

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ENGELSİZ YAŞAM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI : ORMAN YANGINLARIYLA AKILLI
MÜCADELE EDELİM

TAKIM ADI : YANGIN AVCILARI

Başvuru ID : 378293

TAKIM SEVİYESİ : Lise

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
1. Proje Özeti (Proje Tanımı)	3
2. Problem/Sorun.....	3
3. Çözüm	4
4. Yöntem	4
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	10
6. Uygulanabilirlik	10
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	11
7.1. Maliyet Tablosu.....	11
7.2. Proje İş-Zaman Çizelgesi	11
7.3. Ayrıntılı Çalışma Takvimi.....	11
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)	12
9. Riskler	12
10. Kaynakça	13
EK-1	14

Sekiller

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Akıllı kuş kafesi algılayıcı son kullanıcı veri akışı	4
Şekil 2. Algılayıcı konumları	5
Şekil 3. Kuş Kafesi: önden ve arkadan görünüşü	5
Şekil 4. M2M teknolojisinden IoT'ye	5
Şekil 5. Hücresel IoT bağlantılarının sayısı	5
Şekil 6. NB-IoT çalışma modları	6
Şekil 7. SC872-A GNSS	6
Şekil 8. AM2301 sıcaklık ve bağıl nem algılayıcısı	6
Şekil 9. Quectel BC95 NB-IoT modülü	7
Şekil 10. 10HS toprak nemi algılayıcısı	7
Şekil 11. Sistem bildirim ekranı	7
Şekil 12. Yangın takip sistemi	7
Şekil 13. Sistem bildirim ekranı	7
Şekil 14. İnterval süresine göre ayırık devre güç tüketimi	8
Şekil 15. Algılayıcıların yangın süresince sıcaklık ve bağıl nem değişimi	8
Şekil 16. Yangın süresince toprak nemi değişimi	8
Şekil 17. Yangın risk indeksi 20 veri değişimi	8
Şekil 18. Yangın risk indeksi 30 veri değişimi	8
Şekil 19. Yangın risk indeksi 40 veri değişimi	9
Şekil 20. Yangın risk indeksi 50 veri ortalama değişimi	9

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Ormanlar, su döngüsünü düzenleyip, toprakları korumak ve çevrenin kirlenmesini engellemek şeklinde hayati fonksiyonlarının yanı sıra, biyolojik çeşitlilikleri korumadaki yerleri azımsanmayacak kadar değerli olup vazgeçemeyeceğimiz kaynağımızdır. Ormanlarla ilgili dikkat edilmesi nokta, sıradan nedenlerin dışında, yangınlar sebebiyle tükenmeleridir. İnsanlarla çevre faktörlerinden kaynaklanan yangınlar yaşamımızı, ekosistemle doğrudan bizlerin yaşamımızı tehdit etmektedir. Ormanda yangının tespit edilmesi ile engellenmesi, ülkelerin baş etmeye çalıştığı sorunlardandır. Ülkemizde, 1988'den 2017'ye kadar 63.724 ormanlık alan yangınları kaydedilmiş, bu yangınlar sonucu 319.848ha alan yanmıştır.

Yanma tehlikesi, yangının çıkabileceği yerdeki topografik özellik, yanıcı madde özelliği ve hava durumları ile ilgilidir. Yangını etkileyen faktörler, mevcut durum altında ortaya çıkabilecek muhtemel yangının potansiyelini belirleme 'Yangın Tehlike Oranı' olarak ifade edilir. Yangın olasılığıyla sergileyeceği davranış faktörleri ilk olarak; sıcaklığa, bağıl neme, toprak nemine, rüzgar yönüne ve rüzgar hızına bağlıdır. Yangının riski tespitinde en fazla kullanılacak yöntem, meteoroloji riski indeksidir. Bunun yanı sıra toprak nemide, bitkinin aktif büyümesini sürdürdüğü vejetasyon mevsimi süresince orman yangınının meydana gelmesinde etkili faktörlerden biri olmuştur.

Ormanlarda yangınların tespit edilebilmesi ülkelerin önemli sorunlarından biri olduğu için, gözetleme amacıyla farklı teknik kullanılmıştır. Geleneksel yöntem olarak yüksek noktada yer alan gözetleme kulesidir.

Projemizde, ormanda yangının erkenden tespiti amacıyla, sıcaklığı, bağıl nemle ölü toprak örtüsü nemi ölçen, arazinin şartlarına uyumlu ve enaz seviyede enerji tüketimiyle çalışacak akıllı algılayıcıdan oluşmuş, yüksek hizmet kalitesiyle ve de düşük gecikme süresiyle sunulan NB-IoT teknolojisi kullanmakta olan ağ sistemi oluşturulmuştur. Oluşturulan sistem üzerinden alınan ve ormanın tutuşmasında ciddi rolü olan hava sıcaklığıyla bağıl nem parametresinden oluşan veriyle yangının tespit edilmesi sağlanmıştır. Yangın risk değerleriyle erken tespit gerçekleştirilebildiği gözlemlenmiştir.

Oluşturduğumuz sistem, yangın alan testiyle güvenilirlik testinde başarılı şekilde çalışmıştır.

2. Problem Durumunun Tanımlanması:

Orman yangını tespiti birçok ülkede temel bir sorun olduğundan, orman yangınlarını izlemek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. En geleneksel yöntemlerden biri, yüksek noktalarda bulunan gözetleme kuleleridir. Ne yazık ki, bu yöntemin insan gözlemlerinin güvenilmezliğinden dolayı sınırlamaları vardır.

Küresel ısınmaya bağlı olarak, artan sıcaklıklar ve azalan yağış, daha fazla ormansal atık oluşmasına neden olur ve bu da doğal yangın meydana gelme riskini artırır. Ayrıca, dikkatsizlikten veya kişisel çıkarılardan kaynaklanan insan kaynaklı yangınlar ormanları tehdit etmeye devam etmektedir.

Ormanlarla ilgili dikkat edilmesi nokta, sıradan nedenlerin dışında, yangınlar sebebiyle tükenmeleridir. İnsanlarla çevre faktörlerinden kaynaklanan yangınlar yaşamımızı, ekosistemle doğrudan bizlerin yaşamımızı tehdit etmektedir. Ormanda yangının tespit edilmesi ile engellenmesi, ülkelerin baş etmeye çalıştığı sorunlardandır.

3. Çözüm:

Orman kontrolünde ilk ele alınması gereken konu, doğal ya da beşeri sebeplere bağlı oluşan tükenmelerdir. İnsan ve çevresel faktörlerden kaynaklanan orman yangını doğal hayatı, ekolojik dengeleri ile insanların yaşamlarına tehdit oluşturmaktadır. Yangın tehlikeleri, yangının çıkabileceği yerdeki topografik özellik, yanıcı maddelerin özelliği ile hava koşulları gibi çevresel faktörlerle açıklanmaktadır.

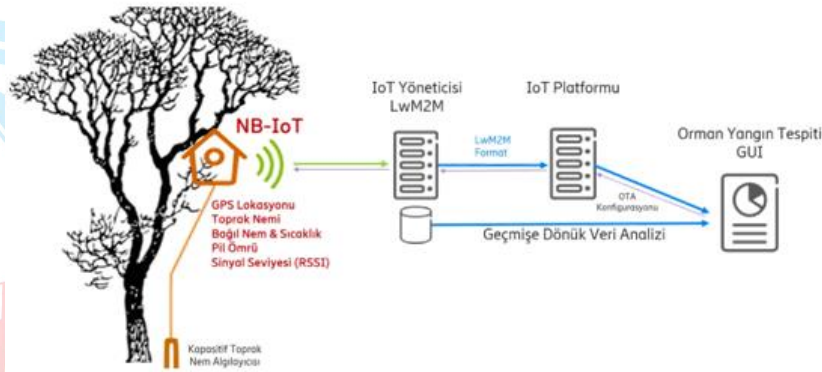
Orman Yangınlarıyla mücadelede bilinmesi önem arz eden ilk konu, o konumda yangının çıkma olasılığıyla yangın başladıktan sonra sergilediği davranıştır. Yangın çıkma olasılığını ve sergileyeceği davranışı belirleyen faktörlerin başında, ölü toprak örtüsü nem değeri gelmektedir.

Bu bilgiler çerçevesinde projemizde; Nesnelerin İnterneti Teknolojisi (IoT) kullanılarak maliyeti az orman yangınları erken tespit ile uyarı sistemi oluşturulacaktır. IoT cihazları ile kapsam alanında yangınları sürekli sezebilmek ve herhangi yangın başlangıcında ilgili ekiplere ikaz sinyalini göndermesi planlanmıştır. Bunun yanı sıra, yangının tehlike oranında etkili olan faktörler içerisinde yer alan bağıl nemin, hava sıcaklığının ve ölü toprak örtüsü nem değerinin ölçülerek, bu değerlerle olası yangının riskinin tespiti hesaplanacaktır.

4. Yöntem

4.1. Tasarım

Ölü toprak nemi, bağıl nem ve sıcaklık ölçümlerini NB-IoT üzerinden iletimini sağlayan sistemin genel yapısı Şekil 1. 'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Akıllı kuş kafesi algılayıcı son kullanıcı veri akışı.

Sistem mimarisi genel olarak; NB-IoT sinyalinin olduğu bölgelere yerleştirilen akıllı kuş kafesleri, akıllı kuş kafeslerine bağlanan algılayıcılar, gönderilen verilerin saklanması, işlenmesi ve yönetimi imkanı sağlayan bulut teknolojilerinden oluşmaktadır. Sistemin çalışması için önerilen algoritma C dilinde oluşturulan kod ile mikro denetleyicide işlenmiştir.

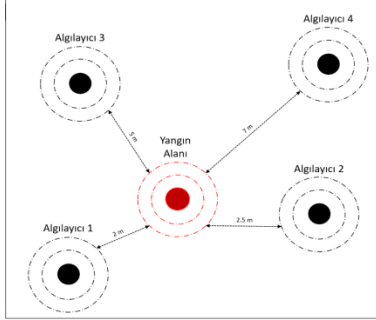
Mikro denetleyici, algılayıcılardan aldığı sıcaklık ve bağıl nem ve toprak nemini, GNSS modülünden alınan lokasyon bilgilerini ve BC95 NB-IoT modülünden okuduğu sinyal seviye bilgilerini, yine NB-IoT modülünü kullanarak bulut ortamına iletmektedir.

Cihaz, son kullanıcının bulut mimarisinde belirlediği zaman aralıkları (interval) boyunca uyku modunda beklemektedir. İnterval süresi bittikten sonra aktifleşen cihaz pil güç seviyesini kontrol eder. Pilden ölçülen gerilim ile mikrodenetleyici üzerinde var olan referans gerilimi karşılaştırılarak pil güç seviyesi belirlenir. Pil güç seviyesi 3.7 V değerinin altında ise cihaz tekrar uyku moduna girmektedir, 3.7 V değerinin üstünde ise algılayıcılara besleme yapılır ve anlık veriler okunur.

4.2. Uygulama

4.2.1. Algılayıcı Tasarımı

Algılayıcı ve bulut mimarisi ile oluşturulmuş sistemin gerçekleştirilmesi için belirlenen güvenli bir konumda tüm gerekli önlemler alınarak yangın çıkartılmıştır. Şekil 2.'de görüldüğü gibi 4 algılayıcı yangın alanına 2, 2.5, 5 ve 7 metre uzaklıkta asılmış, toprak nem algılayıcıları toprağın 5-7 cm altına yerleştirilmiştir.



Şekil 2. Algılayıcı konumları Şekil 3. Kuş Kafesi: önden ve arkadan görünüm

4.2.2. Merkez Kuş Kafesi Tasarımı

Şekil 3.'te güneş enerji panelli kuş kafesi gösterilmiştir. Birleştirilen donanımlar, güneş enerji paneli ile donatılmış kuş kafeslerine gizlenmiştir.

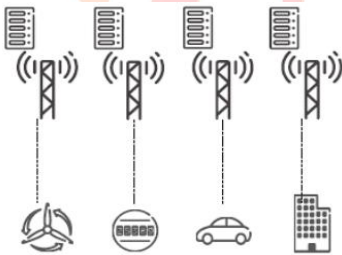
Cihaz, Solar/USB soketi takılı değilken çalışmamaktadır. 5V ile beslenerek cihaz şarj edilebilir, pil dolduğunda şarj akımı otomatik olarak kesilmektedir. Dolu pil düzeyi gerilimi 4.2V'dir. Sistem pil düzeyi 3.7V altına düştüğü zaman yayın yapmayı kesmektedir.

4.3. Kullanılan Yazılım ve Malzemeler

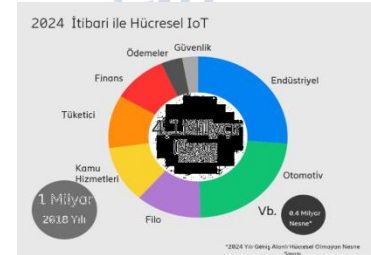
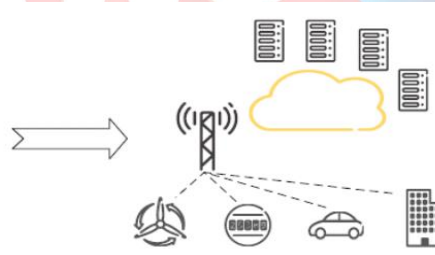
4.3.1. Nesnelerin İnterneti

IoT olarak adlandırılan nesnelerin interneti, bilgi ve iletişim teknolojisi (ICT) endüstrisindeki nesnelerin diğer nesnelerle iletişime geçebilme vizyonunu temsil eder.

Şekil 4'te gösterilem nesnelerin interneti (IoT) tek bir tanımlamaya sahip değildir, ancak adından da anlaşılacağı gibi, cihazları birbiriyle ve internet ortamına bağlamanın bir yoludur [19].



Şekil 4. M2M teknolojisinden IoT'ye [19].



Şekil 5. Hücresel IoT bağlantılarının sayısı [22].

Başka bir deyişle, IoT fiziksel nesneler ağıdır. Gelecekte milyarlarca nesnenin, insan müdahalesi olmadan bilgileri algılayabildiği, duyabildiği, görebildiği, iletebildiği, düşünebildiği ve paylaşabileceği, kamuya açık ya da özel internet protokolü (IP) ağları ile bütünleştiği bir dünya öngörülmektedir. Günümüzde Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee vb. gibi telsiz teknolojiler, IoT uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır [20].

Cisco, 2020 yılına kadar 12 milyar cihazın iletişim halinde olacaklarını tahmin etmektedir [21]. Ericsson, 2024 yılında bu sayının 33.9 milyara ulaşacağını tahmin etmektedir. Şekil 5'de görüldüğü gibi 2024 yılında, 5G'nin de hayatımıza girmesi ile birlikte hücresel IoT bağlantı sayısının 4.1 milyara ulaşmasını beklemektedir [22].

4.3.2 Dar Bant Nesnelere İnterneti (NB-IoT)

IoT projelerinin ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli kurumlar, konsorsiyumlar tarafından LPWAN teknolojileri ve standartları geliştirilmektedir.

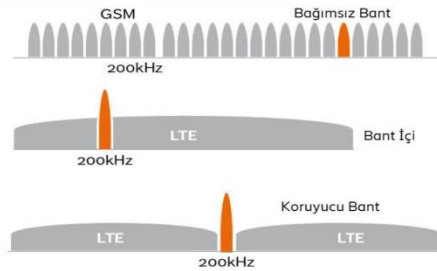
NB-IoT, 3GPP tarafından geliştirilen ve Haziran 2016'da 3GPP Sürüm 13'ün bir parçası olarak standardize edilmiş bir özelliktir.

GSM'e kıyasla 20 dB kapsama avantajı, tek bir pil şarjında 12-15 yıl çalışma, düşük cihaz maliyeti ve LTE ile aynı güvenlik düzeyinde mevcut hücresel şebeke altyapısı ile uyumluluk sunmak üzere tasarlanmıştır [23]. Adından da anlaşılacağı gibi tüm sistem dar bir spektrumda, sadece 180 kHz ile başlayarak belirli bant aralığında çalışabilir özelliktedir. 180 kHz bant genişliği, 3.75 kHz aralıkta kanallara ayrılmıştır.

Fakat 200 kHz bandının kullanılması önerilmektedir, bunun nedeni iki Telekom operatörünün arasında bir GSM taşıyıcısının boş bırakılması gerekmektedir. Bu sayede geniş kapsama alanları ve yukarı yönde (uplink) yüksek kapasite sağlanmaktadır.

NB-IoT, hücrede çok sayıda cihazı desteklemeyi amaçlayan ultra düşük maliyetli yoğun makine tipi iletişim (mMTC) için tasarlanmıştır [19].

NB-IoT, bağımsız çalışan (standalone), bant içi (in-band) ve koruyucu bant (guard band) olmak üzere üç çalışma modunu desteklemektedir [19]. Bağımsız çalışma modu; mevcutta kullanılan GSM spektrumlarını yeniden yapılandırarak NB-IoT taşıyıcı hücrelerini IoT için ayırmamıza yardımcı olmaktadır. Ayrıca, bant içi modu ile LTE fiziksel kaynak bloklarından birini (physical resource block, PRB) kullanarak mevcut LTE ağlarını kullanmamıza olanak sağlamaktadır. Koruyucu bant modunda ise LTE koruyucu bantlarının kullanımı ile mevcut LTE ağlarını üzerinden nesnelere iletişimi sağlanabilmektedir.



Şekil 6. NB-IoT çalışma modları [19].

Sistemin çalışabilmesi için gerekli donanımlar GPS modülü, sıcaklık ve bağıl nem algılayıcısı, NB-IoT modülü, toprak nemi algılayıcısı, güneş enerji panelli akıllı kuş kafesi ve mikrodenetleyiciden oluşmaktadır.

4.3.3 Telit SC872-A GNSS modülü

Şekil 7.'de gösterilen GNSS anten alıcısı GNSS teknolojisini kullanan entegre bir modüldür.



Şekil 7. SC872-A GNSS [24].



Şekil 8. AM2301 sıcaklık ve bağıl nem algılayıcısı [25].

4.3.4 Aosong AM2301 sıcaklık ve bağıl nem algılayıcısı

Şekil 8.'de sıcaklık ve bağıl nem algılayıcısı devresi gösterilmiştir. AM2301, sıcaklık ve bağıl nemini ölçebilen bir algılayıcıdır [25].

4.3.5 Quectel BC95 NB-IoT modülü

Şekil 9.'da gösterilen Quectel BC95, son derece düşük güç tüketimi ile yüksek performanslı NB-IoT modülüdür. Mobil şebeke operatörlerinin ağlarına NB-IoT radyo protokolünü (3GPP Rel.13) kullanarak veri aktarmaktadır [16].



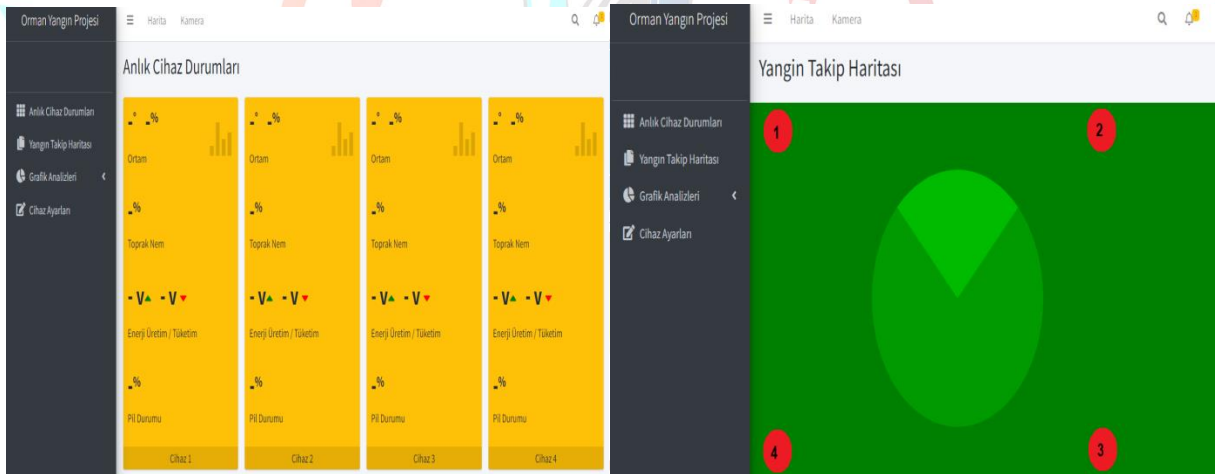
Şekil 9. Quectel BC95 NB-IoT modülü [16]. Şekil 10. 10HS toprak nemi algılayıcısı [17].

4.3.6. 10HS toprak nemi algılayıcısı

Şekil 10.'da toprak nem algılayıcısı gösterilmiştir. 10HS toprak nemi algılayıcısı, toprağın hacimsel su içeriğini doğru ve uygun bir şekilde izlemenizi sağlar [17].

4.4. Uygulama (Web + Mobil) Arayüzü

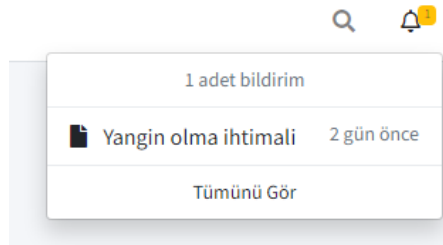
Gerçekleştirilen sistemin web ve mobil ara yüzünde, Şekil 11.'de görüldüğü gibi anlık olarak veri takibi sağlanabilmektedir. Sistemin anlık cihaz takibi Şekil 12.'de görüldüğü gibidir.



Şekil 11. Sistem bildirim ekranı

Şekil 12. Yangın takip sistemi

Sistem üzerinde acil durumu oluşması durumunda ikazların yanı sıra bildirim şeklinde bilgilendirme işlemi de gerçekleştirilmiştir.

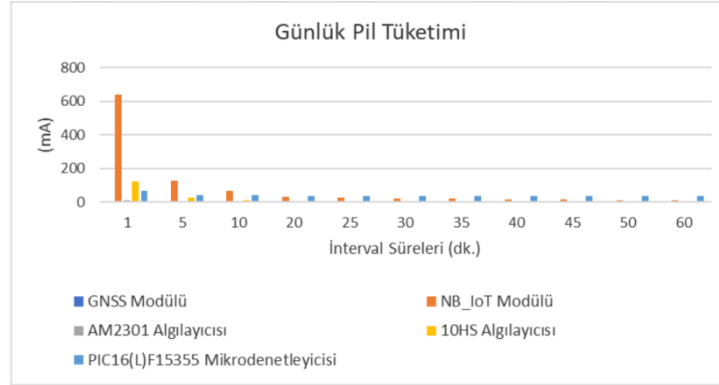


Şekil 13. Sistem bildirim ekranı

Ön prototiple elde ettiğimiz verileri incelediğimizde;

Sistem kurulumundan sonra gerçekleştirilen testlere göre alınan verilerle grafik oluşturulmuştur.

Sıcaklık, bağıl nem ve toprak nemi verileri algılayıcılar üzerinden, sinyal seviye (RSSI) değeri ise NB-IoT modül üzerinden okunur. Lokasyon verileri GNSS modülü üzerinden alınmaktadır. Mikrodenetleyici, kaydedilen bu verileri UART seri haberleşme portunu kullanarak NB-IoT modülü üzerinden bulut mimarisine gönderir. Yapılan ölçümler sonucu cihazın farklı interval sürelerinde harcadığı pil tüketimi Şekil 14.'te gösterilmiştir.



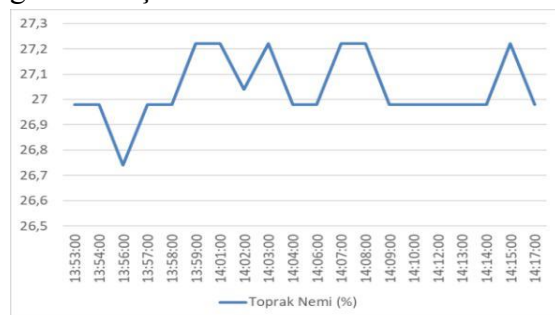
Şekil 14. İnterval süresine göre ayırık devre güç tüketimi

Kontrollü yangının başlangıç saati 13:58, bitiş saati 14:18'dir. Sistemimiz 1 dakikalık interval süresine ayarlanarak test gerçekleştirilmiştir. Şekil 15.'de sistem tarafından alınan sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin grafik dağılımı gösterilmiştir.

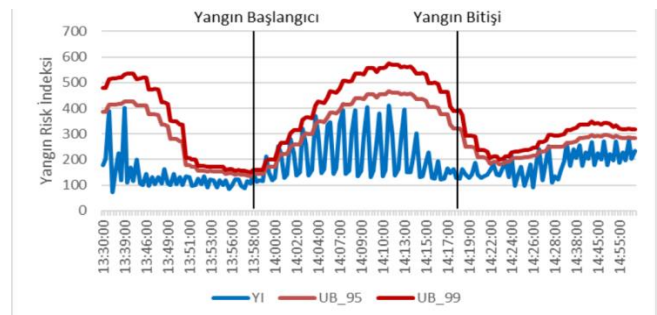


Şekil 15. Algılayıcıların yangın süresince sıcaklık ve bağıl nem değişimi.

Şekil 16.'da ise algılayıcılardan gelen toprak nem verilerinin zamana göre değişimi gösterilmiştir.



Şekil 16. Yangın süresince toprak nemi değişimi



Şekil 17. Yangın risk indeksi 20 veri değişimi.

Orman Yangın Riski Yöntemlerinin Analiz ve Sonuçlarına Göre;

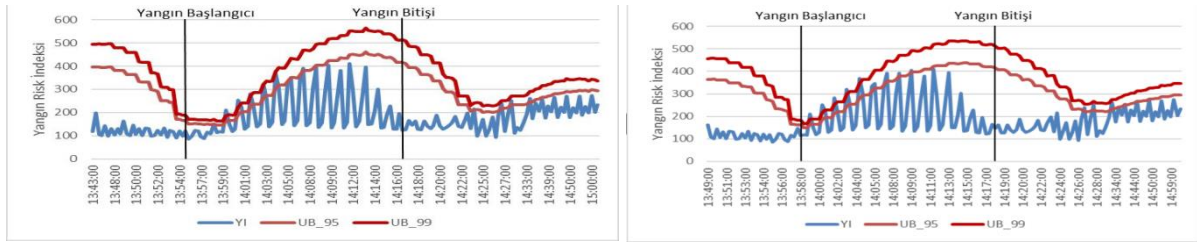
Oluşturulan sistemin analizi için yangın riski tespit ve güvenilirlik testi olmak üzere 2 çeşit test planlanmıştır.

Hesaplanan meteorolojik yangın riski indeksi değerlerinin yorumlanması yapılmıştır.

Gerçekleştirilen kontrollü yangın ortamında bulunan 4 algılayıcıdan alınan verilere göre yapılan kontrollü yangın esnasında oluşan 650 veri analiz edilmiştir.

Şekil 17.'de son 20 veri dikkate alınarak basit ortalama değişimi paylaşılmıştır. Sistemin %95 güven aralığında toplamda 11 verinin yangın risk eşiğini geçtiği ve bu 11 verinin 2 tanesinin ise hatalı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, sistemin %99 güven aralığında ise toplamda 2 verinin yangın risk eşiğini geçtiği görülmüştür.

Şekil 18.'da son 30 veri dikkate alınarak basit ortalama değişimi paylaşılmıştır. Sistemin %95 güven aralığında toplamda 11 verinin yangın risk eşiğini geçtiği ve bu 11 verinin içerisinde 3 tanesinin ise hatalı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, sistemin %99 güven aralığında ise toplamda 3 verinin yangın risk eşiğini geçtiği görülmüştür.

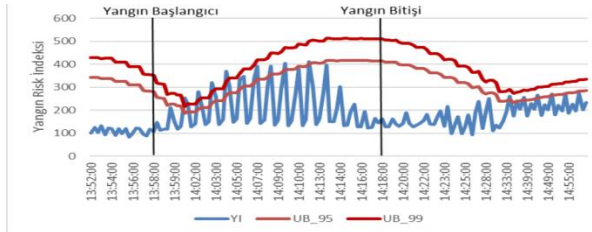


Şekil 18. Yangın risk indeksi 30 veri değişimi. Şekil 19. Yangın risk indeksi 40 veri değişimi.

Şekil 19'da son 40 veri dikkate alınarak basit ortalama değişimi paylaşılmıştır. Sistemin %95 güven aralığında toplamda 19 verinin yangın risk eşiğini geçtiği ve bu 19 verinin içerisinde 5 tanesinin ise hatalı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, sistemin %99 güven aralığında ise toplamda 5 verinin yangın risk eşiğini geçtiği görülmüştür.

Şekil 20.'de son 50 veri dikkate alınarak basit ortalama değişimi paylaşılmıştır. Sistemin %95 güven aralığında toplamda 20 verinin yangın risk eşiğini geçtiği ve bu 20 verinin içerisinde 5 tanesinin ise hatalı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, sistemin %99 güven aralığında ise toplamda 4 verinin yangın risk eşiğini geçtiği görülmüştür.

Literatürde kullanılan kural tabanlı yangın uyarı sistemleri; sıcaklık artışı ve bağıl nem düşüşü tespit ettiği zaman yangın tespiti yapmaktadır. Fakat belirlenen eşik değerleri günün saatine, aylara ve mevsimlere göre ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Yangın anında ölçülen veriler incelendiği zaman, kural tabanlı yangın uyarı sistemi bağıl nemin düştüğünü fakat sıcaklığın belirlenen eşik değerinin üzerine çıkmadığını tespit etmiş ve yangın tespiti uyarısında bulunmamıştır.



Şekil 20. Yangın risk indeksi 50 veri ortalama değişimi.

Belirlenen zaman aralığında aynı ortamda (yangın olmayan ortam) bulunan 4 algılayıcıdan alınan verilere göre yapılan yangın riski indeksi testi sonuçları **EK-1**'de gösterilmiştir.

Nihai model aşamasında;

Sistemimizin veri gönderme zaman aralığı 60 dakika seçildiğinde cihazın şarj ihtiyacı olmadan ortalama 42 gün veri gönderimi yapabildiği görülmüştür. Zaman aralığı 5 dakika seçildiğinde ise cihaz günlük 200 mA güç tüketerek şarj ihtiyacı olmadan ortalama 11 gün veri gönderimi yapabilmektedir. Günlük 5 saat güneşlenme ile cihaz pilinin 1250 mA/saat şarj olduğu görülmüştür. Bu veriler doğrultusunda dar bant nesnelere interneti teknolojisini kullanan orman yangın riski tespit ve uyarı sistemimiz düşük güç tüketimi yaparak arazi şartlarında uzun yıllar çalışabilmektedir.

Kontrollü yangın esnasında yapılan ölçümlerde ise sıcaklığın arttığı ve bağıl nemin düştüğü NB-IoT sistemimizle gözlemlenmiştir. Bu değişimler uyarı sistemimiz tarafından algılanarak, uyarı panelinde raporlanmıştır. Ayrıca sistemden alınan veriler ile meteorolojik yangın riski indeksi hesaplanmıştır. Kontrollü yangın testlerinin sonuçlarında gösterildiği üzere düşük hata oranına sahip sonuçlara ulaşmak için en etkin yöntemlerin %95 güven aralıklarındaki son 20 verinin basit hareketli ortalama ölçümü ve %99 güven aralıklarındaki son 40 verinin basit hareketli ortalama ölçümü olduğu tespit edilmiştir.

Ölçümlenen verilerin %95 güven aralığındaki son 20 veri güvenilirlik testi sonuçlarına bakıldığında; hata oranının %0,8 ila %4,78 arasında olduğu hesaplanmıştır. %99 güven aralığındaki son 40 veri güvenilirlik testi sonuçlarına bakıldığında ise hata oranının %0,74 ila %1,82 arasında olduğu hesaplanmıştır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Orman yangınlarının yayılma hızından dolayı yangın müdahale ekiplerinin yangın başladıktan sonra ortalama 6 dakika içinde bu tehdidin farkında olmalıdır. Bu nedenle, yangınla mücadelede, özellikle orman yangını sıklığı yüksek olan bölgelerde, erken tespit çok önemlidir. Yayılma yönünü ve yangınların hızını tahmin etmek de yangınları söndürmede kritik öneme sahiptir. Orman yangını tespiti birçok ülkede temel bir sorun olduğundan, orman yangınlarını izlemek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. En geleneksel yöntemlerden biri, yüksek noktalarda bulunan gözetleme kuleleridir. Ne yazık ki, bu yöntemin insan gözlemlerinin güvenilmezliğinden dolayı sınırlamaları vardır.

Orman yangınlarının tespiti ve önlenmesi, birçok ülkenin karşılaştığı gerçek bir sorundur. Literatürde orman yangınlarının analizini yapmak, tespit etmek ve olası yangın risk oranını hesaplamak için farklı yöntemler önerilmiştir. Projemizde, orman yangınlarının erken tespit edilebilmesi için sıcaklık, bağıl nem ve ölü toprak örtüsü nemini ölçebilen ve arazi şartlarında düşük güç tüketimi ile çalışabilecek akıllı algılayıcılardan oluşan, yüksek hizmet kalitesi ve düşük gecikme süresi sunan NB-IoT teknolojisini kullanan bir sistem planlanmıştır. Akıllı algılayıcılardan aldığımız verilerin, operatörlerin var olan kapsama alanlarını kullanarak iletilmesi ile sağlanacaktır. İletilen bu veriler bulut ortamında toplanarak, yazılımlar aracılığıyla arayüzlere aktarılacaktır. Tasarlanan arayüzlere internet aracılığıyla, bilgisayar, telefon, tabletlerden ulaşılabilecektir. Sistem üzerinden raporlar ve tanımlı değişkenler görülebilecek, konfigürasyon işlemleri yapılabilecektir. Amacımız, ölçülen değerler ile orman yangınları arasındaki ilişkileri tespit etmek ve yangın risk uyarı yöntemi oluşturmaktır.

6. Uygulanabilirlik

Projemizde, ormanda yangının erkenden tespiti amacıyla NB-IoT teknolojilerinden oluşan ağ sistemleri tasarlanmıştır.

Gerçekleştirdiğimiz hesaplamalar sonucu; sistemin verilerin gönderilme süresi 1 saat seçilirse cihaz şarja ihtiyaç duymadan yaklaşık 40 gün, gönderim süresi 5 dakika seçildiğindeyse gün boyu 200mA güç çekerek şarja ihtiyaç duymadan yaklaşık 10gün verileri göndermeye devam etmektedir.

Günde 5saat güneşle cihaza bağlı pilin 1.250mA/saat şarj olmuştur. Bu bilgiler çerçevesinde IoT teknolojilerine sahip sistem, minimum enerji harcayarak zorlu koşullarda uzunca süre çalışabilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

7.1. Maliyet Tablosu

Sıra No	Malzeme Adı- Özelliği	İhtiyaç	Birim Fyt	Toplam	Kullanım Zamanı
1	NB-IoT modülü - Quectel BC95	1 Adet	1.100 TL	1.100 TL	Prototip Oluşturmada
2	GPS modülü - Telit SC872-A GNSS	1 Adet	600 TL	600 TL	Prototip Oluşturmada
3	Yapay Zeka Bilg.- Jetson Nano	1 Adet	2.700 TL	2.700 TL	Prototip Oluşturmada
4	Jetson Nano Cam. IMX219-77- 77°	1 Adet	360 TL	360 TL	Prototip Oluşturmada
5	Kablosuz NIC AC8265 Jetson WiFi	1 Adet	390 TL	390 TL	Prototip Oluşturmada
6	Yüksek Hızlı Servo Motor - MG995	1 Adet	120 TL	120 TL	Prototip Oluşturmada
7	Mini Pan Tilt - Demonte Kit	1 Adet	50 TL	50 TL	Prototip Oluşturmada
8	Güneş Paneli - 4X4 CM	6 Adet	50 TL	300 TL	Prototip Oluşturmada
TOPLAM :				5.620 TL	

7.2. Proje İş-Zaman Çizelgesi

İş Paketi Ad/Tanım	AYLAR												
	Eyl	Eki	Kas	Ara	Oca	Şu	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	
Literatür Araştırması													
Makine Techizat ve Malzeme Alımı													
Sistem Montajı													
Bilgisayar Yazılımı													
Sistemin Ağaçlara Kurulum ve Test													
Sistemin Çalışması													
Rapor Hazırlama													
ÖDR Teslimi													
Kritik Tasarım Raporu Teslim													
Yarışmaya Katılım													
TEKNOFEST 2022													

7.3. Ayrıntılı Çalışma Takvimi

Başlıca Aşamalar	Ayrıntılı Bilgi	Zamanlama
Literatür Araştırması	Proje kapsamında gerçekleştirilecek literatür taramasının 3 Haftalık bir dönemi kapsamıştır.	Eylül (3 Hafta)
Makine Techizat ve Sarf Malzeme Alımı	Proje kapsamında alınması planlanan cihazlar ve özellikleri tespit edilerek yurtiçi ve yurtdışı online satış siteleri araştırıldı. Gerekli siparişler verilip ürünler temin edildi.	Eylül-Ekim (3 Hafta)
Sistem Montajı	Alınan malzemeler ile ahşap kuş yuvasının yapım ve montaj işlemleri tamamlandı.	Ekim-Kasım (4 Hafta)
Bilgisayar Yazılımı	Sensörler üzerinden gelen verilerin işlenmesi için gerekli yazılım C# kodlama diliyle yazılarak gerekli testler yapıldı.	Kasım- Aralık (7 Hafta)
Sistemin Ağaç Kurulumu ve Ön Test	Alınan elektronik malzemelerin yapılan ahşap kuş yuvasına montajı ile oluşturulan sistemin test amaçlı bir ağaç üzerine yerleştirme ve ön test işlemleri yapıldı.	Aralık (3 Hafta)
Sistemin Çalışması	Sistem çalışır hale geldikten ve ön testler tamamlandıktan sonra gerekli testler yapıldı.	Kasım-Ocak (10 Hafta)
Rapor Hazırlama ÖDR Hazırlanması KTR Hazırlanması	Gerekli veriler kullanılarak rapor hazırlandı. Proje ÖDR Hazırlanarak sisteme yüklenmesi sağlanmıştır. Elde edilen verilerle KTR hazırlanarak sisteme yüklendi.	Ocak (2 Hafta) Mart (4 Hafta) Mayıs (2 Hafta)

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projemizin hedef kitle; başta ülkemiz olmak üzere, orman yangınlarının tespiti ve önlenmesi sorunuyla uğraşan birçok ülkedir.

Akıllı algılayıcılardan alacağımız verilerle, operatörlerin ve gözlemcilerin hata payları minimuma düşürülerek görevlerine destek sağlanacaktır.

9. Riskler

	RİSK HARİTASI									
	OLASILIK									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1								R2		
2							R4			
3										
4										
5								R5		
6										
7										
8				R1						
9										
10								R3		

Önceliklendirelim:

1. Risk 3 (Risk Puanı: 80)
2. Risk 5 (Risk Puanı: 40)
3. Risk 1 (Risk Puanı: 32)
4. Risk 4 (Risk Puanı: 14)
5. Risk 2 (Risk Puanı: 08)

Risk-1: Cihazlara yabani hayvan saldırısı

Sebep-1/Çözüm-1: Algılayıcı cihazların yerde olmasıyla meydana gelebilecek bu duruma karşılık sensörler ahşap kazıklar şeklinde hazırlanarak ortam uyumu hedeflenmiştir.

Risk-2: Takip cihazının güneş panelinin üzerinin kapanması

Sebep-2/Çözüm-2: Akıllı cihazların şarj olmasını sağlayan PV panellerin üzerinin yaprak gibi çevresel etkenlerle bataryalara şarj aktaramaması durumunda takip sistemi üzerinde bu durum anında izlenebilecek ve ilgili personel tarafından müdahalesiyle sorun giderilebilecektir.

Risk-3: İnsana bağlı yangın çıkma durumu

Sebep-3/Çözüm-3: Kişilerin kasıtlı olarak yangın çıkarması durumuna karşılık yapay zeka destekli kamera takip sistemi üzerine çalışmalarımız son aşamasına gelmiştir. Sistemin aktif olmasıyla takip alanında insan ya da herhangi bir ateş görülmesi durumunda kuş kafesinin altına bulunan kamera o yöne odaklanarak takip devam edecek ve sistem üzerinde uyarı verecektir. Sistem yöneticisinin “Sorun Yok” onayı ile sistem normal çalışmaya devam edecektir.

Risk-4: Sistemsel kör nokta olması

Sebep-4/Çözüm-4: Kör nokta oluşması ormanlık alanda beklenen bir durum olmakla birlikte takip alanı yaklaşık 100m sağ-sol şeklinde ağaçlardan en az etkilenecek şekilde yerleştirilecektir.

Risk-5: Bazı algılayıcıların devre dışı kalması veya hatalı veri üretmesi

Sebep-5/Çözüm-5: Devre dışı kalması sistem üzerinde anında cihaz veri aktarımını keseceği için ve hatalı veri üretmesi durumunda sistem alarm vereceği için ilgili personelin müdahalesi gerçekleşecektir.

10. Kaynaklar

- [1]. Orman İdaresi Planlama Dairesi Başkanlığı.(2004). Türkiye Orman Varlığı. Ankara: OGM
- [2]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). The State of the World's Forests 2018 - Forest pathways to sustainable development. Rome.
- [3]. Esemem, K. (2011). Forest Fire Analysis Using Satellite Imagery, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [4]. OGM eKütüphane, Ormancılık İstatistikleri 2017, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Istatistikler/Orman%C4%B1k%20%C4%B0statistikleri/Orman%C4%B1k%20%C4%B0statistikleri%202017.rar>, Erişim Tarihi: 23/02/2022.
- [5]. ŞENYAZ, A., (2000). Yangına Karşı Koruma Sistemlerinin Ekonomik Analizi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- [6]. Vazquez, F.J., Acea, M.J. and Carballas, T. (1993). Soil microbial populations after wildfire. FEMS Microbiology Ecology, 13(2), 93-103.
- [7]. Tolunay, Doganay & Çömez, Aydin. (2008). Türkiye Ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu 2008. 22-25 Ekim 2008, Hatay. (s.750-765).
- [8]. California Department of Forestry and Fire Protection, Statistics and events, http://cdfdata.fire.ca.gov/incidents/incidents_statsevents, Erişim Tarihi: 23/02/2021.
- [9]. Xu, Y.-H., Sun, Q.-Y., & Xiao, Y.-T. (2018). An Environmentally Aware Scheme of Wireless Sensor Networks for Forest Fire Monitoring and Detection. Future Internet, 10-10, 102. <https://doi.org/10.3390/fi10100102>
- [10]. Töreyn, B.U.; Dedeoglu, Y.; Güdükbay, U.; Çetin, A.E. Computer vision based method for real-time fire and flame detection. Pattern Recognition. Letters (Vol 27, s.49).
- [11]. Bahrepour, M., Meratnia, N. Havinga, P. Automatic fire detection: A survey from wireless sensor network perspective, Tech. Rep. TR-CTIT-08-73, Centre for Telematics and Information Technology University of Twente, Enschede (2008).
- [12]. Url-1<www.mgm.gov.tr/genel/orman-yanginlari.aspx>,Erişim Tarihi: 09.02.2022
- [13]. Krueger, E. S., Ochsner, T. E., Engle, D. M., Carlson, J. D., Twidwell, D., & Fuhlendorf, S. D. (2015). Soil Moisture Affects Growing-Season Wildfire Size in the Southern Great Plains. Soil Science Society of America Journal, 79(6), 1567.
- [14]. Liberg, O., Sundberg, M., Wang, Y.P.E., Bergman, J. ve Sachs J. (2018). Cellular Internet of Things Technologies, Standarts and Performance, Mara E. Conner.
- [15]. Cisco (2016), The Zettabyte Era: Trends and Analysis, Cisco White Paper.
- [16]. Ericsson (2019), Ericsson Mobility Report Davos, Ericsson Mobility Report.
- [17]. Url-2<www.telit.com/m2m-iot-products/positioning-timing-modules/smart-antenna-gnss-sc872-a/>, Erişim Tarihi: 29.01.2022
- [18]. Url-3<www.aosong.com/m/en/productslist-1.html>, Erişim Tarihi: 18.02.2022
- [19]. Url-4<www.metergroup.com/environment/products/ech20-10hs-soil-moisture-sensor/>, Erişim Tarihi: 19.01.2022

EK-1:**Çizelge 1.** Algılayıcı 1 güvenilirlik test sonuçları.

veri sayısı	Toplam Veri Sayısı	UB95 HatalıTespiti	UB99 Hatalı Tespiti	UB95 Hata Oranı (%)	UB99 Hata Oranı (%)
20	690	33	5	4,78	0,72
30	681	36	5	5,29	0,73
40	671	26	8	3,87	1,19
50	661	35	9	5,30	1,36

Çizelge 2. Algılayıcı 2 güvenilirlik test sonuçları.

veri sayısı	Toplam Veri Sayısı	UB95 Hatalı Tespiti	UB99 Hatalı Tespiti	UB95 Hata Oranı (%)	UB99 Hata Oranı (%)
20	624	5	0	0,80	0,00
30	614	17	0	2,77	0,00
40	604	63	11	10,43	1,82
50	594	18	1	3,03	0,17

Çizelge 3. Algılayıcı 3 güvenilirlik test sonuçları.

veri sayısı	Toplam Veri Sayısı	UB95 Hatalı Tespiti	UB99 Hatalı Tespiti	UB95 Hata Oranı (%)	UB99 Hata Oranı (%)
20	551	6	0	1,09	0,00
30	541	9	0	1,66	0,00
40	531	40	6	7,53	1,13
50	521	5	0	0,96	0,00

Çizelge 4. Algılayıcı 4 güvenilirlik test sonuçları.

veri sayısı	Toplam Veri Sayısı	UB95 Hatalı Tespiti	UB99 HatalıTespiti	UB95 Hata Oranı (%)	UB99 Hata Oranı (%)
20	561	7	0	1,25	0,00
30	551	11	0	2,00	0,00
40	541	33	4	6,10	0,74
50	531	11	1	2,07	0,19

Çizelge 5. Kontrollü yangın testi sonuçları.

veri sayısı	UB95 Doğru Yangın Tespiti	UB95 Hatalı Yangın Tespiti	UB99 Doğru Tespiti
20	9	2	2
30	8	3	3
40	14	5	5
50	15	5	4

Çizelge 6. Son 20 veri güvenilirlik testi sonuçları.

Algılayıcı	Toplam Veri Sayısı	UB95 Hatalı Tespiti	UB95 Hata Oranı (%)
1	690	33	4,78
2	624	5	0,80
3	551	6	1,09
4	561	7	1,25

Çizelge 7. Son 40 veri güvenilirlik testi sonuçları.

Algılayıcı	Toplam Veri Sayısı	UB95 Hatalı Tespiti	UB95 Hata Oranı (%)
1	671	8	1,19
2	604	11	1,82
3	531	6	1,13
4	541	4	0,74