

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: Atmaca Team

PROJE ADI: Verimi Arttırılan PV Paneller ile Tarım Sulama

BAŞVURU ID: 324630



İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı).....	3
2. Problem/Sorun	3
3. Çözüm.....	3
4. Yöntem.....	5
4.1. Sistem Tasarımı	5
4.2. Sistemin Prototipi	6
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	8
6. Uygulanabilirlik.....	8
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	8
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar).....	9
9. Riskler.....	10
10. Kaynakça.....	10



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Gelişen tarım teknolojisinde üretim yapılabilmesi için ağırlıklı olarak enerjiye ve suya ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde çiftçiler ürünlerini yetiştirmek için genellikle yer altı sularını ve bu suları kullanmak için de benzinli su pompalarını kullanmaktadır. Bu durum obruk oluşumunu arttırmanın yanı sıra karbon salınımı ile çevrenin daha fazla kirlenerek zarar görmesine de neden olmaktadır. Çevre sorunlarının giderek arttığı günümüzde tüm bu sorunların çözümü için yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan fotovoltaik (PV) paneller ile enerji ihtiyacı karşılanacaktır. Ayrıca yağmur sularının yer altı su deposunda muhafaza edilmesi ile obruk oluşumlarının azaltılması da planlanmaktadır.

Projenin temel amacı yağmur sularının depolanarak suyun hem tarım sulamada kullanılması hem de PV paneller üzerinden akıtılarak panellerden daha fazla enerjinin elde edilebilmesini sağlamaktır. Bu sayede yağmur sularının daha etkin kullanılması sağlanacaktır. Sistemde sera etrafına kurulacak oluk sistemi ile güz ve bahar yağmur suları toplanarak yer altı deposunda muhafaza edilecektir. Yer altına yapılan depo ile suyun buharlaşmasının azaltılması ve düşük sıcaklıklarda kalması sağlanacaktır. Depolanan su, üzerinde PV paneller bulunan seyyar su deposuna aktarılacak ve seyyar su deposundan panellere aktarılan su ile de paneller soğutulacaktır. Toprak nem sensörü ölçümlerine göre damla sulama yapılırken aynı zamanda panellerin arkasına yerleştirilen sıcaklık sensörü ile panellerin sıcaklığı ölçülecektir. Paneller belirli sıcaklığa ulaştığında depodaki soğuk suyun bir kısmı paneller üzerinden akıtılarak paneller soğutulacaktır. Bu sayede PV panellerin verimine etki eden sıcaklık, kirlenme, tozlanma vb. unsurlarının önüne geçilerek panellerden daha fazla enerji elde edilebilmesi hedeflenmektedir.

2. Problem/Sorun

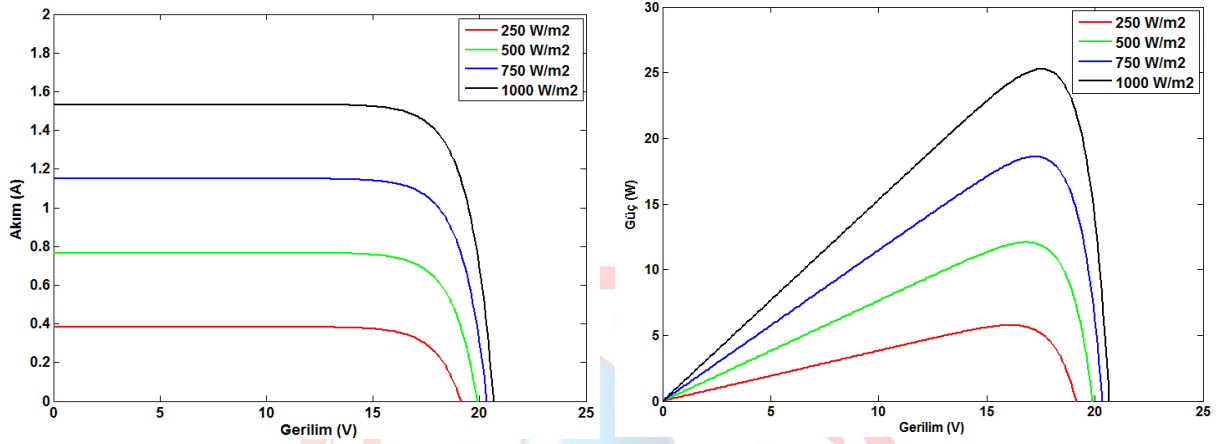
Tarım sulamadaki en büyük problemlerden biri bilinçsiz su tüketimi ve yeraltı sularının bilinçsiz şekilde kullanılmasıdır. Ayrıca suyun tarlaya/seraya ulaştırılması için kullanılan benzinli ve mazotlu su pompalarının atmosfere karbon salınımı yapması çevreye zarar vermekle birlikte artan petrol fiyatları da tarım sulama maliyetlerinin her geçen gün artmasına neden olmaktadır.

Tarımdaki maliyetlerin ve çevreye verilen zararın azaltılabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı çevreci sistemlere ihtiyaç vardır. Hâlihazırda bu tür otonom sulama sistemleri mevcuttur. Fakat var olan sistemlerde kullanılan PV panellerin soğutulması yapılmamakla birlikte panel üzerindeki toz, kir vb. durumlar panellerden elde edilen enerjinin düşmesine neden olmaktadır. Bu da daha fazla PV panelin kullanılarak daha yüksek maliyet ve amorti sürelerinin artışına sebep olmaktadır.

3. Çözüm

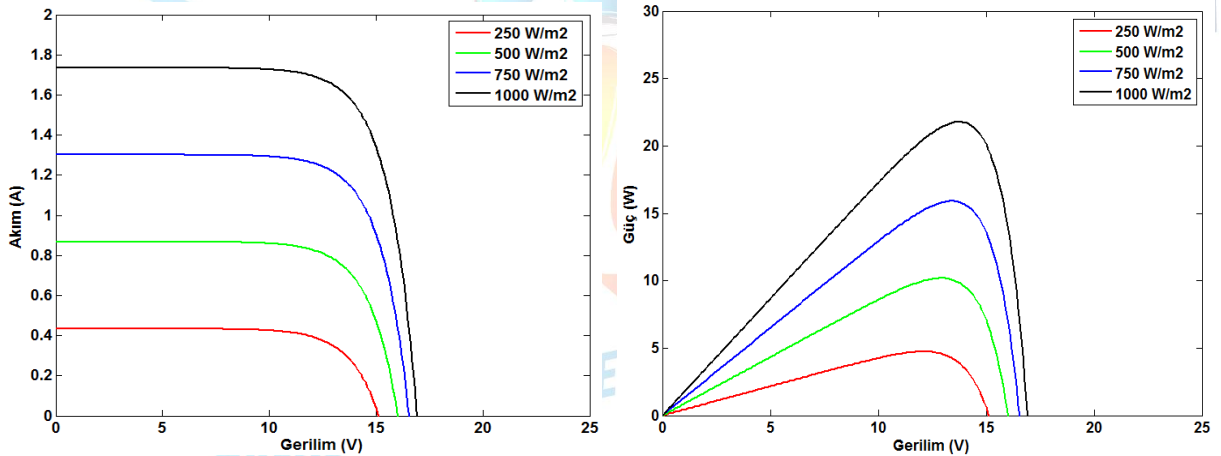
PV panel üreticileri, ürettikleri panelleri standart test koşulları (STC) altındaki (1000 W/m² güneş ışınımı, 25 °C hücre sıcaklığı ve 1,5 hava-kütle oranı) değerlerde test ederek panelin elektriksel değerlerini, panelin arkasındaki etiket kısmında belirtmektedir. Atmosferik koşulların değişmesi durumunda panelin verebileceği güç değerleri de değişmektedir. Özellikle

sıcaklığın yüksek olduğu yaz mevsimlerinde panelin sıcaklığı da yüksek değerlere çıkmaktadır. Panelin yüksek sıcaklığa maruz kalması panelden elde edilecek gücün, dolayısıyla elde edilen enerjinin de düşmesi anlamına gelmektedir [1, 2]. Prototipte kullanılan 25 W gücündeki PV panelin 25 °C sıcaklıkta 250-500-750 ve 1000 W/m² güneş ışınımındaki akım-gerilim (I-V) ile güç-gerilim (P-V) grafikleri simülasyon çalışmasında elde edilerek Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Prototipte kullanılan 25 W gücündeki panelin 25 °C sıcaklıktaki I-V ve P-V grafikleri

Prototipte kullanılan 25 W gücündeki PV panelin 75 °C sıcaklıkta 250-500-750 ve 1000 W/m² güneş ışınımındaki akım-gerilim (I-V) ile güç-gerilim (P-V) grafikleri simülasyon çalışmasında elde edilerek Şekil 2’de gösterilmiştir.



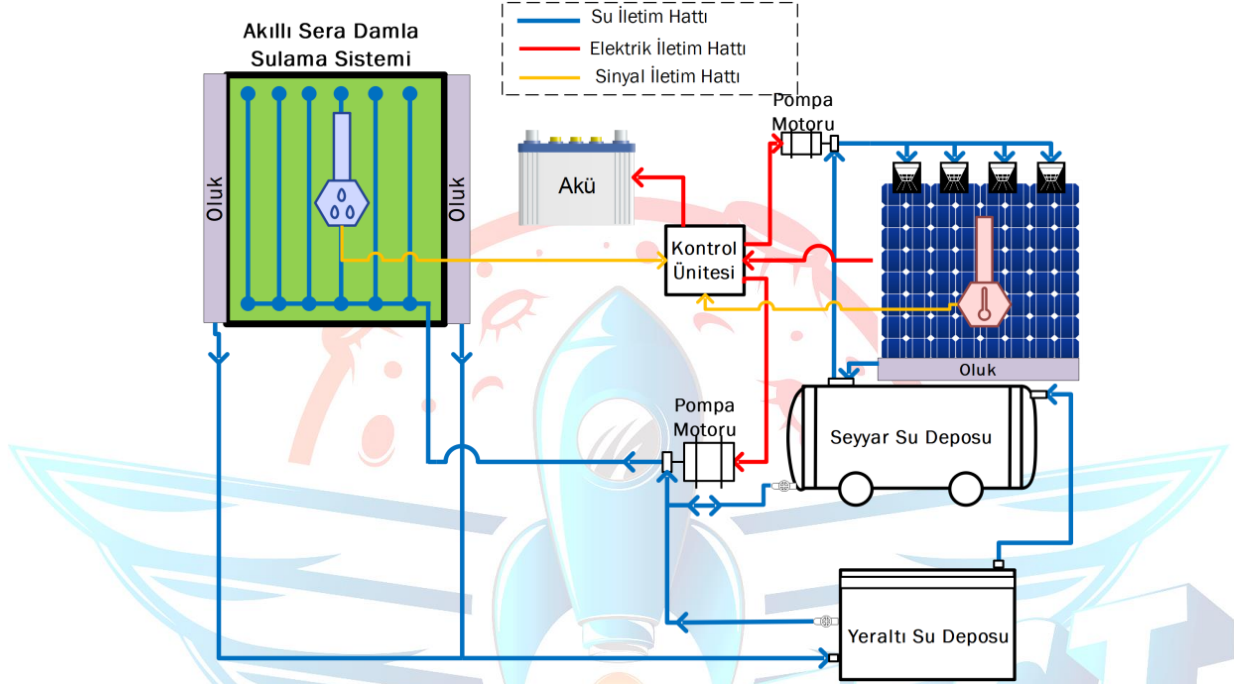
Şekil 2. Prototipte kullanılan 25 W gücündeki panelin 75 °C sıcaklıktaki I-V ve P-V grafikleri

Şekil 1 ve 2 incelendiğinde panelin sıcaklığının 25 °C’den 75 °C’ye çıkması durumunda yaklaşık olarak %15 oranında bir güç kaybı olduğu görülmektedir. Ayrıca panel üzerindeki kir, toz vb. durumlar panelin gücünü daha da düşürmektedir. Bütün bu problemlerin çözümü için panelin arka yüzeyine yapıştırılan yüksek doğruluk I2C sıcaklık sensörü ile panelin sıcaklığı ölçülmüştür. Panelin sıcaklığı 25 °C’yi aştığında Arduino ile yapılan yazılım ile su pompa motoru çalıştırılarak panel üzerine monte edilen boru sistemi sayesinde seykar depodan çekilen su, panelin yüzeyine homojen bir şekilde püskürtülerek panelin soğuması sağlanmıştır. Aynı zamanda panel yüzeyinin toz ve kirden temizlenmesi de sağlanmıştır.

4. Yöntem

4.1. Sistem Tasarımı

Tasarlanan sistem Şekil 3'te gösterilmiştir. Sistemde PV panel, akü, maksimum güç noktası izlemeli (MPPT) akü şarj kontrol cihazı, yer altı ve seyyar su depoları, dc su pompa motorları, sıcaklık ve nem sensörleri ile mikrodenetleyici olarak Arduino kullanılmıştır.



Şekil 3. Tasarlanan sistem

Sistemin Türkiye'de tüm illerde yıl boyunca uygulanabileceği düşünülmüştür. PV panellerin yerleştirileceği sabit eğim açısının belirlenmesi de elde edilecek güç açısından önemlidir. Türkiye, kuzey yarımkürede 36-42 derece enlemleri arasında yer almaktadır. Yıl boyunca kullanılacak PV panellerin yerleştirileceği sabit eğim açısı, kurulum yapılacak ilin enlem açısına yakın olmalıdır [3-5]. Bu nedenle seyyar su deposu üzerindeki PV panel 40° lik sabit eğim açısında yerleştirilmiştir. Sistemdeki PV panel, akü ve yüklerin hesabı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Sistem bileşenlerinin hesabı

Uygulama:	Sera ve tarım alanları	
Yer:	Türkiye'deki tüm iller	Enlem: 36-42 N
A. Yükler:		
A1	DC yükler	20 W
A2	Günlük çalışma süresi	2 saat
A3	Günlük enerji ihtiyacı (A1*A2)	40 Wh
A4	Akü bara gerilimi	12 V
A5	Günlük amper-saat miktarı (A3/A4)	3,33 Ah

B. Akü Boyutu:

B1	Gerekli olan depolama günleri	3 gün
B2	İzin verilen deşarj derinlik limiti	0,8
B3	Gerekli olan akü kapasitesi ($A5*B1/B2$)	12,5 Ah
B4	Seçilen akünün kapasitesi	12 Ah
B5	Paralel bağlanan akü sayısı ($B3/B4$)	1
B6	Seri bağlanan akü sayısı ($A4$ /seçilen akü gerilimi)	1
B7	Toplam akü sayısı ($B5*B6$)	1
B8	Toplam akü kapasitesi ($B4*B5$)	12 Ah
B9	Wh cinsinden akü kapasitesi ($B8*A4$)	144 Wh
B10	Ortalama günlük deşarj derinliği ($0,75*A5/B8$)	0,208

C. PV Panel:

Eğim Açısı:40		Dizayn:Yıllık
C1	Günlük enerji talebi	40 Wh
C2	Akü verimliliği	0,85
C3	Gerekli günlük dizi çıkışı ($C1/C2$)	47,058 Wh
C4	Seçilen PV panelin maksimum gerilimi ($STC*0,85$)	15,3 V
C5	Seçilen PV panelin garanti güç çıkışı (STC)	23,75 W
C6	Ortalama yıllık güneşlenme süresi	6,7 saat
C7	Günlük üretilen enerji ($C5*C6$)	159,125 Wh
C8	Enerji ihtiyacını karşılamak için gerekli olan PV panel sayısı ($C3/C7$)	1

Sistemde akü bara gerilimi 12 V olarak belirlenmiştir. Akü hesabının en önemli kısımlardan biri akü otonomi değeridir. Akü otonomi değeri bir ay içerisinde art arda bulutlu geçen gün sayısıdır. Yani, sistem için gerekli güneş ışınımı olmadığında veya yetersiz olduğunda (akü şarj edilemediğinde) sistemin çalışmasının aksamadan devam edebilmesidir. Bu süre Türkiye’de güneşlenme süresinin düşük olduğu Aralık-Ocak aylarıdır. Meteorolojik bilgilere bakılarak otonomi değeri belirlenebilir. Bu değer, tasarlanan sistem için 3 gün olarak belirlenmiştir. Şebekeden bağımsız PV sistemler için tercih edilecek akü, derin çevrim aküsü olmalıdır. Derin çevrim aküleri, %80’ine kadar deşarj olabilen akülerdir ve defalarca şarj-deşarj olabilirler. Uygun sıcaklıklarda çalıştırıldıklarında ömürleri uzun olur [6, 7].

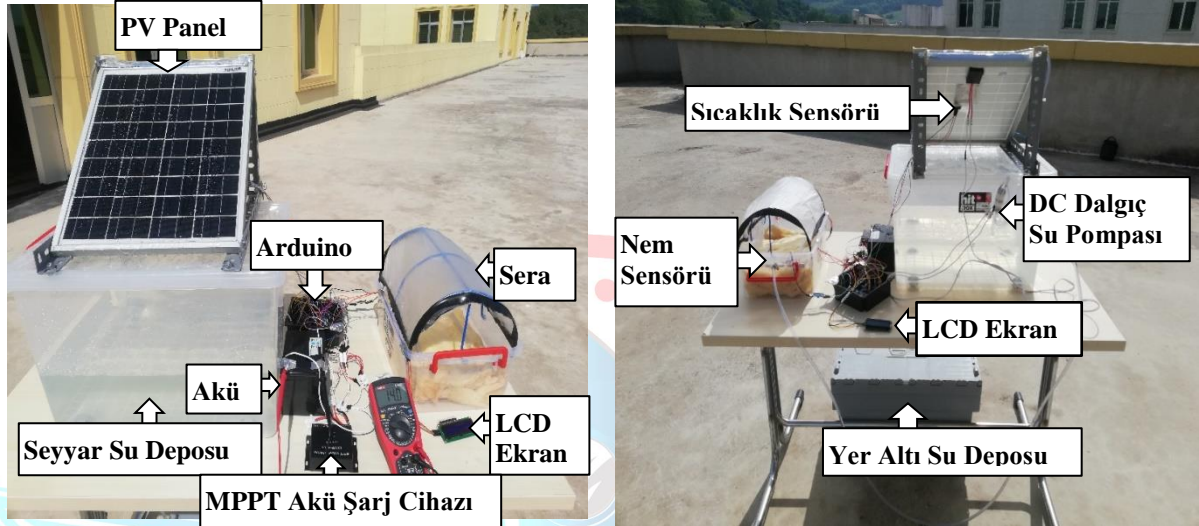
Sistemin yıllık çalışacağı düşünüldüğünden Türkiye’de ortalama yıllık güneşlenme süresi 1991-2020 meteorolojik verilerine göre 6,7 saattir [8]. Bu verilere göre prototip için 12 V 12 Ah bir derin çevrim aküsü ile 25 W gücünde bir adet PV panel yeterli olacaktır.

4.2. Sistemin Prototipi

Tablo 1’de sisteme ait bileşenlerin hesabı dikkate alınarak oluşturulan prototip Şekil 4’te gösterilmiştir. Sistemde PV panel, akü ve yüklerin dışında önemli bir bileşen de akü şarj kontrol cihazıdır. Akü şarj kontrol cihazı, akünün aşırı şarj veya deşarj edilerek zarar görmesini engelleyen denetim birimidir. Akünün durumuna göre PV panellerden gelen akımı keserek aşırı şarj durumunu engeller. Akülerin %80’lik kısmının şarj edilmesi kolaydır. Fakat kalan %20’lik kısmın şarj edilmesi oldukça zordur. Bu yüzden akünün tam şarj olmasını sağlamak için

maksimum güç noktası izlemeli (MPPT) şarj kontrol cihazı tercih edilmelidir [6]. Böylelikle PV panelden de maksimum güç elde edilerek akülerin kısa sürede şarj edilmesi sağlanır. MPPT olmayan şarj kontrol cihazlarında PV panelden maksimum gücün dışındaki bir güç ile aküler şarj edilir. Fakat bu durum enerji kaybı anlamına gelmektedir.

Şekil 5'te ise sıcaklığa bağlı olarak panel yüzeyinin soğutulması gösterilmiştir.



Şekil 4. Sistemin prototipi



Şekil 5. Su ile panel yüzeyinin soğutulması

Şekil 4'teki prototipte sıcaklık sensörü panelin arka yüzeyine yapıştırılmıştır. Böylelikle çevre sıcaklığı değil panelin sıcaklığı ölçülmüş ve yapılan yazılım ile su pompa motoru devreye girerek panel yüzeyine su püskürtülmesi suretiyle soğutma işlemi gerçekleştirilmektedir. Panel sıcaklığı 25 °C'nin altına düştüğünde su pompa motoru devreden çıkmaktadır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Literatür çalışmalarında akıllı tarım ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Önerilen projenin literatürden farkı yağmur sularının akıllı tarım sulama ile tekrar sisteme entegre edilerek suyun paneller üzerinden akıtılması suretiyle panellerin soğutulması ve temizlenmesi sağlanarak enerji verimliliğinin artırılıp maliyetlerin önemli ölçüde düşürülmesidir. Benzer diğer sistemlerde kullanılan PV panellerin sıcaklık etkisi dikkate alınmadığından önemli ölçüde enerji kayıpları oluşarak fazladan panel ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu durum yüksek maliyetleri ortaya çıkartırken sistemin amorti süresini de uzatmaktadır. Uzun amorti süreleri bu tür projelerin hayata geçmesini engellemektedir. Bu amaçla projede minimum sayıda panel kullanılarak panelin soğutulması, temizlenmesi ve maksimum güçte çalıştırılması gerçekleştirilerek gerekli enerji verimliliğinin sağlanması planlanmaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Türkiye'nin ortalama yıllık yağış miktarı 500-600 mm civarındadır. Bu yağış miktarına bağlı olarak 1 metrekare alana 500-600 kg yağış düşmektedir [9]. Bu veriler düşünüldüğünde proje ile yağmur suları yer altı sularına karışmadan verimli bir şekilde toplanıp uygun sulama sistemiyle tarlalarda kullanılarak tarımsal açıdan su sıkıntısı çözülebilir. Ayrıca Türkiye coğrafi konumu nedeniyle yüksek güneş enerji potansiyeline sahiptir. Tasarlanan sistemin enerji ihtiyacı bu potansiyel kullanılarak PV paneller ile sağlanmaktadır. Bu sayede tarım sulamada hem yağmur sularının geri kazanımı sağlanırken hem de çiftçilerin elektrik giderleri minimum düzeye indirgenmiş olunacaktır. Projenin maliyeti göz önünde bulundurulduğunda özellikle geniş tarım arazileri/seralar için amorti süresinin daha da kısılacağı ve sektörün içerisinde yer alan herkesin kullanabileceği şekilde projenin ticari bir ürüne dönüşmesi için önünde herhangi bir engel bulunmamaktadır. Bu uygulamanın, Türkiye'de tüm illere kurulabileceği düşünülmüştür. Fakat iller arasında yağış miktarı ve güneşlenme süresi farklıdır. Bu yüzden, arazinin büyüklüğüne, sistemin kurulacağı yere ve kullanılacağı zaman dilimine bağlı olarak Tablo 1'deki sistem bileşenleri doğru hesaplanıp PV panellerin optimum eğim açılarının ayarlanması önem arz etmektedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Önerilen projenin malzeme tedariki ve ilk prototip üretimine başlanması ön değerlendirme raporundan sonra gerçekleştirilmiştir. Sisteme ait bileşenlerin hesabı dikkate alınarak oluşturulan Şekil 4'teki prototipin yaklaşık maliyeti Tablo 2'de verilmiştir. Projenin prototipi, minimum maliyet düşünülerek oluşturulmuştur. Proje için yapılan tahmini maliyet yaklaşık **4408,5 TL** civarındadır.

Projenin iş-zaman planlaması Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2. Projenin tahmini maliyet hesabı

Malzeme Adı	Ölçü	Miktar	Birim Fiyatı (TL)	Toplam Fiyat (TL)
12 V 12 Ah Derin Çevrim Jel Akü	adet	1	584,76	584,76
25 W PV Panel	adet	1	379,9	379,9
12 V DC Su Pompası	adet	2	115,52	231,04
5-12 V DC Su Pompası	adet	2	90,27	180,54
Arduino Uno R3 SMD	adet	2	332,91	665,82
Toprak Nem Sensörü	adet	1	14,4	14,4
MCP9808 I2C Sıcaklık Sensörü	adet	1	107,97	107,97
DC Motor Sürücü Kartı	adet	1	39,6	39,6
LCD Ekran	adet	2	80	160
12/24 V MPPT Akü Şarj Cihazı	adet	1	644,5	644,5
Su Deposu	adet	2	400	800
Su Boruları ve Ekipmanları			200	200
Elektronik Sarf Malzeme			400	400
			Toplam Maliyet	4408,5

Tablo 3. Projenin iş-zaman çizelgesi

İŞLEMLER	04 Ocak- 27 Şubat	28 Şubat- 07 Mart	08 Mart- 05 Nisan	06 Nisan- 16 Mayıs	17 Mayıs- 08 Haziran
Literatür taraması					
Teknik araştırma ve sistem tasarımı					
Malzeme tedariki ve ilk prototip üretimi					
Önerilen sistemin test çalışmaları					
Projenin iyileştirme çalışmaları					
Projenin sonuçlandırılması					
TESLİM EDİLECEKLER					
Proje ön değerlendirme raporu					
Projenin detay raporu					

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

Pandemi dönemi ile gıdaya ulaşımında tüm dünyada bir sıkıntı yaşanmaktadır. Ayrıca küresel ısınma, kuraklık, çevresel sorunlar, savaş vb. etkilere dolayı hammadde ve enerji sıkıntısı da giderek artmaktadır. Tüm bu etkenler küresel bir kriz oluşturmuş ve tarım sektörünü daha

önemli hale getirmiştir. Özellikle bu dönemde çiftçilerin en önemli girdi maliyetini oluşturan enerjide yaşanan problemler ve fiyat artışları tarım arazilerinin boş kalmasına neden olmaktadır. Önerilen sistem, tarım sektörünün içerisinde yer alan herkesi ilgilendirecek olup enerji gibi önemli bir maliyet yükünün azaltılmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda yağmur suyunun etkin bir biçimde kullanılması ile projenin çevreci bir yapıda olması çevreyi ve gelecek nesli düşünen tüm bireyleri ilgilendirmektedir.

9. Riskler

Projenin hayata geçirilmesi aşamasında oluşabilecek riskler ve bu risklere karşı önerilen çözümler (B Planı) Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Projenin risk durumları ve önerilen çözümler

No:	Risk Durumu:	B Planı:
1	Türkiye’de bazı yıllar yeterince yağmur yağmamasından ötürü oluşan kuraklık nedeniyle yer altı su deposunda yeterli su toplanamaması. (Düşük Seviye Risk)	Yer altı su deposunda yeterli su toplanamaması durumunda sistemde aksaklık yaşanmaması adına depo manuel olarak doldurulacaktır.
2	Panelin arkasına yapıştırılan sıcaklık sensörünün yeterli hassasiyet ile ölçüm yapamaması. (Orta Seviye Risk)	Panel yüzey sıcaklığının yüksek hassasiyet ile ölçülmesi proje için önemlidir. Bu yüzden maliyeti biraz daha yüksek olan fakat hassas ölçüm yapabilen K tipi termokupl (yüzey sıcaklık sensörü) kullanılabilir.
3	Aşırı yağmur suları ve çeşitli nedenlerden dolayı su depolarının (yer altı ve seyyar) dolup taşması. (Orta Seviye Risk)	Suyun fazla gelerek depolardan taşmaması için sıvı seviye sensörleri kullanılıp Arduino ile yapılan yazılım ile belirli aralıklarda sıvı seviye ölçümleri gerçekleştirilecektir.

10. Kaynakça

- [1] Karafil, A., Ozbay, H., & Kesler, M. (2016). Temperature and solar radiation effects on photovoltaic panel power. *Journal of New Results in Science*, 5, 48-58.
- [2] Moharram, K. A., Abd-Elhady, M. S., Kandil, H. A., & El-Sherif, H. (2013). Enhancing the performance of photovoltaic panels by water cooling. *Ain Shams Engineering Journal*, 4(4), 869-877.
- [3] Bakirci, K. (2012). General models for optimum tilt angles of solar panels: Turkey case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 6149-6159.
- [4] Gunerhan, H., & Hepbasli, A. (2007). Determination of the optimum tilt angle of solar collectors for building applications. *Building and Environment*, 42(2), 779-783.
- [5] Ozbay, H., Karafil, A., Onal, Y., Kesler, M., & Parmaksiz, H. (2017). The monitoring of monthly, seasonal and yearly optimum tilt angles by raspberry pi card for Bilecik city, Turkey. *Energy Procedia*, 113, 311-318.
- [6] Karafil, A., & Özbay, H. (2018). Design of stand-alone PV system on a farm house in Bilecik city, Turkey. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 5(3), 909-916.

- [7] Rusch, W., & Stahlkopf, I. (2009, May). Reliable power supply for remote telecom facilities. In 4th International Telecommunication-Energy special conference. VDE. pp. 1-6.
- [8] <https://mgm.gov.tr/kurumici/turkiye-guneslenme-suresi.aspx>
- [9] <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx>

