

# Sürdürülebilir Güneş Enerjisi için Fotovoltaik Panel Temizliği Teknikler ve Trendler

Batuhan Mert LAÇINKAYA

Enerji Sistemleri Mühendisi / AR-GE PYO Koord.

2024

## Webinar Planı

Fotovoltaik Panel Nedir?

Nasıl Enerji Üretir?

Fotovoltaik Panellerde Sürdürülebilir Enerji Üretimi Nasıl Sağlanır

Fotovoltaik Panellerde Kirletici Türleri Nelerdir?

Kirleticilerin Fotovoltaik Panellere Fiziksel Etkileri

Kirleticilerin Fotovoltaik Panellerde Enerji Üretimine Etkileri

Fotovoltaik Panellerin Temizliğinin Önemi

Fotovoltaik Paneller Temizlenirken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Fotovoltaik Panel Temizlik Metotları

Dünya'da Fotovoltaik Panel Temizliği Pazarının Durumu Ve Trendleri

Türkiye' de Fotovoltaik Panel Temizliği Pazarının Durumu Ve Trendleri

Soru / Cevap



# Biz Kimiz?

## 15 Yıllık Deneyim

**ROBSYS ROBOTIC SYSTEMS**, 15 yılı aşkın süredir güneş enerjisi santrali (GES) temizlik robotu alanında faaliyet gösteren, Türkiye'de lider ve Avrupa'da ise en hızlı büyüyen üretici firmadır.

## Amacımız

Güneş enerjisi santrallerinde enerji tasarrufu sağlamak, temizlik maliyetlerini düşürmek ve iş güvenliğini arttırmaktır.

## Vizyonumuz

Faaliyet gösterdiğimiz sektörlerde, geliştirdiği ürünlerle teknolojiye yön veren ve dünyada en çok tercih edilen global bir marka olmak.

## Misyonumuz

Faaliyet gösterdiğimiz sektörlerde, ileri teknoloji ve yüksek kaliteli ürünler geliştirmenin yanında mükemmel satış sonrası hizmetlerimizle, çalışanlarımız, müşterilerimiz ve tedarikçilerimize sürdürülebilir bir gelecek için kusursuz bir partner olmak.

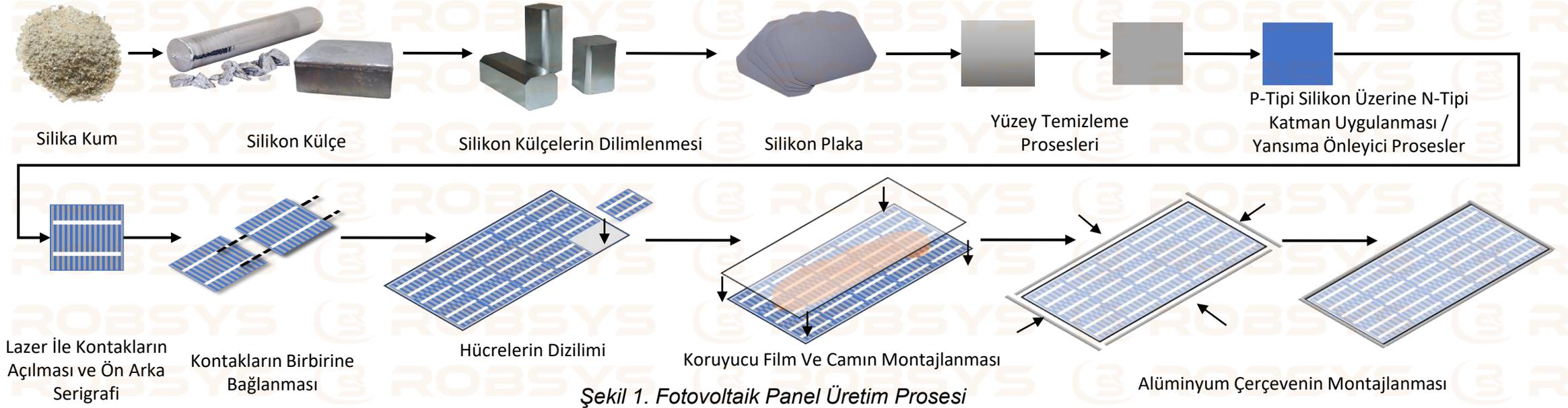


## Fotovoltaik Panel Nedir?



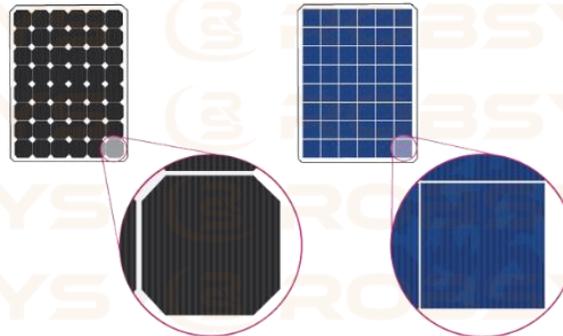
# Fotovoltaik Panel Nedir?

Fotovoltaik paneller, güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Yarı iletken bir malzeme olan silikon plakalar bir dizi işlemden geçerek fotovoltaik hücreleri oluşturur. Fotovoltaik hücreler ise bir araya gelerek fotovoltaik panelleri oluşturur.



Şekil 1. Fotovoltaik Panel Üretim Prosesi

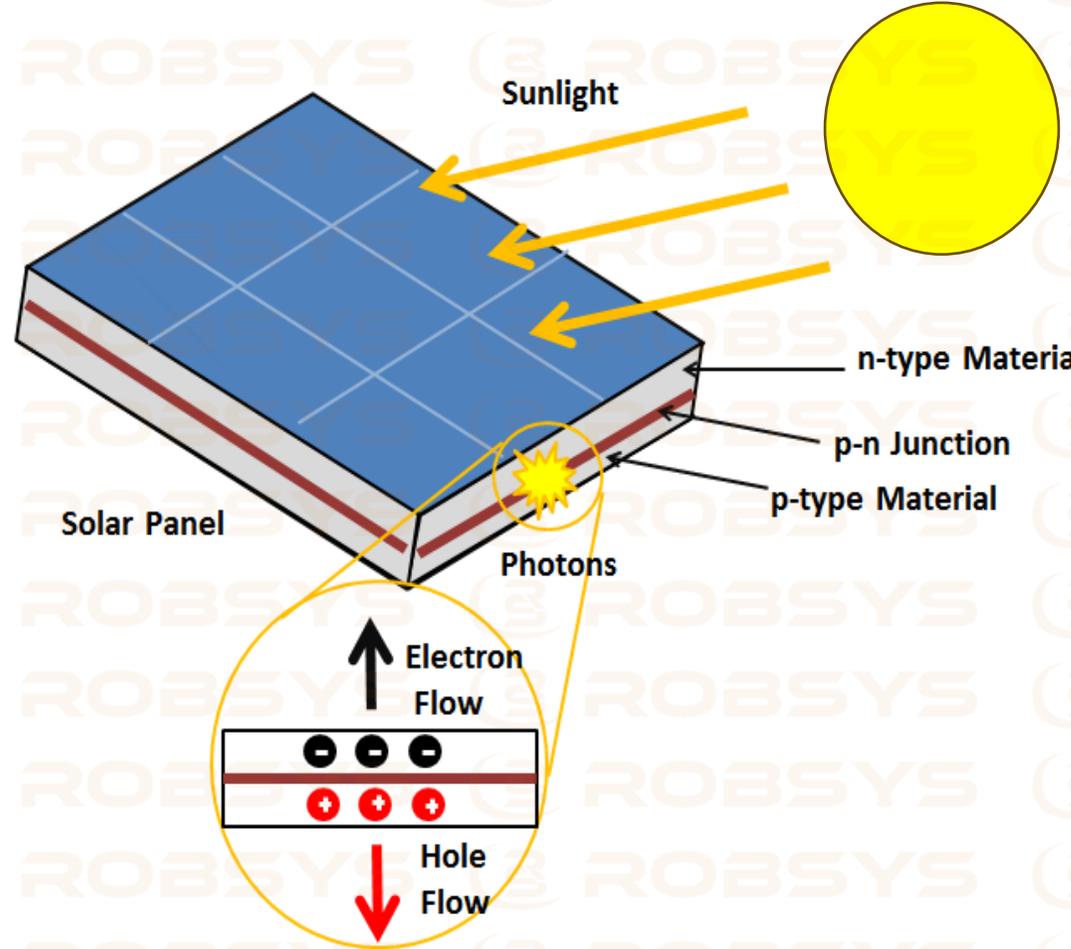
Birçok farklı tipte fotovoltaik panel vardır, ancak en yaygın olanları monokristal ve polikristal fotovoltaik panellerdir.



Şekil 2. Monokristal ve Polikristal fotovoltaik hücre

# Fotovoltaik Panel Nasıl Enerji Üretir?

Fotovoltaik paneller, güneş ışığındaki fotonları elektrik akımına dönüştürür.



Şekil 3. Bir fotovoltaik hücrenin elektrik akımı üretmesi

Fotovoltaik Panellerde  
Sürdürülebilir Enerji Üretimi Nasıl  
Sağlanır



# Fotovoltaik Panellerde Sürdürülebilir Enerji Üretimi Nasıl Sağlanır?

Sürdürülebilir enerji üretimi için fotovoltaik panellerin doğru şekilde kurulması, kullanımı ve bakımı önemlidir.

Sürdürülebilir enerji üretimi için fotovoltaik panellerde yapılması gerekenler:

1. Doğru panel seçimi
2. Doğru kurulum
3. Düzenli bakım
4. Enerji tasarrufu
5. Geri dönüşüm



## Fotovoltaik Panellerde Kirletici Türleri ve Fiziksel Etkileri Nelerdir?



## Fotovoltaik Panellerde Kirletici Türleri Nelerdir?

- 1. Toz ve Kum:** Toz ve kum, panellerin yüzeyini kaplayarak güneş ışığının panele ulaşmasını engeller. Bu durum, panelin verimliliğini önemli ölçüde düşürür.
- 2. Kuş Pisiği:** Kuş pisiği, panellerin yüzeyinde asidik bir tabaka oluşturur. Bu tabaka, panellerin yüzeyini aşındırabilir ve verimliliğini düşürebilir.
- 3. Polen:** Polen, panellerin yüzeyinde yapışkan bir tabaka oluşturur. Bu tabaka, toz ve kum gibi diğer kirleticilerin panele yapışmasını kolaylaştırır.
- 4. Yağmur Lekeleri:** Yağmur lekeleri, panellerin yüzeyinde mineral kalıntıları bırakabilir. Bu kalıntılar, güneş ışığının panele ulaşmasını engelleyebilir.
- 5. Sanayi Kirliliği:** Sanayi tesislerinden çıkan kirleticiler, panellerin yüzeyinde asidik bir tabaka oluşturabilir. Bu tabaka, panellerin yüzeyini aşındırabilir ve verimliliğini düşürebilir.



Şekil 4. Fotovoltaik panellerde kirletici türleri

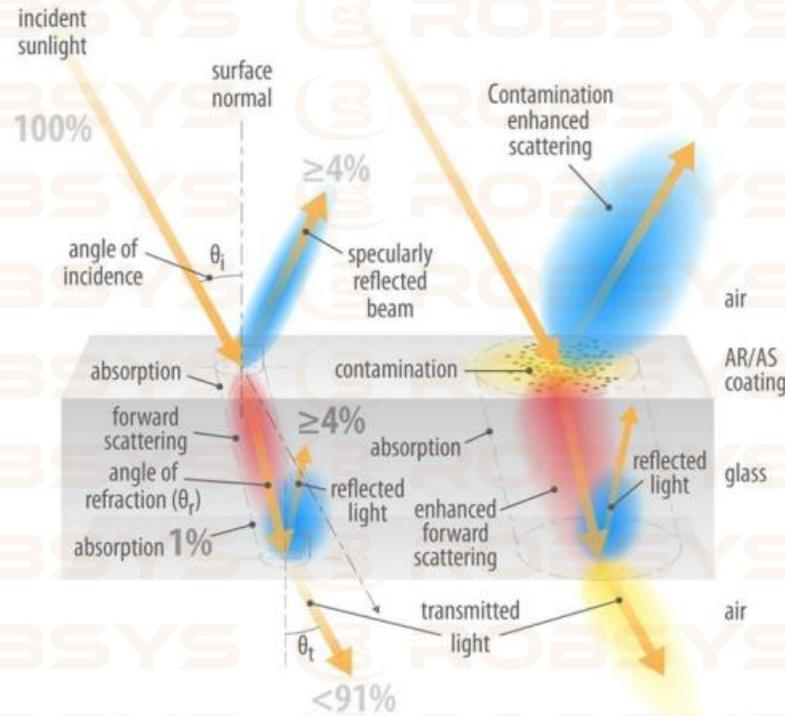
## Fotovoltaik Panellerde Kirletici Türlerinin Fiziksel Etkileri

### Kısa vadede karşılaşılabilecek sorunlar

Kirlilik enerji kaybına neden olan diğer faktörlerin oluşmasına sebep olmaktadır.

**Işık emilimi kaybı:** Kirleticiler, güneş ışığının panellere ulaşmasını engeller.

**Işık yansımaları kaybı :** Kirleticiler, güneş ışığını panellerden geri yansıtır.

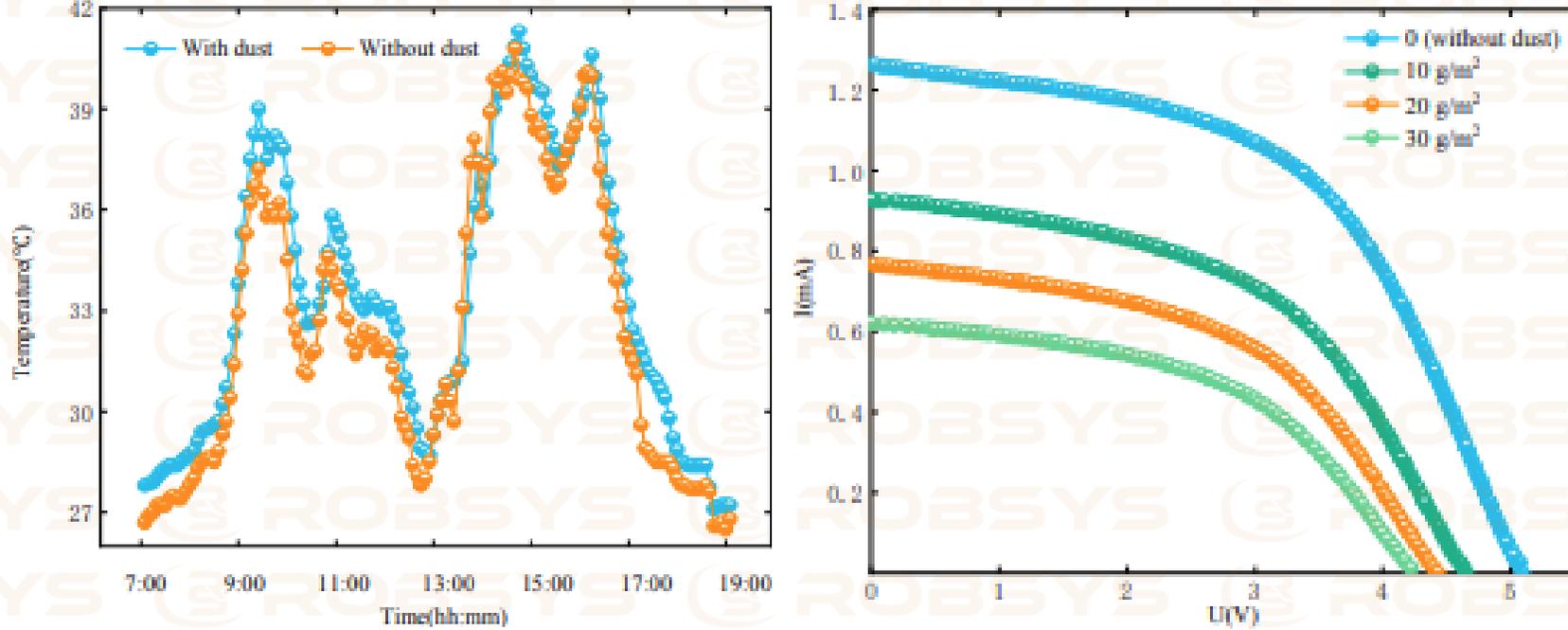


Şekil 5. Temiz güneş paneli ve kirlili güneş panellerinde ışık emilimi [4]

# Fotovoltaik Panellerde Kirletici Türlerinin Fiziksel Etkileri

## Isı transferi kaybı

Toz, PV panelinin soğutma etkisinin zayıflamasına neden olarak PV yüzey sıcaklığının artmasına ve enerji üretim verimliliğinin azalmasına neden olur [1].



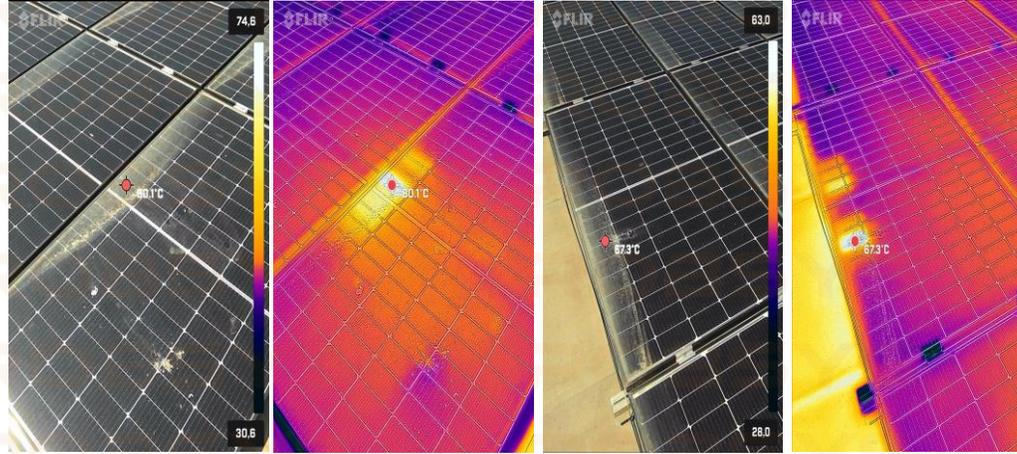
Şekil 6. Kirli ve temiz fotovoltaik panellerde ortalama yüzey sıcaklığı ve toz yoğunluğunun voltaja olan etkisi

## Fotovoltaik Panellerde Kirletici Türlerinin Fiziksel Etkileri

Orta vadede karşılaşılabilecek sorunlar

**Temizlenmeyen kirlerin tabakalaşması:**

Güneş panelleri üzerinde temizlenmeyen kuş pislikleri, sanayi tozları(çimento, seramik, demir cürufu vb.) ve fabrika bacalarından çıkan duman / is gibi kirleticiler uzun süre temizlenmediğinde katılaşarak tabaka oluşturur.



Şekil 7. Uzun süre temizlenmeyen güneş panellerinde tabaka oluşumu

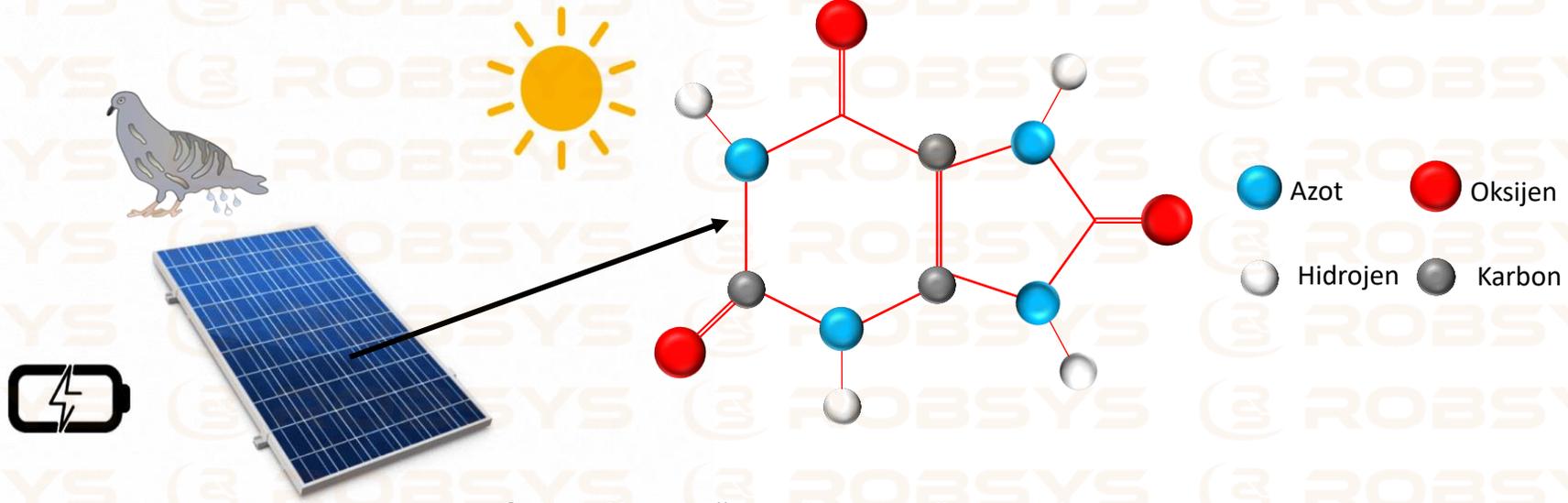
Bu tarz tabakalaşmaların temizlenmesi daha fazla zaman ve para harcanmasını gerektirmektedir.



Şekil 8. Uzun süre temizlenmeyen güneş panellerinde tabaka oluşumu

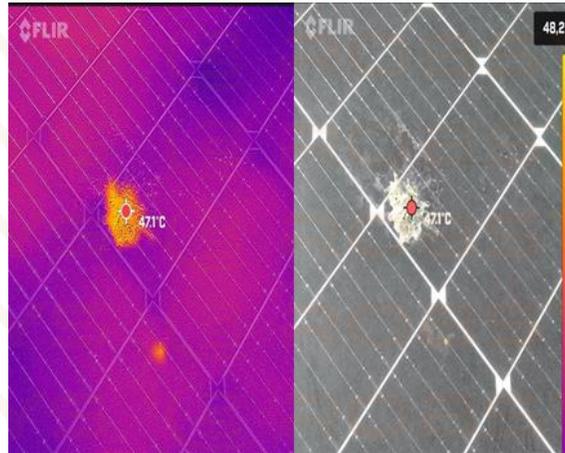
## Fotovoltaik Panellerde Kirletici Türlerinin Fiziksel Etkileri

Doğal kuş pisliğindeki ürik asit seviyesi nispeten yüksektir, yani çok asidiktir.



Şekil 9. Kuş pisliğinin güneş panellerine etkisi

Kuş pisliği birikimi olgusu, güneş ışığının engellenmesiyle sonuçlanan yüksek gölgeleme etkisi yapar.(Sisodia ve Ark.) [2].



Şekil 10. Kuş pisliğinin oluşturduğu gölgelemenin termal olarak incelenmesi

## Fotovoltaik Panellerde Kirletici Türlerinin Fiziksel Etkileri

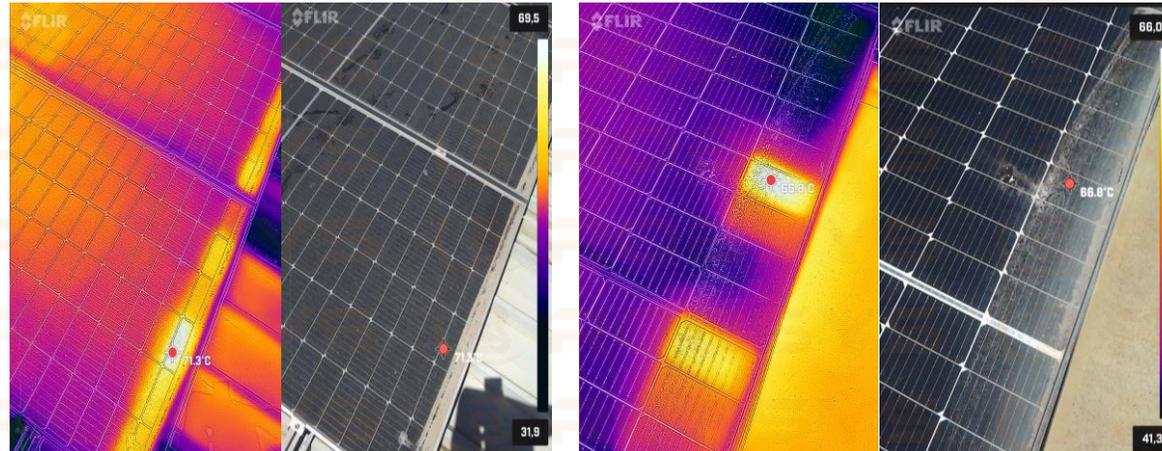
### Güneş paneli bitiminde yağmur suyuyla biriken kirlerin tabaka oluşturması:

Yağmur ile çözünebilen kirletici maddeler güneş panellerinin bitiminde çitanın yükseklik oluşturulması sebebiyle özellikle düşük eğimli kurulumlarda birikim oluşturmaktadır.



Şekil 11. Kurak geçen dönemlerden sonra gelen yağışların güneş panelleri üzerinde bıraktığı lekeler

Oluşan bu tabaka kısmi gölgelenme yaparak güneş panellerinin ısınmasına ve daha düşük seviyede üretim yapmasına sebep olmaktadır.



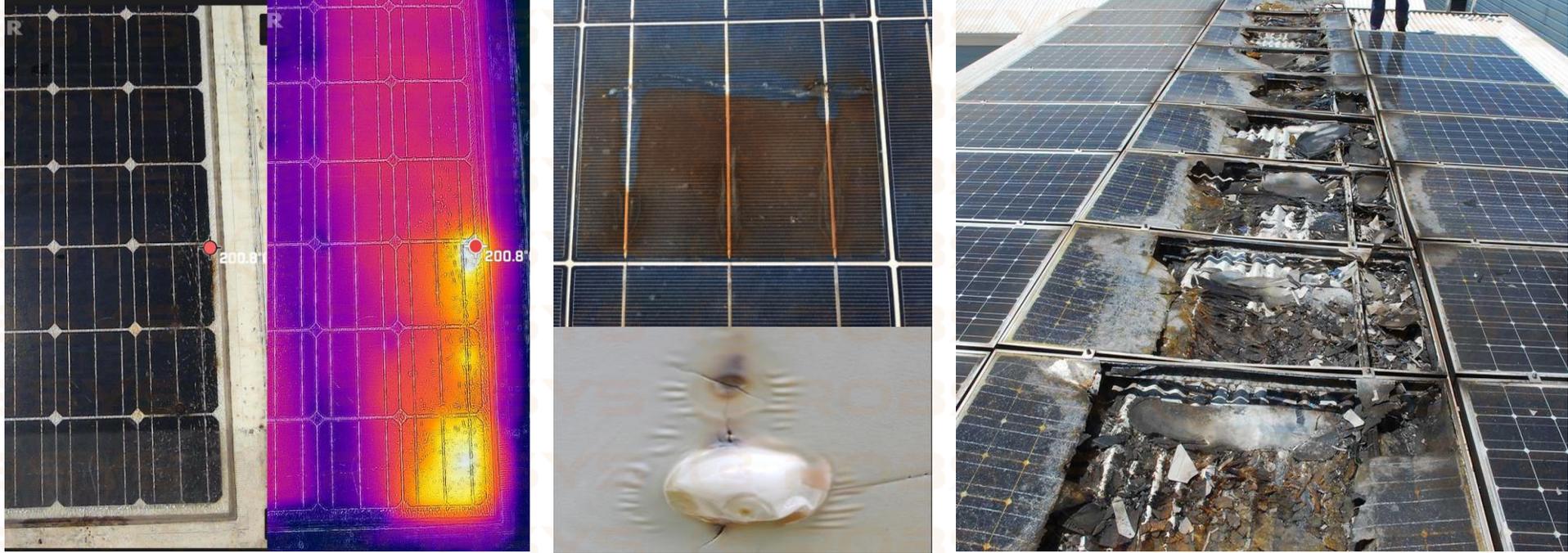
Şekil 12. Güneş paneli bitiminde yağmur suyuyla biriken kirlerin tabaka oluşturması

## Fotovoltaik Panellerde Kirletici Türlerinin Fiziksel Etkileri

### Uzun vadede karşılaşılabilecek sorunlar

Kir ve toz, güneş panellerinde hot spot oluşturabilir.

Hücrelerin çevredeki hücrelerden daha yüksek bir sıcaklığa ulaştığı, panelin hasar görmesine ve verimin düşmesine neden olabilecek alanlardır.



Şekil 13. Güneş panellerinde hot spot oluşumu ve sonuçları

# Kirleticilerin Fotovoltaik Panellerde Enerji Üretimine Etkileri

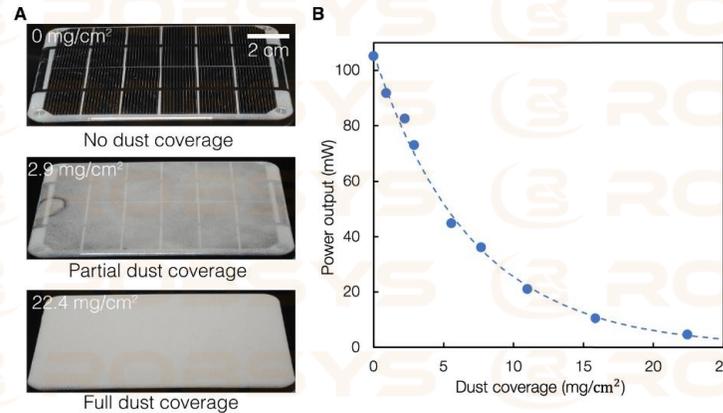
## Kirleticilerin Fotovoltaik Panellerde Enerji Üretimine Etkileri

Toz boyutu 500 µm den küçük olan ezilmiş formdaki küçük parçacıklar olarak tanımlanabilir. İnşaat alanları endüstri tesisleri, toz fırtınası gibi çeşitli kaynaklardan çevreye toz gelebilir.



Şekil 14. Temizlendikten sonraki birinci haftada güneş panelleri

Güneş enerji santrallerinde yapılan deneyler, bir güneş panelinin veriminin, yüzeyinde tortu birikmesi nedeniyle %40 a kadar düşebileceğini göstermektedir.[3]



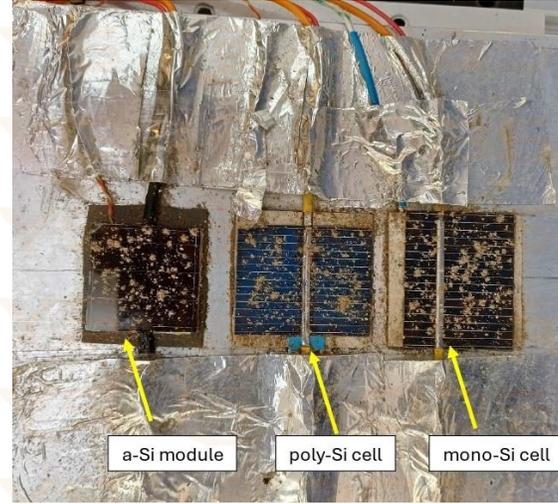
$$\text{Birikmiş tozun kalınlığı} = \frac{\text{Toplam Toz Hacmi}}{\text{Güneş Paneli Alanı}}$$

$$\text{Toplanan Toz Hacmi} = \frac{\text{Toplanan Toz Kütlesi}}{\text{Toplanan Tozun Yoğunluğu}}$$

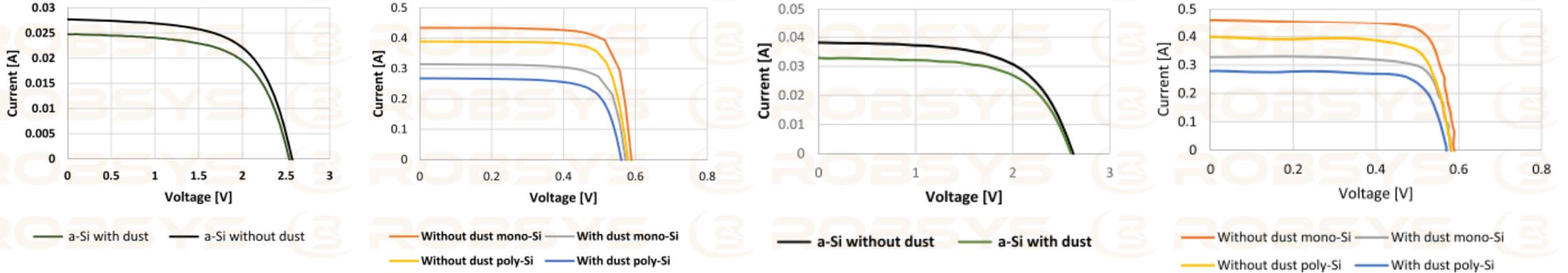
Şekil 15. Santimetre kareye düşen toz kütleğine bağlı olarak güç çıkışındaki değişim

## Kirleticilerin Fotovoltaik Panellerde Enerji Üretimine Etkileri

Toz boyutu 500  $\mu\text{m}$  den küçük olan ezilmiş formdaki küçük parçacıklar olarak tanımlanabilir. İnşaat alanları endüstri tesisleri, toz fırtınası gibi çeşitli kaynaklardan çevreye toz gelebilir. A. Younis ve Ark. [4] yapmış oldukları teste aşırı toz koşullarını farklı tip güneş panelleri için test etmiştir.



Şekil 16. Aşırı toz durumlarının simüle edilerek voltaj, akım ve sıcaklık açısından incelenmesi



Şekil 17. Tozlandırılan fotovoltaik hücre ve temiz fotovoltaik hücrenin 1000 W/m<sup>2</sup> de voltaj ve akım değerlerinin incelenmesi

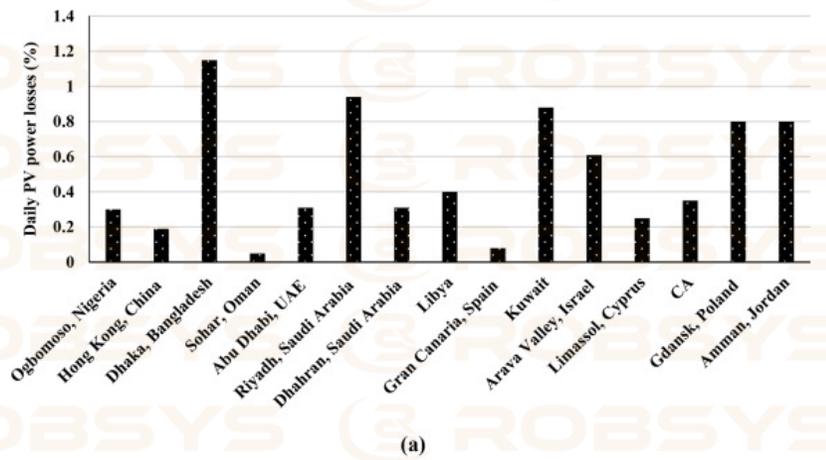
# Kirleticilerin Fotovoltaik Panellerde Enerji Üretimine Etkileri

Tablo 1. Avrupa'da toz birikiminin güneş panellerine olan etkisi üzerine yapılan bazı çalışmalar. [4]

Referans	Yıl	Lokasyon	Toz Birikim Yoğunluğu	Toza Maruz Kalma Süresi	Bozunma Ölçüsü	Kayıp Yüzdesi
(Kaldellis et al., 2010)	2009	Piraeus, Greece	0.09036 mg cm <sup>-2</sup>	1 Ay	Güç	%5
(Kaldellis and Fragos, 2011)	2011	Piraeus, Greece	0.4 mg cm <sup>-2</sup>	1 Saat (Yapay Biriktirme)	Enerji	%30
(Appels et al., 2012)	2012	Leuven, Belgium	-	5 Hafta	Güç	3-4 %
(Ghazi and Ip, 2014)	2013	Brighton, UK	0.0003 - 0.00075 g	1-4 Hafta	-	İhmal edilebilir düzeyde
(Klugmann-Radziemska, 2015)	2015	Gdansk, Poland	1 µm (Layer thickness)	2 Yıl	Maksimum Güç Çıkışı	%3 Yıllık
(Radonjić et al., 2021)	2016	Nis, Serbia	-	45 Gün	Güç	% 30.6
(Klugmann-Radziemska and Rudnicka, 2020)	2019	Gdansk, Poland	- (Dış mekan testi) - 14 g m <sup>-2</sup> (İç mekan testi)	1 Yıl	Verimlilik	≤ %15
(Alonso-Montesinos et al., 2020)	2020	Almería, Spain	-	-	Güç	%5

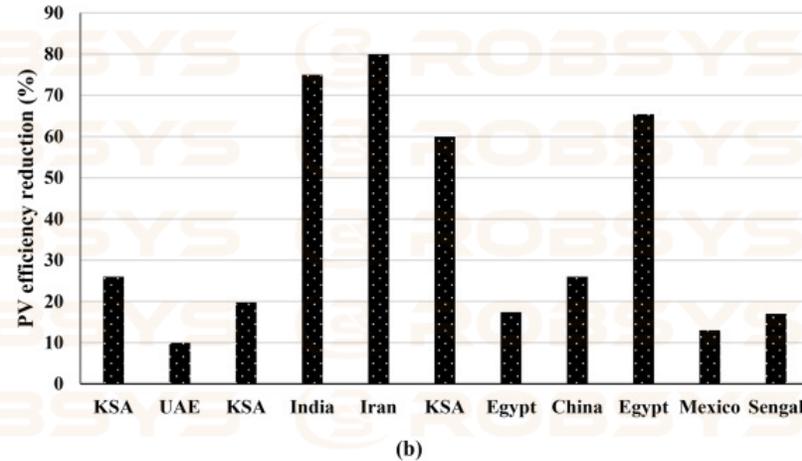
# Kirleticilerin Fotovoltaik Panellerde Enerji Üretimine Etkileri

Bir otomatik temizleme sistemi panelleri düzenli olarak temizlerse, ortalama olarak %11,1 yıllık enerji artışı elde edilebilir. [5]



Şekil 18. Ülkelere göre günlük güneş panellerinde güç kayıpları

Kazem HA ve ark. [3], çeşitli ülkelerde toz toplamanın neden olduğu PV verimliliğindeki aylık düşüşü gösteren bir grafik hazırladı. İran'da %80, Hindistan'da %75, Mısır'da %65 ve Suudi Arabistan'da %60 gibi bazı bölgelerde önemli düşüşler görüldü.[5]



Şekil 19. Ülkelere Göre Güneş paneli üzerinde toz birikmesi nedeniyle aylık panel verimliliğinde azalma

## Fotovoltaik Panellerin Temizliğinin Önemi



## Fotovoltaik Panellerin Temizliğinin Önemi

Güneş panellerinde oluşan kirlilik, güneş ışığının hücreye girmesini engelleyen bir tabaka oluşturur. Toz birikiminin kütlesi arttıkça, güç çıkışı ve modülün verimliliği azalır.



Şekil 20. Çatı ve Arazi kurulumlu güneş enerji santrallerinde kirlenme örnekleri

Standart test koşulları için 25 yıl ömür verilen güneş panellerinin düzenli temizlik yapılmadığı durumlarda ömürleri kısalmır. Bu da santralin yatırım geri dönüş süresini uzatır.



Şekil 21. Çatı ve Arazi kurulumlu güneş enerji santrallerinde katmanlaşmış kirlenme örnekleri

## Fotovoltaik Panel Temizliği Yapılırken Dikkat Edilmesi Gerekenler



## Fotovoltaik Panel Temizliği Yapılırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Fotovoltaik Panellerin temizliğinde deiyonize saf suyun kullanılması gerekir. Deiyonize saf su çözülmüş cisimlerden bütünüyle arındırılmış haldedir.

Solüsyonların (Asidik, Bazik, Alkol) aksine deiyonize saf su paneller üzerinde leke bırakmaz.

Böylece temizliğin ardından güneş ışınlarının panele ulaşp emilmesi önünde bir engel oluşmaz.



Şekil 22. Solüsyon ile temizlik sonrası güneş panellerine solüsyonun etkisi

Deiyonize edilmiş saf su iletken olmadığı için panel temizliği yapılırken yüksek gerilimin riskleri de bertaraf edilmiş olur. Korozyon tehlikesi ortadan kalkar.

## Fotovoltaik Panel Temizliği Yapılırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Fotovoltaik panelleri temizlemek için panellerin sıcak olmadığı akşam veya sabahın erken saatleri tercih edilmelidir. Aksi halde paneller sıcak olacağından yüzey temizliği mümkün olmayabilir.

- Sıcak panel üzerine soğuk su dökülmemelidir.
- Aksi halde termal şok görülebilir.
- Paneller kullanılamaz hale gelebilir.



Şekil 23. Termal şok sonrası güneş paneli

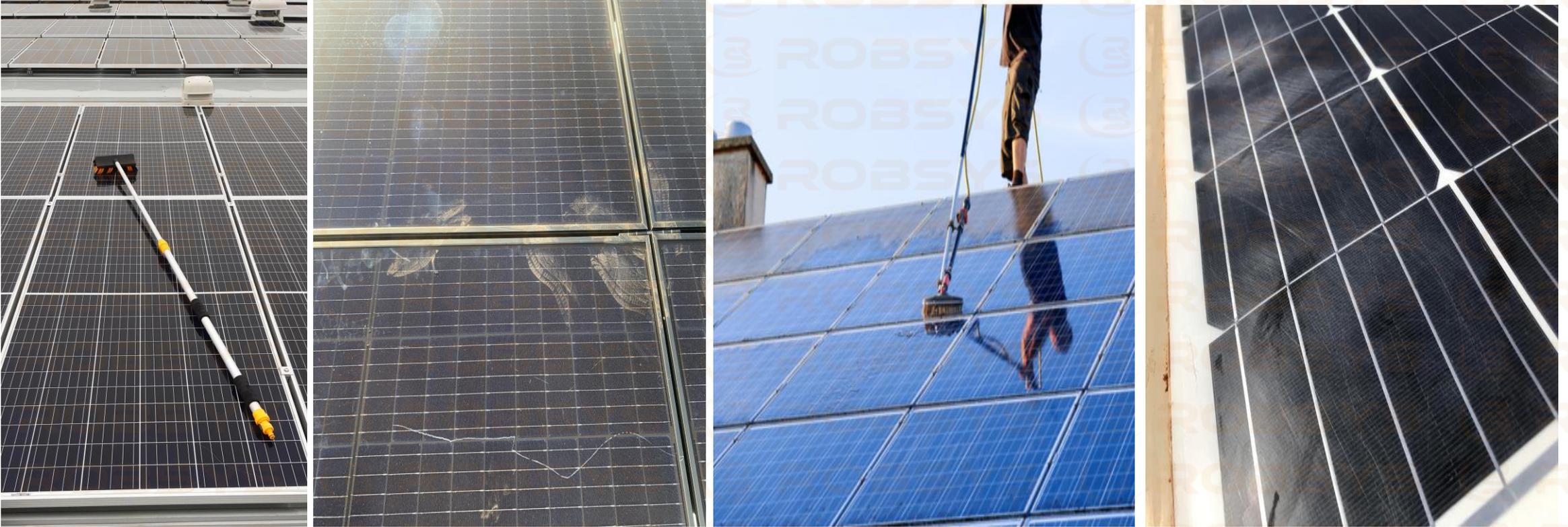
Fotovoltaik panel temizliği esnasında üzerine basılmamalı ve kesinlikle yürünmemelidir.



Şekil 24. Panellerin üzerine basıldığında oluşan etkinin EL ile görüntülenmesi

## Fotovoltaik Panel Temizliği Yapılırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Aşındırıcı veya sert fırçalar, panelin yüzeyindeki hassas anti-reflektif kaplamayı çizebilir. Araştırmalar, küçük çiziklerin bile verimlilikte %5-10'luk kayıplara yol açabileceğini göstermiştir.



Şekil 25. Güneş paneli temizliği için uygun ekipman kullanılmaması durumu

## Fotovoltaik Panel Temizlik Metotları



## Fotovoltaik Panel Temizlik Metotları

Fotovoltaik panel temizlik metotları incelendiğinde üç ana başlıkta ele alınabilir. Bunlar manuel cihazlar, endüstriyel makineler ve robotik sistemlerdir.

### Çatı üzerine kurulan fotovoltaik panellerinde kullanılan temizlik yöntemlerinin karşılaştırılması

Güneş Paneli Temizleme Yöntemi	İlk Yatırım Maliyeti	Yatırım Geri Dönüş Süresi	Etkinlik	Temizlik İçin Harcanan Zaman	Risk	Uygulama Alanı
 <p><b>Manuel Cihazlar:</b> Motorlu ve basınçlı fırçalar</p>	Düşük	Yüksek	Düşük	Yüksek	Personel ve güneş panelleri için risk oluşmaktadır.	
 <p><b>Endüstriyel Sistemler:</b> Tek eksende kumanda veya pano üzerinden kontrol edilen sistemler</p>	Orta	Orta	Orta	Orta	Operasyonel risklerden dolayı risk oluşturmaktadır.	Proje Bazlı
 <p><b>Robotik Sistemler:</b> Paletli, tekerli, tek ve çift fırçalı uzaktan kontrol edilen sistemler</p>	Orta	Düşük	Yüksek	Orta	Robotik sistemlerde yer alan güvenlik sistemleri ile düşük risk.	Çalışma Eğitiminin Uygun Olduğu Projeler
<p><b>Tam Otonom Robotik Sistemler:</b> Operatör kontrolünün olmadığı tam otonom robotik sistemler</p>	Yüksek	Orta	Yüksek	Düşük	Operatör müdahalesinin minimumda veya olmadığı sistemler düşük risk.	Proje Bazlı

Şekil 26. Çatı üzerine kurulu fotovoltaik panellerin temizlenmesinde kullanılan temizlik yöntemleri

## Fotovoltaik Panel Temizlik Metotları

Fotovoltaik panel temizlik metotları incelendiğinde üç ana başlıkta ele alınabilir. Bunlar manuel cihazlar, endüstriyel makineler ve robotik sistemlerdir.

### Araziye kurulan fotovoltaik panellerin santrallerinde kullanılan temizlik yöntemlerinin karşılaştırılması

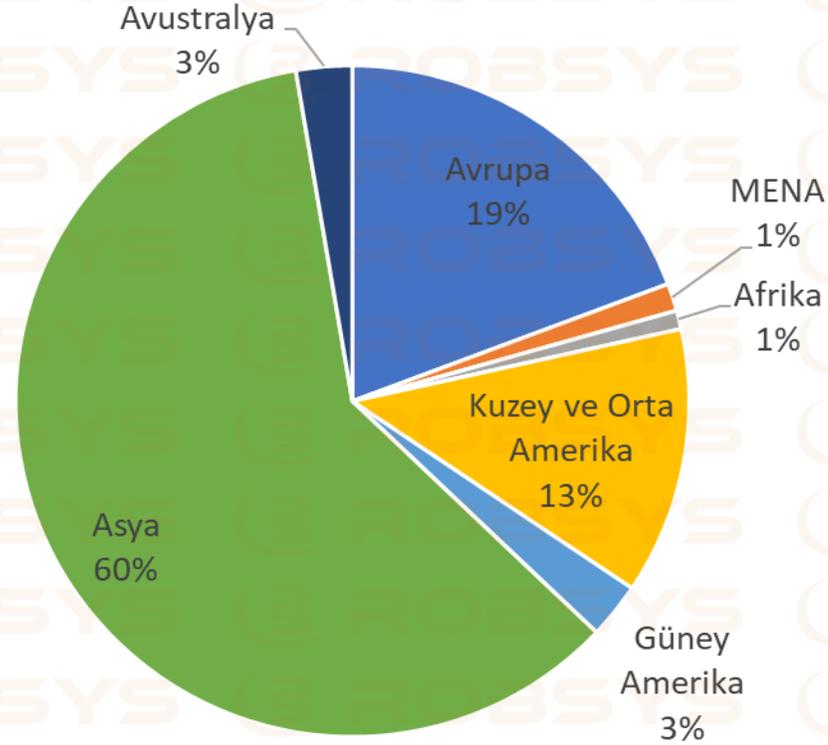
Güneş Paneli Temizleme Yöntemi	İlk Yatırım Maliyeti	Yatırım Geri Dönüş Süresi	Etkinlik	Temizlik İçin Harcanan Zaman	Risk	Uygulama Alanı
 <p><b>Manuel Cihazlar:</b> Motorlu ve basınçlı fırçalar</p>	Düşük	Yüksek	Düşük	Yüksek	Personel ve güneş panelleri için risk oluşmaktadır.	
 <p><b>Manuel Cihazlar:</b> Traktör üzerine monte edilen fırça sistemleri</p>	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Personel ve güneş panelleri için risk oluşmaktadır.	
 <p><b>Endüstriyel Sistemler:</b> Tek eksende kumanda veya pano üzerinden kontrol edilen sistemler,</p>	Orta	Orta	Orta	Orta	Operasyonel risklerden dolayı risk oluşturmaktadır.	Proje Bazlı
 <p><b>Robotik Sistemler:</b> Paletli, tek ve çift fırçalı uzaktan kontrol edilen sistemler</p>	Orta	Düşük	Yüksek	Orta	Robotik sistemlerde yer alan güvenlik sistemleri ile düşük risk.	Çalışma Eğitiminin Uygun Olduğu Projeler
 <p><b>Tam Otonom Robotik Sistemler:</b> Operatör kontrolünün olmadığı tam otonom robotik sistemler</p>	Yüksek	Düşük	Yüksek	Düşük	Operatör müdahalesinin minimumda veya olmadığı sistemler düşük risk.	Proje Bazlı

Şekil 27. Araziye kurulu fotovoltaik panellerin temizlenmesinde kullanılan temizlik yöntemleri

## Dünya'daki Fotovoltaik Panel Temizliği Pazarının Durumu ve Trendleri

## Dünya'daki Fotovoltaik Panel Temizliği Pazarının Durumu ve Trendleri

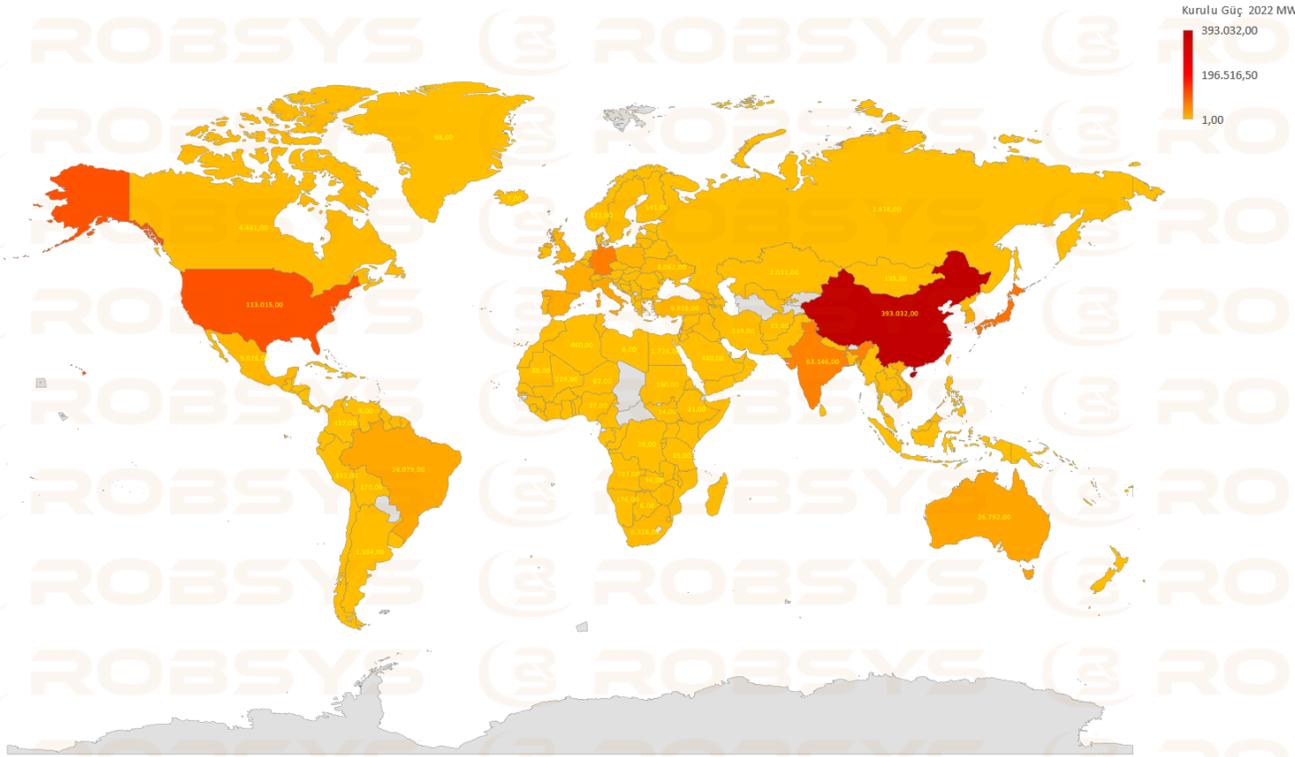
Güneş enerjisi, küresel enerji üretiminde önemli bir rol oynamaya devam ediyor. 2022 yılında güneş enerjisinden üretilen elektrik, tüm yenilenebilir enerji üretiminin %28'ini oluşturdu.



Şekil 28. Bölge bazında güneş enerjisi kurulu güç dağılımı

## Dünya'daki Fotovoltaik Panel Temizliği Pazarının Durumu ve Trendleri

Güneş enerjisi, küresel enerji üretiminde önemli bir rol oynamaya devam ediyor. 2022 yılında güneş enerjisinden üretilen elektrik, tüm yenilenebilir enerji üretiminin %28'ini oluşturdu. Hücre fiyatlarındaki düşüşler, ülkelerin bu alanda attığı adımlar ve karbon emisyonunun düşürülmesi için hedeflenen güneş enerjisi kurulu gücü artışları, bu büyümenin başlıca nedenleri arasında yer alıyor.



Ülkeler	Kurulu Güç 2022 MW
Çin	393.032,00
Amerika Birleşik Devletleri	113.015,00
Japonya	78.833,00
Almanya	66.554,00
Hindistan	63.146,00
Avustralya	26.792,00
İtalya	25.083,00
Brezilya	24.079,00
Güney Kore	20.975,00
İspanya	20.518,00
Vietnam	18.474,00
Fransa	17.419,00
Birleşik Krallık	14.412,00
Polonya	11.167,00
Tayvan	9.724,00
Türkiye	9.426,00
Meksika	9.026,00
Ukrayna	8.062,00
Belçika	6.898,00
Güney Afrika	6.326,00

Şekil 29. Ülke bazında güneş enerjisi kurulu güç haritası ve güneş enerjisinde kurulu güçteki ilk 20 ülke

## Türkiye'deki Fotovoltaik Panel Temizliği Pazarının Durumu ve Trendleri

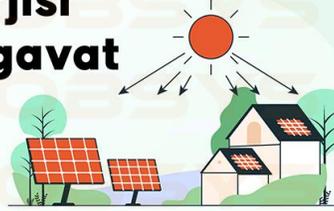


# Türkiye'deki Fotovoltaik Panel Temizliği Pazarının Durumu Ve Trendleri

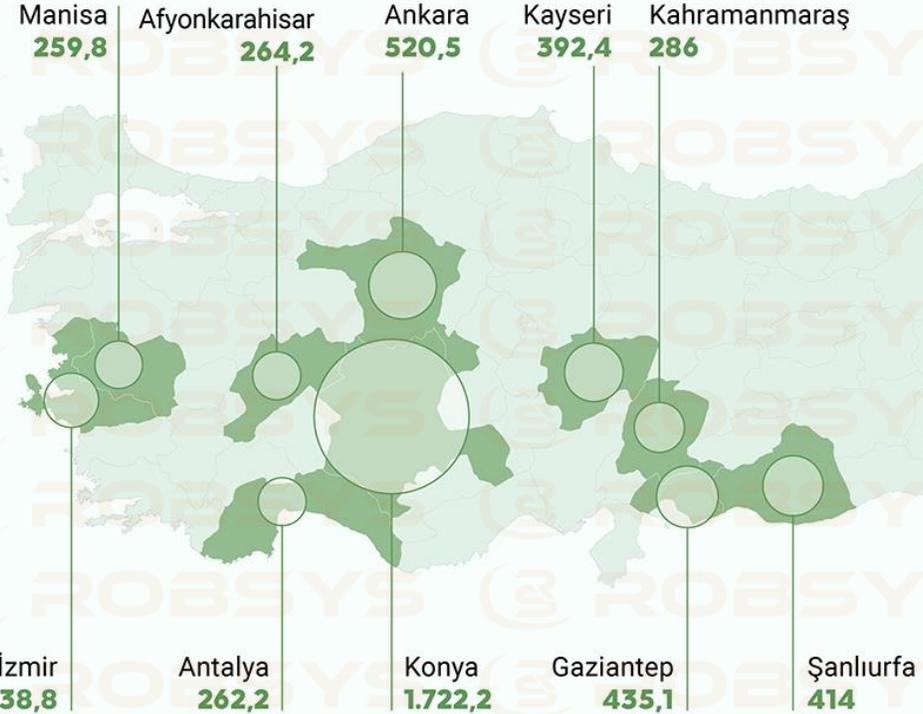
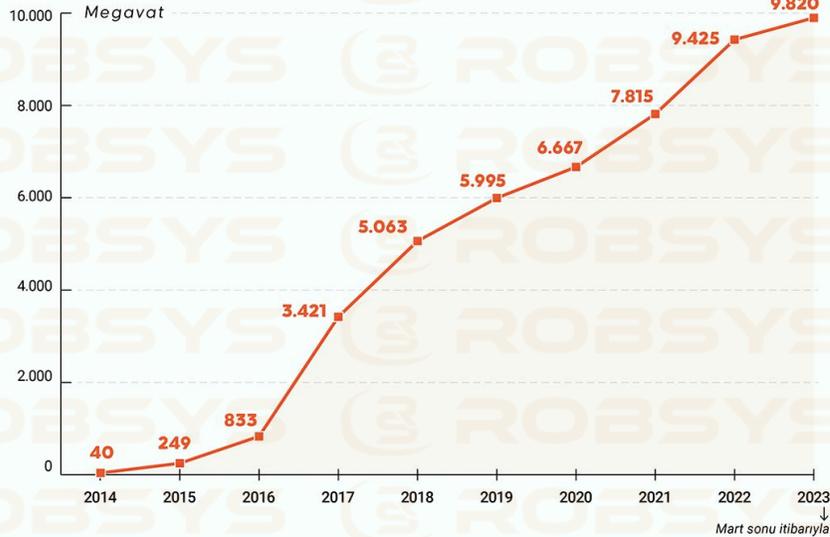
Enerji Bakanlığının yayınladığı Ulusal Enerji Planına göre 2035 yılına kadar güneş enerjisinde kurulu güç hedefi 53 000 MW'a çıkarılması hedeflenmektedir. Yeni yapılan 5000 metrekareden büyük yapılar içinde elektriğinin %5'ini yenilenebilir enerjiden karşılama zorunluluğu getirilmiştir.

## Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücü 10 bin megavat sınırında

Türkiye'nin mevcut elektrik kurulu gücü mart sonu itibarıyla 104 bin 348 megavata yaklaşırken, güneş enerjisinin elektrik kurulu gücündeki payı da yüzde 9,41'e ulaştı



### Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücü



Şekil 30. Türkiye'nin kurulu güneş enerjisi gücü ve en yüksek kurulu güce sahip 10 il



**ROBSYS**  
ROBOTIC SYSTEMS

# Kaynaklar

1. Haddad, Zakaria & Nahoui, Azzedine & Salmi, Mohamed & Aidjadj, Maroua. (2023). Effect of dust on the operation of photovoltaic solar panels installed in the Hodna region - Experimental study. Journal of Renewable Energies. 10.54966/jreen.v1i1.1100.
2. Sisodia, Anil & Mathur, Ram Kumar. (2019). Impact of bird dropping deposition on solar photovoltaic module performance: a systematic study in Western Rajasthan. Environmental Science and Pollution Research. 26. 10.1007/s11356-019-06100-2.
3. Z.A. Derwish, H. A. Kazem, K. Sopian, MA Alghoul... - International J of Energy and Environment, 2013 Impact of some environmental variables with dust on solar photovoltaic (PV) performance: review and research status
4. Abubaker Younis, Abdelkader Rjafallah, Petru Adrian Cotfas, Daniel Tudor Cotfas, Dust impact on electrical and thermal photovoltaic performance: Insights from field and laboratory experiments, Energy Reports, Volume 11, 2024, Pages 2099-2110, ISSN 2352-4847, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.01.065>.
5. Mejia, F. & Kleissl, Jan & Bosch, Juan. (2014). The Effect of Dust on Solar Photovoltaic Systems. Energy Procedia. 49. 2370-2376. 10.1016/j.egypro.2014.03.251.
6. Kazem H., Chaichan M., Al-Waeli A., Sopian K. ,Güneş fotovoltaik sistemleri için toz birikimi ve temizleme yöntemlerinin gözden geçirilmesi,Temiz Üretim Dergisi, Cilt. 276 ,sayfa 123187, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123187>
7. Dilip Kumar, Deepak Kumar, Chapter 12 – Dust Control, Editor(s): Dilip Kumar, Deepak Kumar, Sustainable Management of Coal Preparation, Woodhead Publishing, 2018, Pages 265-278,

# İletişim

## Yurt Dışı Satış Müdürü

- Eray Kağan Şimşek, 0552 781 76 81, eraysimsek@rob-sys.com

## Yurt İçi Satış Müdürü

- Tuğrul Çağatay, 0552 092 23 12, tugrul@rob-sys.com

## Marmara, Karadeniz ve İç Anadolu Bölgesi Satış Yöneticileri

- Tolga Köseoğlu, 0507 415 76 93, tolgakoseoglu@rob-sys.com
- Kürşat Yıldırım, 0506 867 49 63, kursat.yildirim@rob-sys.com

## Doğu-Güney Doğu Bölge Satış Yöneticisi

- Samet Dağtaş, 0506 691 85 76, samet.dagtas@rob-sys.com

## Ege Bölgesi Satış Yöneticisi

- Serkan Yankol, 0507 115 76 73, serkan.yankol@rob-sys.com

## BİNTECH ROBOT TEKNOLOJİLERİ A.Ş.

Ferhatpaşa Mah. 99. Sokak No:46 ROBSYS PLAZA Ataşehir / İstanbul / Türkiye