akıllı Orman Kapsülü" hareket yeteneği olmadığından, yangın esnasında yanarak yok olmaktadır. Bu da yangın yaşandığında, bölgeye tekrar kapsül yerleştirilmesi gerekeceğinden maliyetin yükselmesi demektir.

Akıllı orman yangını tespit aracımızın 3 boyutlu tasarımı, arazi şartlarında rahatlıkla yol alacak tekerlekler ve ters dönse bile yoluna rahatlıkla devam edebilmesini sağlayacak simetrik bir gövde ile öne çıkmaktadır. Böylece yangın alanından uzaklaşabilmektedir. Güneş panelleri ve uzun ömürlü bataryası ile güç problemi ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca güneş panellerinin ömrünü arttırmak için batarya ve panel arasına geri besleme devresi eklenmiştir. Tasarımın bir başka üstün yönü ise diğer projelere nazaran daha fazla sensör içermesi; aynı anda alev, nem, ısı, karbonmonoksit değerlerini ölçecek olmasıdır. Bu veriler toplanarak mobil uygulama üzerinde kaydedildiğinden; yapay zeka algoritmalarıyla sadece yangın değil yangın riski içeren durumların da tespiti yapılabilecektir.

## 6. Uygulanabilirlik

Projenin uygulanmasının önündeki tüm riskler değerlendirilmiş ve riskler bölümünde alınan önlemlere değinilmiştir. Proje orman yangınlarının neden olduğu maliyet ve zararlar düşünüldüğünde oldukça faydalı bir girişimdir. Bu proje sayesinde hem ormanlık alanlar korunacak hem de söndürme çalışmalarından tasarruf edilecektir. Yeniden ağaçlandırma, söndürme sırasında yangın helikopteri vs. masraflar göz önüne alındığında yatırım açısından oldukça karlıdır. İklim değişikliğinin orman yangınlarındaki artışı tetiklediği düşünülürse bu tarz girişimlere daha fazla ihtiyaç duyulacağı, dolayısıyla projenin ticari bir ürüne dönüştürülebileceği açıktır. Mevcut şartlarda görülen tek risk yangın robota ulaşana kadar çok büyürse robotun yangından kaçamamasıdır. Robotun nem, ısı, karbonmonoksit değerlerini ölçmesi ve veri toplandıkça yangın risklerinin de değerlendirilmesini sağlanacağından bu riskin de aşılabileceği değerlendirilmiştir. Projenin tanıtım çalışmaları sadece ulusal çapta değil uluslararası çapta da çekilen videolar ile youtube üzerinden yapılmıştır. Projenin tanıtım broşürü hazırlanarak Tarım ve Orman Bakanlığı kurumsal e-posta adresi üzerinden (tarimveormanbakanligi@hs01.kep.tr) gönderilmiştir.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Tablo 2. Proje Zaman Planlaması

Zaman	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
İş paketleri					
Literatür taraması, benzer projelerin incelenmesi	x				
Tasarımın oluşturulması, simülasyonda devre tasarımlarının tamamlanması, ön değerlendirme raporunun yazılması	x	x			
Gerekli harcamaların yapılarak devre elemanlarının satın alınması, 3D baskıların alınması, tasarımın oluşturulması	x	x	x		
Tasarımın test edilmesi, test sonuçlarına göre iyileştirmelerin yapılması				x	x
Detay raporunun yazılması					x



Projede belirlenen iş paketleri ve bu iş paketlerine ayrılan süreler Tablo 2’de verilmiştir. Benzer projelerin maliyetleri hakkında çevrimiçi kaynaklarda herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır. Maliyet karşılaştırılması yapılabilmesi için bu firmalarla iletişime geçilmiş olup firmalar tarafından henüz bir dönüş sağlanmamıştır. Bu projede bir robotun maliyeti yaklaşık 633.7 TL olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3. Maliyet

<u>MALZEME</u>	<u>ADET</u>	<u>MALİYET</u>
Karbonmonoksit Sensörü	1	15 TL
Alev Algılayıcı Sensör	1	4.7 TL
DHT11 Nem ve Isı Sensörü	1	10 TL
4.2V 100mA Güneş Paneli	4	35 TL
SIM808 Arduino GSM Modülü	1	250 TL
Batarya	1	50 TL
12V 200 RPM Mikro DC Motor	4	41 TL
Toplam		633.7 TL

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Orman yangınları hemen hemen her ülkede ciddi maddi kayıplara sebep olmaktadır. Orman yangınlarında sadece ormanlık alanlarda yaşayan hayvanlar değil, çevresinde yaşayan insanlar da canlarından olabilmektedir. Yerleşim yerlerine sıçrayan yangınlar köyleri yok edebilmektedir. Çevresel sorunlar ise orman yangınlarının diğer yüzüdür. İklim değişikliğinin önündeki en büyük engel olan ormanlık alanlardır. Oksijen kaynağı ormanlar, toprağı korumakta, yağışı çekmekte ve ekonomik olarak bir çok getirisi bulunmaktadır. Ülkeler, söndürme çalışmaları için ayırdıkları bütçenin çok daha azını orman yangınlarını engellemeye yönelik projelere yatırım yaparak kullanabilirler. Dolayısıyla hedef kitle orman bakanlıkları olarak belirlenmiştir. Fakat projenin olumlu etkileri toplumun geniş kitlelerine ulaşacaktır.

## 9. Riskler

Proje hayata geçirilirken riskler değerlendirilerek tasarımda gerekli değişiklik ve eklemeler yapılmıştır. Robotun orman hayvanlarının dikkati çekerek zarar görmesinin engellenmesi için robot çok rahat kamuflaj olacak şekilde boyanmıştır.

Projenin uygulama aşamasında robotun yangın içerisinde kalarak zarar görmesinin önüne geçebilmek için güçlü ve hızlı motorlar kullanılmıştır. Robot büyük ve tırtıklı tekerlekleriyle ormanlık alanda hızla yol alabilecek yapıdadır. Böylece yangını algılar algılamaz o alandan uzaklaşabilmektedir. Güç ile ilgili bir sıkıntı yaşanmaması için robot gücünü, bataryadan almaktadır. Batarya güneş panelleri ile şarj olmaktadır. Bataryanın güneş panellerine geri besleme yaparak güneş panellerinin zarar görmesini engellemek için devre tasarımına seri şekilde regüle devresi

eklenmiştir. Robotun ters dönme durumunda güneş panellerinin ışık alamama durumu riski değerlendirilerek robotun hem alt hem üst kısmına ikişer adet güneş paneli yerleştirilmiştir. Robotun gövde ve tekerlek tasarımı ters döndüğünde de aynen hareket edebilecek şekilde yapılmıştır. Kabloların yerinden çıkmaması için lehimlenerek sabitlenmiş, sensörler için 3B tasarımda gerekli oyuklar tasarlanmış, vidayla tutturulmuşlardır. Robotun ısıdan etkilenmemesi için dış yüzey kamuflaj boyanın altından ısı geçirmez gümüş boya ile boyanmıştır. Prototipte PLA filament kullanılsa da asıl modelde yalıtım ve ısıya dayanıklılığı nedeniyle fiber plastik malzeme tercih edilecektir.

Tablo 4. Olasılık ve Etki matrisi

Etki Olasılık	Az	Normal	Çok
Az	Robotun orman hayvanlarının dikkatini çekmesi	Kabloların çıkması, sensörlerin yerinden oynaması	Güç ile ilgili problemlerin yaşanması
Normal	Robotun ormanlık alanda hareket edememesi	Güneş panellerinin geri besleme nedeniyle arızalanması	Yangının çok büyüyerek robotun etrafını sarması
Çok	Robotun ters dönmesi	Bataryanın bitmesi	Yüksek ısı nedeniyle bataryanın patlaması

## 10. Kaynaklar

Ormanlar için Yapay Zekanın Gücünden Faydalanma. (2021). Erişim adresi: <https://e.huawei.com/tr/case-studies/intelligent-computing/2020/forest-fire-case>

Akıllı Orman Kapsülü, (2021) Erişim adresi: <https://detaysoft.com/tr-TR/akilli-orman-kapsulu-pg-227>

BBC Türkçe. (2020). Erişim adresi: <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-53932815>

Bilim Genç, (2018) Erişim Adresi: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/gelecegimizin-teminati-ormanlar>

Ege Orman Vakfı. (2021). Erişim Adresi: <https://www.egeorman.org.tr/ormanlarin-faydalari.aspx>