

**ÖZET****KOKUNUN GÖRÜNTÜYE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ VE DERİN ÖĞRENME İLE  
KOKU SENSÖRÜ**

5

Bu buluş; kokunun görüntüye dönüştürülmesi ve derin öğrenme ile iki aşamalı tümleşik yapı ile birinci aşamada üretilen optik kimyasal sensörün kimyasal buharlardan etkilendiğinde optik filtre davranışının değişmesi ile bu filtreden geçen ışın spektrumunun değişmesi sayesinde kameraya düşen sensör

10

görüntüsünde şiddet değişiminden kaynaklanan örüntü değişimi, ikinci aşamada görüntü işleme tekniklerini kullanan derin öğrenme algoritmaları ile sensör verilerinin işlenerek uçucu kimyasal buharlarının ve/veya bir şekilde buharlaştırılan kimyasalları kimliklendiren ve konsantrasyonunu tayin eden bir sistem ile ilgilidir.

## İSTEMLER

1. Kokunun görüntüye dönüştürülmesi ve derin öğrenme ile koku sensörü, iki aşamalı tümleşik yapı ile kimyasal buharlardan etkilendiğinde optik filtre davranışının değişmesi sonucu gözenekli silisyum filtreden geçen ışın spektrumunun değişmesi sayesinde kameraya düşen sensör görüntüsünde şiddet değişiminden kaynaklanan örüntü değişiminin görüntü işleme tekniklerini kullanan derin öğrenme algoritmaları ile sensör verilerinin işlenerek uçucu kimyasal buharlarının ve/veya bir şekilde buharlaştırılan kimyasalları kimliklendirilip ve konsantrasyonunu tayin eden bir sistem olup, **özelliği**; sistemin
  - i. Optik yolu içine alan test hücresi,
  - ii. Kimyasal buharın üretilip seyreltiildiği kısım,
  - iii. Görüntü alıcı kamera,
  - iv. Cihaz kontrolü ve veri toplama için bilgisayar,
  - v. 2 adet solenoid valf,
 bileşenlerinden oluşmasıdır.
  
2. İstem 1'e uygun bir yöntem olup, **özelliği**; ölçüm sisteminin test hücresinin
  - i. Peltier soğutucu,
  - ii. Optik yol,
  - iii. Cam veya borosilikat cam,
  - iv. Isıtma lambası,
  - v. Termal çift,
  - vi. Gözenekli silisyum sensör,
  - vii. Teflon tabaka,
  - viii. Alüminyum tabaka,
  - ix. Fanlı alüminyum soğutucu,
  - x. Optik lens,
  - xi. Işık kaynağı,
  - xii. Bağlantı aparatı,
  - xiii. Termal çift kabloları,
  - xiv. Isıtma lambası kablolarından oluşmuş olmasıdır.

3. İstem 1 ve İstem 2'ye uygun bir yöntem olup, **özelliği**; optik yolu içine alan test hücresi, kimyasal buharın üretilip seyreltiildiği kısım, görüntü alıcı kamera, cihaz kontrolü ve veri toplama için bilgisayar ve 2 adet solenoid valf içeren tümleşik bir sistem olmasıdır.

5

4. İstem 1 ve İstem 2'ye uygun bir yöntem olup, **özelliği**; ışık kaynağı ve kamerayı da içine alan test hücresi ile sensörden video görüntüsü alarak kimyasal buhar kimliklendirmesi ile beraber konsantrasyon miktarını belirlemesidir.

10

5. İstem 2'e uygun bir yöntem olup, **özelliği**; gözenekli silisyum filtreden sayesinde geçen ışın spektrumunun değişmesi ile kameraya düşen sensör görüntüsünde şiddet değişiminden kaynaklanan örüntü değişimi sağlamasıdır.

## TARİFNAME

### KOKUNUN GÖRÜNTÜYE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ VE DERİN ÖĞRENME İLE KOKU SENSÖRÜ

5

#### **Teknik Alan**

Bu buluş; iki aşamalı tümleşik yapı ile birinci aşamada üretilen optik kimyasal sensörün kimyasal buharlardan etkilendiğinde optik filtre davranışının değişmesi ile bu filtreden geçen ışın spektrumunun değişmesi sayesinde kameraya düşen sensör görüntüsünde şiddet değişiminden kaynaklanan örüntü değişimi, ikinci aşamada görüntü işleme tekniklerini kullanan derin öğrenme algoritmaları ile sensör verilerinin işlenerek uçucu kimyasal buharlarının ve/veya bir şekilde buharlaştırılan kimyasalları kimliklendiren ve konsantrasyonunu tayin eden bir sistem ile ilgilidir.

15

#### **Tekniğin Bilinen Durumu**

Koku, burun aracılığıyla hissedilen, genelde çok düşük konsantrasyonlarda havada çözülmüş olarak bulunan kimyasal maddelerden her biridir. Kokuya karakteristik niteliğini veren, moleküller arasındaki farklılıklardır. Aroma ve parfüm gibi konfor alanlarının yanında sanayi, sağlık ve besin gibi doğrudan yaşamı etkileyen alanlarda kimyasal moleküller koku sensörleri ile algılanabilmektedir.

Organik çözücüler, kimya endüstrisinde ve laboratuvarlarda büyük miktarlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Organik çözücülerin çoğu, tehlikeli ve toksik özelliklere sahip organik kimyasallardır. Bu nedenle çok düşük konsantrasyonlarda bile çevre kirliliğine ve insan sağlığına zarar verirler. Örneğin metanol, alkollü içeceklerde yalnızca yüzde birkaç konsantrasyonda körlüğe neden olabilir ve hatta insan yaşamını tehdit edebilir, havada aşırı düzeyde benzene uzun süre maruz kalmak lösemiye ve potansiyel olarak ölümcül bir kan kanserine neden olabilir. Bu nedenle endüstride, tıpta, gıda güvenliğinde ve çevre kontrolünde organik çözücülerin konsantrasyonunu yüksek hassasiyet ve düşük maliyetle belirleme yönteminin bulunması önemlidir. Ayrıca zararlı birçok gaz ya kokusuzdur ya da insan tarafından algılanması oldukça zordur.

Zararlı gazları, organik çözücüleri algılamak endüstri, sağlık ve askeri uygulamalarda gelişen teknolojiyle birlikte daha da önemli hale gelmiştir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda genellikle sensör aktif maddesinin gaz ile etkileşimi sonucunda iletkenliği gibi fiziksel parametrelerinde değişme incelenerek gazın veya kokunun türü ve konsantrasyonu ölçülmeye çalışılmıştır. Bu sensörlerde tepki süresi, seçicilik, hassaslık gibi problemler halen daha çözüm beklemektedir.

Mevcuttaki kimyasal sensörlerin en büyük dezavantajı, kimyasalın kimliklendirilmesi ve konsantrasyonunun aynı anda yapılamamasıdır.

10

Konuya ilişkin olarak tekniğin bilinen durumunda yer alan KR2022135469A sayılı patent dokümanında, sistem, sensör ile gazları tanıyan bir ünite ve derin öğrenme ile tanımlama yapan ve sinir ağları ile kullanarak sınıflandırma yapmakta, görüntüye dönüştürme algoritması mevcut olmayıp hastaneler için dizayn edilmiştir.

15

Teknikte yer alan diğer bir patent dokümanı olan CN111443165B sayılı dokümanda, derin öğrenme tabanlı endüstriyel üretim, medikal, çevre ve güvenlik alanında kokuyu grafiklere dönüştürerek tanımlama yapıldığı belirtilmektedir.

20

Yine teknikte var olan TH18049U sayılı dokümanda, koku sensörünün algısını sinyallere dönüştürerek tanımlama yapılmaktadır.

Tekniğin bilinen durumunda yer alan AU2021100368A4 sayılı patent dokümanında ise, sensörle etkileşime giren tespit edilecek gazın toplanmasını ve buradan ham koku verileri elde edilmesinin ardından evrişimli sinir ağı aracılığı ile sınıflandırma sonuçları bir görüntüleme cihazında gösterilmektedir.

25

Mevcut teknikte yer alan çalışmalar incelendiğinde mevcut gaz sensörü teknolojilerinde gerek sensör aktif malzemelerinin geliştirilmesi gerekse kullanılan mevcut sensör mekanizmalarının sınırlamalarından dolayı yeni nesil sensör geliştirilmesi önemli hale gelmiş ve bu konuda yapılacak yeniliklere yakın gelecekte daha da fazla ihtiyaç duyulacağı anlaşılmaktadır.

30

### **Buluşun Kısa Açıklaması**

Mevcut buluş; yukarıda bahsedilen gereksinimleri karşılayan, tüm dezavantajları ortadan kaldıran ve ilave bazı avantajlar getiren, iki aşamalı tümleşik yapı ile birinci aşamada üretilen optik kimyasal sensörün kimyasal buharlardan etkilendiğinde optik filtre davranışının değişmesi ile bu filtreden geçen ışın spektrumunun değişmesi sayesinde kameraya düşen sensör görüntüsünde şiddet değişiminden kaynaklanan örüntü değişimi, ikinci aşamada görüntü işleme tekniklerini kullanan derin öğrenme algoritmaları ile sensör verilerinin işlenerek uçucu kimyasal buharlarının ve/veya bir şekilde buharlaştırılan kimyasalları kimliklendiren ve konsantrasyonunu tayin eden bir sistem ile ilgilidir.

Buluşun öncelikli amacı; üretilen optik kimyasal sensörün kimyasal buharlardan etkilendiğinde optik filtre davranışının değişmesi ile bu filtreden geçen ışın spektrumunun değişmesi sayesinde kameraya düşen sensör görüntüsünde şiddet değişiminden kaynaklanan örüntü değişimidir.

Buluşun bir diğer amacı; görüntü işleme tekniklerini kullanan derin öğrenme algoritmalarının makine öğrenmesinde daha etkili oluşundan kaynaklanan sensör verisinin işlenmesidir.

Buluşun bir diğer amacı; uçucu kimyasal buharlarının ya da bir şekilde buharlaştırılan kimyasalların kimliklendirilmesini ve konsantrasyonunu çok yüksek duyarlılıkla tayin etmektir.

Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen detaylı açıklama sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır. Bu nedenle değerlendirmenin de bu detaylı açıklama göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir.

### **30 Buluşun Detaylı Açıklaması**

Bu detaylı açıklamada, kokunun görüntüye dönüştürülmesi ve derin öğrenme ile koku sensörü konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik olarak ve hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak şekilde açıklanmaktadır.

Buluş, birinci aşamada üretilen optik kimyasal sensörün kimyasal buharlardan etkilendiğinde optik filtre davranışının değişmesi ile bu filtreden geçen ışın spektrumunun değişmesi sayesinde kameraya düşen sensör görüntüsünde şiddet değişiminden kaynaklanan örüntü değişimi ve ikinci aşamada görüntü işleme tekniklerini kullanan derin öğrenme algoritmaları ile sensör verilerinin işlenerek uçucu kimyasal buharlarının ve/veya bir şekilde buharlaştırılan kimyasalları kimliklendiren ve konsantrasyonunu tayin eden iki aşamalı tümleşik yapısı olan bir sistemdir.

10 Buluş en tercih edilen haliyle, kokunun görüntüye dönüştürülmesi ve derin öğrenme ile koku sensörüdür.

Şekil 1 ile verilen, sensör aktif bölgesi gözenekli silisyum olan, bir ışık kaynağı ve bir kamera ile entegre edilmiş, gözenekli silisyum sensöründen kokunun görüntüye dönüştürülmesi için sistemdir.

Şekil 1 ile verilen sistem;

- i. Optik yolu içine alan test hücresi (3, 5, 6, 7, 8),
- ii. Kimyasal buharın üretilip seyreltiildiği kısım (9, 10, 12, 13, 14),
- 20 iii. Sıcaklık kontrolü (11, 20),
- iv. Görüntü alıcı kamera (2, 4),
- v. Cihaz kontrolü ve veri toplama için bilgisayar (1)
- vi. 2 adet solenoid valf (14)

bileşenlerinden oluşmaktadır.

25

Şekil 1 ile verilen sistemin numaralandırılan bölümleri ayrıntılı olarak:

1. Bütün cihazların kontrolü için kullanılan kontrolcü bilgisayar (PC).
2. Sensörden görüntü almak için kullanılan kamera (Görünür bölge, infrared, kısa dalgaboyu kızıl ötesi, vd).
- 30 3. Kamera lensi ve soğutucu blok.
4. Kamera soğutucusu (Fanlı alüminyum blok).
5. Optik yol (Sensör hücresi ile kamerayı birbirine bağlar. İçeri ortam ışığının girmesini engeller ve sensör görüntüsünün kamerada net olarak oluşmasını sağlar).

6. Sensör hücresi soğutucusu (Peltier soğutucusu, Fanlı, Alüminyum blok).
7. Sensör ölçüm hücresi (İç kısmı teflon dış kısmı alüminyum, kontrollü buhar giriş çıkışlı, ısıtma lambası ve termal çift bulunan hazne).
8. Işık kaynağı (Görünür bölge veya kızılaltı bölgede ışık çıkaran kaynaklar, aydınlatıcılar, lazer ve LED kaynaklar).
9. Kimyasalın bulunduğu hazne (Cam veya borosilica cam, ölçülmek istenen kimyasal sıvı akış kontrolcüsüne bu hazneye gönderilen gazın basıncı ile itilir).
10. Sıvı akış kontrol ünitesi (Test hücresine gönderilmek istenen kimyasal bu ünite ile kontrol edilir).
11. Sıcaklık kontrol ünitesi (Adım kontrol cihazı, bu ünite ile sensör ölçümünün yapılacağı hücrenin iç sıcaklığı istenen sıcaklıkta sabit tutulur).
12. Kimyasalın buhar elde etme sistemi (Ölçüm hücresine gönderilmek istenen buhar burada buharlaştırılır ve seyreltilir).
13. Gaz akış kontrol üniteleri (Seyreltici ve süpürücü gazlar bu ünitelerle kontrol edilir).
14. Solenoid valfler (Hazırlanan kimyasal bu valfler aracılığıyla test hücresine yönlendirilir).
15. Güç kaynağı (Işık kaynağı, kamera, sıcaklık kontrol cihazı, sıvı akış kontrol cihazı, gaz akış kontrol cihazları, buharlaştırıcı, solenoid valfler için enerji sağlar).
16. Gaz taşıyıcı borular (6mm paslanmaz çelik boru).
17. Enerji taşıyıcı kablolar (Kamera ve ışık kaynağı için).
18. Kontrol cihazları ve PC arasında iletişimi sağlayan kablolar.
19. Peltier soğutucu, lamba ve termal çift ile sıcaklık kontrol cihazı arasında iletişimi sağlayan kablolar.
20. Sıvı taşıyıcı borular (6mm paslanmaz çelik boru),  
şeklindedir.
- 30 Şekil 2 ile verilen; ölçüm sisteminin, kamera, ışık kaynağı ve test hücresinden oluşan kısmının detay görüntüsüdür. Şekil 2 ile (A) kamera, ışık kaynağı ve test hücresinden oluşan kısmın sağ görünümü, (B) kamera, ışık kaynağı ve test hücresinden oluşan kısmın sol görünümü, (C) test hücresi kısmının iç kısmı verilmiştir.

Şekil 2 (C) ile verilen ölçüm sistemi ayrıntılı olarak:

1. Peltier soğutucu (Test hücresinin soğutulması için kullanılır).
  2. Optik yol (Sensör görüntüsünün kameraya istenen ölçekte düşürülmesi için kullanılır. Ayrıca kameraya dışarıdan ışık girişini engeller. Alüminyumdan üretilmiştir.)
  3. Cam veya borosilikat cam (Kimyasal buharın test hücresinden kameraya geçmesini engellemek için kullanılır).
  4. Isıtma lambası (Sensör yüzeyinin istenen sıcaklığa ulaştırılıp kimyasal buharın sensörden uzaklaştırılması için kullanılır).
  5. Termal çift (Test hücresinin sıcaklığının izlenmesinde ve kontrolünde kullanılır).
  6. Gözenekli silisyumun yerleştirildiği konum (Fabrikasyonu yapılan gözenekli silisyum buraya yerleştirilir.).
  7. Teflon tabaka (Test hücresinin iç yüzeyini oluşturan tabaka).
  8. Alüminyum tabaka (Test hücresinin dış yüzeyini oluşturan tabaka).
  9. Fanlı alüminyum soğutucu (Peltierde oluşan sıcaklığı uzaklaştırmak için kullanılır).
  10. Cam veya borosilikat cam (Kimyasal buharın test hücresinden ışık kaynağına geçmesini engellemek için kullanılır).
  11. Optik lens (ışık kaynağının ışığının gözenekli silisyuma odaklanması için kullanılır).
  12. Işık kaynağı (Gözenekli silisyum yüzeyinin aydınlatılmasında kullanılır).
  13. Bağlantı aparatı (Işık kaynağı ve test hücresini birbirine bağlar).
  14. Termal çift kabloları.
  15. Isıtma lambası kabloları,
- şeklindedir.

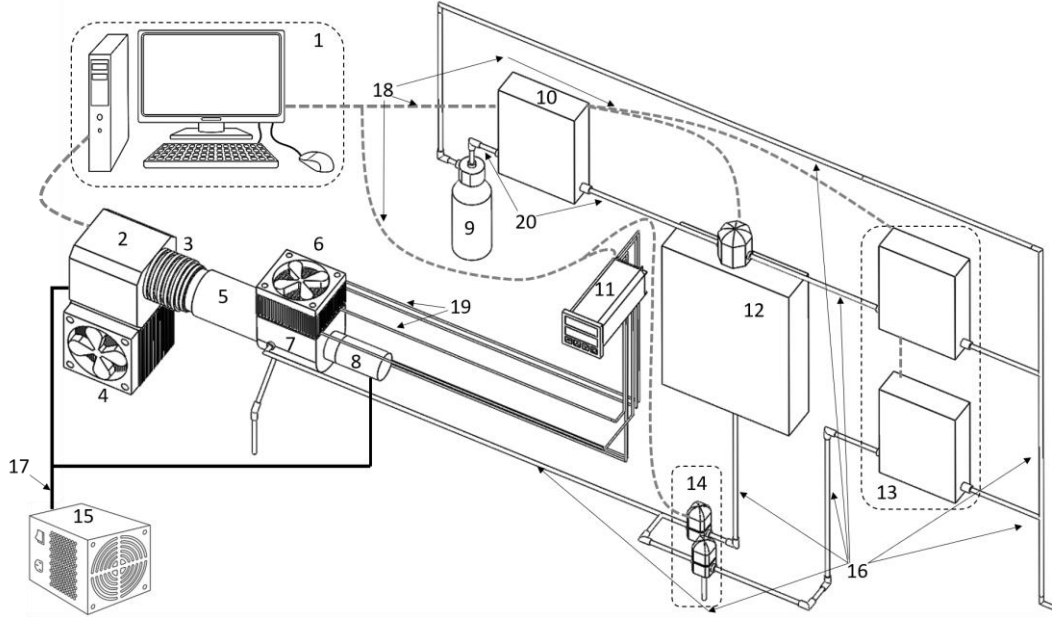
Üstten ışık kaynağı ile aydınlatılan 1cmx1cm boyutlarındaki gözenekli silisyumdan geçen ışınlar alttaki kamerada bir görüntü oluşturup, ışık kaynağından gelip kameraya ulaşan ışınlar gözenekli silisyumdan dolayı kamerada çok büyük bir sayıda pikselden oluşan bir görüntü oluşturmaktadır. Kokuya maruz kaldığında gözenekler koku ve/veya gaz ile kısmen ya da tamamen dolduğu için etkin kırılma indisi değiştiği için kameraya düşen

görüntüde değişmektedir. Kamerada oluşan görüntü koku ve/veya gazın cinsine, konsantrasyonuna ve hatta gözenekli silisyuma geliş yönüne göre farklılık göstermektedir. Kameradan elde edilen video görüntüleri kullanılarak derin öğrenme algoritmaları koku ve/veya gazın cinsi ve konsantrasyonu aynı anda 5 milyonlarca pikselden elde edilen görüntü kullanıldığı için çok kısa bir zamanda ve hassasiyette tespit edilir.

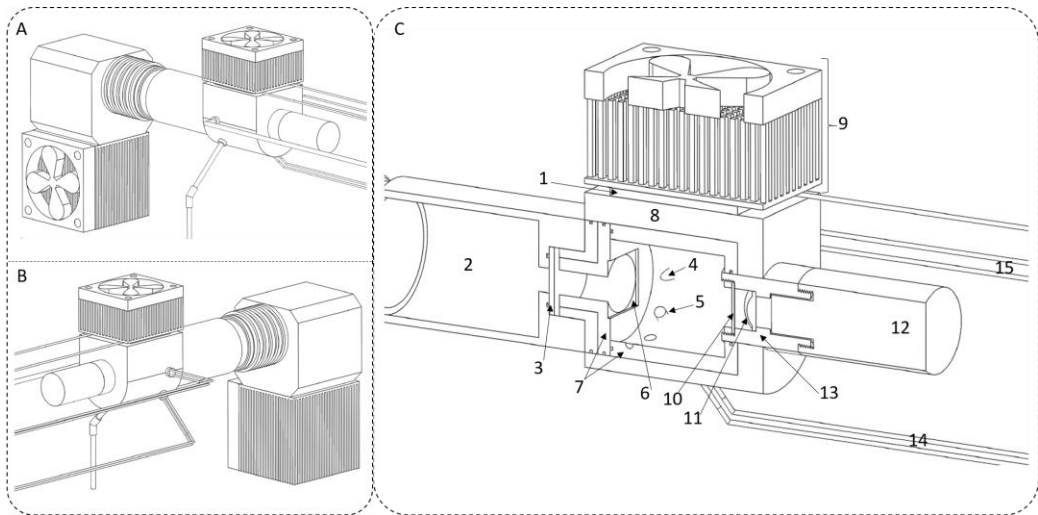
Çalışma tekniği olarak, gözenekli silisyum sensör, test hücreinde Şekil 2 (C) ile verilen 6 numaralı bölgeye yerleştirilip, ışık kaynağından çıkan ışık sensör 10 yüzeyine düşürülüp, sensörden geçen ışık kameraya ulaşarak görüntü elde edilir. Test hücresi sensör yüzeyindeki sıcaklık Şekil 1 ile verilen 11 numaralı ve Şekil 2 (C) ile verilen 4 ve 5 numara ile gösterilen elemanlar ile istenen sıcaklığa gelene kadar ısıtıldıktan sonra Şekil 1 ile verilen 11 numaralı ve Şekil 2 (C) ile verilen 1 ve 9 numara ile gösterilen elemanlar ile test hücrelerini sıcaklığının oda sıcaklığına 15 düşmesi sağlanırken, test hücrelerine Şekil 1 ile verilen 13 numaralı gaz akış kontrol üniteleri ile sabit akışta Azot gazı gönderilir ve sıcaklık sabitlendikten sonra kamera kaydı başlatılır. Kamera kaydının ilk 120 saniyesi boyunca sensör azot gazına maruz bırakıldıktan sonra Şekil 1 ile verilen 9,10,12,13 numaralar ile gösterilen bileşenlerle elde edilen kimyasal buhar test hücrelerine gönderilirken 20 120 saniye boyunca sensörün kimyasal buhar altındaki videosu alınır. Daha sonra buhar kesilir ve test hücrelerine azot akışı yapılır ve 120s boyunca sensörün azot altındaki videosu alınarak sensörün kamera da oluşturduğu görüntünün videosu azot ortamında ve kimyasal buhar altında toplanır ve sensörün gözenekli yapısından ötürü sahip olduğu özellik nedeniyle kimyasal buhar altında kamerada 25 oluşturduğu görüntü ile azot gazı altında oluşturduğu görüntü farkı görüntü işleme ve yapay zeka metotları ile ayrılarak koku ve/veya gazın kimliklendirilmesi yapılarak hem de konsantrasyonu belirlenmiş olur.

Tüm bu özelliklere sahip kokunun görüntüye dönüştürülmesi ve derin öğrenme ile 30 koku sensörü ile buluşa konu olan koku ve/veya gazın cinsi ve konsantrasyonu görüntüye dönüştürülerek çok kısa bir zamanda ve hassasiyette tespit edilmiş ve bu işleme özgü mevcut problemler de elimine edilmiş olacaktır.

Buluş konusu sensörle buluş konusu alanda zararlı gazlar ve organik çözücülerini algılamak endüstri, sağlık ve askeri uygulamalarda iyileştirme sağlamaktadır.



Şekil 1



Şekil 2