

ÖZET

5

Yapay Zeka Destekli Biyogaz Online İzleme Sistemi

Buluş, biyogaz sektöründe izleme, erken uyarı alma ve üretim verimini arttırmak amacı ile kullanılacak olan içerisinde çeşitli sensörler barındıran Anaerobik çürütme için yapay zeka destekli endüstriyel nesnelerin interneti (IIoT device) cihazı/sistemi ve yöntemi ile ilgilidir.

10

İSTEMLER

- 1- Buluş biyogaz sektöründe izleme, erken uyarı alma ve üretim verimini arttırmak amacı ile kullanılacak olan içerisinde çeşitli sensörler barındıran bir cihaz/sistem ile ilgili **olup özelliği**;
- Metan gazının yüzdesini ölçen en az bir adet CH₄ sensörü
 - Karbondioksit gazının yüzdesini ölçen en az bir adet CO₂ sensörü
 - PH (17) değerini ölçen en az bir adet pH sensörü
 - İletkenlik değerini ölçen az bir adet EC sensörü (Electrical conductivity)
 - Çözeltilerin oksitlendirici veya indirgeyici madde olarak işlev görme potansiyelini ölçen en az bir adet ORP sensörü (Oxidation reduction potential)
 - Basınç değerini ölçen en az bir adet Basınç sensörü
 - En az bir adet debimetre
 - Sensör verilerini algılayıp yorumlayan en az bir adet mikroişlemci (1),
 - Elde edilen verilerin online platformda canlı takip-anlık olarak takip edildiği arayüz olan ve kullanıcı tarafından kullanılan en az bir adet kullanıcı arayüzü (2),
 - Online ölçülen ve tahmin edilen tüm verilerin üzerine kayıt edildiği en az bir adet bulut sistemi (3),
 - En az bir adet bilgisayar yerel cihaz (4),
 - LAN (yerel alan ağı) (10) veya WLAN (kablolu yerel alan ağı) (11),
 - WAN (internet) (9),
 - Biyogaz tesisi gerçek zamanlı izlemek için görsel izlemeyi sağlayan en az bir adet LCD ekran (5),
 - Cihazın gerekli olan enerjisini sağlayan en az bir adet güç ünitesi (6) içeren sistemle ilgilidir.
- 2- Buluş biyogaz sektöründe izleme, erken uyarı alma ve üretim verimini arttırmak amacı ile kullanılacak olan içerisinde çeşitli sensörler barındıran online izleme yöntemi ile ilgili **olup özelliği**;

- pH (17), ORP (15), İletkenlik (EC) (16), gaz basıncı veya debisi, üretilen biyogazın içindeki CH₄ (14) veya CO₂ yüzdesinin (13) farklı sensörler ile anlık olarak online takip edilmesi,
- Online ölçülecek parametrelere ait veriler makine öğrenmesi modeli ile işlenerek (analiz) belirlenen aralıklarla (örn. 15 dakika) toplam UYA (uçucu yağ asitleri) (9), alkalinite ve amonyum azotu konsantrasyonlarının tahmin edilmesi,
- Online ölçülen ve tahmin edilen parametrelerde standart dışı bir değer tespit edildiğinde kullanıcıya bir uyarı mesajı (SMS/E-mail) gönderilmesi,
- Online ölçülen ve tahmin edilen tüm verilerin bulut ortamı (cloud) üzerinde kaydedilmesi ve arşivlenmesi,
- Bu verilerin ulaşım izni olan kişiler tarafından istenilen zaman ve yerde internet üzerinden görüntülenebilmesi işlem adımlarından meydana gelmesidir.

15

3- Buluş İstem 2'ye bağlı; biyogaz sektöründe izleme, erken uyarı alma ve üretim verimini arttırmak amacı ile kullanılacak olan içerisinde çeşitli sensörler barındıran online izleme yöntemi ile ilgili **olup özelliği**; çalışma yöntemindeki işlem adımları ve algoritma,

20

- Sensörlerden veri toplama
- Edge bilişim adımında veriler veri seti üzerinde yapılan bir takım düzeltme, eksik veriyi tamamlama, tekrarlanan verileri kaldırma, dönüştürme, bütünleştirme, temizleme, normalleştirme, boyut indirgeme işlemlerinin gerçekleştirilmesi,

25

- Hayır ise ham veri bulutsa veya lokal servere gönderilmesi,
- Verinin işlenmesi lokal server veya bulutta yapılması,
- Yapay zeka algoritması ile çıktı verilerinin tahmini,
- Verilerin saklanması,
- Kullanıcı arayüzüne iletilmesi işlem adımlarından meydana gelmesidir.

30

4- Buluş İstem 2'ye bağlı; biyogaz sektöründe izleme, erken uyarı alma ve üretim verimini arttırmak amacı ile kullanılacak olan içerisinde çeşitli sensörler barındıran online izleme yöntemi ile ilgili **olup özelliği**;

- Sensörlerden veri toplama
- Edge bilişim adımında veriler veri seti üzerinde yapılan bir takım düzeltme, eksik veriyi tamamlama, tekrarlanan verileri kaldırma, dönüştürme, bütүнleştirme, temizleme, normalleştirme, boyut indirgeme işlemlerinin gerçekleştirilmesi,
- Evet ise Edge’de veri ön işlenmesi,
- İşlenmiş veri buluta veya lokal servere gönderilmesi,
- Yapay zeka algoritması ile çıktı verilerinin tahmini,
- Verilerin saklanması,
- Kullanıcı arayüzüne iletilmesi işlem adımlarından meydana gelmesidir.

15

20

25

30

TARİFNAME

Yapay Zeka Destekli Biyogaz Online İzleme Sistemi

5 TEKNİK ALAN

Buluş, biyogaz sektöründe izleme, erken uyarı alma ve üretim verimini arttırmak amacı ile kullanılacak olan içerisinde çeşitli sensörler barındıran Anaerobik çürütme için yapay zeka destekli endüstriyel nesnelerin interneti (IIoT device) cihazı/sistemi ve yöntemi ile ilgilidir.

10

TEKNİĞİN BİLİNER DURUMU

Şehirleşme, tarım ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan organik içerikli atıklar, ekonomik ve çevre ile ilgili birçok soruna neden olmaktadır. Organik atıklar, genel olarak etkin bir dönüşüm işleminden geçirilmeden çevreye atılmakta, depolanmakta, yakılmakta veya verimsiz bir şekilde kullanılmaktadır. Bu uygulamalar sonucunda bu atıkların tamamen bozunması sağlanamamakta ve ülke ekonomisinde önemli bir yeri olmasına rağmen çevre, ekosistem ve insan sağlığı için tehdit unsuru haline dönüşmektedir. Atıkların kontrolsüz depolanması ve ayrışması, iklim değişimine neden olan CH₄ (14) ve CO₂ (13) gibi gazların oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca bu atıkların depolanmasında koku, sinek ve patojen oluşumu ile hijyen şartları bozulmaktadır. Aynı zamanda oluşan nitrat birikimi, toprak yapısı ile mikrobiyolojisinin bozulmasına, nitratın yüzey ve yeraltı sularına karışması sonucu sebze-meyve tüketimi ve içme suyu yoluyla da insan ve diğer canlı yaşamını tehdit etmesine neden olabilmektedir. Temiz bir enerji kaynağı olan biyogaz başlıca hayvan gübresi olmak üzere özel olarak yetiştirilen bazı bitkilerden, tarımsal ve her türlü organik atıktan uygun bakteriler ile anaerobik arıtım sonucunda elde edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yaygın kullanılmakta olanlar atıksu, kentsel katı atıklar, hayvansal atıklar, sanayi atıkları, orman ürünleri ve atıkları, tarım ürünleri ve atıkları ve atıksulardır.

Çeşitli yöntemlerle biyokütle kaynaklarından enerji elde edilebilmektedir. Bunlar, biyokütle ısı dönüşüm teknolojileri, biyoetanol, biyometanol, biyodizel, biyogaz, Fischer-Tropsch sentezi yakıtları ve dimetil eter gibi sıvı yakıtlardır. Isı dönüşüm teknolojilerinin en kolay doğrudan yanıcı maddeyi yakmaktır. Doğrudan yakma birçok köyümüzde uzun zamanlardan beridir uygulanan bir yöntemdir. Bu şekilde istenilen kalitede ısı üretilmediği gibi, ısı üretiminden sonra atıkların gübre olarak kullanılması da mümkün değildir. Aynı zamanda sağlık yönünden olumsuz etkileri olan çevre kirliliğine neden olmaktadır. Diğer ısı dönüşüm teknolojisi ise gazlaştırmadır. Gazlaştırma işleminde biyokütle, gazlaştırıcı denilen reaktörlerde yüksek sıcaklıklarda enerji taşıyıcı gazlara çevrilmektedir. Elde edilen bu gaz yakılarak enerji sağlanmaktadır.

Biyogaz tesislerinin işletiminde karşılaşılan en önemli sorun biyogaz üretim veriminin genellikle istenilen düzeyde olmaması ve biyolojik proses kaynaklı hataların zamanında tespit edilememesidir. Karmaşık anaerobik çürütme prosesini izlemek için kullanılan parametrelerin anlık ve eş zamanlı izlemeye çok uygun olmaması biyolojik proses kaynaklı verim kayıplarının hızlıca tespit edilip gerekli önlemlerin zamanında alınmasını zorlaştırır. Bu nedenle, anlık ve online ölçülebilen basit parametrelere ait verileri kullanarak proses performansını doğrudan etkileyen ve ölçümü zaman alıcı, maliyetli ve zahmetli parametrelerin soft sensörlerle tahmini biyogaz tesislerini verimli işletebilmek için büyük önem arz eder.

Biyo-prosesinin karmaşık ve hassas yapısı atık hammadde/biyokütle ve işletim koşullarındaki ani ve/veya öngörülemeyen değişikliklerden ciddi şekilde zarar görmekte, bu değişikliklerin zamanında fark edilmemesi biyogaz üretiminin ciddi şekilde düşmesine sebep olmaktadır. Uçucu Yağ Asitleri (UYA) biyogaz üretimi sürecinin takibinde önemli bir parametredir.

“CN111675464” numaralı buluşta atık arıtmanın teknik alanına aittir ve biyolojik olarak mevcut ağır metalleri bir anaerobik fermentasyon işlemiyle pasifleştirmek için bir kontrol sistemi ve yöntemi açıklar. Kontrol yöntemi adımlarını içerir. Buluşta ağır metalleri anaerobik fermentasyon işlemiyle pasifleştirmek için bir kontrol sistemi ve

yönteminden bahsedilmektedir. Söz konusu buluşta fermantasyon tankının sızdırmazlık durumunun belirlenebilmesi için bir basınç algılama sensörü, sıcaklığın gerçek zamanlı olarak izlenebilmesi için sıcaklık sensörü, işlemlerin yürütülme adımlarını ve koşullarını gözlemleyebilmek adına çevrimiçi izleme ekipmanı ve gaz

5 üretilmediği durumu algılayabilmek adına yapılandırılan gaz izleme cihazı mevcuttur. D1 dokümanında bahsi geçen çevrimiçi izleme aparatı pH analizörü, redoks potansiyeli monitörü, uçucu yağ asidi monitörü ve amonyak nitrojen konsantrasyonu modülü içermektedir. Ancak D1 dokümanında sensörler ile online olarak ölçülecek verileri makine öğrenimi ile geliştirilecek bir model yardımıyla

10 işleyerek toplam UYA değerini tahmin edebilecek yapay zeka yapılanması mevcut değildir. Bu tür ölçümler numune alınarak aralıklı bir şekilde yapılmaktadır. Bizim buluşumuzda ise nesnelerin interneti kullanarak sürekli ve canlı bir ölçüm sağlanmaktadır.

15 **“EP2914711A4”** numaralı buluşta bir veya daha fazla fermantasyon prosesinin izlenmesi ve/veya kontrol edilmesi için yapılandırılan bir sistemden bahsedilmektedir. Söz konusu sistem en az bir fermantasyon ünitesi, veri toplama birimi ve veri tabanı, dosya depolama kabiliyeti, veri hesaplama kabiliyeti ve kullanıcı arayüzü kabiliyetine sahip bir bulut bilgi işlem birimi içermektedir. Sistem

20 en az bir gaz akışı ölçüm cihazı ayrıca pH, sıcaklık, basınç, gaz bileşimi, ORP (oksijen redoks potansiyeli), alkalinite, (çözünmüş) hidrojen veya (çözünmüş) oksijen, VFA (uçucu yağ asidi) ölçen özel sensörler içermektedir. Ancak D2 dokümanında online ölçülecek parametrelere ait verilerin makine öğrenmesi modeli ile işlenerek belirlenen aralıklarla toplam UYA, alkalinite ve amonyum azotu

25 konsantrasyonlarının tahmin edilmesi için yapılandırılan yapay zeka desteği mevcut değildir.

Bu patent yine numune için kullanılmakta, bizim buluşumuz ise anaerobik çürütme reaktörün içinde konulacaktır ve online bir ölçüm sağlayacaktır. Biz daha az sensörlerle ölçüm yapıp buradaki ölçülen bazı online ölçülemeyen değerleri (örnek

30 VFA) tahmin edeceğiz.

Sonuç olarak mevcut teknikte var olan ve günümüzde kullanılmakta olan yapılanmalara ve uygulamalara ait eksikliklerin ve dezavantajların ortadan

kaldırılmasına olan gereksinim, ilgili teknik alanda bir geliştirme yapmayı zorunlu kılmaktadır.

BULUŞUN TANIMI

- 5 Mevcut buluş yukarıda bahsedilen dezavantajları ortadan kaldırmak ve ilgili teknik alana yeni avantajlar getirmek üzere geliştirilmiş Yapay zeka ve nesnelerin interneti teknolojilerini kullanarak biyogaz online izleme sistemi ilgilidir.

- 10 Buluşun amacı, fermentörde biriktiği takdirde biyogaz üretimini olumsuz etkileyen ve daha ileri seviyede ortamın pH'sını düşürerek biyogaz üretiminin tamamen durmasına neden olan UYA'ların (uçucu yağ asitleri) anlık ve online olarak izlenmesi için bir soft sensör geliştirmektir.

- 15 Buluşun bir diğer amacı; Pahalı ve çevrim dışı ölçülen uçucu yağ asitleri konsatrasyonu direkt bir şekilde ölçmek yerine, en az 5 parametreden CH₄ (14) veya CO₂ yüzdesi (13), basınç veya debimetre, pH metre, ORP sensörü ve EC sensörü) bir makine öğrenimi modeli ile uçucu yağ asitleri parametresinin tahmin edilmesidir.

- 20 Buluşun bir diğer amacı, Ürün olarak geliştirilecek soft sensörün, düşük maliyetli ve anlık ölçüme uygun pH, ORP (redoks potansiyeli), EC (elektriksel iletkenlik), gaz basıncı ve CO₂ gibi sensörlerden oluşacak ve bu sensörler ile online olarak ölçülecek verileri makine öğrenimi ile geliştirilecek bir model yardımıyla işleyerek toplam UYA değerinin tahmin edilmesidir.

25

- Buluşun bir diğer amacı, geliştirilen soft sensör sayesinde biyogaz tesislerinin uzaktan ve online izlenmesi için düşük maliyetli ve az bakım isteyen bir çözüm sunmaktır. Bu çözüm sayesinde, biyogaz üretiminde UYA birikimi kaynaklı bir sorun olması durumunda erken önlem alınabilecek ve olası ciddi verim kayıplarının önüne geçilebilecektir.
- 30

Çizimler

Yukarıda kısaca özetlenen ve aşağıda daha detaylı ele alınan mevcut buluşun uygulamaları, buluşun ekteki çizimlerde betimlenen örnek uygulamalarına başvurarak anlaşılabilir. Ancak ekteki çizimlerin yalnızca bu buluşun tipik uygulamalarını betimlediğini ve buluş, bu nedenle, diğer eşit derecece etkili uygulamalara izin verebileceği için, kapsamını sınırladığının varsayılmayacağını belirtmek gerekir.

Anlaşılmayı kolaylaştırmak adına, şekillerde ortak olan özdeş elemanları belirtmek için, mümkün hallerde özdeş referans numaraları kullanılmıştır. Şekiller ölçekli çizilmemiştir ve açıklık için basitleştirilebilir. Bir uygulamanın elemanları ve özelliklerinin daha fazla açıklama lüzum olmaksızın diğer uygulamalara faydalı bir biçimde dâhil edilebileceği düşünülmektedir.

Şekil 1: Buluşta yer alan cihazın şematik görünümüdür.

Şekil 2: Buluşta yer alan cihazın çalışma algoritmasıdır.

Çizimlerdeki Detayların Açıklanması

20

Şekillerde gösterilen referans numaralarının karşılıkları aşağıda verilmiştir.

- 1- Mikroişlemci
- 2- Kullanıcı Arayüzü
- 3- Bulut Sistemi
- 25 4- Bilgisayar-Yerel Cihaz
- 5- LCD Ekran
- 6- Güç Ünitesi
- 7- Biogaz
- 8- Biogaz Reaktörü
- 30 9- WAN
- 10-LAN
- 11-WLAN
- 12-Basınç debi

13-CO₂

14-CH₄

15-ORP

16-EC

5

17-PH

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLANMASI

- 10 Bu detaylı açıklamada buluş konusu yapılanmasının tercih edilen alternatifleri, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak ve hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak şekilde açıklanmaktadır.

- Buluş; metan gazının yüzdesini ölçen en az bir adet CH₄ sensörü, Karbondioksit gazının yüzdesini ölçen en az bir adet CO₂ sensörü, PH (17) değerini ölçen en az bir adet pH sensörü, iletkenlik değerini ölçen az bir adet EC sensörü (Electrical conductivity) , çözeltilinin oksitlendirici veya indirgeyici madde olarak işlev görme potansiyelini ölçen en az bir adet ORP sensörü (Oxidation reduction potential), basınç değerini ölçen en az bir adet Basınç sensörü, en az bir adet debimetre, sensör verilerini algılayıp yorumlayan en az bir adet mikroişlemci (1), elde edilen verilerin online platformda canlı takip-anlık olarak takip edildiği arayüz olan ve kullanıcı tarafından kullanılan en az bir adet kullanıcı arayüzü (2), online ölçülen ve tahmin edilen tüm verilerin üzerine kayıt edildiği en az bir adet bulut sistemi (3), en az bir adet bilgisayar yerel cihaz (4), Biyogaz tesisi gerçek zamanlı izlemek için görsel izlemeyi sağlayan en az bir adet LCD ekran (5), cihazın gerekli olan enerjisini sağlayan en az bir adet güç ünitesi (6) LAN (yerel alan ağ) (10) veya WLAN (kablosuz yerel alan ağ) (11), WAN (internet) (9) içeren sistemle ilgilidir.

Geliştirilecek buluşun online platformda izlenme ve uygulanma yöntemi,

30

- 1- **Online izleme özelliği:** pH (17), ORP (15), İletkenlik (EC) (16), gaz basıncı veya debisi, üretilen biyogazın içindeki CH₄ (14) veya CO₂ (13) yüzdesi en az 5 farklı sensör ile anlık olarak takip edilmektedir.

2- **Analiz ve tahmin özelliği:** Online ölçülecek parametrelere ait veriler makine öğrenmesi modeli ile işlenerek belirlenen aralıklarla (örn. 5 dakika) toplam UYA, anaerobik konsantrasyonu, alkalinite ve amonyum azotu konsantrasyonları tahmin edilmektedir.

3- **Uyarı özelliği:** Online ölçülen ve tahmin edilen parametrelerde standart dışı bir değer tespit edildiğinde kullanıcıya bir uyarı mesajı (SMS/E-mail) gönderilecektir.

4- **Kaydetme ve depolama özelliği:** Online ölçülen ve tahmin edilen tüm veriler bulut ortamı (cloud) üzerinde kaydedilecek ve arşivlenecektir. Bu veriler ulaşım izni olan kişiler tarafından istenilen zaman ve yerde internet üzerinden görüntülenebilecektir.

Buluşun çalışma yöntemindeki işlem adımları ve algoritma,

- Sensörlerden veri toplama
- Edge bilişim adımında veri seti üzerinde yapılan bir takım düzeltme, eksik veriyi tamamlama, tekrarlanan verileri kaldırma, dönüştürme, bütünleştirme, temizleme, normalleştirme, boyut indirgeme işlemlerinin gerçekleştirilmesi,
- Hayır ise ham veri bulutta veya lokal servere gönderilmesi,
- Verinin işlenmesi lokal server veya bulutta yapılması,
- Yapay zeka algoritması ile çıktı verilerinin tahmini,
- Verilerin saklanması,
- Kullanıcı arayüzüne iletilmesi işlem adımlarından meydana gelmesidir.

Buluşun çalışma yöntemindeki işlem adımları ve algoritma,

- Sensörlerden veri toplama
- Edge bilişim adımında veriler veri seti üzerinde yapılan bir takım düzeltme, eksik veriyi tamamlama, tekrarlanan verileri kaldırma, dönüştürme, bütünleştirme, temizleme, normalleştirme, boyut indirgeme işlemlerinin gerçekleştirilmesi,

- Evet ise Edge'de veri ön işlenmesi,
- İşlenmiş veri buluta veya lokal servere gönderilmesi,
- Yapay zeka algoritması ile çıktı verilerinin tahmini,
- Verilerin saklanması,
- 5 - Kullanıcı arayüzüne iletilmesi işlem adımlarından meydana gelmesidir.

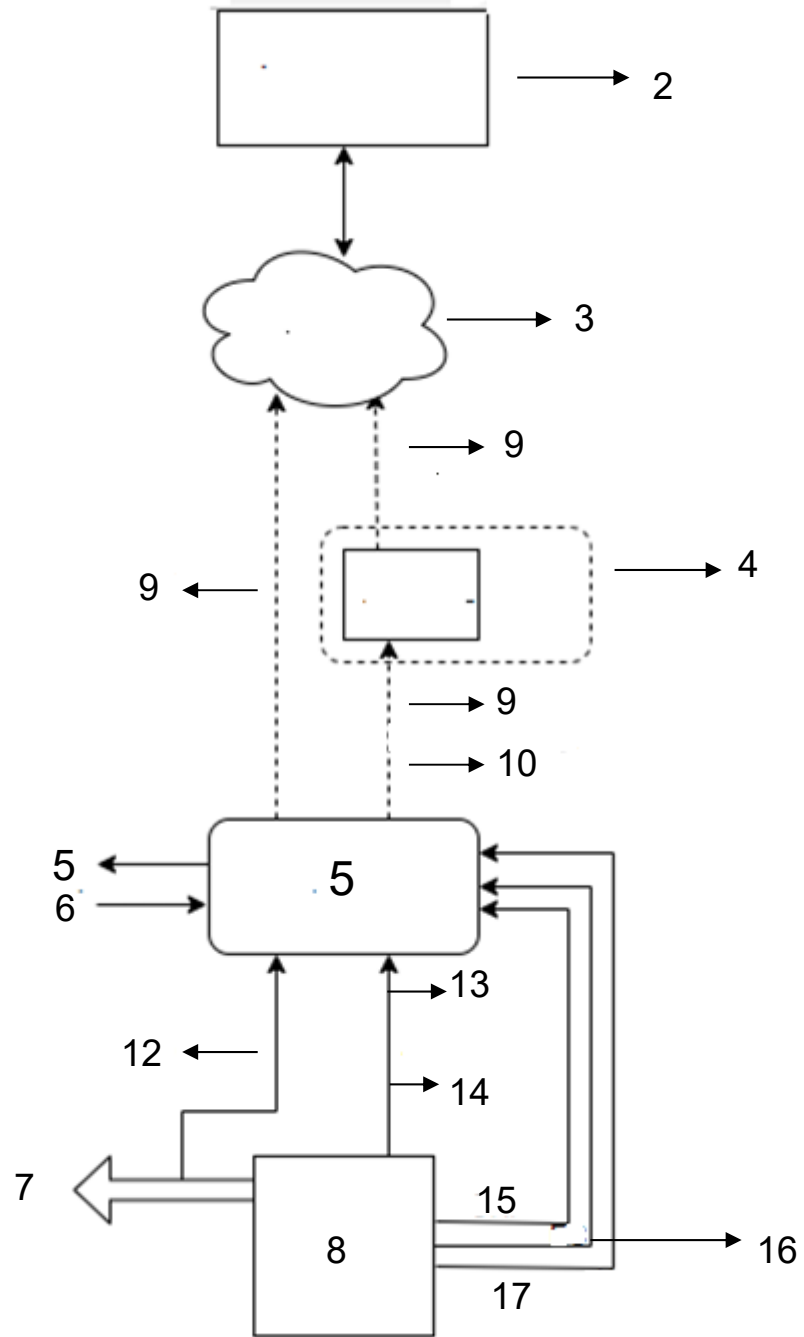
10

15

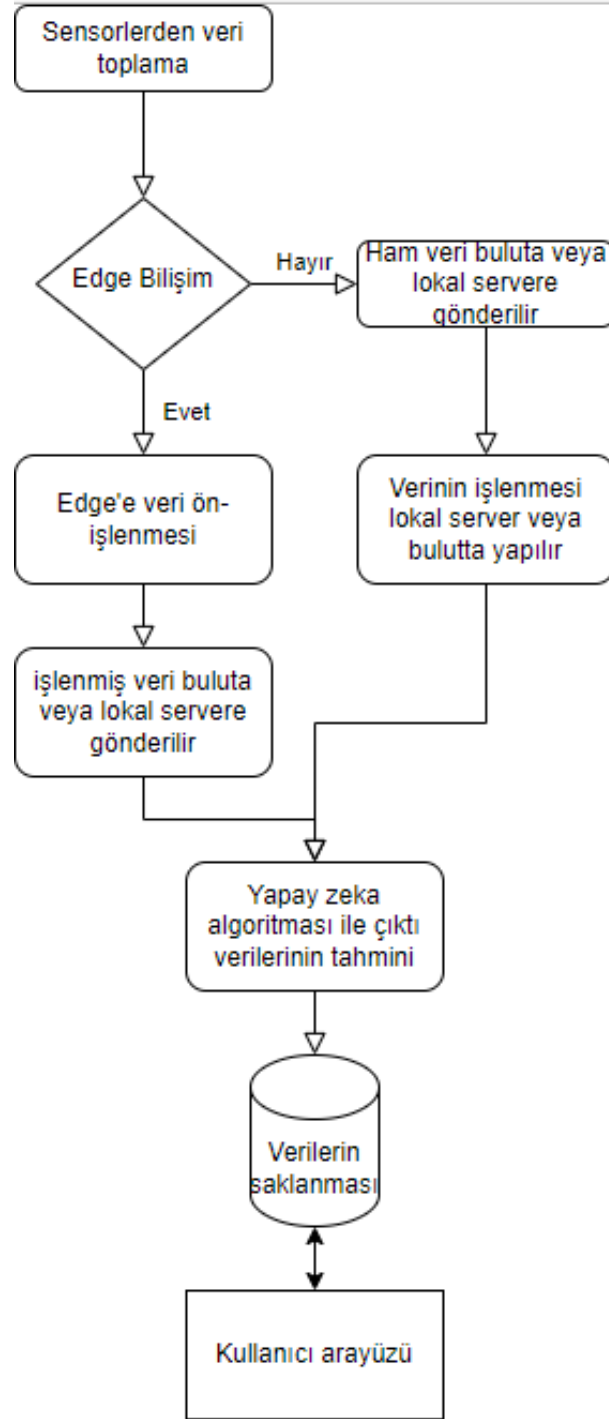
20

25

30



Şekil 1



Şekil 2