



BELTEK

FOTOVOLTAİK GÜNEŞ ENERJİ SİSTEM TASARIMI

**2.Hafta
3.Ders**

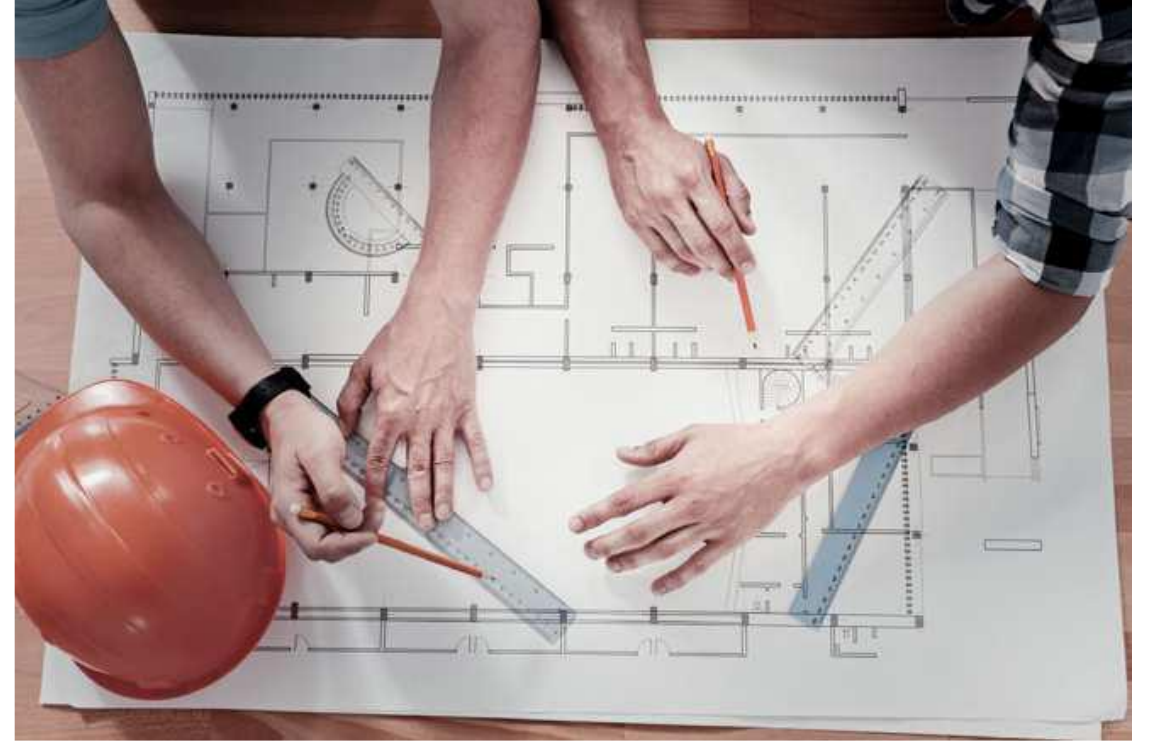
İÇİNDEKİLER

- Giriş
- Güneş Tesisatlarında Kullanılan Semboller
- Örnek Santral Genel Yerleşim Planı İncelemesi
- Örnek Tek Hat Şeması İnceleme
- Örnek Kablo Dağıtım Planı İnceleme
- Örnek Topraklama Planı İnceleme
- IEC Standartlarına Göre Güneş Enerjisi Santralleri Denetimi ve Ölçüm Hizmetleri
- Örnek Ön Değerlendirme Raporu İnceleme
- Örnek İlerleme Raporu İnceleme
- Örnek İşletmeye Alma Raporu İnceleme
- Örnek Teknik Değerlendirme Raporu İnceleme



Giriş



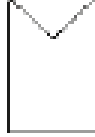


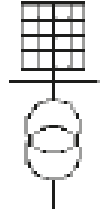
- Her geçen gün önemini daha da artıran güneş enerjisi sistemleri, tam bir proje haline getirilmeden önce tasarlanır.
- Tasarım aşamasında her türlü bağlantı şemaları oluşturulur. Teknik resim ile tasarım aşamasındaki tüm enerji sistemlerinin şemalarını anlamak ve çizmek mümkündür.
- Güneş enerjisi tesisatlarında kullanılacak semboller, genel olarak projelere uygun olanlarının bir araya gelmesiyle oluşur. Çizilmiş bir projede sembollerin hangi malzeme olduğu belirlenir.
- Bu malzemeler şemaya uygun şekilde birleştirilerek ya proje uygulanır ya da tasarlanan bir proje bu semboller yardımıyla çizilerek proje şeması oluşturulur.
- Güneş enerjisi projelerinde kullanılan semboller bilinirse hem tasarım yapılabilir hem de tasarlanan bir proje uygulanabilir.



Güneş Tesisatlarında Kullanılan Semboller

SEMBOLLER	
	Bara (L1, L2, L3) Bara (nötr)
	Transformatör
	Termik manyetik şalter
	Multimetre
	Sayaç






Güneş Tesisatlarında Kullanılan Semboller

	Sigortalı anahtar
	Evirici (inverter)
	Güneş pili (Pv)
	Motor
	Arayüz koruma rölesi
	Trafo merkezi

Güneş Tesisatlarında Kullanılan Semboller

	Toroidal akım trafosu
	Gerilim trafosu (üç sekonderli)
	Gerilim trafosu (çift sekonderli)
	Akım trafosu (çift sekonderli)
	Akım trafosu (üç sekonderli)
	Kablo başlığı

Güneş Tesisatlarında Kullanılan Semboller

	3F+1N+1PE kablo 3F Kablo
	Parafudr
	Anahtarlı otomatik sigorta (Cb)
	Nh bıçaklı sigorta
	Dm binası

Güneş Tesisatlarında Kullanılan Semboller

	Akümülatör (batarya)
	Genel topraklama
	Tek fazlı anahtar şalter
	Üç fazlı anahtar şalter



IEC Standartlarına Göre Güneş Enerjisi Santralleri Denetimi ve Ölçüm Hizmetleri



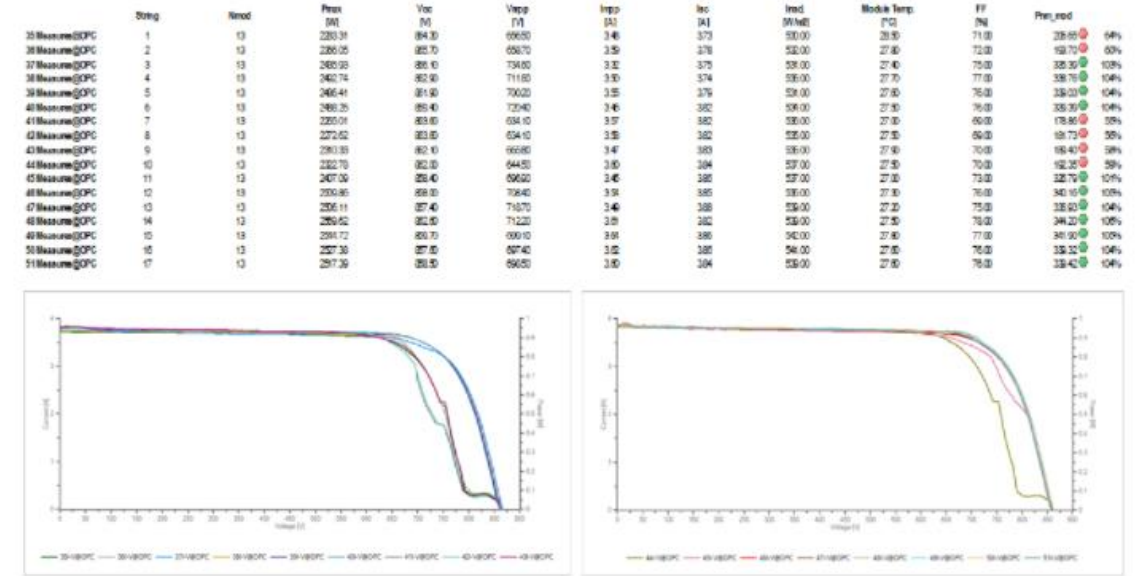
- Güneş enerjisi santrallerinin performansını denetleyebilmek ve ölçümlemek için IEC 62446 ve IEC 60891 kapsamında testler gerçekleştirilmesi gereklidir. Bu testler başlıca;
- IV-Curve (akım gerilim) ölçümü
- drone ile termal testler
- EL (elektrolüminesans) testi
- izolasyon testi
- topraklama testi ve
- performans ölçümüdür.

1- IV-Curve Ölçümü – IEC 60891

- Aşağıdaki IV Curve ölçümü sonucunda da göreceğiniz üzere sahadaki tüm güneş paneli dizilerinin IV curve ölçümlerini çıkartıp LID, PID, micro-crack, degradedasyon v.s. gibi bir problemi olup olmadığını denetleyebiliyoruz. Bu ölçümler aynı zamanda bir kayıt defteri gibi hizmet vermekte olup ileriki zamanlarda gerçekleştireceğiniz kontrollerde güneş panellerinin ne kadar degrede olduğunu görmenizde faydalı oluyor. Güneş panelim, güneş santralim eksik üretiyor sorusunun cevabının güneş panelleri ile ilgili kısmının cevabını bu test ile alabilirsiniz.
- IV testi sonucunda aşağıdaki konularda bilgi sahibi olabilirsiniz;

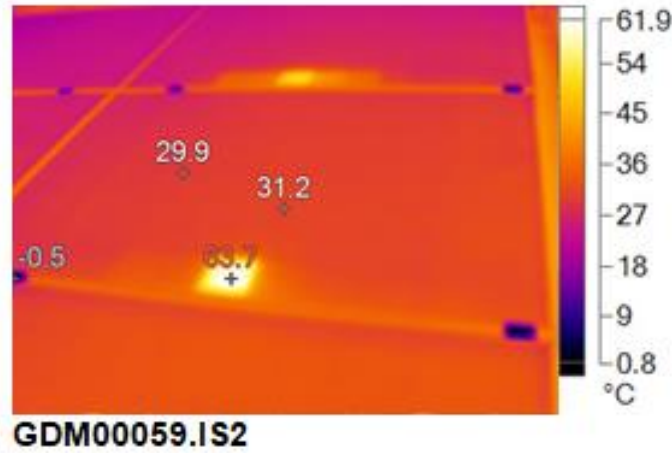
1- IV-Curve Ölçümü – IEC 60891

- Panelleriniz gerçek gücünü öğrenebilirsiniz. Fabrika verileri ile tutarlı olup olmadığını kontrol edebilirsiniz.
- Güneş panellerinizde LID (Light induced degradation) kaynaklı bir kayıp var mı ?
- Güneş panellerinizde PID (Potential induced degradation) kaynaklı bir kayıp var mı ?
- DC kablolarınızda herhangi bir kesik/fare yemesi gibi sebeplerden kaynaklı toprakla temas veya kaçak var mı ?
- Güneş panellerinizin by-pass diyotlarında herhangi bir problem var mı ?
- Gölgeleme kaynaklı problemlerin tespiti
- Panel serilerindeki muhtemel hatalı bağlantılar



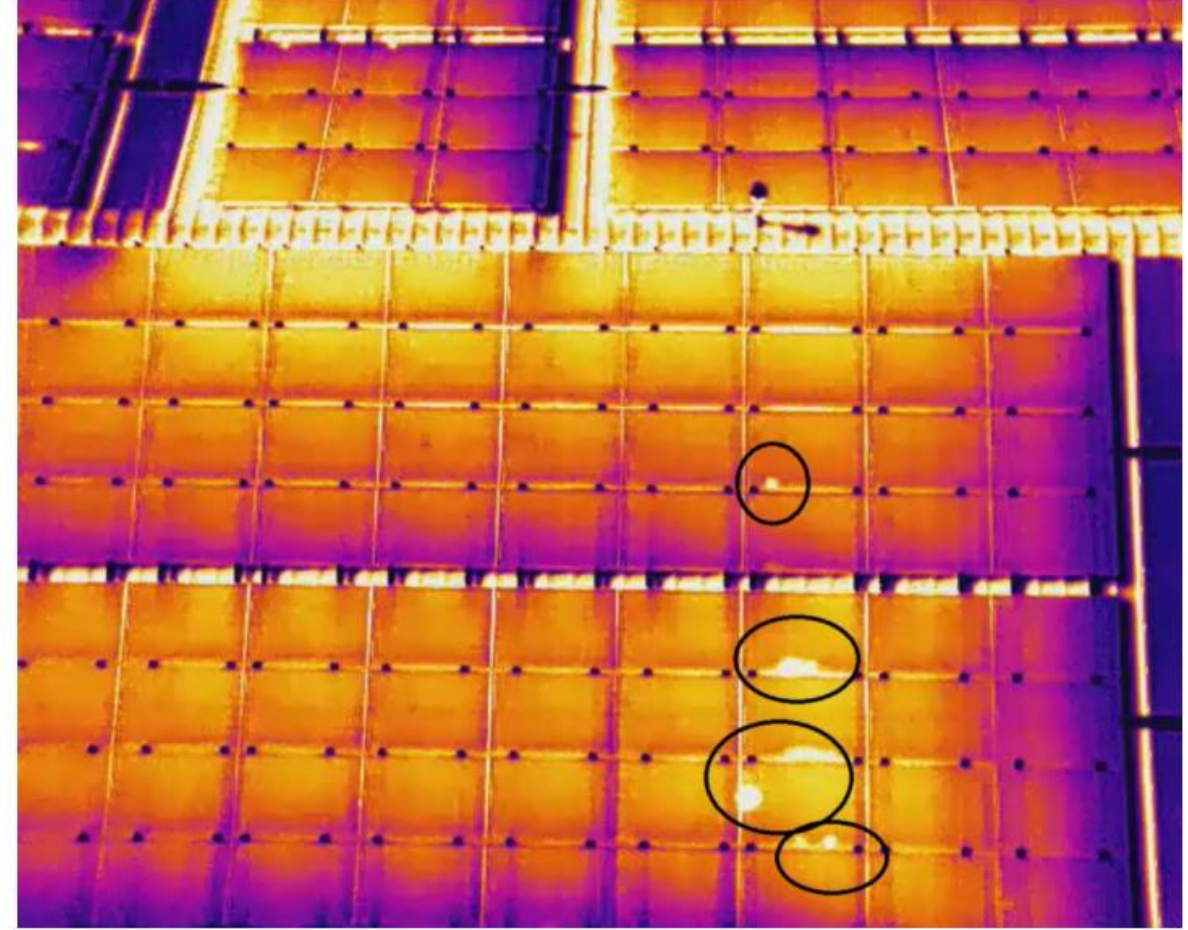
2 – Drone ve El Termali ile Hot-spot Ölçümü – IEC 62446 / IEC 61215

- Güneş panelleri devreye alındıktan sonra hot-spot'lar oluşabilir. Yine hem drone ile hem el termali ile bu kontrolü gerçekleştirilir. Bu aşamada yazılımın bize verdiği IS2 dosyaları ile panel fabrikasına beyanda bulunabilirsiniz. Güneş enerjisi santrallerinin termal denetimi problemlerin tespitinde önemlidir.



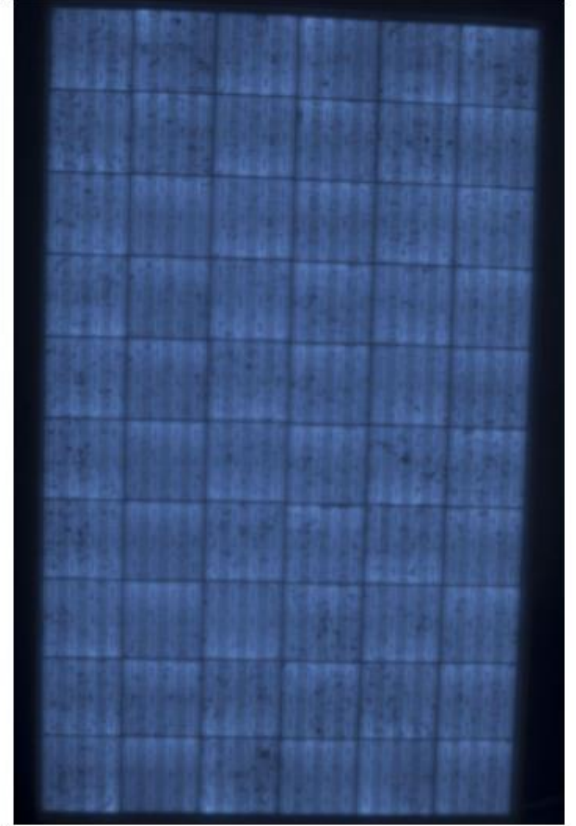
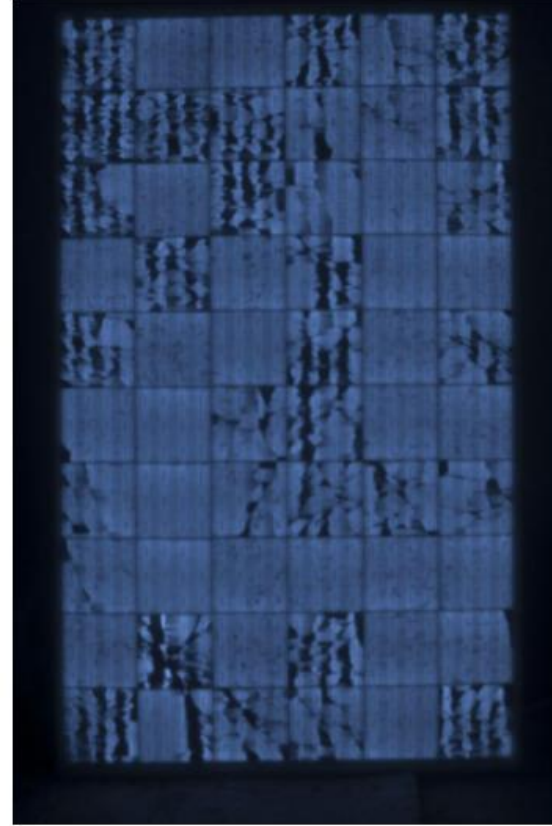
2 – Drone ve El Termali ile Hot-spot Ölçümü – IEC 62446 / IEC 61215

- Termal ölçüm sonucunda aşağıdaki konularda bilgi sahibi olabilirsiniz;
- Güneş panellerimde zarar görmüş hücre var mı ?
- Bypass diyodu, junction-box gibi panel malzemelerinde beklenmeyen bir ısınma söz konusu mu?
- Gölgeleme yapan çevre etmenleri panellere zarar verdi mi?
- Hiç devreye alınmamış diziler var mı?



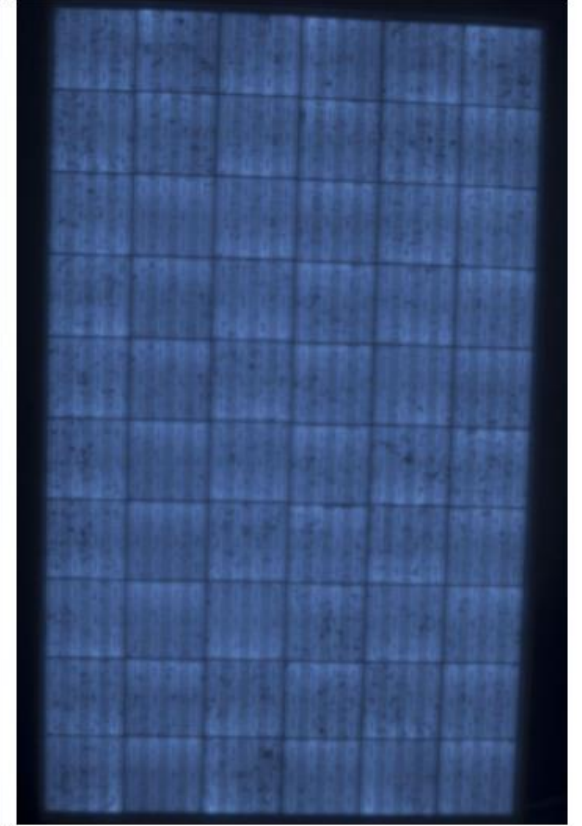
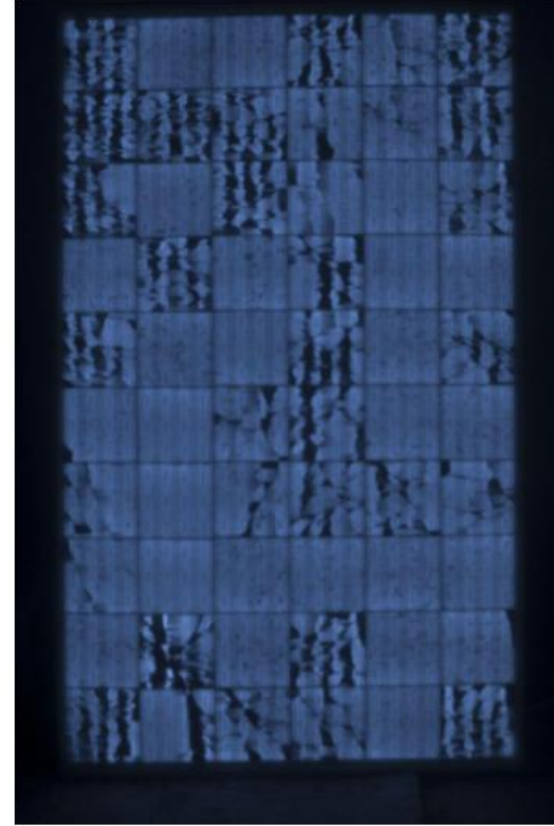
Güneş Panellerin EL (elektrolüminesans) Testi – IEC 61215 / IEC 61646

- Güneş panellerinin EL fotoğrafı çekilerek müşteriye sunulur. Bu aşamada kullanılan hücrelerin gelecekte oluşması muhtelemel problemlere istinaden bir röntgeni gibi düşünülebilir. Hücrelerin hem imalat hem de GES kurulumu aşamasında zarar görüp görmediğini görebilirsiniz.



Güneş Panellerin EL (elektrolüminesans) Testi – IEC 61215 / IEC 61646

- Bu ölçüm sonucunda aşağıdaki konular hakkında bilgi sahibi olabilirsiniz:
- Hücrelerin yapısı
- Hücrelerde bir kırık v.s. olup olmadığı
- EPC kurulumu esnasında baş üstünde taşımanın yarattığı etkiler veya panellerin zorlanıp zorlanmadığı
- Bu test size panelinizin gücü hakkında bilgi vermez. Sadece mevcutta IV curve ölçümünde bir probleme rastlanmıyorsa kaynağı hakkında bilgi verebilir.



4 – İzolasyon (Hipot) Testleri – IEC 62446

- Güneş panelleri 1.000V’luk bir gerilime tabi tutularak Panel-Toprak arası oluşan izolasyon direncine bakılır. Bu hem panellerde bir kaçak olmaması ve insanlara zarar vermemesi, hem de eviricilerin devre dışı kalmaması için önemlidir. EPC firmalarının kablaj esnasında verdiği zararlar da bu aşamada tespit edilmektedir ve devreye alınma aşamasında çok önemlidir.

Evirici	Dizi	Sonuç
GES Evirici 1	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 2	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 3	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 4	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 5	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 6	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 7	1 – 16	> 2 MOhm
GES Evirici 8	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 9	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 10	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 11	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 12	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 13	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 14	1 – 17	> 2 MOhm

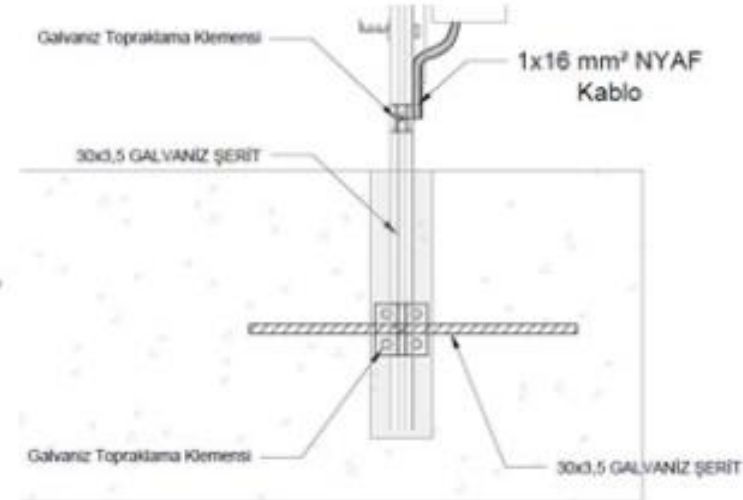
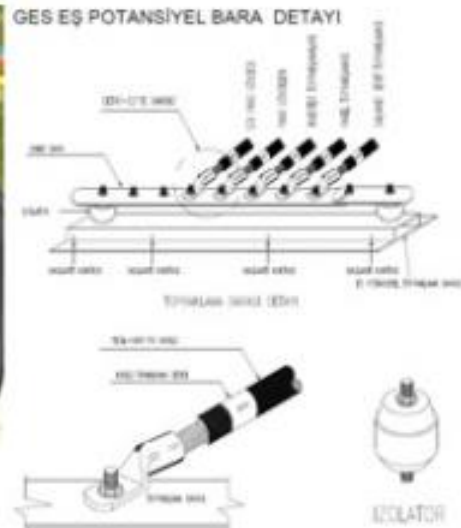
4 – İzolasyon (Hipot) Testleri – IEC 62446

- Bu ölçüm sonucunda aşağıdaki konular hakkında bilgi sahibi olabilirsiniz:
- Kablolarınızda bir zarar var mı?
- Güneş panellerinde DC akım tarafında herhangi bir faz-toprak hatası var mı?
- Eviricinizi devre dışı bırakacak izolasyon direncine etkiyen herhangi bir problem var mı?

Evirici	Dizi	Sonuç
GES Evirici 1	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 2	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 3	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 4	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 5	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 6	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 7	1 – 16	> 2 MOhm
GES Evirici 8	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 9	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 10	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 11	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 12	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 13	1 – 17	> 2 MOhm
GES Evirici 14	1 – 17	> 2 MOhm

5 – Topraklama Değeri Ölçümü

- Güneş enerjisi santralleri başta olmak üzere tüm elektriksel tesislerde topraklama ciddi önem arz etmektedir. Gerek kaçak akım korumalarında, gerek santraldeki yıldırım başta olmak üzere genel korumalarda topraklamanın önemi büyüktür. Topraklamada ve eş potansiyelde ortaya çıkabilecek bir kopukluk sisteme ciddi zararlar verebilir. Bu kapsamda gerek eş potansiyel barasının megger ile topraklama ölçümü, gerek konstrüksiyon ve güneş panellerinin topraklama ölçümleri gerçekleştirilerek kayıt altına alınmalı ve problem tespit edildiği durumda gerekli önlemler alınmalıdır.



6 – Gerçek Değerler Kullanılarak PVSYST Simülasyonu

- Santralin kaydedilen ışınlam ve panel sıcaklığı verileri baz alınarak yine panelin üretici tarafından sunulmuş PAN dosyaları kullanılarak yazılım üzerinde simülasyon gerçekleştirilir ve üretilmesi gereken enerji bulunarak üretilen enerji ile karşılaştırılır. Bu sonuçlar ile sistemde gözden kaçır bir durum olup olmadığı irdelenir (trafo, evirici v.s. kayıpları) ve genel bir üretim beklenti profili çıkarılır. Bu test sonucunda sistem genelinde bir problemi olup olmadığı denetlenmiş olur. Bu hesaplama ile güneş enerjisi santrali performans ölçümü yapılmış olur ve santralin performans değeri belirlenir.

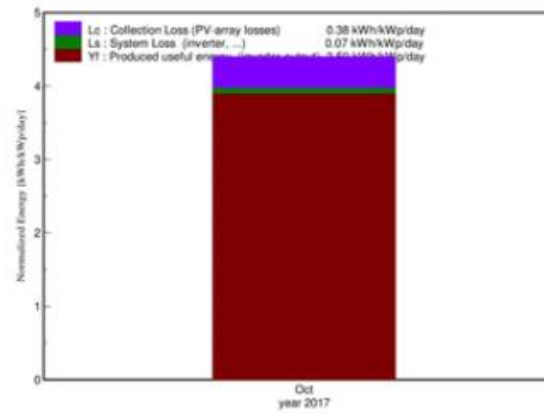
Main simulation results
System Production

Produced Energy 38.34 MWh

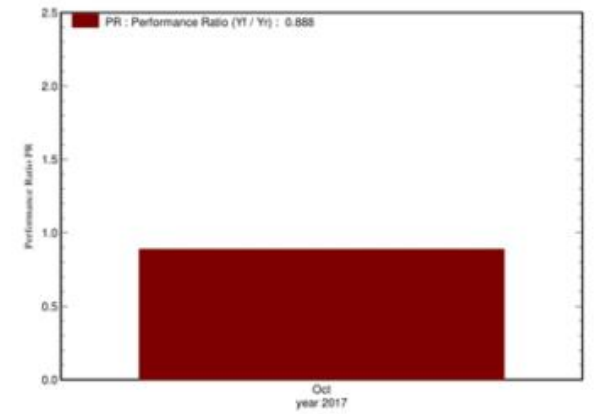
Specific prod. 90 kWh/kWp

Performance Ratio PR 88.75 %

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 427 kWp



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Oct. 17	98.90	30.93	25.00	101.2	97.31	39.11	38.34	0.888
Period	98.90	30.93	25.00	101.2	97.31	39.11	38.34	0.888

6 – Gerçek Değerler Kullanılarak PVSYST Simülasyonu

- Bu çalışma akabinde şu sonuçları alırsınız:
- Elimizdeki veriler uyarınca santralinizin ne kadar üretmesi gerekiyordu
- Santralimizin performans ölçümü doğrumu. Santralimiz ne kadar performans ile çalışıyor.

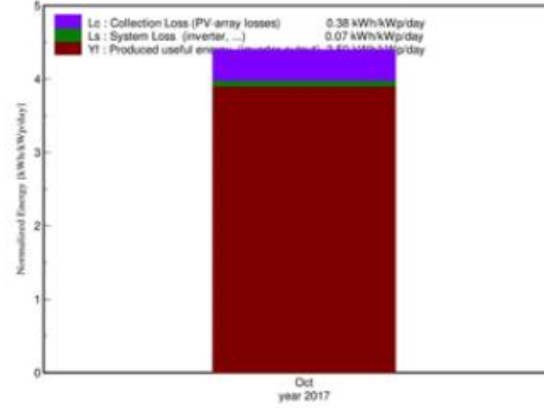
Main simulation results
System Production

Produced Energy 38.34 MWh

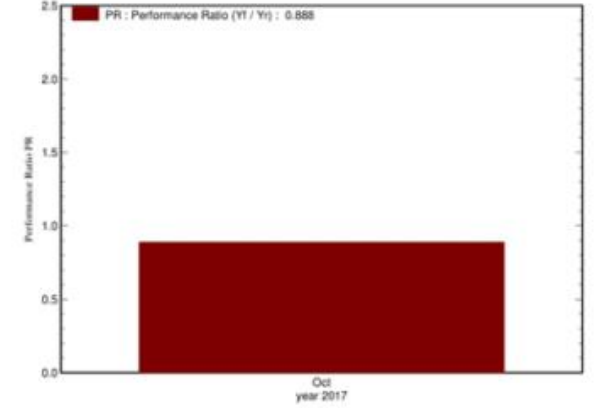
Specific prod. 90 kWh/kWp

Performance Ratio PR 88.75 %

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 427 kWp



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Oct. 17	98.90	30.93	25.00	101.2	97.31	38.11	38.34	0.888
Period	98.90	30.93	25.00	101.2	97.31	38.11	38.34	0.888

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

Arş. Gör. Oğuz Kaan ÇİNİCİ

Gazi Üniversitesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği