

## **ÖZET**

### **ENERJİ HATLARINDA İHA İLE KAÇAK ENERJİ TESPİTİ İÇİN BİR SİSTEM VE YÖNTEM**

5 Buluş konusu ürün en az bir insansız hava aracı ile kaçak elektrik kullanımının tespiti için bir düzenek ve bu düzeneğin işletilmesi için bir yöntem içermektedir. Buna göre insansız hava aracı enerji hatları üzerinde bir benzetim kurarak hat boyunca uçurulur ve görüntüler bir sunucu üzerine aktarılır. Bu görüntüler üzerinde bir takım işlemler yapılarak enerji hattından çıkışlar tespit edilir kaçak kullanıma denk gelen izinsiz çıkışlar tespit edilerek  
10 bildirilmesi sağlanır.

## İSTEMLER

1. Buluş konusu ürün elektrik hatları üzerinde kaçak kullanım tespiti yapmak üzere tasarlanmış bir sistem olup, özelliği;
  - 5 a. bir hava aracının bulundurulması;
  - b. bu hava aracının üzerinde en az bir kamera bulundurulması;
  - c. bir görüntü işleme birimi bulundurulması;
  - d. kamera görüntülerinin görüntü işleme birimine aktarılması için en az bir aktarım elemanının bulundurulmasıdır.
- 10 2. İstem 1’de bahsedilen sistem olup özelliği, hava aracının çok pervaneli bir hava aracının olması ile karakterize edilmesidir.
3. İstem 1’de bahsedilen sistem olup özelliği, hava aracının kanatlı bir insansız hava aracının olması ile karakterize edilmesidir.
4. İstem 1’de bahsedilen sistem olup özelliği, aktarım elemanının kablosuz çevirim içi aktarım elemanı olması ile karakterize edilmesidir.
- 15 5. İstem 1’de bahsedilen sistem olup özelliği, görüntü işleme biriminin bir bilgisayar olması, üzerine kaydedilen görüntüleri üzerine önceden kaydedilmiş bir yazılım ile işlenmesi ile karakterize edilmesidir.
6. Buluş konusu ürün görüntüler üzerinde kaçak hat tespiti için bir yöntem olup özelliği;
  - 20 a. görüntüler analiz edilerek hava aracının hat takibi için yönlendirilmesi;
  - b. alınan görüntülerden kabloların takip edilmesi;
  - c. takip edilen kablolar üzerinde tespit edilen ek kablo bağlantılarının işaretlenmesi;
  - d. işaretlenen ek kablo bağlantılarının kaçak elektrik kullanım noktası olarak işaretlenmesi;
  - 25 e. işaretlenen noktaya ait sensör verilerinin görüntü ile eşlenik olarak kaydedilmesi yoluyla kaçak tespiti yapması ile karakterize edilmesidir.

## **TARİFNAME**

# **ENERJİ HATLARINDA İHA İLE KAÇAK ENERJİ TESPİTİ İÇİN BİR SİSTEM VE YÖNTEM**

## **5 BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI**

Buluş konusu ürün en az bir insansız hava aracı ile kaçak elektrik kullanımının tespiti için bir düzeneç ve bu düzeneğin işletilmesi için bir yöntem içermektedir. Buna göre insansız hava aracı enerji hatları üzerinde bir benzetim kurarak hat boyunca uçurulur ve görüntüler bir sunucu üzerine aktarılır. Bu görüntüler üzerinde bir takım işlemler yapılarak enerji hattından çıkışlar tespit edilir kaçak kullanıma denk gelen izinsiz çıkışlar tespit edilerek bildirilmesi sağlanır.

## **15 TEKNİĞİN BİLİNER DURUMU**

Tekniğin bilinen durumunda kaçak elektrik hatları bölgeden edinilen istihbarat ve ana hatlarda oluşan elektrik farklarından (anormal seviyede tüketim gibi) tespit edilmeye çalışılmaktadır. Buna ek olarak da gerilim hatları ekiplerin tüm hat boyunu dolaşarak gözle kontrol yapması sayesinde bulunmaya çalışılmaktadır. Tüm bu yöntemler etkin olmaktan uzak ve çok maliyetli yöntemlerdir.

Kaçak elektrik tespiti için çift sayaç ve benzeri uygulamalar geliştirilmiş ise de, bunlardan herhangi bir verim alınması söz konusu olamamıştır. Araştırmalarımızda hat takibi yaparak havadan tespit yapan bir çözüme rastlanmamıştır.

## **25 BULUŞUN AYRINTILI AÇIKLAMASI**

Buluş konusu ürün bir hava platformu (1), bu hava platformu üzerinde yerleşik kameralar (2), görüntü işleme birimi (3) ve tespit sonuç analiz yazılımı (4) içerir. Buna göre hava platformu (1) bir insansız hava aracından oluşur ve hat boyunca seyrederek. Bu esnada kameralar (2) ile görüntü alır ve aldığı görüntüyü görüntü işleme birimi (3) aracılığıyla işler. Bu işleme sonuçlarına göre tespit sonuç analiz yazılımı (4) ile tespit sonucu oluşturur ve sistem çıktısı olarak aktarır.

Burada bahsedilen hava platformu (1) buluşun ilk aşamasını oluşturmaktadır. Drone ya da sabit kanatlı bir İHA orta, yüksek gerilim hatları gibi hatlar boyunca uçarak veri

toplayacaktır. Bu hatların konumları daha önceden İHA'ya girdi oluşturacak ve belirlenen gerilim hatları boyunca otomatik bir şekilde uçuş icra edecektir.

Kameralar (2) ise yüksek çözünürlüklü en az bir video kamera ve termal kameradan oluşur. Bunlar İHA üzerinde yerleşik olup, veri toplayan temel kameralar olacaktır. Bu kameralara ek olarak hiperspektral kamera ya da lidar gibi ek sensörler eklenebilecektir.

Görüntü işleme birimi (3) elde edilen verilerin analizlerinin yapıldığı ve veriler üzerinde geliştirilmiş olan algoritmaların çalıştığı birimdir. Buraya hava platformundan toplanan veriler hava platformundan (1) doğrudan çevrim içi olarak aktarılabileceği gibi hava platformunun (1) uçuşu tamamlandıktan sonra çevrim dışı da aktarılabilecektir. Bu birimde çalışan algoritmalar verileri üzerinde hatlar üzerinde oluşmuş anomalileri, özellikle de normal hatlar dışında eklenmiş kaçak hatların tespitini yapacaktır. Ayrıca bu birim aynı hat üzerinde daha önceden elde edilmiş veri ile yeni elde edilen veriyi kıyaslayıp değişiklik analizi yapabilecektir. Tüm bu algoritma sonuçları telemetri verileri ile birleştirilerek kaçak hat tespit edilen yerlerin konumları belirlenecektir.

Ayrıca görüntü işleme birimi tespit edilen konumlara ait sensör verilerinin kullanıcı tarafından göz ile analiz edilmesine olanak sağlayacaktır. Bu sayede görüntü ve sensör verisi üzerinde oluşan dış kaynaklı hatalar (ör.dal ve benzeri cisimlerin hatta dokunur görünmesi) giderilebilecektir. Görüntü işleme biriminin kaçak tespit edilen konumlar ve sahadaki kişi için önemli olabilecek sensör verilerini sahadaki personel aktarabilecek arayüzü bulunabilecek ve sistem sahadaki personelin de kullanabileceği yazılımlar ile genişletilebilecektir.

Yüksek, orta ve isteğe bağlı olacak şekilde düşük gerilim hatlarını üzerinde İHA'nın uçacağı bir hat belirlenir. Sonra bu hattın bilgileri İHA'ya yüklenir ve İHA'nın o hat boyunca uçuşu sağlanır. Gündüz gündüz kamerası ve termal kamera gece ise gece kamerası başta olmak diğer sensörler de kullanılarak veri toplama faaliyeti gerçekleştirilir. Bu veriler uçuş esnasında çevrim içi ya da uçuş görevi tamamlandığında çevrim dışı olarak görüntü işleme birimine aktarılır. Bu birimde elde edilen veriler üzerinde kaçak hatların bulunması için geliştirilmiş olan algoritmalar çalıştırılır ve kaçak hat bulunan noktalar belirlenir. Belirlenen veriler İHA'nın telemetri verisi kullanılarak kaçak hattın bulunduğu yerlerin dünya üzerindeki konumu belirlenir. Bu konum sahada çalışan ekibe aktarılır.

Bu sistemde algoritmalar elektrik hatları üzerindeki anomalileri, hat üzerine sonradan eklenmiş hatları tespit etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca aynı hat üzerinde daha önceden çekilmiş olan veriler yeni çekilenler ile algoritmalar ile kıyaslanarak değişiklik analizi yapacaktır. Hat üzerinde zamanla yapılan habersiz değişiklikler kaçak elektrik çekildiğinin

emaresi olarak değerlendirilecektir. Tespit edilen noktalara ait veriler, algoritma çıktıları analiz yazılımı ile kullanıcı tarafından değerlendirilebilecek ve yanlış alarmlar göz ile elenebilecektir.

5 Sistemde çalışan yöntemin iki farklı yapılması mevcuttur. İlkinde algoritmada amaç elektrik hatları üzerindeki ek kablo hatlarını bulmaktır. Elektrik hatları direkler arası düz kablolar ve direk üzerindeki bağlantı noktalarından oluşmaktadır. Direkler arası hatlarda normalde ek bir kablo bağlantısı yani bir çatallaşma beklenmez. Eğer ki iki direk arasında bulunan kablolar ek bir kablo bağlanılarak yeni bir hat oluşturulmuşsa bu kaçak hat anlamına gelmektedir. Ayrıca direklerdeki kabloların bağlantı noktaları belirli bir örüntüye sahiptir. Bu örüntü kalıbına uymayan bağlantılar da yine kaçak hat emaresi olarak kabul edilmektedir. Ek olarak direkleri arasındaki hatlar üzerinde de bazı donanımlar bulunabilmektedir. Tüm bu yapılar belirli bir örüntü oluşturmaktadır. Kaçak hatlar ise bu örüntüler dışında oluşumlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu buluşta İHA bir gerilim hatları boyunca uçmakta ve görüntü toplamaktadır. Kaçak hatları bulan algoritma bu görüntülerde hat boyunca bilinen örüntü yapılarını ve düz kablo hatlarını takip eden bir video işleme algoritmasıdır. Araçlarda bulunan şerit takip algoritmasının çok daha gelişmiş olarak değerlendirilebilir. Şerit takip algoritması sadece düz ve kesikli çizgileri takip ederken bu da kabloları takip etmekte ve bu kablolarda bilinen örüntüler hariçi alarm veren bir algoritmadır. Algoritma temel görüntü işleme yöntemleri ile derin öğrenme yöntemlerini içermektedir. Ayrıca hem RGB video kamerası hem de termal kamera verisi üzerinde çalışmaktadır.

15 İkinci yapılması ise değişiklik analizi yapmaktadır. Bu algoritma aynı hat üzerinde daha önceden çekilmiş bir görüntü ile yeni çekilen görüntüyü dinamik bir şekilde karşılaştırmakta ve elektrik hatları üzerindeki zamanla oluşan farklılıkları bulup alarm üretmektedir. İki farklı zamanda çekilen görüntülerin karşılaştırılması için yine öncelikle hatlar ve bilinen örüntüler görüntü üzerinde tespit edilir ve 2 görüntü bu noktalar temel alınarak üst üste getirilir. Sonrasında ise karşılaştırılan 2 görüntü arasındaki farklılıklar tespit edilerek kullanıcıya sunulur. Farklılıklar tespit edilirken çekim zamanı kaynaklı etmenler (ışık şiddeti ve çekim açısı farklılıkları gibi) görüntülerden arındırılarak her iki görüntü normalize edilmesi sonrasında farklılıklar tespit edilir. Ayrıca tespit edilen farklılıklarda derin öğrenme ile anlamlandırılması da sağlanabilecektir. Örneğin yeni hat eklenmiş, trafo eklenmiş ve benzeri.

30 Tarifname ekinde verilen çizimlerin açıklamaları şöyledir;

Çizim 1, buluş konusu yöntemin genel bir gösterimidir.

Çizim 2, buluş konusu yöntemin örnek bir kullanımının gösterimidir. Buna göre hat boyunca uçan bir hava platformu (1) üzerinde yerleşik kameralar ile görüntü alır ve görüntü işleme birimine (3) aktarır. Burada işlenen görüntü ile üretilen sonuç, ilgililere doğrudan aktarılabilir.

Tarifname ekinde verilen çizimlerde kullanılan referans işaretlerinin açıklamaları ise şöyledir;

1- Hava platformu: Bir insansız hava aracı veya benzeri uçan cihazı tarif etmek için kullanılmıştır. Kanatlı veya çok pervaneli olabilir.

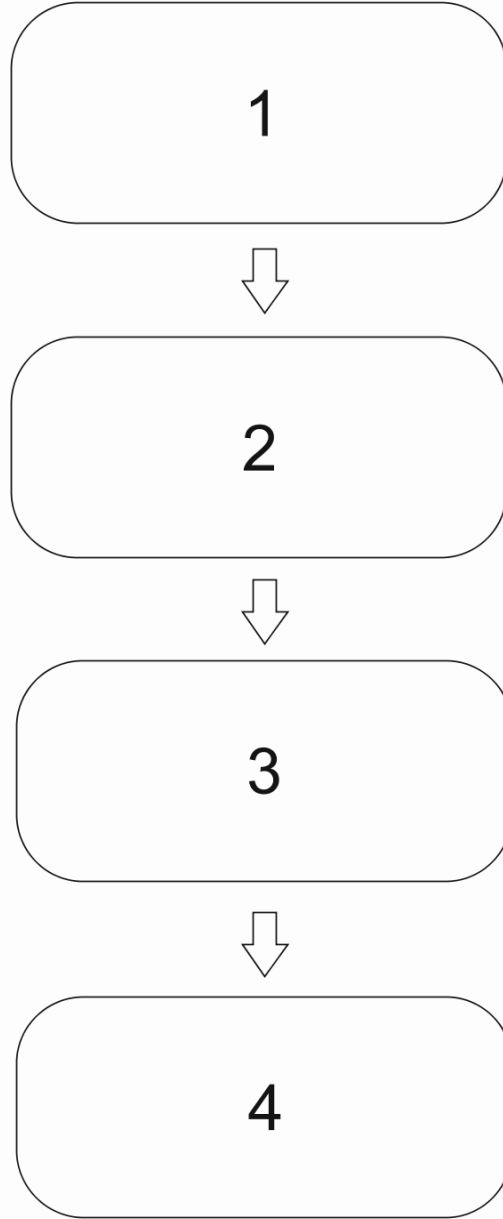
2- Kameralar: Yüksek çözünürlüklü en az bir video kamera ve termal kameradan oluşan bileşendir. Görüntü alınmasını sağlar.

3- Görüntü işleme birimi: Görüntülerin işlenmesi ile sonuç üretilmesini sağlayan bilgisayardır.

4- Tespit sonuç analiz yazılımı: İşlenen görüntüler üzerinde tespit yaparak kaçak hat konumlarını sonuç olarak döner.

1/2

Çizim 1



2/2

Çizim 2

