

SAYHAN

ENGINEERING – CONSULTANCY – CONSTRUCTION

ODTÜ
ÇATI UYGULAMALI GES PROJESİ

23.00 kWe

www.sayhan.com.tr



ODTÜ
ÇATI UYGULAMALI GES PROJESİ
23.00 kWe

www.sayhan.com



ODTÜ
ÇATI UYGULAMALI GES PROJESİ
23.00 kWe

www.sayhan.com



ODTÜ
ÇATI UYGULAMALI GES PROJESİ
23.00 kWe

www.sayhan.com



ODTÜ
ÇATI UYGULAMALI GES PROJESİ
23.00 kWe

www.sayhan.com

İÇİNDEKİLER

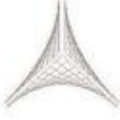
1. Teknik Rapor
2. Kısa Devre Hesapları
3. Primer Teçhizat Seçimi
4. Röle Koordinasyon ve Selektivite Hesapları
5. Transformator Gücü, Kompanzasyon ve Redresör Seçimi
6. Bara Kesit Hesapları
7. YG-AG İletken, Kablo Seçimi Hesapları
8. Topraklama ve Yıldırımdan Korunma Hesapları
9. Panel Evirici Uyumluluk Hesapları



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

Bölüm B1 Teknik Rapor



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

KORUMA SİSTEMİ

Sistemde meydana gelen kısa devrede, arıza akımı oldukça büyük değerlere ulaşabilir. Bu nedenle arızalı kısmın belirlenerek anında servis dışı bırakılması gerekir. Arızalı bölümün belirlenerek anında servis dışı bırakılması amacına yönelik uygulanan koruma tertibine selektif yani seçici koruma denilmektedir. Maliyetleri yüksek olan klasik santral yapılarının ve elektromekanik teçhizatların oluşacak arızalarda hasarlanması neticesinde uzun süre tamir nedeni ile işletme dışında kalması ve yüksek bakım maliyetleri göz önüne alındığında, koruma tedbirlerinin önemi kolaylıkla anlaşılır. Üretim tesisinin kısa devre arızası veya dağıtım sisteminin enerjisiz kalması durumunda bağlantı noktası itibarıyla dağıtım sisteminden izole hale gelmesini ve şebekeye enerji vermemesi sağlanacaktır. Dağıtım şebekesinin bir bölümünü içerecek şekilde adalanmayı engellemek üzere ilgili mevzuatta (Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin Uygulanmasına Dair Tebliğ) geçen koruma sistemleri tesis edilecek, üretim tesisinin sistemden ayrılması ve sisteme enerji verilene kadar hiçbir şekilde sistemle paralele girmemesi sağlanacaktır. Kısa devre hesapları yapılmış olup projelerde şalt malzeme seçimlerinde kısa devre değerlerine uygun malzeme seçimi yapılmıştır. Koruma röle sisteminin görevi kesiciler ile birlikte, arıza ve aşırı yüklerin hasarlarını sınırlandırmak ve sistemin diğer kısımları üzerindeki etkilerini minimuma indirmektir. Arıza durumunda, teçhizatı hasar gören bölge sistemden ayrılarak enerjisiz bırakılır. Koruma bölgesinde arıza meydana geldiği takdirde, röle kesiciye açma kumandası verir. Bu amaçla sistemde Adalanma ve Fider Koruma röleleri kullanılacaktır. Generatör korumasının amacı, generatör iç arızalarında gerekli koruma sistemlerinin uyarılması, generatör ikazı kaldırılarak ve generatör devreden ayrılarak arızaların etkilerinin sınırlandırılması ve generatörlerin dış arızalara karşı aynı tarzda korunması şeklinde özetlenebilir. Santralde meydana gelebilecek herhangi bir hata durumunda oluşacak adım ve dokunma gerilimlerinin can ve mal güvenliğini tehlikeye atmasını önlemek amacı ile bir temel topraklama sistemi tesis edilecektir. Akım taşımayan tüm metalik kısımlar topraklanmalıdır. Buna OG şalt hücreleri, trafolar, tüm dağıtım panoları ve vb. dahildir. Sistemde bulunan tüm aktif cihazların topraklaması yapılacak, kullanılan bütün malzemelerin metal kısımları topraklama iletkeni vasıtası ile bir eşpotansiyel bara üzerinden temel topraklaması ile irtibatlandırılacaktır.

IŞINIM, GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ ve METEOROLOJİK VERİLER

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1416 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir.

Tesiste kullanılan tüm panel, evirici, pano, konstrüksiyon, kablo tavası ve diğer elektriksel ekipmanlar bina topraklaması ile irtibatlandırılacaktır.

PARALEL ÇALIŞMA (SENKRONİZASYON)

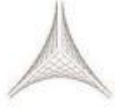
Her bir evirici ünitesi otomatik olarak enterkonnekte sistem ile tek tek paralele girmektedir. GES kabindeki trafonun AG tarafına gelen enerji eviricilere kadar gidecek ve paralele girme işlemlerinde şebeke gerilim bilgileri kullanılarak, evirici üzerinde entegre bulunan otomatik senkronizasyon ünitesi vasıtasıyla şebekeyle senkronize olacaktır. Eviriciler sadece şebekede enerji varken senkron olmaktadır. Santralin ada modunda çalıştırılması mümkün/uygun olmadığından elektrik kesintisi durumunda devreden çıkmaktadır. İki ayrı sistemin paralele girebilmesi için, gerilimlerin, frekansların ve faz açılarının her iki sistemde de aynı olması gerekmektedir. Bu şartlar evirici senkronizasyon ünitesi tarafından kontrol edilmekte, istenilen şartlar sağlanmadan paralele girilmemektedir.



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

Bölüm
B03
PRIMER TECHİZAT SECİM HESABI



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

3.2 KESİCİ SEÇİMİ

GES ATP DEKİ KESİCİLER

EVİRİCİ SİGORTA

$$(10 / 1.73 / 0.4) * 1.25 = 18.04 \text{ A}$$

Secilen Kesici : 25 A > 18.04 A **UYGUNDUR**

EVİRİCİ SİGORTA

$$(5 / 1 / 0.22) * 1.25 = 28.41 \text{ A}$$

Secilen Kesici : 32 A > 28.41 A **UYGUNDUR**

EVİRİCİ SİGORTA

$$(3 / 1 / 0.22) * 1.25 = 17.05 \text{ A}$$

Secilen Kesici : 20 A > 17.05 A **UYGUNDUR**



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

B5

TRANSFORMATÖR GÜCÜ, DC AKÜ ve UPS AKÜ GÜCÜ, KOMPANZASYON HESABI



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

5.1 TRAFÖ GÜÇ SEÇİMİ

Toplam FV Modül Sayısı : 64 Adet
Modülün Nominal Gücü($P_{max.}$) : 400 Wp

Toplam Evirici Sayısı : 4

Kurulu Güç (DC) : 25.6 kWp
Kurulu Güç (AC) : 23.00 kWe

Toplam Üretim Gücü : 23.00
Güç katsayısı (CosQ) : 1
Üretim gücü: 23/1

S = 23 kVA

Bu hesaba göre MEVCUT **1000** kVA trafonun gücü UYGUNDUR.



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

Bölüm
B7.1
DC KABLO HESAPLARI



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

7.1-1. AKIM TAŞIMA KONTROLÜ

KULLANILACAK SOLAR KABLO KATALOĞ BİLGİLERİ

Kablo Kesiti	Dış Çapı	Taşıma Kapasitesi	Direnç Değeri	Anma Gerilimi	Çalışma Sıcaklığı
mm ²	mm	A	Ω/Km	Vdc	°C
1 x 2.5	5.1	41	7.143	1000	-40 ...+90°C
1 x 4	5.6	55	4.464	1000	-40 ...+90°C
1 x 6	6.1	70	2.976	1000	-40 ...+90°C
1 x 10	7.2	98	1.786	1000	-40 ...+90°C
1 x 16	9	132	1.116	1000	-40 ...+90°C
1 x 25	10.7	176	0.714	1000	-40 ...+90°C
1 x 35	11.8	218	0.510	1000	-40 ...+90°C
1 x 50	13.3	276	0.357	1000	-40 ...+90°C
1 x 70	15.2	347	0.255	1000	-40 ...+90°C
1 x 95	17	416	0.188	1000	-40 ...+90°C
1 x 120	18.7	488	0.149	1000	-40 ...+90°C
1 x 150	20.7	566	0.119	1000	-40 ...+90°C
1 x 185	22.3	644	0.097	1000	-40 ...+90°C
1 x 240	25.5	775	0.074	1000	-40 ...+90°C

Tek Damarlı Kablolar İçin Düzeltme Faktörleri

Döşeme Şekli	KABLO SAYISI									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48
	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70
	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

Değişik ortam sıcaklıklarında harmonize kabloların akımları esas alınarak kullanılacak düzeltme faktörleri (f)							
Yalıtkan cinsi	İletken sıcaklığı	Düzeltilme faktörü/Correction factor					
		30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Lastik	60 °C	1	0.91	0.82	0.71	0.58	0.41
PVC	70 °C	1	0.94	0.87	0.79	0.71	0.61
XLPE	90 °C	1	0.96	0.91	0.87	0.82	0.76

Toprak içine serilmiş bütün kablolar için toprak termik direnci düzeltme faktörleri;											
70°C PVC Kablolar											
Müsaade edilen işletme sıcaklığı °C											
Toprak sıcaklığı °C →			5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	
Özgül termik toprak direnci Kxm/W	0,7 Kxm/W	Yükleme	0.50	1.29	1.27	1.25	1.23				
			0.60	1.26	1.23	1.21	1.18				
			0.70	1.22	1.19	1.17	1.14				
			0.85	1.15	1.13	1.1	1.08				
			1.00	1.09	1.06	1.03	1.01				
	1 Kxm/W	Yükleme	0.50	1.13	1.11	1.08	1.06	1.03			
			0.60	1.11	1.08	1.06	1.03	1			
			0.70	1.08	1.06	1.03	1	0.97	0.94		
			0.85	1.04	1.01	0.99	0.96	0.93	0.89		
			1.00	1	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85		
	1.5 Kxm/W	Yükleme	0.50	0.99	0.96	0.93	0.9	0.87	0.84		
			0.60	0.98	0.95	0.92	0.89	0.85	0.82		
			0.70	0.97	0.94	0.91	0.87	0.84	0.8	0.77	
			0.85	0.95	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.74	
			1.00	0.93	0.89	0.86	0.83	0.79	0.76	0.72	
	2.5 Kxm/W	Yükleme	0.5-1.00	0.86	0.83	0.79	0.76	0.72	0.68	0.53	0.59

3-C2 Nolu Dizi için DC Güç Kaybı Hesabı

VDE 0100 712 (IEC 60364-7) uyarınca şayet kablonun veya hattın kalıcı akım kapasitesi STC altında her noktada I_k değerinin katına eşitse veya bu değerden yüksek ise, FV dizi ve FV kısmi jeneratör kabloları/hatları için aşırı yük korumasına kalmayabilir. VDE 010 Bölüm 712 uyarınca koruma sınıfı II modülleri kullanıldığında ve tesisatın topraklanmış ve kısa devreye karşı güvenli yapılmış olması yeterli emniyet sağlayacaktır.

I_z dizi ≥ 1,25 * I_k STC dizi olması gerekmektedir.

Özellikle binalarda ve yanıcı çatı kaplamalarında sabit ışık arklarından dolayı bir yangın riski her zaman söz konusu olduğu için daha yüksek bir güvenlik sağlanmalıdır. Tesisin uzun süre aşırı hava ve çevre koşulları altında çalışması durumunda arızalar meydana gelebilir ve jeneratörün tüm akımı tek bir dizi üzerinden akabilir. Modül veya dizi hattından geçebilecek maksimum akım, tüm dizi kısa devre akımlarının (I_k diziler) toplamından bir diziyeye ait kısa devre akımının çıkarılmasına eşittir. Bu durumda;

I_{maks} = 1,25 * [∑I_k diziler – I_k dizi] şeklinde hesaplanır.

Kullanılacak modül değerleri ile İnverter hattında 1 dizi için hesaplanacak maksimum akım değeri;

$$I_{maks} = 1,25 * [\sum I_k \text{ diziler} - I_k \text{ dizi}] = 1.25 \quad x \quad 10.39 = 12.988 \text{ A olarak bulunur.}$$

Tablo 1`de belirtilen tek damarlı kablo katalog bilgileri doğrultusunda proje kapsamında kullanacak olduğumuz 6mm² Solar Kablo Kablo için akım kapasitesi **70 A** dir.

Tablo 2`de belirtilen tek damarlı kablolarda düzeltme faktörü kullanıldığında kablo tavasında sık şekilde çok sayıda kablonun yan yana döşenmesi durumu için kullanılacak düzeltme faktörü **0.48** olarak kullanılır

Tablo 3`de belirtilen sıcaklık koşulları ile düzeltme faktörü, **55 °C** ortam sıcaklığında Solar kablo için izin verilen **70 °C** sıcaklık için **0.61** değeri kullanılarak,

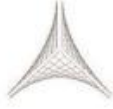
Tablo 4`de belirtilen sıcaklık koşulları ile düzeltme faktörü, **20 °C** toprak sıcaklığında Toprağın termik direnci **1.5 Kxm/W** olarak kabul edilerek **1** değeri kullanılarak,

6mm² Solar kablo için akım taşıma değeri;

I = Kablo akım taşıma kapasitesi * Kablo döşeme şekline göre düzeltme faktörü* sıcaklık faktörü*Termik direnç faktörü

$$I = 70 \quad x \quad 0.48 \quad x \quad 0.61 \quad x \quad 1.00 = 20.496 \text{ A olarak bulunur;}$$

20.496 A ≥ 12.988 A olduğundan seçilen kablo kesiti akım taşıma kapasitesi, sıcaklık faktörü, kablo döşeme şekline göre düzeltme faktörü ve İnverter girişine bağlı tüm paralel dizi kısa devre akımları açısından uygun olduğu görülmektedir.



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

7.1-2. GÜÇ KAYBI, GERİLİM DÜŞÜMÜ ve AKIM TAŞIMA KONTROLÜNÜ GÖSTERİR DOĞRU AKIM (DC) KABLO HESAPLARI

7-2-1.1 (DC) GÜÇ KAYBI KABLO HESAPLARI

$$P_k = \frac{2L \times I_{mpp}^2}{S \times K}$$

P_k	W	=	Modül veya dizi hattı güç kaybı
L	mt.	=	Modül veya dizi hattının tek katlı hat uzunluğu
S	mm ²	=	Modül veya dizi hattının kablo kesiti
K	m/Ω.mm ²	=	Elektrik iletkenliği (Bakır için 56, Alüminyum için 34)
I_{mpp}	A	=	Nominal Akım

E4-S1 Nolu Dizi için DC Güç Kaybı Hesabı

2L	=	106	mt.
S	=	6	mm ²
K	=	56	m/Ω.mm ²
I_{mpp}	=	9.94	A

$$P_k = \frac{106 \times 9.94^2}{6 \times 56} = 31.17 \text{ W}$$
 şeklinde hesaplanmıştır

7.1-2-2. (DC) GERİLİM DÜŞÜMÜ KABLO HESAPLARI

$$\%e = \frac{100 \times 2L \times I_{mpp}}{S \times U_{MPPT} \times K}$$

$\%e$		=	Gerilim düşümü oran
L	mt.	=	Modül veya dizi hattının tek katlı hat uzunluğu
S	mm ²	=	Modül veya dizi hattının kablo kesiti
K	m/Ω.mm ²	=	Elektrik iletkenliği (Bakır için 56, Alüminyum için 34)
I_{mpp}	A	=	Nominal Akım
U_{MPPT}	V	=	Dizi Gerilimi
N		=	Bir dizi de seri bağlanan modül sayısı

E4-S1 Nolu Dizi için DC Gerilim Düşümü Hesabı

2L	=	106	mt.
S	=	6	mm ²
K	=	56	m/Ω.mm ²
I_{mpp}	=	9.94	A
V_{MPPT}	=	40.24	V
N	=	7	adet

$$U_{MPPT} = N \times V_{MPPT} = 7 \times 40.24 = 281.68 \text{ V}$$
$$\%e = \frac{100 \times 106 \times 9.94}{6 \times 281.68 \times 56} = 1.1133$$
 şeklinde hesaplanmıştır

2L	=	24	mt.
S	=	4	mm ²
K	=	56	m/Ω.mm ²
I_{mpp}	=	9.94	A
V_{MPP}	=	40.24	V
N	=	7	adet

$$U_{MPPT} = N \times V_{MPPT} = 7 \times 40.24 = 281.68 \text{ V}$$
$$\%e = \frac{100 \times 24 \times 9.94}{4 \times 281.68 \times 56} = 0.3781$$
 şeklinde hesaplanmıştır

Toplam gerilim düşümü = $\%e1 + \%e2 = 1.11 + 0.38 = 1.49 < 2\%$ **UYGUNDUR**



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

7-3.TÜM DİZİLER İÇİN DC GÜÇ KAYBI VE GERİLİM DÜŞÜMÜ HESAPLARI

Evirci No	Dizi No	Panel Sayısı	Panel Gücü P (W)	+ Kablo Metraji	- Kablo Metraji	Kablo Metraji 2L (mt.)	Kablo Kesiti (mm ²)	İletkenlik K (m/Ω.mm ²)	Toplam Güç Dizi P (W)	Akım I _{sc} (A)	Gerilim (Panel) V _{MPPT} (A)	Gerilim (Dizi) U _{MPPT} (V)	Güç Kaybı P _k (W)	Güç Kaybı %P _k (W)	Gerilim Düşümü U _L (V)	Gerilim Düşümü %e 1 (Dizi Kablolara)	Gerilim Düşümü %e 2 (Panel Kablolara)	Gerilim Düşümü Toplam %e 1+%e 2	Sınır Değeri (%)
1	S1	8	400	52	54	106	6	56	3200	9,94	40,24	321,92	31,170	0,974	3,136	0,974	0,082	1,056	2
2	S1	14	400	40	42	82	6	56	5600	9,94	40,24	563,36	24,113	0,431	2,426	0,431	0,082	0,513	2
	S2	14	400	34	36	70	6	56	5600	9,94	40,24	563,36	20,584	0,368	2,071	0,368	0,082	0,450	2
3	S1	7	400	57	45	102	6	56	2800	9,94	40,24	281,68	29,994	1,071	3,018	1,071	0,082	1,153	2
	S2	7	400	39	51	90	6	56	2800	9,94	40,24	281,68	26,465	0,945	2,663	0,945	0,082	1,027	2
4	S1	7	400	61	45	106	6	56	2800	9,94	40,24	281,68	31,170	1,113	3,136	1,113	0,082	1,195	2
	S2	7	400	59	47	106	6	56	2800	9,94	40,24	281,68	31,170	1,113	3,136	1,113	0,082	1,195	2



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

Bölüm
B7.4
YG-AG İLETKEN KABLO SECİM HESAPLARI

06/1kV PVC İzoleli Tek Damarlı Bakır Kabloların Akım Taşıma Kapasitesi						
Nominal Kesit	Dış Çap	20 C'de iletken DC direnci	Akım Taşıma Kapasitesi (30 °C)			
			Toprakta A		Havada A	
mm ²	mm	Ω/km	O O O	o ^o o	O O O	o ^o o
1x10 mm ²	9	1,83	80	83	78	66
1x16 mm ²	10	1,15	127	107	103	89
1x25 mm ²	11	0,727	163	137	137	118
1x35 mm ²	12	0,524	195	165	169	145
1x50 mm ²	14	0,387	230	195	206	176
1x70 mm ²	16	0,268	282	239	261	224
1x95 mm ²	18	0,193	336	287	321	271
1x120 mm ²	20	0,153	382	326	374	314
1x150 mm ²	21	0,124	428	366	428	361
1x185 mm ²	24	0,0991	483	414	494	412
1x240 mm ²	27	0,0754	610	521	780	605
1x300 mm ²	30	0,0601	632	542	678	549
1x400 mm ²	33	0,0470	730	624	817	657
1x500 mm ²	37	0,0366	823	775	940	749

Tablo 1

06/1kV PVC İzoleli Çok Damarlı Bakır Kabloların Akım Taşıma Kapasitesi						
Nominal Kesit	Dış Çap	20 C'de iletken DC direnci	Akım Taşıma Kapasitesi (30 °C)			
			Toprakta A		Havada A	
mm ²	mm	Ω/km	O O O	o ^o o	O O O	o ^o o
5 x 4 rm	16.40	4.61	41	41	47	48
5 x 6 rm	18.10	3.08	52	52	59	61
5 x 10 rm	19.70	1.83	78	78	71	71
5 x 16 rm	22.40	1.15	101	101	94	94
5 x 25 rm	26.40	0.727	131	131	126	126
5 x 35 rm	29.80	0.524	157	157	155	155
5 x 50 rm	34.20	0.387	185	185	189	189
5 x 70 rm	39.40	0.268	212	212	215	215
5 x 95 rm	45.10	0.193	255	255	266	266
5 x 120 rm	49.60	0.153	289	289	308	308
5 x 150 rm	55.30	0.124	327	327	357	357
5 x 185 rm	61.60	0.099	366	366	405	405
5 x 240 rm	68.80	0.075	482	482	425	425
5 x 300 rm	76.50	0.060	479	479	552	552
5 x 400 rm	85.80	0.047	545	545	643	643

Tablo 2

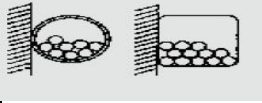

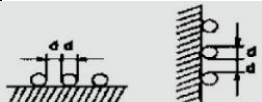
06/1kV PVC İzoleli Tek Damarlı Alüminyum Kabloların Akım Taşıma Kapasitesi						
Nominal Kesit	Dış Çap	20 C'de iletken DC direnci	Akım Taşıma Kapasitesi (30 °C)			
			Toprakta A		Havada A	
mm ²	mm	Ω/km	O O O	o ^o o	O O O	o ^o o
1x16 mm ²	10	1.91	75	84	80	66
1x25 mm ²	11	1.2	125	105	87	75
1x35 mm ²	12	0.868	121	127	131	113
1x50 mm ²	14	0.641	179	151	160	138
1x70 mm ²	16	0.443	218	186	202	174
1x95 mm ²	18	0.32	261	223	249	210
1x120 mm ²	20	0.253	297	254	291	244
1x150 mm ²	21	0.206	332	285	333	281
1x185 mm ²	24	0.164	376	323	384	320
1x240 mm ²	27	0.125	437	378	460	378
1x300 mm ²	30	0.1	494	427	530	433
1x400 mm ²	33	0.0778	572	496	642	523
1x500 mm ²	37	0.0605	694	562	744	603

Tablo 3

06/1kV PVC İzoleli Çok Damarlı Alüminyum Kabloların Akım Taşıma Kapasitesi						
Nominal Kesit	Dış Çap	20 C'de iletken DC direnci	Akım Taşıma Kapasitesi (30 °C)			
			Toprakta A		Havada A	
mm ²	mm	Ω/km	O O O	o ^o o	O O O	o ^o o
5 x 16 rm	22.40	1.15	70	70	65	65
5 x 25 rm	26.40	0.727	99	99	83	83
5 x 35 rm	29.80	0.524	118	118	102	102
5 x 50 rm	34.20	0.387	142	142	124	124
5 x 70 rm	39.40	0.268	176	176	158	158
5 x 95 rm	45.10	0.193	211	211	190	190
5 x 120 rm	49.60	0.153	242	242	221	221
5 x 150 rm	55.30	0.124	270	270	252	252
5 x 185 rm	61.60	0.099	308	308	289	289
5 x 240 rm	68.80	0.075	363	363	339	339
5 x 300 rm	76.50	0.060	412	412	377	377
5 x 400 rm	85.80	0.047	475	475	444	444

Tablo 4

Tek Damarlı Kablolar İçin Düzeltme Faktörleri

Döşeme Şekli	KABLO SAYISI									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1.00	0.80	0.70	0.65	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48
	1.00	0.85	0.79	0.75	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70
	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Tablo 5

Değişik ortam sıcaklıklarında harmonize kabloların akımları esas alınarak kullanılacak düzeltme faktörleri (f)							
Yalıtkan cinsi	İletken sıcaklığı	Düzeltilme faktörü/Correction factor					
		30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C	55 °C
Lastik	60 °C	1	0.91	0.82	0.71	0.58	0.41
PVC	70 °C	1	0.94	0.87	0.79	0.71	0.61
XLPE	90 °C	1	0.96	0.91	0.87	0.82	0.76

Tablo 6

Toprak içine serilmiş bütün kablolar için toprak termik direnci düzeltme faktörleri;											
70°C PVC Kablolar											
Müsaade edilen işletme sıcaklığı °C											
Toprak sıcaklığı °C →		5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C		
Özgül termik toprak direnci Kxm/W	0.7 Kxm/W	Yükleme	0.50	1.29	1.27	1.25	1.23				
			0.60	1.26	1.23	1.21	1.18				
			0.70	1.22	1.19	1.17	1.14				
			0.85	1.15	1.13	1.1	1.08				
	1 Kxm/W	Yükleme	0.50	1.13	1.11	1.08	1.06	1.03			
			0.60	1.11	1.08	1.06	1.03	1			
			0.70	1.08	1.06	1.03	1	0.97	0.94		
			0.85	1.04	1.01	0.99	0.96	0.93	0.89		
	1.5 Kxm/W	Yükleme	0.50	0.99	0.96	0.93	0.9	0.87	0.84		
			0.60	0.98	0.95	0.92	0.89	0.85	0.82		
			0.70	0.97	0.94	0.91	0.87	0.84	0.8	0.77	
			0.85	0.95	0.92	0.88	0.85	0.82	0.78	0.74	
	2.5 Kxm/W	Yükleme	0.5-1.00	0.86	0.83	0.79	0.76	0.72	0.68	0.53	0.59

Tablo 7

Toprak içine serilmiş ve aralarında 7cm'den fazla mesafe bulunan birden çok kablo sistemindeki kablolar için düzeltme faktörleri

Sistem m sayısı	0.7			1.0			1.5			2.5				
	Yükleme			Yükleme			Yükleme			Yükleme				
	0.50	0.60	0.70	0.50	0.60	0.70	0.50	0.60	0.70	0.50	0.60	0.70		
XLPE Kablolar 0.6/1 kV-20.3/35 kV	1	1.02	1.03	0.99	1.06	1.05	1.00	1.09	1.06	1.01	1.11	1.07	1.02	
	2	0.95	0.89	0.84	0.98	0.91	0.85	0.99	0.92	0.86	1.01	0.94	0.87	
	3	0.86	0.80	0.74	0.89	0.81	0.75	0.90	0.83	0.77	0.92	0.84	0.77	
	4	0.82	0.75	0.69	0.84	0.76	0.70	0.85	0.78	0.71	0.86	0.78	0.72	
	5	0.78	0.71	0.65	0.80	0.72	0.66	0.81	0.73	0.67	0.82	0.74	0.67	
	6	0.75	0.68	0.63	0.77	0.69	0.63	0.78	0.70	0.64	0.79	0.71	0.65	
	8	0.71	0.64	0.59	0.72	0.65	0.59	0.73	0.66	0.60	0.74	0.66	0.60	
	10	0.68	0.61	0.56	0.69	0.62	0.56	0.70	0.63	0.57	0.71	0.63	0.57	
	NYN 0.6/1 kV	1	0.91	0.92	0.94	0.98	0.99	1.00	1.04	1.03	1.01	1.13	1.07	1.02
		2	0.86	0.87	0.85	0.91	0.90	0.86	0.97	0.93	0.87	1.01	0.94	0.88
3		0.82	0.80	0.75	0.86	0.82	0.76	0.91	0.84	0.77	0.92	0.84	0.78	
4		0.80	0.76	0.70	0.84	0.77	0.71	0.86	0.78	0.72	0.87	0.79	0.73	
5		0.78	0.72	0.66	0.81	0.67	0.67	0.81	0.74	0.68	0.82	0.75	0.68	
6		0.76	0.69	0.64	0.77	0.64	0.64	0.78	0.71	0.65	0.79	0.72	0.65	
8		0.72	0.65	0.59	0.73	0.60	0.60	0.74	0.67	0.61	0.75	0.67	0.61	
10		0.69	0.62	0.57	0.70	0.57	0.57	0.71	0.64	0.58	0.71	0.64	0.58	

Tablo 8



7.4.1 GERİLİM DÜŞÜMÜ, GÜÇ KAYBI ve AKIM TAŞIMA KONTROLÜNÜ GÖSTERİR AG KABLO HESAPLARI

FORMÜLLER

(AG) GÜÇ KAYBI KABLO HESAPLARI

$$P_K = \frac{3 \times L \times I^2}{n \times S \times K}$$

P_K	W	=	AC hattı güç kaybı
L	mt.	=	İletken uzunluğu
S	mm ²	=	İletken kablo kesiti
n		=	Kablo sayısı
K	m/Ω.mm ²	=	Elektrik iletkenliği (Bakır için 56, Alüminyum için 35)
I	A	=	İşletme Akımı
N_k	W	=	AC Kurulu Güç
U	V	=	İşletme Gerilimi

$$I = \frac{N_k}{\sqrt{3} \times U \times \cos\theta}$$

(AG) GERİLİM DÜŞÜMÜ KABLO HESAPLARI

$$\%e = \frac{\sqrt{3} \times 100 \times L \times I}{n \times S \times U \times K}$$

$\%e$		=	Gerilim düşümü oran
L	mt.	=	İletken uzunluğu
S	mm ²	=	İletken kablo kesiti
n		=	Kablo sayısı
K	m/Ω.mm ²	=	Elektrik iletkenliği (Bakır için 56, Alüminyum için 35)
I	A	=	İşletme Akımı
U	V	=	İşletme Gerilimi



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

7.4.1.2 İNVERTER-1 ADP ARASI KABLO

Seçilen Kablo Tipi : (3 x 6) mm² NYY

Nk = 3 kW	YÜKLEME AKIMINA GÖRE KONTROL
L = 2 m	$I = \frac{Nk}{\sqrt{1} \times U \times \text{Cos}\theta}$
S = 6 mm ²	$I = \frac{3000}{1 \times 220 \times 1}$
n = 1 adet	I = 13,64 A
K = 56 m/Ω.mm ²	GÜÇ KAYBI ve GERİLİM DÜŞÜMÜNE GÖRE KONTROL
U = 220 V	GÜÇ KAYBI
Cosθ = 1	$P_k = \frac{1 \times 2 \times 13,64^2}{1 \times 6 \times 56}$
	P_k = 1,11 Wp
	GERİLİM DÜŞÜMÜ
	$\%e = \frac{\sqrt{1} \times 100 \times L \times I}{S \times U \times K}$
	$\%e = \frac{\sqrt{1} \times 100 \times 2 \times 13,64}{6 \times 220 \times 56}$
	%e = 0,04

Kablo Taşıma Kapasitesi	:	59 A	(Bkz. Tablo 5)
Toplam Kablo Taşıma Kapasitesi	:	1 x 59 A	= 59 A
Kablo Çokluğu Düzeltme katsayısı (Yc)	:	1,00	(Bkz. Tablo 5)
Sıcaklık Katsayısı	:	0,94	(Bkz. Tablo 6)
Toprak termik direnç katsayısı	:	1	(Bkz. Tablo 7)

Düzeltme katsayısı ve sıcaklık katsayısı dikkate alındığında kablunun akım taşıma kapasitesi:

$$59 \text{ A} \times 1 \times 0,94 \times 1 = 55,46 \text{ A}$$

13,64 A	<	20 A A.O.S.	<	55,46 A	=>	Seçilen kablo	UYGUNDUR
%e = 0,04	<		<	3	=>	Seçilen kablo	UYGUNDUR



7.4.1.2 İNVERTER-4 ADP ARASI KABLO

Secilen Kablo Tipi : (3 x 6) mm² NYY

Nk = 5 kW L = 7 m S = 6 mm ² n = 1 adet K = 56 mΩ.mm ² U = 220 V CosØ = 1	YÜKLEME AKIMINA GÖRE KONTROL	
	$I = \frac{Nk}{\sqrt{1} \times U \times \text{Cos}\phi}$	$I = \frac{5000}{1 \times 220 \times 1}$
		I = 22.73 A
	GÜÇ KAYBI ve GERİLİM DÜŞÜMÜNE GÖRE KONTROL	
GÜÇ KAYBI		
$P_k = \frac{1 \times L \times I^2}{S \times K}$	$P_k = \frac{1 \times 7 \times 22.73^2}{1 \times 6 \times 56}$	
	P_k = 10.76 Wp	
GERİLİM DÜŞÜMÜ		
$\%e = \frac{\sqrt{1} \times 100 \times L \times I}{S \times U \times K}$	$\%e = \frac{1 \times 100 \times 7 \times 22.73}{1 \times 6 \times 220 \times 56}$	
	%e = 0.22	

Kablo Taşıma Kapasitesi	:	59 A	(Bkz. Tablo 5)
Toplam Kablo Taşıma Kapasitesi	:	1 x 59 A	= 59 A
Kablo Çokluğu Düzeltme katsayısı (Yc)	:	1.00	(Bkz. Tablo 5)
Sıcaklık Katsayısı	:	0.94	(Bkz. Tablo 6)
Toprak termik direnç katsayısı	:	1	(Bkz. Tablo 7)

Düzeltilme katsayısı ve sıcaklık katsayısı dikkate alındığında kablunun akım taşıma kapasitesi:

$$59 \text{ A} \times 1 \times 0.94 \times 1 = 55.46 \text{ A}$$

22.73 A	<	32 A A.O.S.	<	55.46 A	=>	Seçilen kablo	UYGUNDUR
%e = 0.22	<		<	3	=>	Seçilen kablo	UYGUNDUR

$$\text{Toplam Gerilim Düşümü} = \%e1 + \%e2 = 0.06 + 0.22 = 0.27 < 3 \text{ UYGUNDUR}$$



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

7.4.1.2 İNVERTER-2 ADP ARASI KABLO

Seçilen Kablo Tipi : (5 x 6) mm² NYY

$N_k = 10$ kW $L = 3$ m $S = 6$ mm ² $n = 1$ adet $K = 56$ mΩ.mm ² $U = 400$ V $\cos\phi = 1$	YÜKLEME AKIMINA GÖRE KONTROL	
	$I = \frac{N_k}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$	$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1}$
		I = 14.43 A
	GÜÇ KAYBI ve GERİLİM DÜŞÜMÜNE GÖRE KONTROL	
GÜÇ KAYBI		
$P_k = \frac{3 \times L \times I^2}{S \times K}$	$P_k = \frac{3 \times 3 \times 14.43^2}{1 \times 6 \times 56}$	
	P_k = 5.58 Wp	
GERİLİM DÜŞÜMÜ		
$\%e = \frac{\sqrt{3} \times 100 \times L \times I}{S \times U \times K}$	$\%e = \frac{\sqrt{3} \times 100 \times 3 \times 14.43}{1 \times 6 \times 400 \times 56}$	
	%e = 0.06	

Kablo Taşıma Kapasitesi	:	59	A	(Bkz. Tablo 5)				
Toplam Kablo Taşıma Kapasitesi	:	1	x	59	A	=	59	A
Kablo Çokluğu Düzeltme katsayısı (Yc)	:	1.00	(Bkz. Tablo 5)					
Sıcaklık Katsayısı	:	0.94	(Bkz. Tablo 6)					
Toprak termik direnç katsayısı	:	1	(Bkz. Tablo 7)					

Düzeltilme katsayısı ve sıcaklık katsayısı dikkate alındığında kablunun akım taşıma kapasitesi:

$$59 \text{ A} \times 1 \times 0.94 \times 1 = 55.46 \text{ A}$$

14.43	A	<	25	A A.O.S.	<	55.46	A	=>	Seçilen kablo	UYGUNDUR
%e =	0.06	<			<	3		=>	Seçilen kablo	UYGUNDUR



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

7.4.1.4 TÜM AC KABLolar İÇİN GÜÇ KAYBI VE GERİLİM DÜŞÜMÜ HESAPLARI

Bağlantı Panosu	AC Pano Adı / No	AC Kurulu Güç (kWe)	Akım (A)	Seçilen İletken				Metraj	Güç Kaybı (Pk)	Güç Kaybı (%Pk)	Gerilim Düşümü	Sınır Değeri	Gerilim Düşümü Kontrolü	Isınma ve Akım Kablo Taşıma Kontrolü
				Kablo Sayısı	Kesit									
GES PANO	INV-1	3	13,6	1	x 3	x	6	2	1,107	0,037	0,037	2	Uygun	Uygun
	INV-2	10	14,4	1	x 5	x	6	3	5,58	0,056	0,056	2	Uygun	Uygun
	INV-3	5	22,7	1	x 3	x	6	5	7,686	0,154	0,154	2	Uygun	Uygun
	INV-4	5	22,7	1	x 3	x	6	7	10,76	0,215	0,215	2	Uygun	Uygun



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

**Bölüm
B8
TOPRAKLAMA HESAPLARI**

TOPRAKLAMA İLETKENİ MİNİMUM KESİTİ

16 mm² örgülü bakır iletken yada eşdeğeri 30x3,5mm galvanizli şerit kullanılacaktır.

(koruma topraklaması)

Not: Topraklama sisteminin tamamlanmasından sonra yapılacak ölçümler sonucunda bulunacak değerler müsaadeedilebilir sınırların üstünde olduğu takdirde topraklama sistemini iyileştirecek önlemler alınacaktır.

Tesis topraklaması bina temel topraklaması ile birleştirilecektir.

Tesiste kullanılan tüm panel, evirici, pano, konstrüksiyon, kablo tavası ve diğer elektriksel ekipmanlar bina topraklaması ile birleştirilecek



SAYHAN

Mühendislik Müşavirlik İnşaat San. & Tic. Ltd. Şti.

Bölüm
B9
PANEL-EVİRİCİ UYUMLULUK HESAPLARI

9-1. SİSTEM TASARIM TEMEL BİLGİLERİ

Proje No :	P0239 -
Proje Sahibi :	ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Proje Adı :	ODTÜ

9-1-1. GES ÜRETİM TESİSİN YERİ

İli :	ANKARA
İlçesi :	ÇANKAYA
Mevkii :	KARAKUSKUNLAR
Ada No. :	-
Parsel No. :	152

9-2-2. SİSTEM KONFIGÜRASYONU

FV Modül Bilgileri-1

Üretici :	KALYON PV
FV Modül Tipi :	400
Hüçre Sayısı :	72 adet
Hüçre Tipi :	Mono-Kristal
Hüçre Ölçüsü :	
Ağırlık :	22,5 Kg.
Bağlantı Tipi :	

Nom. Güç	Pmax. :	400 Wp	NOCT :	45 ± 2 °C
Nom. Güç Gerilimi	Vmpp :	40.24 V	Sıcaklık Katsayısı Isc :	0.049 %/°K
Nom. Güç Akımı	Impp :	9.94 A	Sıcaklık Katsayısı Voc :	-0.280 %/°K
Kısa Devre Akımı	Isc :	10.39 A	Sıcaklık Katsayısı Vmpp :	-0.280 %/°K
Açık Devre Gerilimi	Voc :	49.2 V	Sıcaklık Katsayısı Pmax :	-0.37 %/°K
Maks. Sistem Gerilimi		1500 V		
Diyot Akımı		15 A		

Evirici Bilgileri

Üretici :	GOODWE	Dizi/Merkezi Evirici :	Dizi
Evirici Tipi :	GW3000-XS	Koruma Sınıfı :	IP65
Tek / Trifaz :	Monofaz	Ağırlık :	5.8 Kg.
Evirici Boyutları :	295 x 230 x 113 (HxWxD)		

DC-Tarafı

Maks. DC Giriş Gerilimi	Vmax,abs :	500 V
	Vstart :	50 V
	VMPPT min :	50 V
	VMPPT max :	450 V
MPPT sayısı		1 adet
Maks. DC Giriş Akımı	Idc maks. :	12.5 A
Maks. DC Giriş Akımı MPPT	Idc-mppt maks. :	12.5 A
Maks. MPPT Kısa Devre Akımı	Isc max :	15.6 A

AC-Tarafı

Nominal AC Güç	Pacr :	3000 W
Maks. AC Güç	Pac max. :	3900 W
Nominal AC Gerilim	Vacr :	220 V
AC Gerilim aralığı	Vmin :	220 V
	Vmaks. :	230 V
Maks. AC Akımı	Iac,maks :	14.3 A
Nominal frekans	facr :	50 Hz
Frekans aralığı	fmim..fmaks. :	50..60 Hz
Nom. Güç faktörü	Cosphiacr :	>0,8

Evirici Bilgileri

Üretici	GOODWE		
Evirici Tipi	GW5048D-ES		
Tek / Trifaz	MONOFAZ		
Evirici Boyutları	516	x	440
		x	184

(HxWxD)

Dizi/Merkezi Evirici	Dizi	
Koruma Sınıfı	IP65	
Ağırlık	30	Kg.

DC-Tarafı

Maks. DC Giriş Gerilimi	Vmax,abs	: 580	V
	Vstart	: 125	V
	VMPPT min	: 125	V
	VMPPT max	: 550	V
MPPT sayısı		: 2	adet
Maks. DC Giriş Akımı	Idc maks.	: 22	A
Maks. DC Giriş Akımı MPPT	Idc-mppt maks.	: 11	A
Maks. MPPT Kısa Devre Akımı	Isc max	: 27.6	A

AC-Tarafı

Nominal AC Güç	Pacr	: 5000	W
Maks. AC Güç	Pac max.	: 5000	W
Nominal AC Gerilim	Vacr	: 230	V
AC Gerilim aralığı	Vmin	: 230	V
	Vmaks.	: 230	V
Maks. AC Akımı	Iac,maks	: 24.5	A
Nominal frekans	facr	: 50	Hz
Frekans aralığı	frmim..fmaks.	: 50..60	Hz
Nom. Güç faktörü	Cospfiacr	: >0,8	

Evirici Bilgileri

Üretici	TOMMATECH		
Evirici Tipi	TRİO-A-10.0		
Tek / Trifaz	Trifaz		
Evirici Boyutları	534	x	419
		x	201

(HxWxD)

Dizi/Merkezi Evirici	Dizi	
Koruma Sınıfı	IP65	
Ağırlık	30	Kg.

DC-Tarafı

Maks. DC Giriş Gerilimi	Vmax,abs	: 1000	V
	Vstart	: 600	V
	VMPPT min	: 160	V
	VMPPT max	: 900	V
MPPT sayısı		: 2	adet
Maks. DC Giriş Akımı	Idc maks.	: 24	A
Maks. DC Giriş Akımı MPPT	Idc-mppt maks.	: 12	A
Maks. MPPT Kısa Devre Akımı	Isc max	: 28	A

AC-Tarafı

Nominal AC Güç	Pacr	: 10000	W
Maks. AC Güç	Pac max.	: 10000	W
Nominal AC Gerilim	Vacr	: 400	V
AC Gerilim aralığı	Vmin	: 310	V
	Vmaks.	: 480	V
Maks. AC Akımı	Iac,maks	: 15.9	A
Nominal frekans	facr	: 50	Hz
Frekans aralığı	frmim..fmaks.	: 50..60	Hz
Nom. Güç faktörü	Cospfiacr	: >0,8	

Evirici Sayısı - Evirici 1	: 1	adet	x	GW3000-XS
Evirici Sayısı - Evirici 1	: 2	adet	x	GW5048D-ES
Evirici Sayısı - Evirici 1	: 1	adet	x	TRİO-A-10.0

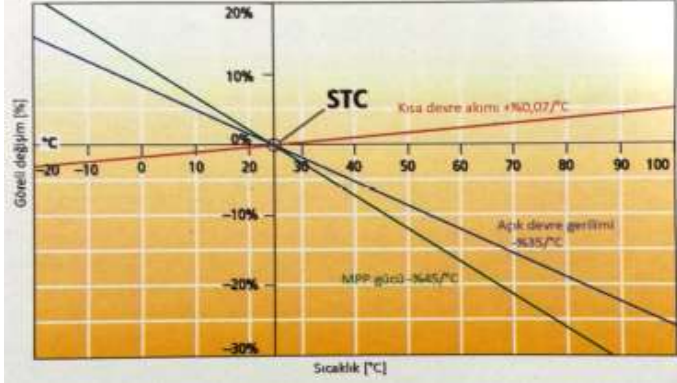
Sistem Bilgileri

Toplam FV Modül Sayısı	: 64	adet	Kurulu Güç (DC)	: 25.6	kWp
Toplam Evirici Sayısı	: 4	adet	Kurulu Güç (AC)	: 23	kW

9-2. FV MODÜL - EVİRİCİ UYUMLUGU KONTROLÜ

9-2-1. BİR DİZİ İÇİNDE MAKSİMUM VE MİNİMUM MODÜL SAYISININ BELİRLENMESİ

Evirici tasarımında modüllerin sıcaklığa ve ışıma bağlılıkları dikkate alınmalıdır. Jeneratör gerilimi sıcaklığa son derece bağlıdır. Eviricinin çalışma aralığı FV jeneratörün sıcaklık durumlarından etkilendiği göz önüne alarak ayarlanmalıdır.



Orta düzeyli iklim bölgelerinde kışın -10 °C sıcaklıkta birinci sınır değeri elde edilir. Düşük sıcaklıklarda modüllerin gerilimi artar. Bir çalışma durumunda meydana gelebilen en yüksek gerilim, düşük sıcaklıklardaki açık devre gerilimidir. Herhangi bir şebeke hatasından dolayı eviricinin kapatması durumunda eviriciyi tekrar devreye sokarken yüksek açık devre gerilimi söz konusu olabilir. Bu gerilim, eviricideki maksimum DC giriş geriliminden küçük olmalıdır. Aksi takdirde evirici zarar görebilir. Böylece seri devrede bulunan maksimum modül sayısı, eviricilere ait maksimum giriş geriliminin ve -10 °C sıcaklıkta modüle ait açık devre geriliminin çarpılmasından elde edilir.

$$\eta_{max} = \frac{U_{evirici\ max}}{U_{L(modül\ T_{min}\ ^\circ C)}}$$

°C başına % cinsinden L bilgisinde:

$$U_{L(modül\ T_{min}\ ^\circ C)} = \left(1 + \Delta T^\circ C x \frac{\beta_L}{100}\right) x U_{L(STC)}$$

°C başına mV cinsinden L bilgisinde:

$$U_{L(modül\ T_{min}\ ^\circ C)} = U_{L(STC)} + \Delta T^\circ C x \beta_L$$

Yaz aylarında modüller tavan üzerinde yaklaşık 70 °C'ye kadar ısınabilir. Genel olarak bu sıcaklıktan yola çıkılarak bir dizideki minimum modül sayısı tespit edilir. Yazın tam ışıma olduğu zamanda FV tesisi yüksek sıcaklıktan dolayı, modülün anma gerilimine göre daha düşük bir gerilime sahip olur. Tesisin çalışma gerilimi eğer eviricinin MPP geriliminin altına düşerse, mümkün olan maksimum güç verilemez ve hatta uygunsuz şartlar altında kapatmaya neden olur. Bu nedenle seri bağlı modüllerin bir dizi içindeki minimum sayısı, MPP'deki eviricinin minimum giriş geriliminden ve 70 °C'deki MPP'de modül geriliminin çarpımından elde edilecek şekilde boyut seçimi yapılır. Seri devredeki modül sayısını belirlemek için alt sınır değeri elde edilir.

$$\eta_{min} = \frac{U_{MPP(evirici\ min)}}{U_{MPP(modül\ T_{max}\ ^\circ C)}}$$

°C başına % cinsinden L bilgisinde:

$$U_{MPP(modül\ T_{max}\ ^\circ C)} = \left(1 + \Delta T^\circ C x \frac{\beta_{MPP}}{100}\right) x U_{MPP(STC)}$$

°C başına mV cinsinden L bilgisinde:

$$U_{MPP(modül\ T_{max}\ ^\circ C)} = U_{L(STC)} + \Delta T^\circ C x \beta_L$$

FV MODÜL KATALOG BİLGİLERİ

Maksimum Sıcaklık	(Tmax)	70 °C	Paralel Bağlı Dizi Sayısı	(D)	1 adet
Minimum Sıcaklık	(Tmin)	-10 °C	Dizideki Panel Sayısı	(N)	8 adet
PV Modül Standart Test Sıcaklığı	(Tstc)	25 °C	PV Modül Nominal Gerilimi (Vmpp)		40.24 V
PV Modül Voc Sıcaklık Katsayısı	[KVoc]	-0.28 %/°C	PV Modül Açık Devre Gerilimi (Voc)		49.2 V
PV Modül Vmpp Sıcaklık Katsayısı	[KVmpp]	-0.28 %/°C	Dizi Nominal Akım (Impp)		9.94 A
			Dizi Kısa Devre Akımı (Isc)		10.39 A

EVİRİCİ KATALOG BİLGİLER GW3000-XS

Maks. DC Giriş Gerilimi	Vmax,abs	500 Vdc
	Vstart	50 Vdc
	Vdc min	50 Vdc
	Vdc max	450 Vdc
MPPT sayısı		1 adet
Maks. DC Giriş Akımı	Idc maks.	12.5 Adc
Maks. DC Giriş Akımı MPPT	Idc-mppt maks.	12.5 Adc
Maks. MPPT Kısa Devre Akımı	Isc max	15.6 Adc

9-2-2. BİR DİZİ İÇİNDE MAKSİMUM MODÜL SAYISI

Panel kataloğundan panel açık devre gerili **49.20** V ve sıcaklık katsayısı **-0.280** %/°C olarak görülmekte olup,

$$U_{L(modül\ T_{min}\ ^\circ C)} = \left(1 + \Delta T^\circ C x \frac{\beta_L}{100}\right) x U_{L(STC)}$$

$$\downarrow = \left(1 + \left(\left[-10 \quad -25 \right] x \frac{-0.28}{100} \right)\right) x 49.20 = 54.0216 \text{ V}$$

$$\eta_{max} = \frac{U_{evirici\ max}}{U_{L(modül\ T_{min}\ ^\circ C)}} = \frac{500}{54.0216} = 9.26 \text{ adet}$$

9-2-3. BİR DİZİ İÇİNDE MİNİMUM MODÜL SAYISI

Panel kataloğundan panel MPP gerilimi **40.24** V ve sıcaklık katsayısı **-0.28** %/°C olarak görülmekte olup,

$$U_{MPP(modül\ T_{max}\ ^\circ C)} = \left(1 + \Delta T^\circ C x \frac{\beta_{MPP}}{100}\right) x U_{MPP(STC)}$$

$$\downarrow = \left(1 + \left(\left[70 \quad -25 \right] x \frac{-0.28}{100} \right)\right) x 40.24 = 35.1698 \text{ V}$$

$$\eta_{min} = \frac{U_{MPP(evirici\ min)}}{U_{MPP(modül\ T_{max}\ ^\circ C)}} = \frac{50}{35.1698} = 1.42 \text{ adet}$$

9-2-4. PANEL - INVERTER UYGUNLUK KONTROLÜ

$$\text{Maksimum Dizi Gerilimi} = N \times V_{oc} \times [1 + (K V_{oc} \times [T_{min} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 8 \times 49.2 \times [1 + (-0.28 \times [-10 - 25] / 100)] = 432.2 \text{ V} < 500 \text{ V UYGUNDUR}$$

$$\text{Minimum Dizi Gerilimi} = N \times V_{oc} \times [1 + (K V_{oc} \times [T_{max} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 8 \times 49.2 \times [1 + (-0.28 \times [70 - 25] / 100)] = 344 \text{ V} > 50 \text{ V UYGUNDUR}$$

$$\text{Maksimum Mppt Gerilimi} = N \times V_{mpp} \times [1 + (K V_{mpp} \times [T_{min} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 8 \times 40.24 \times [1 + (-0.28 \times [-10 - 25] / 100)] = 335.5 \text{ V} < 450 \text{ V UYGUNDUR}$$

$$\text{Minimum Mppt Gerilimi} = N \times V_{mpp} \times [1 + (K V_{mpp} \times [T_{max} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 8 \times 40.24 \times [1 + (-0.28 \times [70 - 25] / 100)] = 281.4 \text{ V} > 50 \text{ V UYGUNDUR}$$

9-2-5. MAKSİMUM DC AKIM KONTROLÜ

$$\text{Dizi Maksimum Akımı} = D \times I_{mpp} = 1 \times 9.94 = 9.94 \text{ A} < 12.5 \text{ A UYGUNDUR}$$

$$\text{Dizi Kısa Devre Akımı} = D \times I_{sc} = 1 \times 10.39 = 10.39 \text{ A} < 15.6 \text{ A UYGUNDUR}$$

9-2-6. SIZING FAKTOR

$$\text{Sizing Factor} = \frac{\text{Max DC Kurulu Güç}}{\text{AC Nominal Güç}} = \frac{3200}{3000} = 1.0667$$

$$\text{DC YÜKLEME} = 400W \times 8 \times 1 = 3.2kW_p < 4,5 kW_p \text{ (Evirici Max. DC Giriş Gücü)} \quad \text{UYGUNDUR}$$

FV MODÜL KATALOĞ BİLGİLERİ

Maksimum Sıcaklık	(Tmax)	70 °C	Paralel Bağlı Dizi Sayısı	(D)	1 adet
Minimum Sıcaklık	(Tmin)	-10 °C	Dizideki Panel Sayısı	(N)	7 adet
PV Modül Standart Test Sıcaklığı	(Tstc)	25 °C	PV Modül Nominal Gerilimi (Vmpp)		40.24 V
PV Modül Voc Sıcaklık Katsayısı	[KVoc]	-0.28 %/°C	PV Modül Açık Devre Gerilimi (Voc)		49.2 V
PV Modül Vmpp Sıcaklık Katsayısı	[KVmpp]	-0.28 %/°C	Dizi Nominal Akım (Impp)		9.94 A
			Dizi Kısa Devre Akımı (Isc)		10.39 A

EVİRİCİ KATALOG BİLGİLERİ : **GW5048D-ES**

Maks. DC Giriş Gerilimi	Vmax,abs	580 Vdc
	Vstart	125 Vdc
	Vdc min	125 Vdc
	Vdc max	550 Vdc
MPPT sayısı		2 adet
Maks. DC Giriş Akımı	Idc maks.	11 Adc
Maks. DC Giriş Akımı MPPT	Idc-mppt maks.	22 Adc
Maks. MPPT Kısa Devre Akımı	Isc max	27.6 Adc

9-2-2. BİR DİZİ İÇİNDE MAKSİMUM MODÜL SAYISI

Panel kataloğundan panel açık devre gerili **40.24** V ve sıcaklık katsayısı **-0.280** %/°C olarak görülmekte olup,

$$U_{L(modül\ T_{min}\ ^{\circ}C)} = \left(1 + \Delta T^{\circ}C x \frac{\beta_L}{100}\right) x U_{L(STC)}$$

$$\downarrow = \left(1 + \left(\left[-10 \quad -25 \right] x \frac{-0.28}{100} \right) \right) x 49.20 = 54.0216 \text{ V}$$

$$\eta_{max} = \frac{U_{evirici\ max}}{U_{L(modül\ T_{min}\ ^{\circ}C)}} = \frac{580}{54.0216} = 10.74 \text{ adet}$$

9-2-3. BİR DİZİ İÇİNDE MİNİMUM MODÜL SAYISI

Panel kataloğundan panel MPP gerilimi **40.24** V ve sıcaklık katsayısı **-0.28** %/°C olarak görülmekte olup,

$$U_{MPP(modül\ T_{max}\ ^{\circ}C)} = \left(1 + \Delta T^{\circ}C x \frac{\beta_{MPP}}{100}\right) x U_{MPP(STC)}$$

$$\downarrow = \left(1 + \left(\left[70 \quad -25 \right] x \frac{-0.28}{100} \right) \right) x 40.24 = 35.1698 \text{ V}$$

$$\eta_{min} = \frac{U_{MPP(evirici\ min)}}{U_{MPP(modül\ T_{max}\ ^{\circ}C)}} = \frac{125}{35.16976} = 3.55 \text{ adet}$$

9-2-4. PANEL - INVERTER UYGUNLUK KONTROLÜ

$$\text{Maksimum Dizi Gerilimi} = N \times V_{oc} \times [1 + (K_{Voc} \times [T_{min} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 7 \times 49.2 \times [1 + (-0.28 \times [-10 -25] / 100)] = 378.15 \text{ V} < 580 \text{ V UYGUNDUR}$$

$$\text{Minimum Dizi Gerilimi} = N \times V_{oc} \times [1 + (K_{Voc} \times [T_{max} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 7 \times 49.2 \times [1 + (-0.28 \times [70 -25] / 100)] = 301.01 \text{ V} > 125 \text{ V UYGUNDUR}$$

$$\text{Maksimum Mppt Gerilimi} = N \times V_{mpp} \times [1 + (K_{Vmpp} \times [T_{min} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 7 \times 40.24 \times [1 + (-0.28 \times [-10 -25] / 100)] = 309.28 \text{ V} < 550 \text{ V UYGUNDUR}$$

$$\text{Minimum Mppt Gerilimi} = N \times V_{mpp} \times [1 + (K_{Vmpp} \times [T_{max} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 7 \times 40.24 \times [1 + (-0.28 \times [70 -25] / 100)] = 246.19 \text{ V} > 125 \text{ V UYGUNDUR}$$

9-2-5. MAKSİMUM DC AKIM KONTROLÜ

$$\text{Dizi Maksimum Akımı} = D \times I_{mpp} = 1 \times 9.94 = 9.94 \text{ A} < 11 \text{ A UYGUNDUR}$$

$$\text{Dizi Kısa Devre Akımı} = D \times I_{sc} = 1 \times 10.39 = 10.39 \text{ A} < 22 \text{ A UYGUNDUR}$$

9-2-6. SIZING FAKTOR

$$\text{Sizing Factor} = \frac{\text{Max DC Kurulu Güç}}{\text{AC Nominal Güç}} = \frac{5600}{5000} = 1.1200$$

$$\text{DC YÜKLEME} = 400W \times 7 \times 2 = 5.6kW < 7,5 kW \text{ (Evirici Max. DC Giriş Gücü)} \quad \text{UYGUNDUR}$$

FV MODÜL KATALOĞ BİLGİLERİ

Maksimum Sıcaklık	(Tmax)	70 °C	Paralel Bağlı Dizi Sayısı	(D)	1 adet
Minimum Sıcaklık	(Tmin)	-10 °C	Dizideki Panel Sayısı	(N)	14 adet
PV Modül Standart Test Sıcaklığı	(Tstc)	25 °C	PV Modül Nominal Gerilimi (Vmpp)		40.24 V
PV Modül Voc Sıcaklık Katsayısı	[KVoc]	-0.28 %/°C	PV Modül Açık Devre Gerilimi (Voc)		49.2 V
PV Modül Vmpp Sıcaklık Katsayısı	[KVmpp]	-0.28 %/°C	Dizi Nominal Akım (Imp)		9.94 A
			Dizi Kısa Devre Akımı (Isc)		10.39 A

EVİRİCİ KATALOG BİLGİLERİ : TRİO-A-10.0

Maks. DC Giriş Gerilimi	Vmax,abs	1000 Vdc
	Vstart	600 Vdc
	Vdc min	160 Vdc
	Vdc max	900 Vdc
MPPT sayısı		2 adet
Maks. DC Giriş Akımı	Idc maks.	12 Adc
Maks. DC Giriş Akımı MPPT	Idc-mppt maks.	24 Adc
Maks. MPPT Kısa Devre Akımı	Isc max	28 Adc

9-2-2. BİR DİZİ İÇİNDE MAKSİMUM MODÜL SAYISI

Panel kataloğundan panel açık devre gerili **49.20 V** ve sıcaklık katsayısı **-0.280 %/°C** olarak görülmekte olup,

$$U_{L(modül\ T_{min}\ ^\circ C)} = \left(1 + \Delta T^\circ C x \frac{\beta_L}{\%100}\right) x U_{L(STC)}$$



$$= \left(1 + \left(\left[-10 \quad -25 \right] x \frac{-0.28}{100} \right)\right) x 49.20 = 54.0216 \text{ V}$$

$$n_{max} = \frac{U_{evirici\ max}}{U_{L(modül\ T_{min}\ ^\circ C)}} = \frac{1000}{54.0216} = 18.51 \text{ adet}$$

9-2-3. BİR DİZİ İÇİNDE MİNİMUM MODÜL SAYISI

Panel kataloğundan panel MPP gerilimi **40.24 V** ve sıcaklık katsayısı **-0.28 %/°C** olarak görülmekte olup,

$$U_{MPP(modül\ T_{max}\ ^\circ C)} = \left(1 + \Delta T^\circ C x \frac{\beta_{MPP}}{100}\right) x U_{MPP(STC)}$$



$$= \left(1 + \left(\left[70 \quad -25 \right] x \frac{-0.28}{100} \right)\right) x 40.24 = 35.1698 \text{ V}$$

$$n_{min} = \frac{U_{MPP(evirici\ min)}}{U_{MPP(modül\ T_{max}\ ^\circ C)}} = \frac{160}{35.1698} = 4.55 \text{ adet}$$

9-2-4. PANEL - INVERTER UYGUNLUK KONTROLÜ

$$\text{Maksimum Dizi Gerilimi} = N \times V_{oc} \times [1 + (K V_{oc} \times [T_{min} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 14 \times 49.2 \times [1 + (-0.28 \times [-10 - 25] / 100)] = 756.3 \text{ V} < 1000 \text{ V UYGUNDUR}$$

$$\text{Minimum Dizi Gerilimi} = N \times V_{oc} \times [1 + (K V_{oc} \times [T_{max} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 14 \times 49.2 \times [1 + (-0.28 \times [70 - 25] / 100)] = 602.01 \text{ V} > 600 \text{ V UYGUNDUR}$$

$$\text{Maksimum Mppt Gerilimi} = N \times V_{mpp} \times [1 + (K V_{mpp} \times [T_{min} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 14 \times 40.24 \times [1 + (-0.28 \times [-10 - 25] / 100)] = 618.57 \text{ V} < 900 \text{ V UYGUNDUR}$$

$$\text{Minimum Mppt Gerilimi} = N \times V_{mpp} \times [1 + (K V_{mpp} \times [T_{max} - T_s] / 100)]$$

$$\downarrow = 14 \times 40.24 \times [1 + (-0.28 \times [70 - 25] / 100)] = 492.38 \text{ V} > 160 \text{ V UYGUNDUR}$$

9-2-5. MAKSİMUM DC AKIM KONTROLÜ

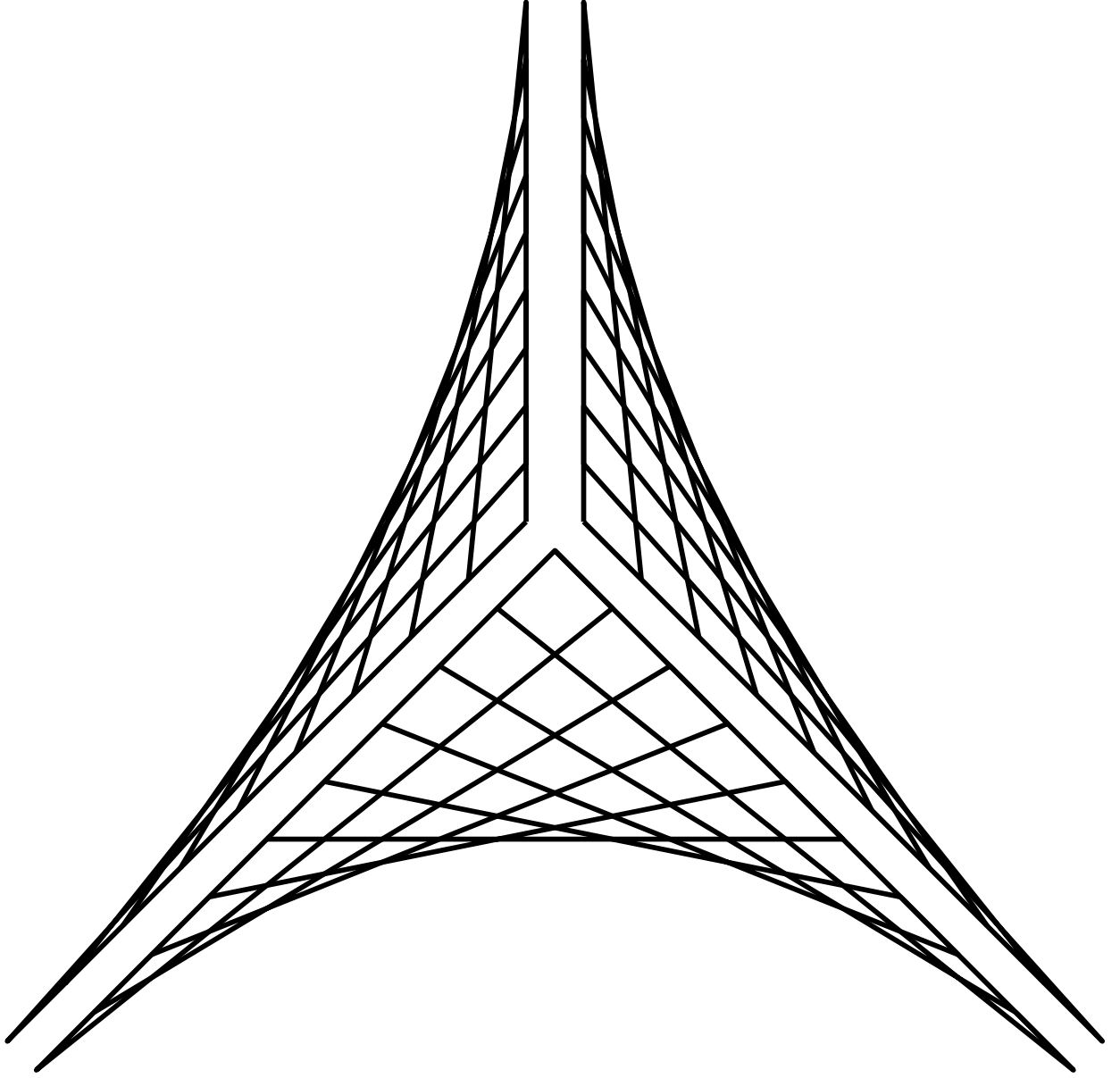
$$\text{Dizi Maksimum Akımı} = D \times I_{mpp} = 1 \times 9.94 = 9.94 \text{ A} < 12 \text{ A UYGUNDUR}$$

$$\text{Dizi Kısa Devre Akımı} = D \times I_{sc} = 1 \times 10.39 = 10.39 \text{ A} < 24 \text{ A UYGUNDUR}$$

9-2-6. SIZING FAKTOR

$$\text{Sizing Factor} = \frac{\text{Max DC Kurulu Güç}}{\text{AC Nominal Güç}} = \frac{11200}{10000} = 1.1200$$

$$\text{DC YÜKLEME} = 400 \text{ W} \times 14 \times 2 = 11.2 \text{ kWp} < 15 \text{ kWp (Evirici Max. DC Giriş Gücü)} \quad \text{UYGUNDUR}$$



Tel	: + 90 (312) 231 28 61	Ceyhun Atıf Kansu Caddesi
Fax	: + 90 (312) 472 28 51	Gözde Plaza No : 130 / 77
e-mail	: info@sayhan.com.tr	Balgat - Çankaya / ANKARA

www.sayhan.com.tr