

## OZET

### GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİ İÇİN OTONOM FOTOVOLTAİK PANEL YÜZEY TEMİZLEME ROBOTU

5

Buluş güneş enerji santrallerinde(GES) enerji üretmek amaçlı kullanılan fotovoltaik panellerin yüzeylerinde zamanla oluşan kir, toz ve atık maddelerin temizlenmesini sağlayan bir robottur, mikrodenetleyici tabanlı ve otonom olarak çalışma özelliğindedir. Robot panel dizilerinin üzerinde yatay ekseninde hareket edebilmekte olup, temizleme fırçası, basınçlı hava borusu, kızılötesi engel sensörleri, kontrol kartı, kontrol butonları, LCD ekran, 10Wp gücünde güneş paneli ve 12VDC aküden oluşmaktadır. Robot kolayca taşınabilmesi için üzerinde tutma kulpları olup, güneş enerji santrallerinde enerji üretmek amaçlı kullanılan ve ortam koşulları ile zamanla kirlenen fotovoltaik panellerin yüzeylerini otonom olarak belirli periyotlarla temizleyebilen bir robotik temizleme sistemidir. Böylece günümüzde gittikçe yaygınlaşmakta olan güneş enerji santrallerinde fotovoltaik panellerin temizlenmesi için bakım ekipleri veya herhangi bir operatör gerektirmeyen, daha sık periyotlarla otonom olarak temizleme işlemini gerçekleştiren bu robot, sektörde talep edilen bir ürün olma potansiyeline ve kapasitesine sahiptir.

20

## İSTEMLER

- 1) Buluş, güneş enerji santralleri için otonom fotovoltaik(PV) panel yüzey temizleme robotu olup özelliği, güneş enerji santrallerindeki fotovoltaik panel dizilerinin yüzeyinde oluşan kir, toz ve atık maddelerin temizlenmesini sağlayan, panel dizilerinin üzerinde yatay eksende hareket eden, otonom olarak çalışan bir temizleme sistemi olması ve üzerinde, DC motorların(8), temizleme işlemini gerçekleştiren silindirik makine fırçasının(9), robotun ilerlemesini sağlayan tekerlerin(11), fırçanın dönme hareketini kolaştıran rulmanın(12), robotun enerji beslemesini sağlayan bataryasının(13), kızılötesi engel algılama sensörleri(7), kendi bataryasını şarj eden güneş paneli(1), mikrodenetleyicili kontrol kartı, motor sürücü kartları(15), LCD ekranı(6), aç-kapa butonu(3), sağa git butonu(4), sola git butonu(2), acil stop butonu(5), nozzle uçlara sahip basınçlı hava borusu(10) ve yağmur sensöründen(16) oluşmasıdır.
- 2) İstem 1’de bahsedilen fotovoltaik(PV) panel temizleme robotu parçalarından olan DC motorlar(8); 120 W gücünde redüktörlü olup özelliği 55 RPM hızında ve 12 VDC çalışma geriliminde olmasıdır.
- 3) İstem 1’de bahsedilen temizleme işlemini gerçekleştiren silindirik makine fırçası(9); panelin cam yüzeyini çizmeyecek şekilde hashas yapıda olup özelliği boyu temizlenen panelin yüzeyi ile aynı boyda olmasıdır.
- 4) İstem 1’de bahsedilen robotun enerji beslemesini sağlayan bataryası(13); 12 VDC 7 Ah kapasitesinde bakımsız tip akü olup özelliği robot üzerinde yer alan güneş panelinden şarj edilmesidir.
- 5) İstem 1’de bahsedilen kızılötesi engel algılama sensörleri(7); robotun her iki alt yanında yer almakta ve panel dizisinin başında ve sonunda konumlandırılan konum bariyerlerini algılamakta olup özelliği algılama mesafesinin sensör üzerinde yer alan bir trimpot aracılığı ile ayarlanabilir olmasıdır.
- 6) İstem 1’de bahsedilen kendi bataryasını şarj eden güneş paneli(1); robot üzerine konumlandırılmış olup özelliği 10 Wp gücünde olmasıdır.
- 7) İstem 1’de bahsedilen motor sürücü kartları(15); DC motorları(8) ve temizleme işlemini gerçekleştiren silindirik makine fırçasının DC motorunu(8) süren, üzerinde yön ve PWM

(Pulse With Modulation) giriş sinyal pinlerine sahip olup özelliği 28 VDC ve 43 A'e kadar sürebilmesidir.

- 35 8) İstem 1'de bahsedilen LCD ekran(6); 4 sütun 20 satırdan oluşup özelliği üzerinde robotun günlük çalışma ve toplamdaki çalışma süreleri ile bataryanın(13) gerilim seviyesini kullanıcıya göstermesidir.
- 9) İstem 1'de bahsedilen aç-kapa butonu(3); sistemin tüm enerjisini sağlayan batarya(13) ile DC motorlar(8) ve mikrodnetleyicili kontrol kartı arasındaki manuel enerji aç-kapa işlevini yerine getirir.
- 40 10) İstem 1'de bahsedilen sağa git butonu(4), robotun kullanıcı tarafından manuel olarak ilk hareketinin panel dizisinde sağ yöne hareket ettirilmesini sağlar.
- 11) İstem 1'de bahsedilen sola git butonu(2), robotun kullanıcı tarafından manuel olarak ilk hareketinin panel dizisinde sol yöne hareket ettirilmesini sağlar.
- 45 12) İstem 1'de bahsedilen acil stop butonu(5); robotun her iki yanında yer almaktadır ve sistemin tüm enerjisini sağlayan batarya(13) ile DC motorlar(8) ve mikrodnetleyicili kontrol kartı arasındaki enerjinin kesilmesi işlevini yerine getirir.
- 13) İstem 1'de bahsedilen nozzle uçlara sahip basınçlı hava borusu(10); robota monte ve panel uzunluğunda olup özelliği silindirik makine fırçası(9) önüne konumlandırılmış ve panel yüzeyine yakın mesafeden basınçlı hava püskürterek toz, kir tabakasının panel yüzeyinden uzaklaştırılmasını sağlamasıdır.
- 50 14) İstem 1'de bahsedilen yağmur sensörü(16); 5 VDC çalışma geriliminde olup yağmur yağdığıında robotun çalışmasını otomatik olarak başlatma özelliğine sahip olup kontrol kartına gerekli başlatma sinyalini gönderir.

## TARİFNAME

### GÜNEŞ ENERJİ SANTRALLERİ İÇİN OTONOM FOTOVOLTAİK PANEL YÜZEY TEMİZLEME ROBOTU

5

#### Buluşun ilgili olduğu teknik alan

Buluş, güneş enerji santrallerinde enerji üretmek amaçlı kullanılan fotovoltaik (PV) panellerden oluşan dizilerin yüzeylerinin temizlenmesini sağlayan otonom temizleme robotu ile ilgilidir.

10

#### Tekniğin bilinen durumu

Fosil kaynaklı yakıtların çevreye olan olumsuz etkileri nedeni ile güneş enerjisi gibi çevre dostu yenilenebilir enerji kaynakları uygulamaları günden güne artmaktadır. Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme işleminde kullanılan temel yöntem fotovoltaik(PV) panellerdir.

15

PV panelleri, barındırdığı silikon hücreler sayesinde üzerine düşen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine çeviren yapılardır. Fotovoltaik prensibine göre çalışan güneş panellerinin üzerine güneş ışığı düştüğünde panel uçlarında doğru akım üretilir. PV paneller, ortam koşullarının elverişli ve yüzeyinin temiz olması durumunda nominal güçlerini üretebilmektedirler.

20

PV panellerinin üzerinde toprak, kum tozu, tarımsal faaliyetler sonucu oluşan toz, kuş pislikleri vb. gibi çeşitli çevresel faktörlere bağlı olarak biriken kir ve toz birikintileri sistemin ürettiği enerjide önemli miktarda kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle panel yüzeylerinin konumladıkları yerin kirlenme sıklığına bağlı olarak belli aralıklarla yüzey temizliğinin yapılması gerekmektedir. Ancak, PV panel dizilerinin temizlenmesi erişilebilirlik, harcanan efor ve zaman kaybı gibi faktörler göz önünde bulundurulduğunda kolay bir işlem değildir.

25

Güneş enerji santralleri(GES)nin ekonomik ömürleri 25 yıl civarında kabul edilmekte ve yapılan finansal analizlerde bu süre göz önünde bulundurulmaktadır. 25 yıl boyunca enerji üretecek bir sistemin güç verimliliğindeki çok küçük değişimlerin katlanmış olarak yıllar içindeki etkisi önemli seviyelere çıkmaktadır.

30

Kirli ve tozlu bir ortamda kurulan ve sürekli açık alanda kalan güneş panellerinde yüzey kirliliği sonucu fotonların emilimi azalacağından verimlilik %35'lere varan oranlarda

azalabilmektedir. Bu durum panellerin yüzeylerini mümkün olduğunca temiz tutmanın önemini vurgulamaktadır.

5 Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli oldukça yüksektir ve ülkemizde güneş enerji santrallerinin(GES) sayısı gittikçe artmaktadır. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre, lisanssız elektrik üretim santrallerinin kurulmasıyla birlikte 2016 yıl sonu itibarıyla güneş enerjili santral sayısı 1043 olarak görülürken, bu santrallerin kurulu gücü ise 819,6 MW olup 2 adet lisanslı güneş enerjisi santrali ile birlikte toplam kurulu güç 832,5 MW'a ulaşmıştır. Enerji Bakanlığı'nın 2023 hedeflerine göre ise, en az 3000 MW lisanslı PV santral kurulu gücüne ulaşılacaktır. Bu mevcut durum, ülkemizde güneş enerjisi sektörünün 10 en az 2 kat büyüyeceğini ve yeni GES'lerin kurulacağını göstermektedir.

Gittikçe yaygınlaşan güneş enerjisi santralleri göz önünde bulundurulduğunda, santrallerdeki güneş panellerinin belirli periyotlarla düzenli olarak temizlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. PV panel dizileri için günümüzdeki emek bazlı temizleme metodları, bakım ekipleri tarafından sulu fırçalama şeklinde gerçekleştirilmektedir. Fakat bu durum belli 15 aralıklarla tekrar gerektiren bir işlem olduğu için maliyetli olabilmektedir.

Tasarlanan ve prototip üretimi gerçekleştirilen Fotovoltaik (PV) panel yüzeyi temizleme robotu, GES'lerdeki PV panel dizilerinin yüzeylerinin belirli aralıklarla temizlenmesi ihtiyacını karşılamakta olup, otonom olarak çalışması itibarıyla bu temizleme işlemi için herhangi bir operatör gerektirmemektedir. Bu buluş, ayrı bir hareket platformuna ihtiyaç 20 duymadan, panellerin kendi profillerinin üzerinde yatay olarak hareket edebilmektedir.

Robot, üzerindeki hassas yapıdaki fırça ile panel yüzeyindeki toz, kir ve diğer maddeleri süpürerek temizleyebilmektedir. Aynı zamanda üzerinde yer alan basınçlı hava borusu ile panel yüzeyine yakın mesafeden basınçlı hava püskürterek panel yüzeylerindeki toz, kir ve atık maddeleri yüzeyden uzaklaştırmaktadır.

25 Robotun ileri veya geri hareketi esnasında temizleme fırçasının ilerlenen yönün tersine doğru dönmesi sağlanmaktadır, bu sayede panel yüzeyindeki toz ve kirlerin hep ilerlenen tarafa doğru süpürülmesi sağlanmakta olup, paneller arasındaki herhangi bir birleşme boşluğundan tahliye edilmeleri mümkün olmaktadır. Robot dizi sonlarına geldiğinde tekrar geri yöne dönerek temizleme işlemini tanımlanan tekrar sayısı kadar sürdürmektedir.

30 Buluşa konu robot, susuz temizleme yapmaktadır. GES'lerde bakım ekipleri PV panellerin temizliği için deiyonize edilmiş su kullanmaktadır. Çünkü kireçli su kurduğunda panel yüzeyinde leke bırakmaktadır ve bu lekeler güneş ışığının emilimini azaltmaktadır. Bu buluşta bahsedilen robotun tamamen susuz temizleme yapması, su kaynağı kullanılmasını

gerektirmemesi, suyun deiyonize edilmesi işlemine gerek duyulmaması ve suyun robotla birlikte taşınmasına gereksinim olmaması gibi çeşitli avantajlar barındırmaktadır.

5 Robot üzerinde yer alan yağmur sensörü sayesinde yağmur yağması sırasında temizleme işlemini otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Bu özelliğin sebebi ise yağmur suyunun kireçsiz su olup, kurduğunda panel yüzeylerinde leke bırakmamasıdır. Bu sayede hem yağmur suyunun avantajından yararlanılması hem de daha etkili bir temizleme yapılması işlemi sağlanmaktadır.

10 Tasarlanan bu robot, GES'lerdeki PV panellerin temizlenmesi için sınırlı sayıda bakım ekiplerinin kullandığı forklift türündeki temizleme makinaları ile karşılaştırıldığında, otonom olarak çalışabilmesi itibarıyla daha işlevseldir ve bakım ekiplerine nazaran planlanan takvim dahilinde düzenli olarak temizleme yapabilmesi sayesinde panel yüzeylerinde kir ve toz tabakalarının birikmesini önlemiş olacaktır. Bu buluşun bakım ekipleri tarafından kullanılan temizleme makinalarına göre bir diğer üstünlüğü ise çalışma geriliminin 12VDC olup, çalışması için gerekli enerjiyi kendi üzerindeki güneş paneli vasıtasıyla sağlayabilmesi ve 15 üzerinde bulunan 12VDC 7Ah'lik bakımsız tip bir aküye depolayabilmesidir.

Robotun çalışma gerilimi olan 12VDC besleme gerilimi insan hayatı için herhangi bir risk teşkil etmemektedir. Bununla birlikte hareket eden bir yapı olan bu robot üzerinde, güvenlik amacıyla kullanıcının kolaylıkla ulaşabilmesi için her iki tarafta da acil stop butonları yer almaktadır.

20 Bu robotun çalışma senaryosu, robotun gündüz panel dizisinin başında oluşturulan park yerinde beklemesi ve gece olduğunda kendiliğinden çalışması üzerine programlanmıştır. Bu sayede robotun, gündüz vakti park halindeyken kendini şarj etmesi, santraldeki PV panel dizilerinin üretimde olmadığı gece vaktinde ise temizleme işlemini gerçekleştirmesi sağlanmış olacaktır.

25 Robotun üzerinde yer alan LCD ekran ile kullanıcıya robotun günlük çalışma süresi ve toplam çalışma süreleri bilgi amaçlı sunulmaktadır. Ayrıca bu bilgiler, robot üzerindeki bluetooth modülü ile android cihazlara da aktarılabilir. Buluşta bahsedilen robotun kendi kendini şarj etmesi, bir operatörden bağımsız yani otonom olarak çalışması, kullanıcıya çalışması ile ilgili bilgiler vermesi gibi özelliklere sahip olması, günümüzde Endüstri 4.0 30 döneminin gittikçe yaygınlaşan uygulamalarına bir örnek teşkil etmektedir.

Robotun kontrol birimi, üzerinde bir PIC denetleyici bulunan bir PCB kontrol devre kartı ve harici motor sürücü kartları ile oluşturulmuştur. Bu kontrol birimi, robotun her iki yanında bulunan cisim yansımali kızılötesi sensörler ile dizinin sonlarına ulaştığını

algılayabilmektedir. Robotun kontrol biriminin olası tozlanma ve yağmur etkilerinden korunması için IP65 standartlarında bir buatin içinde muhafazası sağlanmıştır.

5 Robot 210x50cm ebatlarında 3mm kalınlığında alüminyum sac malzemedan oluşturulmuş gövdeye sahip olup, üzerinde 12VDC çalışma gerilimi ve 55RPM hıza sahip 120W gücünde redüktörlü DC motorların(8), temizleme işlemini gerçekleştiren 160 cm uzunluğunda hassas kıl yapısına sahip silindirik makine fırçası(9), PFT204 rulman(12), üzerinde nozzle uçlar bulunan basınçlı hava borusu(10), 12VDC 7Ah kapasiteli robotun enerji beslemesini sağlayan batarya(13), kızılötesi engel algılama sensörleri(7), yağmur sensörü(16), 10Wp gücünde güneş paneli(1), üzerinde PIC18F4431 mikrodenetleyici ve bağlantı klemenslerinin 10 bulunduğu mikrodenetleyicili kontrol kartı(Şekil 3), motor sürücü kartları(8), 20 satır ve 4 sütundan oluşan LCD ekran(6), aç-kapa butonu(3), sağa git butonu(4), sola git butonu(2), acil stop butonları(5) ve kontrol kartını muhafaza eden IP65 standartlarında bir buat(14) ve bağlantılar için kullanılan kablo, kablo yüzüğü ve kablo kanallarından oluşmaktadır.

15 Buluşta bahsedilen robot, 250Wp gücündeki panellerden oluşan diziyi(1650x992 mm) temizleyebilen prototip bir üründür. Dizi üzerinde yatay zeminde hareket etme becerisine sahip olan bu robotun farklı panel dizilimlerine uyum sağlayabilecek şekilde tasarlanması mümkündür.

Robot, üzerinde bulunan sağa git butonu(4) ve sola git butonu(2) vasıtasıyla kullanıcı tarafından doğrudan çalışabilmektedir. Ayrıca kızılötesi engel algılama sensörleri(7) ile dizi 20 sonlarına ulaştığını algılamakta, robotun yavaşlayıp, durup tekrar geri yönde harekete başlaması sağlanmaktadır. Robotun PV panel dizisi üzerinde hassas bir şekilde harekete başlaması ve hızlanması, hassas bir şekilde yavaşlaması ve durması için DC motorların(8) PWM metoduyla sürülmesi sağlanmıştır.

25 PWM metodu, Pulse Width Modulation (Darbe Genişlik Modülasyonu) olup, çıkış sinyalinin birim zamana göre ayarlanabilir bir şekilde aktif ve pasif olması olarak tanımlanabilir. Bu yöntem sayesinde DC motorların(8) farklı hızlarda sürülmesi, zamanla hızlanması, yavaşlaması ve farklı senaryoları gerçekleştirmesi sağlanmaktadır.

30 Robotun üzerinde yer alan 10Wp gücündeki PV panel(7), 12VDC 7Ah kapasiteye sahip bataryayı(13) şarj etmektedir. Bu sayede robotun çalışması için gerekli enerji, dışarıdan herhangi bir besleme ve operatör müdahalesi olmaksızın elde edilmektedir.

Robotun kontrolünü ve çalışmasını sağlayan parça ise mikrodenetleyicili kontrol kartıdır(8). Mikrodenetleyicili kontrol kartı(Şekil 3), üzerinde PIC18F4431 adlı denetleyici ve bağlantı klemenslerinden oluşmaktadır. Mikrodenetleyicili kontrol kartının(Şekil 3) çalışma gerilimi 5VDC'dir. Bu gerilim, kontrol kartı(Şekil 3) üzerinde yer alan 7805 adlı sabit gerilim

regülatörü entegresi tarafından sağlanmıştır. Bu sabit gerilim regülatörü robotun tüm enerjisini sağlayan 12VDC 7Ah kapasiteli batarya(13) tarafından sağlanan 12VDC'lik gerilimi, 5VDC gerilime sabitlemektedir.

5 Robotun hareketini ve silindirik makine fırçası(9)'nın kontrolünü sağlayan DC motorların(8) sürülmesini sağlayan motor sürücü kartları(15), DC motorların(8) sürülmesi için gerekli olan 12VDC gerilimi doğrudan robot üzerindeki 12VDC 7Ah kapasiteye sahip bataryadan(13) 'den sağlamaktadır. Motor sürücü kartları(15), DC motorları(8) ve temizleme işlemini gerçekleştiren silindirik makine fırçasını(9) sürebilmek için gerekli PWM sinyallerini ise mikrodenetleyicili kontrol kartı(Şekil 3) üzerindeki PIC18F4431 adlı denetleyiciden 10 almaktadır.

Bu buluşta bahsedilen PV panel yüzeyi temizleme robotu, PV panel dizisi üzerinde, dizi boyunca 3 tur atarak temizleme işlemini gerçekleştirdikten sonra dizinin başındaki park yerine döndüğünde, temizleme işlemini gerçekleştiren silindirik makine fırçasını(9) belirli sürelerle sağa ve sola döndürerek, park yerinde monte edilmiş harici bir temizleme profiline 15 sürmesi sağlanır. Bu işlemin amacı, robotun üzerindeki silindirik makine fırçası(9) üzerinde biriken tozların atılmasını sağlamaktır. Robot için temizleme modu olarak adlandırılan bu işlem, robotun silindirik makine fırçasının(9) 5 saniye sürelerle 3 kez sağ ve 3 kez sola dönmesiyle tamamlanmaktadır.

Robot üzerindeki yağmur sensörü(16) sayesinde, yağmur esnasında direkt olarak çalışarak 20 temizleme işlemine başlamaktadır. Bu sayede yağmur suyunun kurduğunda panellerin cam yüzeylerinde iz bırakmaması özelliğinden faydalanılmış olmaktadır.

Robotun en önemli özelliklerinden biri olarak, üzerideki basınçlı hava borusu(10) ile yakın mesafeden basınçlı hava püskürtülerek panel yüzeyine hiçbir temas olmaksızın toz ve kirlerin uzaklaştırılmasıdır. Bu özelliğin getirdiği en büyük avantaj, daha efektif bir 25 temizleme işlemi olmasının yanında, panel yüzeyine temas olmaması itibarıyla panellerin cam yüzeylerinde herhangi bir çizilme oluşması riskini ortadan kaldırmasıdır.

Bu robot üzerinde bulunan LCD ekran(6) ile kullanıcıya robotun günlük çalışma süresinin ve toplam çalışma sürelerinin bilgi amaçlı olarak sunulması sağlanmaktadır. Ayrıca bu bilgiler robot üzerindeki bir bluetooth modülü ile android cihazlara da bilgi amaçlı olarak 30 aktarılabilmektedir. Bu özellikle birlikte robot, kullanıcıya daha çok hitap eden bir hale getirilmiştir.

## PIC ve Programlanması

Peripheral Interface Controller kelimelerinin baş harfleri ile anılan PIC, Çevresel Arayüz Denetleyicisi anlamına gelmektedir ve çok fonksiyonlu lojik uygulamaların yazılım yoluyla gerçekleştirilmesini sağlayan endüstriyel bir mikrodenetleyicidir. Buluşta bahsedilen mikrodenetleyicili kontrol kartında(Şekil 3) Microchip firmasının PIC18F4431 adlı mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Mikrodenetleyicili kontrol kartında(Şekil 3) bu mikrodenetleyicinin kullanılmasının sebebi, mikrodenetleyicinin CCP1 ve CCP2 adlı pinleri de dahil olmak üzere birbirinden bağımsız 6 adet, toplamda ise 10 adet PWM sinyal üretebilen çıkışlara sahip olmasıdır.

Bu denetleyici ürettiği PWM sinyalleri ile robotun hareketini sağlayan 2 adet DC motoru(8) ve temizleme işlemini gerçekleştiren silindirik makine fırçasını(9) kontrol eden DC motoru(8) motor sürücü kartları(15) vasıtasıyla hassas bir şekilde sürmektedir. Robotun çalışma senaryosu gündüz vakti park yerinde bekleyip şarj olması, santraldeki PV panellerin üretimde olmadığı gece vakti ise temizleme işlemini gerçekleştirmesi, robotun PV panel dizisi üzerinde 3 tur gezdikten sonra park yerine dönüp kendi fırçasını (silindirik makine fırçası(9)) temizleme moduna alıp temizlemesi, gün içinde yağış gözlenmesi durumunda, bunun robot üzerindeki yağmur sensörü(16) vasıtasıyla algılanıp, yağmur sırasında PV panel dizisinin temizlenmesi işleminin gerçekleştirilmesi şeklinde mikrodenetleyicili kontrol kartı(Şekil 3) üzerinde yer alan PIC18F4431 adlı denetleyiciye programlanmıştır.

25

30

## Sekillerin açıklaması

Şekil 1. Robotun görünümü ve dış yüzeyindeki bileşenleri

Şekil 2. Robotun iç kısmında yer alan bileşenleri

5 Şekil 3. Mikrodenetleyicili kontrol kartı

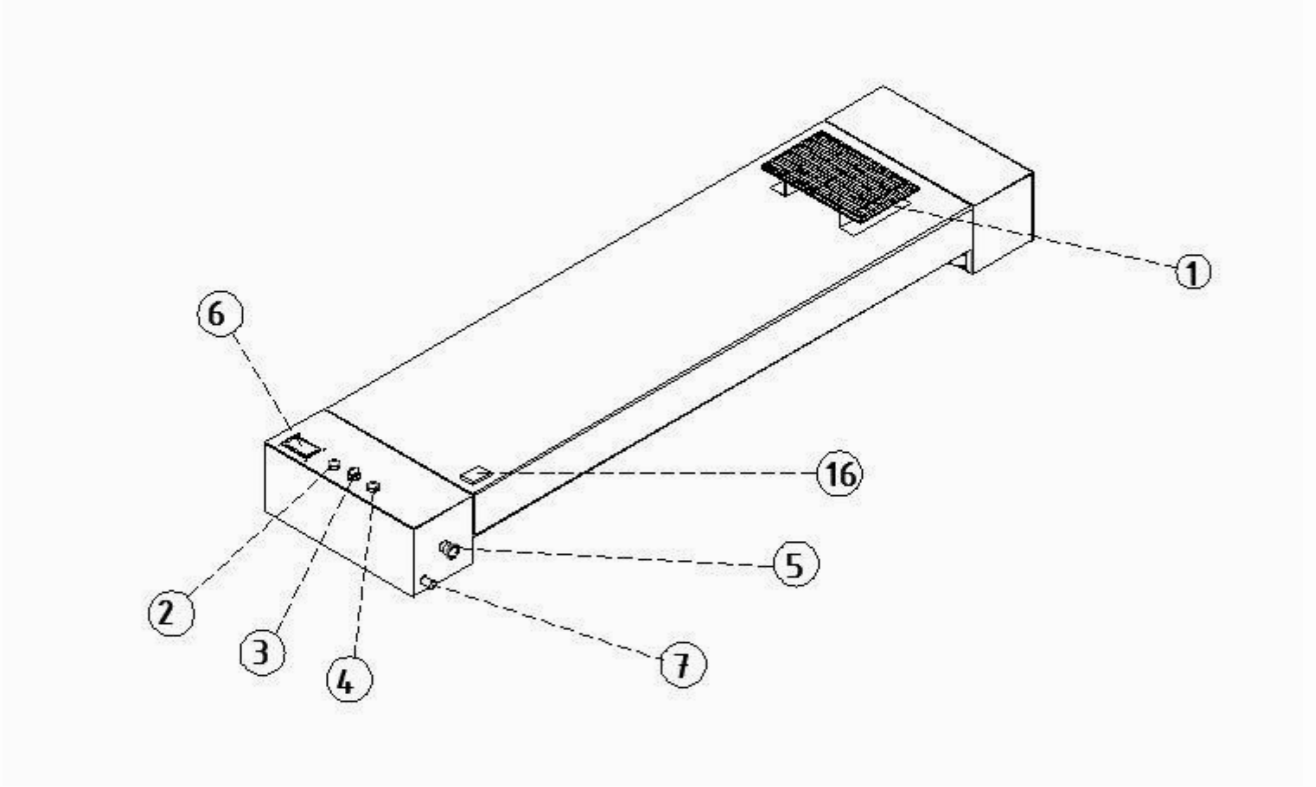
### Şekil 1'deki referansların anlamları

- 1: Kendi bataryasını şarj eden güneş paneli
- 10 2: Sola git butonu
- 3: Aç-kapa butonu
- 4: Sağa git butonu
- 5: Acil stop butonu
- 6: LCD ekran
- 15 7: Kızılötesi engel algılama sensörü

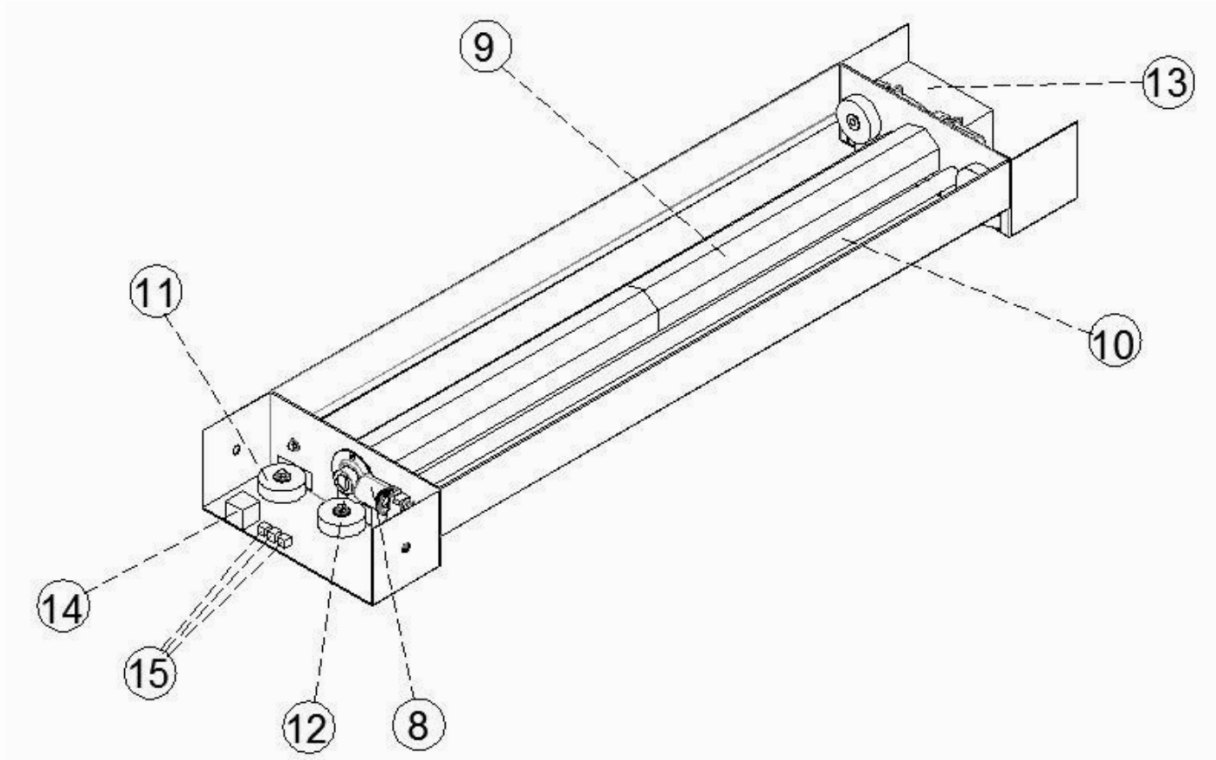
### Şekil 2'deki referansların anlamları

- 8: DC motorlar
- 20 9: Silindirik makine fırçası
- 10: Basınçlı hava borusu
- 11: Kauçuk tekerlek
- 12: Fırçanın dönme hareketini kolaylaştıran rulman
- 13: Robotun enerji beslemesini sağlayan batarya
- 25 14: IP65 kare buat
- 15: Motor sürücü kartları
- 16: Yağmur sensörü

30



Şekil 1



Şekil 2