

**ELEKTRİK PİYASASINDA
LİSANSSIZ ELEKTRİK
ÜRETİMİNE İLİŞKİN
YÖNETMELİK KAPSAMINDA
KURULU GÜCÜ 30 kWp'e (30
kWp dahil) KADAR GÜNEŞ
ENERJİSİNE DAYALI
ELEKTRİK ÜRETİM
TESİSLERİNİN TİP
ŞARTNAMESİ**

İçindekiler

1. Amaç, Kapsam, Dayanak, Standartlar ve Tanımlamalar	1-6
1.1 Amaç	1-6
1.2 Kapsam	1-6
1.3 Dayanak	1-6
1.4 Standartlar	1-6
1.5 Tanımlar	1-7
2. Tasarım	2-13
2.1 DC Sistem	2-13
2.1.1 Fotovoltaik (PV) Modüller	2-13
2.1.2 Doğru Akım (DC) Sistem – Akım ve Gerilim Değerlerinin Belirlenmesi (Minimum)	2-13
2.1.3 Fotovoltaik (PV) Dizi ve Dize Gerilimleri	2-14
2.1.4 Doğru Akım (DC) Kablolar	2-15
2.1.5 Dizi Kabloları	2-17
2.1.6 Ana DC Kablo	2-18
2.1.7 DC Erkek ve Dişi Konnektörler	2-18
2.1.8 Diğer Sıralı Kablo Bağlantıları	2-19
2.1.9 Fotovoltaik Dize DC Bağlantı Kutusu	2-19
2.1.10 Dizi Sigortaları	2-20
2.1.11 Bloklama Diyotları	2-21
2.1.12 DC Ayırma ve Anahtarlama	2-22
2.2 Topraklama, Koruyucu Eşpotansiyel Bağlı ve Yıldırımdan Korunma	2-24
2.2.1 Yıldırımdan Korunma	2-24
2.2.2 Topraklama	2-25
2.2.3 Eşpotansiyel Kuşaklama İletkeni	2-26
2.2.4 Dış İletken Bölümün Tanımlanması	2-27
2.2.5 Sistem Topraklaması (DC İletken Topraklaması)	2-27
2.2.6 Aşırı Gerilimden Korunma Önlemleri	2-29
2.3 AC Sistem	2-29
2.3.1 AC Kablolama	2-29
2.3.2 RCD Koruma	2-30
2.3.3 AC Ayırma ve Anahtarlama	2-30
2.3.4 Eviriciler	2-31

2.3.5	AC Kablo Koruma	2-32
2.3.6	Sayaçlar	2-32
3.	Sistem Performansı	3-1
3.1	Dizi Yönelim ve Eğim	3-1
3.2	Gölge Etkileri	3-1
3.3	Coğrafi Konum	3-1
3.4	Sıcaklık Etkisi	3-2
3.5	Diğer Faktörler	3-2
3.6	Fotovoltaik Performans Tahmini	3-2
3.6.1	Değerlendirme Durumu	3-2
3.6.2	Standart Tahmin Metodu	3-3
3.6.3	Dizilerin kWp Değeri	3-3
3.6.4	Yön Belirleme	3-3
3.6.5	Eğim	3-3
4.	Uygulama/Saha Çalışmaları	4-1
4.1	Genel	4-1
4.2	Fotovoltaik Sisteme Özgü Tehlikeler	4-1
4.3	Doğru Akım (DC) Devreler	4-2
4.3.1	Personel	4-2
4.3.2	Dizi İşlemleri	4-2
4.3.3	Canlı Çalışma	4-2
4.3.4	Elektrik Çarpma Tehlikesi (Güvenli Çalışma Uygulamaları)	4-3
4.3.5	Dize Montajı	4-3
5.	Mevcut Yapı Taşıma Kapasite Tahkikleri	5-4
5.1	Mevcut Yapı Genel Bilgileri	5-5
5.2	Mevcut Yapının Taşıyıcı Sistem Kapasite Kontrolleri	5-5
5.2.1	Mevcut Aşık veya Mertek Elemanlarının Kesit ve Sehim Tahkikleri	5-5
5.2.2	Mevcut Çatı Kaplama Elemanlarının Yük Taşıma Kapasite Tahkikleri	5-6
6.	GES Konstrüksiyon Yapısı Alt Karkas Elemanlarının Yük - Gerilme - Sehim ve Birleşim Hesapları	6-7
6.1	Güneş Paneli Alt Karkas Elemanlarına Etkiyen Yük Hesabı	6-8
6.2	Güneş Paneli Alt Karkas Elemanlarının Gerilme Tahkiki	6-9

6.3	Güneş Paneli Alt Karkas Elemanlarının Sehim Tahkiki	6-11
6.4	Güneş Paneli Alt Karkas Elemanlarının Birleşim Hesabı (Sabitleme) Tahkiki	6-12
6.4.1	Güneş Paneli (PV) ve Güneş Paneli Alt Karkas Elemanlarının Mevcut Çatı Kaplama Elemanlarına bağlantı Tahkiki	6-13
7.	GES Konstrüksiyonu ve Mevcut Yapı Statik Hesaplarının Onay İşlemleri	7-14
8.	GES Konstrüksiyonu Montaj İşlemi ve Sonrasında Mevcut Yapıda (Çatıda) Alınacak Özel Önlemler	8-14
9.	İşaret Levhaları ve Etiketlemeler	9-15
10.	Kontrol, Test ve Devreye Alma Şartları	10-17
10.1	Muayene ve Test – AC Bölüm	10-17
10.2	Muayene ve Test – DC Bölüm	10-17
10.3	Diğer Muayene ve Gereklilikler	10-17
11.	Dökümantasyon ve Belgeler	11-18
12.	Ekler	12-19
12.1	EK-A: Batarya Sistemleri	12-19
12.1.1	A1- PV Dizi Şarj Regülatörü	12-19
12.1.2	A2- Batarya Aşırı Akım Koruması	12-20
12.1.3	A3- Batarya Bağlantısının Kesilmesi	12-20
12.1.4	A4- Batarya Sistem Kabloları	12-21
12.1.5	A5- PV Dizi Kablosu ve Sigorta Değerleri	12-21
12.1.6	A6- Batarya Seçimi ve Boyutlandırma	12-21
12.1.7	A7- Batarya Kurulumu/Etiketlendirme	12-22
12.2	EK-B: En Yüksek Rüzgar Yükünü Tanımlamak İçin Baistleştirilmiş Metot Hata! Yer işareti tanımlanmamış.	
12.3	EK-C: PV Dizisi Test Raporu	12-23
12.4	EK-D: Elektrik Tesisat Belgesi	12-25
12.5	EK-E: Denetleme Listesi	12-27
12.6	EK-F: Deney Sonuçları Listesi	12-28
12.7	EK-G: Tek Hat Şema Örnekleri	12-31

Kısaltmalar

AC	Alternatif Akım
PV	Fotovoltaik
GES	Güneş Enerji Santrali
LÜY	Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği
AG	Alçak Gerilim
TSE	Türk Standart Enstitüsü
kWp	Kilo watt peak
OG	Orta Gerilim
STC	Standart Test Koşulu
YKT	Yıldırım Koruma Tesisatı

1. Amaç, Kapsam, Dayanak, Standartlar ve Tanımlamalar

1.1 Amaç

Bu Tip Şartnamenin amacı, güneş ışınımından elektrik üretilmesi için PV sistemine dayalı elektrik santrallerinin tasarım, uygulama ve devreye alınmasına yönelik, ilgili mevzuat, ilgili teknik mevzuat ve ulusal/uluslararası standartlara uygun olarak şebeke ile paralel çalışan santraller için gerekli koşul ve bilgileri içermektedir. Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik (LÜY) kapsamında, kurulu gücü 30kWp (toplam DC çıkış gücü) güce kadar olan şebeke ile paralel çalışan PV santrallerin bağlantısında uyulması gereken şartları içermektedir. Ayrıca, akülü sistemler ile ilgili bölüm Ek A'da anlatılmıştır.

Bu Şartname, 50 Hz., 1000 V AC veya 1500 V DC gerilim değerlerine (bu değerler dahil) kadar anma gerilimi olan güneş enerjisine dayalı fotovoltaiik tesislerinin, güvenli ve düzgün çalışmasını sağlayacak tasarım, uygulama ve işletme kurallarının belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır

1.2 Kapsam

Bu Şartname;

- İlgili şebeke işletmecisi tarafından Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik (LÜY) kapsamında bağlantı görüşü ve/veya bağlantı anlaşmasına çağrı mektubu verilen güneş enerjisi santrali (GES) tesislerinin proje onayı olmaksızın tesis edilecek sistemleri,
- PV panellerden elde edilen enerjinin depolandığı ve şebeke ile paralel çalışan akülü GES sistemleri kapsar.
- Bu Şartname, kurulu gücü azami 30 kWp kurulu güce kadar olan güneş enerjisine ve fotovolaik teknolojiden elektrik enerjisinin üretilmesine dair tesisleri kapsar.

Herhangi bir tesisin bu Şartname kapsamına girip girmeyeceği konusunda bir kararsızlık ortaya çıkarsa; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın bu konuda vereceği karar geçerlidir.

Aşağıdaki tesisler bu Şartnamenin kapsamına girmez:

- Güneş enerjisine dayalı lisanslı santraller,
- Şebekeden bağımsız izole çalışan fotovoltaiik üretim tesisleri.

1.3 Dayanak

Bu Şartname, Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik ve Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin Uygulanmasına Dair Tebliğ hükümlerine dayanılarak hazırlanmıştır.

1.4 Standartlar

Bu şartname kapsamındaki PV sistemin tasarımı ve kurulumunda kullanılan tüm

teçhizat aşağıdaki Türk Standartları (TS) Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC, EN, HD, ISO) Standartları ve diğer standartların yürürlükteki en son baskılarına uygun olacaktır. Aşağıdaki tabloda yer almayan ancak teknik şartnamenin ilerleyen bölümlerinde atıfta bulunulan standartlar için de aynı durum söz konusu olacaktır.

TS STANDART NUMARASI	IEC, EN, HD, ISO STANDART NUMARASI	STANDART ADI
TS HD 60364	IEC 60364 (Tüm Bölümleri)	Alçak gerilim elektrik tesisatı
	IEC 60364-6	Alçak gerilim elektrik tesisatı – Bölüm 6: Doğrulama
	IEC 60364-7-712	Binalarda elektrik tesisatı – Bölüm 7-712: Özel tesisat ve yerleşim gereksinimleri – Fotovoltaik (FV) güç kaynağı sistemleri
TS IEC 60755	IEC 60755	Artık akımla çalışan koruyucu düzenler-Genel kurallar
TS EN 61557	IEC 61557 (Tüm Bölümleri)	Alçak gerilim dağıtım sistemlerinde elektriksel güvenlik-1000 V AC ve 1500 V DC'ye kadar-Koruyucu düzenlerin denenmesi, ölçülmesi veya izlenmesi ile ilgili donanımlar
TS EN 61730	IEC 61730 (Tüm Bölümler)	Fotovoltaik (PV) modül güvenlik niteliği
TS EN 50438	IEC 50438	Mikro jeneratörlerin alçak gerilim dağıtım şebekeleri ile paralel bağlanması için kurallar
TSE K 191		Faz akımı 16 A'den büyük olan jeneratörler için bağlantı kuralları - Dağıtım sistemine AG seviyesinden bağlanan
TSE K 192		Faz akımı 16 A'den büyük olan jeneratörler için bağlantı kuralları - Dağıtım sistemine OG seviyesinden bağlanan
TSE EN 62446	IEC 62446	Şebeke bağlantılı fotovoltaik sistemler - Sistem dokümantasyonu, devreye alma deneyleri ve muayene için asgari kurallar
TSE EN 5021	IEC 50521	Fotovoltaik sistemler için bağlayıcılar - Güvenlik kuralları ve deneyler
TSE EN 62305	IEC 62305	Yıldırımdan Korunma

1.5 Tanımlar

Tanımlar; alfabetik sıraya göre aşağıda belirtilmiştir.

AC Bölüm: PV sistemlerinin, tasarım ve kurulumlarında evirici AC çıkışı ile şebeke bağlantı noktası arasındaki kısmı belirtir.

Acil durum anahtarlama : Beklenmedik şekilde oluşabilen bir tehlikeyi mümkün olduğu kadar hızlı olarak gidermek için yapılan işlemdir.

Acil durum durdurması : Tehlikeli olan bir hareketin durdurulması için öngörülen acil durum anahtarlamaıdır.

Adalanma: Dağıtım sisteminin üretim tesisi bulunan bir bölgesinin enerjili kalacak şekilde dağıtım sisteminden fiziksel olarak ayrılmasıdır.

Alçak gerilim (AG) : Etkin şiddeti 1000 Volt ve altındaki gerilimdir. Normalde, çok düşük gerilim seviyesinden yüksek fakat, ana (faz) iletkenler arasında 1000 V AC veya

1500 V DC değerlerini veya iletkenler ile toprak arasında 600 V AC veya 900 V DC değerlerini aşmayan gerilimdir.

Tesisatın işletme gerilimi, anma gerilimi değerinden, izin verilen tolerans sınırları içinde kalan bir miktar kadar farklı olabilir.

Ana dağıtım tablosu : Yapı bağlantı kutusundan tüketicinin ilk dağıtım noktasına gelen besleme hattının bağlandığı, anahtarlama veya koruma cihazlarının (sigortalar, devre ayırıcılar, artık akım cihazları gibi) nötr ve koruma devresi iletkenleri terminalleri ile birleştirilmesinden oluşan bir donanımdır. Ayırma cihazları, tablo içerisinde veya ayrı yerlerde olabilir.

Ana kolon hattı : Yapı bağlantı kutusundan tüketicinin ilk dağıtım noktasına (ana dağıtım tablosu) kadar olan besleme hattıdır.

Anahtar : Kısa devre akımı gibi anormal durumları belirlenen süre için taşıyan, normal devre şartları altında, taşıma ve kesme yapabilme kabiliyetleri olan mekanik bir cihazdır. Anahtar kısa devrede kapama yeteneğine sahip olabilir ancak kısa devre akımlarını kesemez.

Anahtarlama düzeni : Bir elektrik tesisatının işletilmesi, düzenlenmesi, korunması veya diğer kontrolleri için, ana veya yardımcı anahtarlama cihazları topluluğudur.

Anma gerilimi (Nominal gerilim) : Bir tesisatın veya tesisat bölümünün tanımlandığı gerilimdir.

Artık akım : Tesisatın bir noktasında faz ve nötr hatlarından geçen akımların fazör toplamından arta kalan akımdır.

Artık akım anahtarı (RCD) : Belirlenen şartlar altında, artık akım değeri, eşik değerine ulaştığında, kontakları açmak için tasarlanmış bir mekanik anahtarlama cihazı veya cihazlar topluluğudur.

Aşırı akım algılanması : Bir devredeki akım değerinin, belirli bir süre boyunca önceden belirtilen bir değeri aşmasının belirlenmesidir.

Aşırı akım : Beyan değerinden büyük bütün akımlardır. İletkenler için beyan değeri, akım taşıma kapasitesidir.

Aşırı yük akımı : Bir devrede hata yok iken, oluşan aşırı akımdır.

Ayırıcı : Ayırma için belirtilen şartlara uyan mekanik bir anahtarlama cihazıdır.

Ayırma : Güvenlik amacıyla tesisatın tamamının veya bir bölümünün bütün elektrik enerjisi kaynaklarından ayrılması suretiyle beslemesinin kesilmesidir.

Aynı anda erişilebilen bölümler : Bir insan veya diğer bir canlı tarafından aynı anda dokunulabilen iletkenler veya iletken bölümlerdir. (Gerilim altındaki bölümler, açıktaki iletken bölümler, yabancı iletken bölümler, koruma iletkenleri, topraklama elektrotları.)

Beklenen (olası) hata akımı : Normal alışma şartları altında, potansiyel farkına sahip iletkenler arasında veya gerilim altında bulunan bir iletken ile açıktaki iletken bölümler arasında hata sonucu oluşması muhtemel bir akım değeridir.

Beyan değeri (Donanımın etiket değeri) : Elektrik donanımının üreticisi tarafından tasarımılandırıldığı ve donanımın çalıştırılması için öngördüğü ve donanımın etiketinde belirtilen değerdir.

alıştırma artık akımı: Belirlenen şartlar altında, bir artık akım cihazının çalışmasını sağlayan akımdır.

Çarpma akımı : Bir insanın veya diğer canlının vücudundan geçen, çarpmaya ve tehlikeli etkilere sebep olabilecek özellikleri bulunan akımdır.

Çift yalıtım : Temel ve ek yalıtımın her ikisini de içeren yalıtımdır.

Çok düşük gerilim : Normalde, iletkenler veya iletkenler ile toprak arasında, 50 V a.a. veya dalgacıksız 120 V d.a. değerlerini aşmayan gerilimdir.

Çok düşük güvenlik gerilimi [SELV] : Elektrik arpma tehlikesi doğurmayan diğer sistemlerden ve topraktan elektriksel olarak ayrılmış, çok düşük gerilim sistemidir.

Çok düşük koruma gerilimi [PELV] : Topraklama sisteminden elektriksel olarak ayrılmamış fakat, farklı şekilde SELV ile ilgili tüm şartları yerine getiren, çok düşük gerilim sistemidir.

Çoklu koruma topraklaması, [PME] : Bir tesisatın nötr iletkeninin birçok noktada topraklanmasıdır. Özellikle TN-C-S sistemlerinde bulunan bir topraklama düzenlemesidir.

Dağıtım devresi : Tesisatın başlangıcını, anahtarlama düzeni veya kontrol düzeninin bir parçasına, bir dağıtım panosuna bir veya daha çok son devreye veya tüketim aracına bağlayan gerilimli devredir. Bir dağıtım devresi, ayrıca, bir tesisatın başlangıcını, merkezden uzak bir binaya veya ayrı bir tesisata bağlayabilir. Bu duruma bazen alt ana devre denir.

Dağıtım şebekesi : Şebekenin akım kaynağından tüketici tesisine kadar olan bölümüdür.

Dağıtım tablosu : Bir veya daha çok gelen besleme devresi ile bir veya daha çok giden devreyi birleştiren, anahtarlama veya koruma cihazlarının (sigortalar, devre ayırıcılar, artık akım cihazları gibi) nötr ve koruma devresi iletkenleri terminalleri ile birleştirilmesinden oluşan bir donanımdır. Ayırma cihazları, tablo içerisinde veya ayrı yerlerde olabilir.

DC bölüm: PV sistemlerinin, tasarım ve kurulumlarında PV hücreleriyle eviricilerin DC giriş terminalleri arasındaki kısımdır.

Denge Bileşenleri: Fotovoltaik güç sistemindeki fotovoltaik dışındaki diğer tüm bileşenleri (sigorta, evirici, bağlantı elemanları, mekanik destek üniteleri, batarya vb.),

Devre kesici : Normal yük akımlarını taşıma ve kesme kapasitesine göre imal edilmiş ve ayrıca önceden belirlenmiş kısıdevre akımlarını taşıyabilecek şekilde otomatik kesme yapabilecek bir cihazdır. Genelde, seyrek olarak kullanılmasına rağmen bazı tipleri sık anahtarlama için de uygundur.

Devreye alma: Gerekli kontrollerin yapılmasının ardından, bir sisteme ait tesisat elemanlarının ilk çalıştırmasının yapılması işlemidir.

Otomatik Sigorta (Minyatür devre kesici (MCB) - Anahtarlı otomatik sigorta) : Termik-manyetik eşik değerleri ayarlanamayan tip devre kesici.

Termik-Manyetik Şalter (Kompakt şalter): Termik-manyetik eşik değerleri ayarlanabilen tip devre kesici.

Doğrudan dokunma : İnsanların veya diğer canlıların gerilimli bölümlere dokunmasıdır.

Dolaylı dokunma : İnsanların veya diğer canlıların, bir yalıtım hatası durumunda gerilim altında bulunabilen açıktaki iletken bölümlere, dokunmasıdır.

Elektrik Tesisatçısı veya Tesisatçı: Elektrik yapım işini üstlenen ve ilgili idarelere karşı yururluktaki kanunlara, yönetmeliklere, imar planına, ruhsat ve eki projelerine, Türk Standardlarına, teknik şartnamelere, iş güvenliği ile ilgili tuzuğe, ilgili diğer tüm mevzuat hukuklarına, fen, sanat ve sağlık kurallarına uygun olarak tamamlanmasından, tesisatın sağlamlığından, niteliklerinden, usulsuz ve tekniğe aykırı yapılmasından doğacak zararlardan sorumlu olan kişi,

Eşpotansiyel bölge : İçerisindeki açıktaki iletken bölümler ve yabancı iletken bölümler, yaklaşık aynı potansiyelde dengelenmiş bir bölgedir. Bu sayede, hata durumlarında, aynı zamanda ulaşılabilen açıktaki ve yabancı iletken bölümler arasındaki potansiyel farkı, elektrik çarpmasına sebep olmaz.

Evirici: Doğru akımı tek fazlı ya da çok fazlı değişken akımlara çeviren elektrik enerjisi dönüştürücüdür.

Faz iletkeni (L₁, L₂, L₃) : Nötr iletkeni (N), koruma iletkeni (PE) veya PEN iletkeni dışında, elektrik enerjisinin taşınması için kullanılan bir a.a. sistemi iletkenidir.

Fonksiyonel anahtarlama : Normal çalışma amaçları ile bir tesisatın tamamını veya bir bölümünü “devreye almak” veya” devreden çıkarmak” veya besleme kaynağını değiştirmek için yapılan bir işlemdir.

Fonksiyonel çok düşük gerilim (FELV) : SELV veya PELV şartlarını sağlamak için gerekli olan koruma önlemlerinin tamamının uygulanmadığı, çok düşük gerilim sistemidir.

Fotovoltaik Güç Sistemi: Giriş kaynağı olarak fotovoltaik modüllerden gelen güneş elektriğini kullanan ve bağımsız bir elektrik ağına veya şebekeye elektrik enerjisi besleyen elektrik üretim tesisini ve bunun tüm bileşenleridir.

Fotovoltaik (PV): Güneş ışınımından doğrudan elektrik üreten cihazlar.

Gerilimli bölüm: Normal kullanımda enerjilenmesi amaçlanan, nötr iletkeni dahil ancak PEN iletkeni hariç, bir iletken veya iletken bölümüdür.

İlgili mevzuat: Elektrik piyasasına ilişkin kanun, yönetmelik, tebliğ, genelge ve Kurul kararlarıdır.

İlgili şebeke işletmecisi: İlgisine göre TEİAŞ’ı, dağıtım şirketini veya OSB dağıtım lisansı sahibi tüzel kişidir.

İlgili teknik mevzuat: Bakanlık tarafından çıkarılan ilgili yönetmelik, tebliğ ve diğer düzenlemedir.

İzolasyon: Güvenlik nedenleriyle beslemenin elektrik tesisinin tamamının ve bir kısmının tesisteki bütün üreteçlerden ayrılmasıyla vasıtasıyla kesilmesidir.

İzolasyon Trafosu: Giriş ve çıkış sargılarının elektriksel olarak çift ya da güçlendirilmiş yalıtım ile ayrıldığı trafodur.

Kanun: 14/3/2013 tarihli ve 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununu,

Kısa devre akımı (Isc): PV modüllerin, PV dizilerin, PV dizelerinin ve PV generatörlerin standart koşullardaki kısa devre akımıdır.

Kişisel Koruyucu Donanım (Kkd): Çalışanı, yürütülen işten kaynaklanan, sağlık ve güvenliği etkileyen bir veya birden fazla riske karşı koruyan, çalışan tarafından giyilen, takılan veya tutulan, bu amaca uygun olarak tasarımı yapılmış tüm alet, araç, gereç ve cihazlar.

Koruma iletkeni akımı : Normal çalışma koşulları altında bir koruma iletkeninden akan elektrik akımıdır.

Koruma iletkeni : Elektrik çarpmasına karşı belli koruma önlemlerinde öngörülen ve aşağıdaki bölümlerden herhangi birine elektriksel olarak bağlanması amaçlanan iletkenidir.

- Açıktaki iletken bölümler,
- Yabancı iletken bölümler,
- Ana topraklama barası, bağlantı ucu ve klemensi,
- Topraklama elektrotları,
- Besleme kaynağının topraklanmış noktası veya yapay nötr noktası.

Nötr iletkeni : Bir sistemin nötr noktasına bağlanmış olan ve elektrik enerjisinin taşınmasına katkıda bulunabilen bir iletkenidir. Bu yönetmelikte aksi belirtilmedikçe, bu terim IT veya d.a. sistemlerindeki orta iletkeni de ifade eder.

Ortam sıcaklığı : Donanımın kullanılacağı yerdeki havanın veya diğer bir ortamın sıcaklığıdır.

PEN iletkeni : Koruma iletkeni ve nötr iletkeninin görevlerini birleştiren topraklanmış iletkenidir.

Potansiyel dengeleme iletkeni : Donanımın açığındaki iletken bölümlerini ana topraklama barasına veya bağlantı ucuna bağlayan bir koruma iletkenidir.

PV A.C. Modül: A.C. elektriksel arabirim terminallerine sahip dönüştürücünün PV modüle entegre edilmesiyle oluşan bütünleşik cihaz. D.C girişlerine ulaşım mümkün

değildir.

PV Dizi: PV modüllerinin ve diğer gerekli bileşenlerin bir doğru akım kaynağını oluşturmak için mekanik ve elektriksel olarak entegre hali.

PV Dizi kablosu: PV dizinin çıkış kablosu.

PV Dizi Bağlantı Kutusu: Bir PV dizisinin bütün dizilerinin elektriksel olarak birbirine irtibatlandırıldığı ve koruma malzemelerinin yerleştirildiği muhafaza.

PV Dize: Gerekli çıkış geriliminin üretilmesi bir birine seri bağlanmış ve paralellenmiş belirli sayıdaki PV modül dizisidir.

PV Hücre: Güneş radyasyonu gibi bir ışığa maruz kaldığında elektrik üretebilen temel PV cihazı.

PV Şarj Kontrol Cihazı: PV dizesi ve akü arasındaki arayüzü sağlayan bir cihazdır

PV D.C. Ana Kablosu: PV dizesi bağlantı kutusu ile PV inverterin DC terminalleri arasındaki bağlantı kablosu

Şebeke Bağlantılı PV Sistemi: Mevcut elektrik şebekesiyle “paralel” çalışan bir PV generatör

PV Kurulum: PV güç besleme sisteminin monte edilmiş hali

PV İnverter (PV çevirici olarak da bilinir): D.C. voltaj ve D.C akımı A.C. voltaj ve A.C. akıma dönüştüren cihaz

PV Kilowatt Tepe (kWp): PV modülün nominal güç çıkışını derecelendirmek için kullanılan birim

PV Modül Maksimum Seri Sigortası: Sağlanan değer modül üreticisi tarafından modül etiketi veya veri sayfasında (bir gerekliliktir IEC 61730-2)

PV Modül: PV hücrelerinin birbirine çevresi korumalı olacak şekilde bütünüyle montajdır

PV Maksimum Güç Noktası İzleme (MPPT): İnverter D.C. giriş tarafında dizeden gelen gücü gerilim ve akımı tarayarak maksimum seviyeye çıkarmak için tasarlanmış bileşen.

PV Öz Temizlik: Yeterince dik eğimli PV dizisine gelen yağmur, dolu vb.nin temizleme etkisi

PV Dizi Kablosu: Bir PV dizisindeki PV modülleri birbirine bağlayan kablo

PV Dizi Sigortası: Tek bir PV dizisini korumak için kullanılan sigorta

PV Besleme Kablosu: Bir PV çeviricinin AC terminallerini dağıtım devresine bağlayan kablo

PV Standart Test Koşulları (STC): PV hücreler ve modülleri için belirtilen test koşulları (25 ° C, ışık şiddeti 1000W/m², hava kütlesi 1,5)

Sınıf I donanım: Elektrik çarpmalarına karşı sadece temel yalıtım ile yetinilmeyerek, tesisatın sabit çekilen hattı içerisindeki bir koruma iletkenine, açıktaki iletken bölümlerin bağlantısını da içeren bir donanımdır.

Sınıf II donanım: Elektrik çarpmalarına karşı sadece temel yalıtım ile yetinilmeyerek, ilave yalıtım önlemleri alınmış ancak içerisindeki donanımın açıktaki metal bölümlerle bir koruma iletkeni ile bağlantı zorunluluğu olmayan ve tesisatın sabit çekilen hattı üzerinde güvenlik önlemleri alınmamış olan donanımlardır.

Sınıf III donanım: SELV'e göre elektrik çarpmalarına karşı koruma sağlanan ve SELV'de belirtilenden daha yüksek gerilim değerleri oluşmayan donanımlardır.

Sıralamalı Anahtar: Tüm kutuplarının kontaklarını aynı anda veya belirli bir sırada kapayacak veya açacak şekilde düzenlenmiş bir anahtardır.

Sıralamalı devre-kesici: Kontaklarının çalışma sırası birbirine belirli bir düzende bağlanmış tüm kutupları aynı anda veya belirli bir sırada kesecek şekilde düzenlenmiş bir devre kesicidir.

Sigorta buşonu: Sigorta cihazının, içinden geçen akımın değeri yeterli bir süre için

verilen değeri aştığında eriyen bir elemanı bulunduran kısımdır. Genelde içerisi ark söndürücü bir ortam ve buşon bağlantı uçlarına irtibatlandırılmış bir veya paralel bağlı birkaç erime elemanından oluşan bir cihazdır.

Sigorta taşıyıcı (Sigorta althığı, gövdesi, kapak) : Bir sigortanın buşonunu taşımak için tasarlanmış kısımdır.

Sigorta: Özel tasarımına ve düzenlenmiş parçalarına göre, sigorta taşıyıcısı ve sigorta buşonundan oluşan cihazdır.

Şebeke : Bir elektrik iletim ve/veya dağıtım sistemini,

Şebeke Bağlantılı Sistem: Elektrik şebekesi ile paralel bağlı olarak çalışan fotovoltaik güç sistemi.

Şebeke Bağlantısız Sistem: Elektrik şebekesi ile bağlantısı olmayan fotovoltaik güç sistemi.

Takviyeli yalıtım : Tehlikeli gerilimli bölümlerde, elektrik çarpmasına karşı ilgili standartta şartları belirtilen çift yalıtım ile eşdeğer derecede korunma sağlayan özel bir yalıtımdır. Takviyeli yalıtımın, tek tabakalı homojen bir yalıtkan olması şart değildir. Bu yalıtım ayrı ayrı denenemeyen birkaç tabakadan oluşabilir.

Tasarım akımı : Normal işletmede bir devreden geçmesi öngörülen akımdır. (alternatif akımda etkin değer)

Tehlike : İnsanların ve diğer canlıların can güvenliğini tehlikeye atacak, yaralanmasına sebep olacak durumlardır. Aşağıda belirtilen hallerde oluşurlar:

- Elektrik enerjisinin kullanımından doğan yangın, çarpılma ve yanıklar,
- Elektrikle çalışan donanımın mekanik hareketi, (Elektrikle çalışan donanımın elektriksel olmayan kısımlarına ait bakım sırasında, acil durum anahtarlaması veya elektriksel ayırma ile koruma önlemi alınacaktır.)

Tehlikeli gerilim: Çok düşük gerilim değerlerini aşan gerilim değerleridir.

Temel yalıtım : Elektrik çarpmasına karşı temel korumayı sağlayan, gerilimli bölümlere uygulanan yalıtımdır.

Test İşlemi: Yapımı tamamlanmış fotovoltaik güç sisteminin elektriksel ve mekanik dayanımının; belirlenmiş yöntemlerle ölçülmesi.

Topraklama: Gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının, uygun iletkenlerle toprak kitlesi içerisine yerleştirilmiş bir iletken cisme (elektrot) bağlanmasıdır.

Topraklanmış eş merkezli kablo: Veri iletiminde kullanılmak üzere imal edilmiş, ana iletkeni kablo ekseninde, diğer damarı, ana iletkenin çevresine örgü şeklinde yerleştirilmiş ve toprakla irtibatlandırılmış kablodur.

Tüketici tesisi: Yapı bağlantı kutusundan sonraki donanımın tümüdür.

Yabancı iletken bölüm: Elektrik tesisatının bir bölümünü oluşturmayan ve genel olarak toprak potansiyelinde bulunan iletken bölümdür.

Yalıtım : Bir iletkeni, kaplayan saran veya destekleyen iletken olmayan bir malzeme ile yapılan işlemdir.

Yapı bağlantı hattı: Dağıtım şebekesi ile yapı bağlantı kutusu arasındaki bağlantı hattıdır.

Yapı bağlantı kutusu: Yapıların elektrik tesislerini şebekeye bağlayan, koruma elemanlarının tesis edilmesini ve aynı zamanda genel elektrik şebekesinden tüketici tesisine elektrik enerjisi verilmesini sağlayan bir düzendir.

Voc: Açık devre DC gerilim

Yukarıdaki maddede bulunmayan tanımlar için ilgili mevzuat, ilgili teknik mevzuat ve standartların tanımları geçerlidir.

2. Tasarım

2.1 DC Sistem

2.1.1 Fotovoltaik (PV) Modüller

2.1.1.1 Standart Modüller

Modüller aşağıdaki uluslararası standartlara uymalıdır:

- IEC 61215 kristal modüller için
- IEC 61646 ince film modüller için
- IEC 61730 - Fotovoltaik (PV) modülü emniyet yeterliliği
- Modüller CE işareti taşımalıdır.

Genellikle Sınıf-II modüllerin kullanılması ve dize açık devre voltajının 120 V'tan daha büyük olması tavsiye edilmektedir.

Standartlara uygun bir kurulum için - modüller sertifikalı ve TSE ürün veri tabanında kayıtlı olmalıdır.

2.1.1.2 Mevcut Yapıya Entegre Fotovoltaik Ürünler/Modüller

PV sistemin uygulanacağı mevcut yapılarda, TSE 498 Yük Yönetmeliğinin ve/veya uluslararası standartların öngördüğü rüzgar, kar vb. yüklere karşı dayanımlı PV modüller ve ürünler kullanılmalıdır. PV sistemleri, TSE 498 Yük Yönetmeliğinin ve/veya uluslararası standartların gereksinimlerini karşılayacak şekilde tasarlanmalı ve kurulumu yapılmalıdır. Ulusal/uluslararası standartlara göre test edilmiş ve onaylanmış ürünlerin kullanılması zorunludur.

Binaya entegre sistemler için özel olarak imal edilmiş PV sistemler Ulusal/uluslararası standartlara (Binaya Entegre Sistemler için Özel Olarak Üretilmiş PV Ürünleri) göre test edilmiş ve onaylanmış ürünler kullanılmalıdır.

2.1.2 Doğru Akım (DC) Sistem – Akım ve Gerilim Değerlerinin Belirlenmesi (Minimum)

Sistemdeki tüm DC bileşenlerin akım-gerilim değerlerinin belirlenmesi (kablolar, ayırıcılar, anahtarlar, bağlantı elemanları, vb) aşağıdaki gibi güvenlik faktörleri uyarınca PV dizisinin ilgili bölümünün en yüksek gerilim ve akımına göre belirlenir. Diziyi oluşturan seri / paralel bağlı modüllerin gerilim / akımları hesaba katılmalıdır. Ayrıca her bir modülün maksimum güç çıkışı da göz önünde bulundurulmalıdır.

DC sistemde gerilim ve akım gereksinimlerini göz önüne alınırken, ortaya çıkabilecek maksimum değerlerin hesaplanması gerekir. Maksimum değerler modül üreticisinden elde edilen iki farklı PV modül parametresinden kaynaklanır. Bu parametreler; açık devre gerilimi (Voc) ve kısa devre akımı (Isc)'dir. Modül üreticisi kataloglarında beyan edilen Voc ve Isc değerleri, standart test koşulları (stc) 1000 W/m² ışınım, hava kütlesi 1.5 ve 25 °C hücre sıcaklığı için geçerlidir. Standart test koşulları dışındaki modül

çalışmasını önemli ölçüde Voc (STC) ve Isc (STC) değerleri büyük ölçüde etkileyebilir. Bu değerlerin sahada değişimi, ışık şiddeti ve özellikle sıcaklık STC değerlerinden önemli ölçüde sapabilir. Aşağıdaki yükseltme katsayıları maksimum değerler için uygulanabilir.

1-Tekli ve çoklu kristal silisyum modüller için;

Tüm DC bileşenleri minimum akım/gerilim değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanmalıdır.

- Gerilim: Voc (STC) x 1.15
- Akım: Isc (STC) x 1.25

2-Diğer tüm modül türleri için;

Tüm DC bileşenleri minimum aşağıdaki durumlarda değerlendirilmesi gerekir.

- En kötü çalışma koşullarında (-15 °C / 80 °C sıcaklık aralığında ve 1,250 W/m² ışığa değerine kadar) Voc ve Isc'nin üretici katalog verilerinden hesaplanması
- Çalışma periyodunun tamamı için Voc ve Isc'deki artış değerlerin hesaplanması. Bu artış, yukarıdaki hesaplama ek olarak uygulanacaktır.

***Not:** PV modüllerinin bazı türleri standart mono-ve çok kristalli modüllerden farklı sıcaklık katsayılarına sahiptir. Artan ışınımın etkileri de daha belirgin olabilir. Bu gibi durumlarda, kristal silisyum modülleri için kullanılan yükseltme faktörleri olası gerilim/akım artışını kapsamıyor olabilir. Buna ek olarak bazı ince film modülleri ilk haftalarda güneş ışığına maruz kaldığında oldukça yüksek bir elektrik çıkışına sahip olabilir. Bu artış sıcaklık / ışınım şiddeti değişimi ile açığa çıkanın üstündedir. Tipik olarak bu çalışma periyodu sırasında Voc, Isc çıkış (ve nominal güç çıkışı) standart çarpım faktörü kullanılarak hesaplanan herhangi bir değer üzerinde olacaktır. İnverterin bu durumda aşırı boyutlandırmasını önlemek için bu süre zarfında PV dizesinin inverter bağlantısı yapılmamalıdır. Kesin bilgi için modül üreticisine başvurulmalıdır.*

2.1.3 Fotovoltaik (PV) Dizi ve Dize Gerilimleri

Her zaman riski azaltmak için gerilimin minimum düzeyde tutulması arzu edilir, ancak birçok sistemde d.c gerilim risk için kabul edilebilir değerleri (genellikle 120V civarında) aşacaktır. Bu durum gerçekleştiği zaman, çift izolasyon şok koruma görevi için uygulanır. Bu durumda akım/gerilim değerleri uygun olarak belirlenmiş kabloların, bağlantı elemanlarının ve panoların kullanımı TS HD 60364-4'te belirlenen önlemlerin yerine getirilmesi bakımından önemlidir.

PV dize geriliminin 120V geçmesi durumunda;

TS HD 60364-4 standardında “çift ya da kuvvetlendirilmiş yalıtım” tedbirine uygun olarak çift izolasyon (hem temel hem de tamamlayıcı izolasyonu kapsayacak şekilde) veya güçlendirilmiş izolasyon, uygun bir katman ve birimlerin birbirinden ayrıştırılması DC devrenin tamamında uygulanmalıdır.

PV dize açık devre geriliminin 1000V geçmesi durumunda yüksek gerilimli sistemlerdeki ilave zorluklar ve tehlikelerden dolayı PV dizesi bina üzerine kurulmamalıdır. Buna ilaveten sisteme erişim usta deneyimli ve eğitimli kişilerle kısıtlanmalıdır.

2.1.4 Doğru Akım (DC) Kablolar

2.1.4.1 Kablo Akım/Gerilim Değerleri

Kablo akım/gerilim değerleri TS HD 60364 (IEC 60364) standartına göre belirlenmelidir. Bu hesaplamalarda yükseltme katsayıları da kullanılmalıdır. TS HD 60364 (IEC 60364) standartında açıklanan ve yaygın olarak kullanılmakta olan kablolar için kullanılan düzeltme katsayıları göz önünde bulundurulmalıdır.

Kablolar, STC'deki dize maksimum çalışma gücünde dize ve inverter arasındaki gerilim düşümünün yüzde ikinin (%2) altında kalmasını sağlayacak şekilde seçilmelidir.

2.1.4.2 Kablo Akım/Gerilim Değerleri

Hata riskinin en küçük seviyede olması için fotovoltaik DC kablo mesafeleri mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır.

Not: Bölüm 2.1.12 (uzun kablo mesafeleri için ilave d.c. korumalar) bölümünü de inceleyiniz.

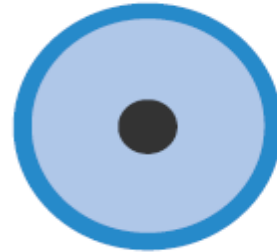
Şebeke bağlantılı bir PV sistemin DC tarafında kullanılan kabloların seçimi çalışması muhtemel ortama göre ortam sıcaklığı, kablo döşeme tipi, kabloların birbirine olan etkisi (grup faktörü), gerilim ve akım koşullarına göre seçilmelidir. Bunlar özellikle PV modüllere yakın bölümlerde ışıının ve akımın sıcaklığı artırma etkisini göz önüne alınmalıdır.

Bu amaçlar için tasarlanmış “solar kablolar” piyasada bulunmaktadır ve tesislerin tamamında bu kablolar kullanılmalıdır. IEC tarafından solar kablolarla ilgili bir standart hazırlanmaktadır ve bu standart yayınlanır yayınlanmaz buna uyulması beklenecektir. O zamana kadar solar kablolarda UL 4703 ya da TUV 2 Pfg 1169 08.2007 uygunluğu aranabilir.

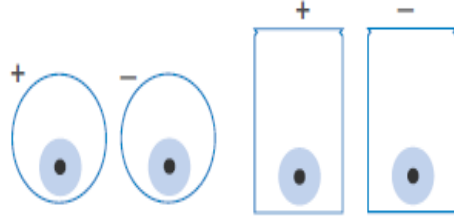
PV dizelerinin arkasına mont edilen kabloların -15/80 derece sıcaklık aralığında çalışması gerekir.

Kabloların toprak hata ve kısa devre risklerini en düşük seviyeye indirecek şekilde seçilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Bunu başarmak için kablonun koruması şu şekillerde güçlendirilir.

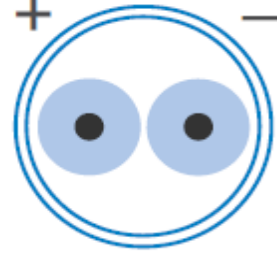
a) Çift izolasyonlu tek damar kablo



b) Boru ve kanal gibi mekanik korumalı tek damar izolasyonlu kablo. Alternatif olarak tek çekirdekli çelik zırlı tel kablo (SWA kablo) mekanik olarak dayanıklı bir çözüm olabilir.



c) Çelik zırlı çok damarlı çelik zırlı tel kablo (SWA kablo). Modüllerin bağlantı kutusundaki (junction box) standart konektörlere uygun olmamasından dolayı sadece PV dizi/dize bağlantı kutusu ile inverter arasında kullanıma uygundur.



Dış ortam kabloları ultraviyole (UV) ışınımına dayanımlı ve su geçirmez olmalıdır. PV modüllerin arkasına monte edilenler gibi dışsal etkilere maruz kalması muhtemel kablolar dizelerin /modüllerin termal/rüzgar hareketlerine uyum sağlayacak şekilde esnek (çok telli) olmalıdır.

Solar kabloların elektrik şoklarına karşı koruma için temel özelliğinin çift ya da kuvvetlendirilmiş izolasyon olması bakımından duvar altına ve bina yapısı içinde dışarıdan fark edilmeyen bölümlere mekanik hasarların tespitinin çok zor olacağı ve bunun da şok ve yangın riskini arttıracığı için dōşenmemelidir.

Eğer bu durumdan kaçınılamıyorsa iletkenlerin mekanik zorlamalara maruz kalması kablo kanalları ve boruları kullanılarak engellenmeli ya da IEC 6034 standardında belirtilen koşullara uygun çelik zırlı kablolar kullanılmalıdır.

PV sistemler için harici kablo renk kodlamasına gerek yoktur. Harici olarak dōşenen kabloları UV dayanımına dikkat edilmeli veya kablolar UV'ye maruz kalmayacak alanlara dōşenmelidir. PV kabloların UV dayanımı için renkleri siyahtır.

Eğer kablo uzunluğu 20 m ve üzerindeyse DC kablo yollarında yandaki örnek verildiği şekilde etiketleme yapılmalıdır.



Her 5 – 10 m'de etiketleme kablo güzergahının belirlenmesi için uygundur ve etiketlerin düzenli bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir.

Birden çok PV alt dizesi ya da dizi iletkenlerinin bir bağlantı kutusunda toplanması gerekiyorsa her bir devrenin artı ve eksi kablolarının diğer devrelerin kablolarından kolayca ayırt edilebilmesi için beraber gruplandırılmalı ve etiketlenmelidir.

2.1.5 Dizi Kabloları

Birçok diziden oluşan PV dizesinde, DC tarafta oluşabilecek hata akımlarından dolayı arızalar meydana gelebilir. Bu durumda 2 hususa dikkat edilmesi gerekir: aşırı yüklenmiş dizi kabloları ve aşırı miktardaki modül ters akımları. Bunların her ikisi de yangın risklerinin ortaya çıkmasına sebep olurlar.

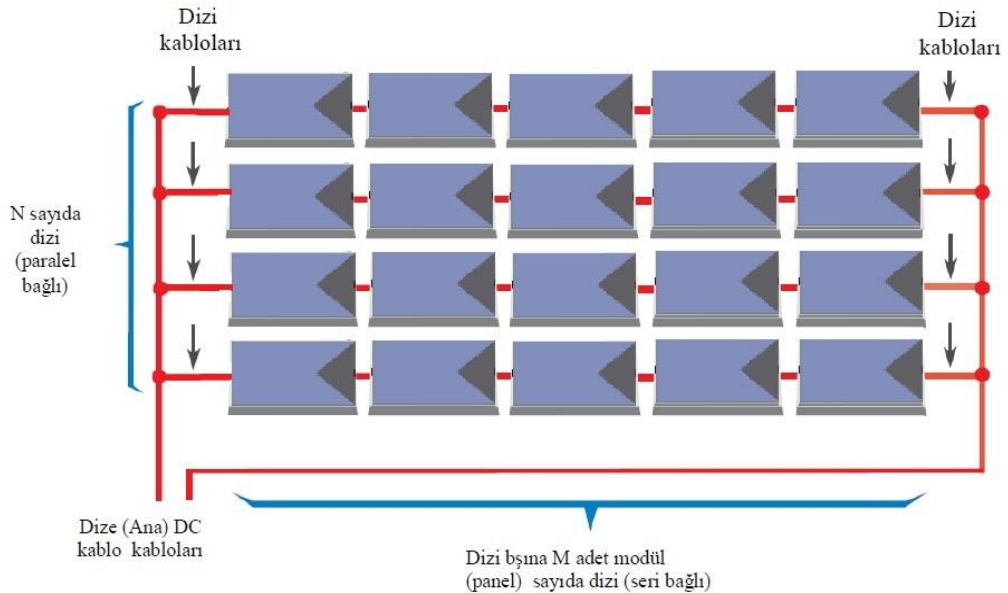
Dizi sigortalarının kullanılmadığı küçük sistemlerde (maksimum ters akımın modül ters akım dayanımından küçük olması durumunda) temel yaklaşım dizi kablolarının mümkün olan en yüksek hata akımını taşıyabilecek kapasitede seçilmesidir.

Bu metotta dizi kabloları her hangi bir hata akımının güvenli bir şekilde taşınabilmesine olanak sağlamalıdır. Böyle bir durumda hata temizlenmez ama aşırı yüklenmiş kablolardaki yangın riski de önlenmiş olur. Dizi sigortaları için bölüm 2.1.10'a da bakabilirsiniz.

Her birinde M adet modülün bulunduğu N adet paralel dizi için dizi kablolarının seçimi şu şekilde yapılır:

- Gerilim > $V_{oc} (STC) \times M \times 1,15$
- Akım > $I_{sc} (STC) \times (N-1) \times 1,25$
- Kablo Akım taşıma Kapasitesi (I_z) IEC 60364'e göre hesaplanmalıdır. Bu durumda kablo döşeme şekli, güneş ışınım etkileri ve gruplama gibi kurulum şartları da hesaplama dahil edilmelidir.

Dizi sigortalarının kullanıldığı sistemlerde kablo kesitleri daha düşük seçilebilir, fakat her durumda düzeltme katsayıları da uygulandıktan sonra, I_z 'nin dizi sigorta değerlerinde ve $I_{sc}(stc) \times 1,25$ değerinden daha yüksek olması gerekir.



2.1.6 Ana DC Kablo

Her birinde M adet modülün bulunduğu N adet paralel dizi için DC dize (ana) kabloların seçimi şu şekilde yapılır:

- Gerilim > $V_{oc} (STC) \times M \times 1,15$
- Akım > $I_{sc} (STC) \times (N-1) \times 1,25$

Kablo Akım taşıma Kapasitesi (Iz) TS HD 60364-4 standartına göre hesaplanmalıdır. Bu durumda kablo döşeme şekli, güneş ışınım etkileri ve gruplama gibi kurulum şartları da hesaplama dahil edilmelidir.

2.1.7 DC Erkek ve Dişi Konnektörler

Fotovoltaik sistemlere özel erkek ve dişi konektörler üreticiler tarafından modüllere mont edilmiş halde gelir. Bu konektörler güvenli, dayanıklı ve etkili elektriksel kontak sağlarlar. Ayrıca montaj da bu konektörler sayesinde daha güvenli ve basit hale gelir.

Bir PV sistemde birlikte kullanılan erkek ve dişi konektörler aynı tipte ve TSE EN 50521 (IEC 50521)'e uygun üretilmiş olmalıdır. Farklı marka konektörler ancak her iki markanın da TSE EN 50521 (IEC 50521)'e uygunluğu belgelendirilirse beraber kullanılabilir.



PV dizilerinde kullanılan konektörler yukarıda dizi kablolarında açıklanan minimum gerilim ve akım anma değerlerine (2.1.5) uyumlu olmalıdır. DC dize (ana) kablolarında kullanılan konektörler yukarıda DC ana kablolarında açıklanan minimum gerilim ve akım anma değerlerine (2.1.6) uyumlu olmalıdır.

Konnektörlerin UV, IP ve sıcaklık değerlerinin kullanım alanlarına uygun seçilmesi ve bağlantı yapılacak kabloyla uyumlu olması gerekir.

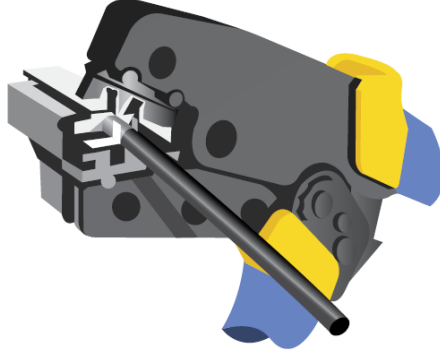
Kişilerin dolaşımına açık yerlerde bulunan konektörlerin ancak bir el aletiyle ve iki farklı hareketle açılacak şekilde kilitli yapıda üretilmiş olması ve üzerinde “DC dişi ve erkek konektörleri yük altında ayırmayınız” uyarı yazısının bulunması gerekir.

Kablo konektörleri meydana gelebilecek arklanmanın kalıcı zararlara yol açması ihtimaline karşılık yük altında DC anahtarlama ve ayırma için kullanılmamalıdır.

Erkek Y konektörler bağlantı kutusu yerine kullanılabilir. Y konektörlerin ulaşılabilir alanlara yerleştirilmesi ve gelecekteki problemlerde kolay ulaşılması için yerlerinin projelerde gösterilmesi gerekir.

Gerekmesi durumunda, konektörlerin sıkılması için bağlantıların düzgün ve güvenilir bir şekilde yapılması bakımından özel aletler kullanılır. Doğru aletlerin kullanılmaması ya da aletlerin doğru kullanılmaması elektriksel ve mekanik olarak bağlantıların zayıf

kalmasına ve aşırı ısınma / yangın risklerinin ortaya çıkmasına sebep olur.



Konektörlerin doğru sonlandırılması için örnek alet

2.1.8 Diğer Sıralı Kablo Bağlantıları

Genel olarak kablo bağlantıları ya sertifikalı erkek dişi konektörlerle ya da DC bağlantı kutularıyla yapılmalıdır. Fakat her ne kadar kaçınılması gerekse de bazı kısıtlı durumlarda sıralı kablo bağlantısı (ör: lehimleme) yapmak da gerekebilir.

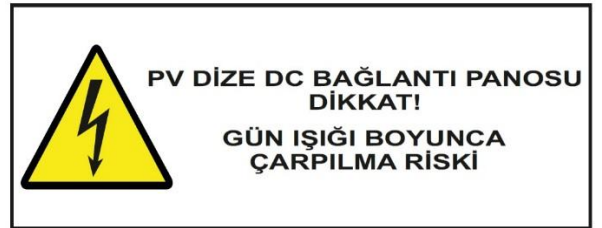
Not: Sıralı bağlantıların tasarımında ve uygulanmasında çok dikkatli olunması gerekir. Eğer kaçınılamıyorsa, bu tip bağlantılar kabloların bölüm 2.1.4'te açıklanan "çift ya da güçlendirilmiş izolasyon" (örneğin iki katmanlı, uygun yapışkanlı, sıralı, bir ısıyla büzüşen manşon) doğasına uygun sünmez yapıda olmalıdır.

2.1.9 Fotovoltaik Dize DC Bağlantı Kutusu

Eğer birden çok paralel dizi mevcutsa, DC bağlantı kutusu (bazen DC toplama kutusu olarak da adlandırılır) normal olarak paralel dizilerin bir noktada toplandığı yerdir. Kutuda ayrıca dizi sigortaları ve ölçüm noktaları da bulunabilir.

DC bağlantı kutusunda üzerinde "PV dize DC bağlantı kutusu, gün ışığında enerjilidir. Dikkat" uyarı levhası bulunmalıdır.

Tüm uyarı levhaları temiz, okunaklı, kolayca farkedilebilir olmalı ve sistem var olduğu sürece bulunmalıdır.



Not: Çalışmakta olan bir PV sistemde gün ışığında enerji olduğu unutulmamalıdır. Kutuyu açan kimsenin bu durumdan haberdar olması gerekir.

DC tesisatın tamamındaki kısa devre koruması DC bağlantı kutusunun karkasında ve içindeki malzemelerde de sürdürülmesi gerekir (IEC 60536 ve IEC 61140).

Kısa devre korumasının şu şekilde sağlanması tavsiye edilir:

- Karkasın iletken olmayan malzemeden üretilmiş olması gerekir.

- Pozitif ve negatif baraların uygun ebatta izolasyon plakasıyla ya da pozitif ve negatif bağlantı kutuları olarak birbirinden yeterince uzak ve ayrılmış olması gerekir.
- Kablo ve terminal yerleşimlerinin montaj sırasında ve bakımlarda kısa devrelere mahal vermeyecek şekilde olması gerekir

2.1.10 Dizi Sigortaları

Bir modülün kısa devre akımı çalışma akımının çok az üzerindedir. Bu bakımdan tek dizili sistemlerde bir sigorta kısa devre akımını algılanmaz ve temizlenmez

Birden fazla dizinin bulunduğu sistemlerde diğer paralel dizilerdeki akımların bir diziden akması yüksek hata akımlarını ortaya çıkması gibi durumlar görülebilir. Böyle durumlarda aşırı akım koruma cihazlarına gerek duyulur. Aşırı akım koruma tedbirleri sistem tasarımına ve paralel dizi sayısına bağlıdır.

Akımların modülün ters akım dayanım değerini aşması durumunda etkilenen modül zarar görme ve yangın riski ortaya çıkar. IEC 61730-2 PV modül güvenlik yeterliliği: Test [5] için gereksinimler ters akım aşırı yüklenme testini içerir. Bu ters akım testi üreticinin maksimum aşırı akım koruması değerinin ve ya maksimum seri sigorta değerinin belirlenmesi prosedüründe uyguladığı bir yöntemdir. Maksimum seri sigorta değerinin üzerindeki hata akımları güvenlik riskini beraberinde getirir ve sistem tasarımı sırasında üzerinde durulmalıdır.

N adet paralel dizinin bulunduğu sistemlerde hata durumlarında gözlemlenen Modül Maksimum Ters Akımı şu şekilde hesaplanır:

$$I_R = (N - 1) \times I_{SC}$$

Bu durumda $I_R = (N - 1) \times I_{SC}$ modül maksimum seri sigorta değerinden büyük olması durumunda aşırı akım koruması kullanılmalıdır. Bazı hata kombinasyonlarının ortaya çıkma olasılığının diğerlerine göre daha düşük olması nedeniyle bütün kablo ve modüllerin korunması amacıyla dizi sigortaları hem artı hem de eksi kutuplar için kullanılmalıdır.

Not: Hata akımlarının modüller risk taşımadığının belirlendiği sistemler için sadece dizi kablo ve konektörleri üzerinde durulmalıdır. Bu durumda ortak yaklaşım dizi kablo ve konektörlerini olası maksimum hata akımlarını taşıyabilecek kapasite yüksek seçmektir. Böyle bir önlem hatayı temizlemez ama kabloların aşırı yüklenmesi nedeniyle ortaya çıkabilecek yangın riskin önler.

Eviricide birden çok MPPT girişinin olması ve hata akımlarının bu girişler arasında geçişinin mümkün olmaması durumunda her bir MPPT girişi dizi sigortalarının gerekli olup olmadığının belirlenmesinde ayrılmış alt – diziler olarak değerlendirilebilirler.

Sigortalar ısınmadan kaynaklı olarak anma değerlerinin değişmesinin önlenmesi için direkt güneş ışığına maruz kalmamalıdır. MCB'ler dizi sigorta kriterlerine uymaları, endüktif devrelerde kullanım için uygun olmaları ve her iki yöndeki akımlara reaksiyon gösterebilmeleri durumunda kabul edilebilir. Uygun olarak çıkarılabilir dizi sigortalarının kullanıldığı bir sistem dizi izolasyonunun gereksinimlerini yerine getirebilir (Bölüm 2.1.12.1).

2.1.10.1 Dizi Sigorta Seçimi

Aşağıdaki belirtilen ihtiyaç PV dizesinin sistemde hata akımı üretebilecek tek unsur olduğu yani aküsüz şebeke bağlantılı sistemlerde geçerlidir. Batarya ya da diğer hata akım kaynakları için ayrıca değerlendirilmelidir.

Her birinde M adet modülün bulunduğu N adet seri bağlı diziden oluşan bir sistem için

- $(N-1) \times I_{sc} >$ Modül maksimum seri sigorta değeri: Bütün dizeler için dizi sigortaları kullanılmalıdır.
- Hem negatif hem de pozitif dizilere sigorta konulmalıdır.
- Dizi sigortaları IEC 60629-6'ya uygun gPV tipinde olmalıdır.
- Dizi sigortaları $V_{oc}(stc) \times M \times 1,15$ gerilim değerinde çalışmaya uygun olmalıdır.
- Dizi sigortalarının I_n akım değerleri şu şekilde hesaplanır:
 - o $I_n > 1,5 \times I_{sc} (stc)$
 - o $I_n \leq 2,4 \times I_{sc} (stc)$
 - o $I_n \leq$ Maksimum seri sigorta değeri

2.1.11 Bloklama Diyotları

Dizi sigortaları koruma işlevini daha iyi yerine getirdiği için şebeke bağlantılı sistemlerde bloklama diyotları pek tercih edilmez. Fakat farklı tipte modüle sahip çoklu – dizili sistemlerde , özellikle ince film modüllerde, sadece dizi sigortaları ya da MCB'lerle gerekli aşırı/ters akım korumasının sağlanması mümkün değildir.

Bunun sebebi $I_{sc} \times 1,25$ değerinden büyük fakat modülün ters akım koruma değerinden küçük bir dizi sigortasının /MCB'nin belirlenememesidir.

Şunlara dikkat edilmesi gerekir:

Bloklama diyodunun montajı diyot kutuplarında arasında gerilim düşümüne sebep olur.

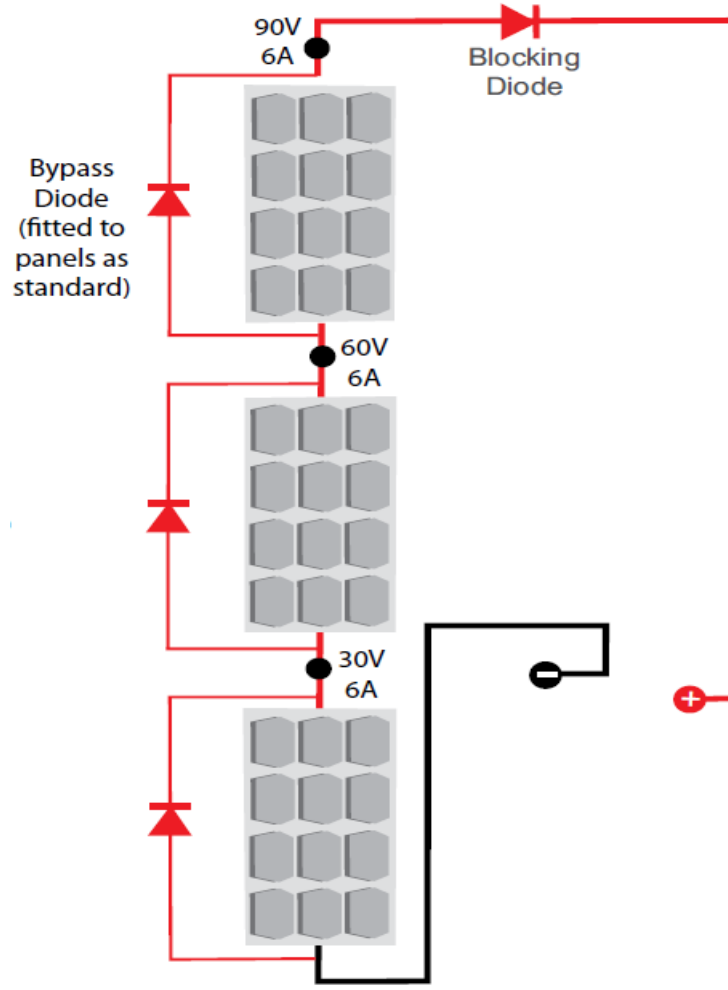
Bloklama diyotları kısa devrede başarısız olabilir. Bu yüzden testleri dikkatli yapılmalıdır.

Birçok dizi sigortalarının özellikleri bloklama diyotlarında görünen problemler ve gerilim düşümleri olmaksızın yeterli ters akım korumasını sağlarlar. Bloklama diyotları kullanıldığında dizi sigortaları tarafından desteklenmeleri gerekir.

Bloklama diyotlarının:

- Ters gerilim değeri $> 2 \times$ maksimum sistem gerilimi (Bölüm 2.1.1'de hesaplandığı üzere)
- Akım değeri $> 1,4 \times I_{sc}$ (I_{sc} dizi/alt dize/dize için ilgili kısa devre akımı)
- Soğutucularının olması gerekir

Not: Bloklama diyotlarının bypass diyotlarıyla karıştırılmaması gerekir. Bypass diyotları modülün arkasında modül bağlantı kutularının içinde bulunur ve akımların yüksek rezistanslı (genellikle gölgelenen) hücreleri ve veya modülleri bypass etmesine yarar.



2.1.12 DC Ayırma ve Anahtarlama

Aşağıdaki tablo bir PV dizinin DC tarafındaki ayırma ve anahtarlama gereksinimlerini açıklamaktadır:

DC Devre	Anahtarlama	Ayırma
Dizi	Gerekli Değil	Diziyi ayırmak için kolay ulaşılabilir bir ayırıcı bulunmalıdır.
Alt Dize	İsteğe Bağlı	Alt dizeyi ayırmak için kolay ulaşılabilir bir ayırıcı bulunmalıdır.
Dize	Eviricinin DC tarafında kolay ulaşılabilir bir yük kesicili anahtar bulunmalıdır.	

Uzun DC kablo güzergahlarının bulunduğu sistemlerde kabloyu güvenlik sebepleri ya da bakım için ayırmak amacıyla ilave bir DC anahtar ya da ayırıcı bulunmalıdır.

2.1.12.1 Ayırma

Ayırma; tesisin geri kalan kısımlarından ya da belirli bir kısımdan güvenlik sebepleriye enerji kaynaklarının ayrılarak beslemenin kesilmesidir (TS HD 60364).

Ayırma hem negatif hem de pozitif kablolarda uygulanmalıdır ve bütün ayırma ekipmanına kolaylıkla ulaşılabilir.

Dizi ayırması: Erkek – dişi konnektörler veya ayrılabilir dizi sigortaları gibi yöntemlerle uygulanır.

Alt dize ayırması: Ayrılabilir dizi sigortası ya da yük ayırıcı gibi yöntemlerle uygulanır.

Dize ayırması: Dize yük ayırıcı ile uygulanır.

2.1.12.2 Yük Kesiciler – Genel İhtiyaçlar

DC tarafa monte edilmiş bir yük kesici aşağıdaki şartları sağlamalıdır:

- Kesici enerjili iletkenlerin tamamını ayırmalıdır (genellikle hem pozitif hem de negatif iletkenleri ayırmak için çift kutuplu)
- Kesici hesaplanan maksimum DC çalışma gerilimine dayanıklı olmalıdır.
- Kesici hesaplanan maksimum DC çalışma akımına dayanıklı olmalıdır.
- Kesici “PV Üreteç DC Ayırıcısı” şeklinde etiketlenmeli, ON ve OFF pozisyonları net olarak işaretlenmelidir. Kesici muhafaza kutuları “Tehlike – gün ışığında enerjilidir” ifadesiyle etiketlenmelidir. Bütün etiketler okunaklı, kolayca görülebilen ve muhafazanın ömrü boyunca silinmeyecek ve zarar görmeyecek şekilde olmalıdır.

Not: Yukarıdaki şartların tamamını sağlaması şartıyla bir devre kesici de kullanılabilir

2.1.12.3 Dize Yük Kesicisi

Bölüm 2.1.12’de açıklandığı üzere evirici DC girişinde kolayca ulaşılabilir bir DC kesicinin bulunması zorunludur. Bu kesici aşağıdaki şartlara uymalıdır:

- Eviricinin yanına fiziksel ayırmayı sağlayacak bir yük kesici monte edilmelidir ya da,
- Eviriciyi bağlı olduğu bölümden elektriksel bir tehlike olmaksızın ayıracak eviriciye mekanik olarak bağlı bir yük ayırıcı ya da,
- Sadece kesici açık pozisyondayken kullanılmak üzere evirici bir ayırma mekanizmasına sahipse (örneğin yük kesicinin kolunun kaldırılması durumunda ulaşılabilen konnektörler) invertere entegre yük kesiciler kullanılabilir ya da
- Evirici bir alet yardımıyla açılıp kapanabilen bir ayırma mekanizmasına (konnektörler) sahipse ve bunlar kolay görülebilen ve okunabilen bir şekilde “Yük Altında Ayırma” ifadesiyle etiketleniyorsa eviriciye entegre bir yük kesici kullanılabilir.

2.1.12.4 AC Modül Sistemleri

Eviriciler PV modüllerin hemen yanında veya modüle entegre olması durumunda bile TSE HD 364-7-712 standartında göre bir yük kesicinin bulundurulmasını zorunlu kılar.

Fakat olaya uygulama perspektifinden yaklaşıldığında sistemin aşağıdaki şartları yerine getirmesi durumunda bir DC ayırıcıya gerek duyulmayabilir.

- Her modüle sadece bir adet evirici bağlıdır.
- PV bağlantı kutusu kablolarından başka ilave kablo kullanılmamaktadır.
- Çok düşük gerilim bandındaki gerilimler aşılmamaktadır (iletkenler arasında ya da iletken toprak arasında 50 V AC ya da 120 V dalgacıktan arındırılmış DC'yi geçmeyecek).
- DC kablolarında erkek – dişi konektörler bulunmalıdır.

Bu durumda tesisin sistem tasarımcısı sistemin tasarımını dikkatli yapmalı ve yük kesicinin kullanılmaması durumunda bu durum dağıtım şirketine yazılı olarak, şerh olarak düşülmelidir.

2.2 Topraklama, Koruyucu Eşpotansiyel Bağ ve Yıldırımdan Korunma

2.2.1 Yıldırımdan Korunma

Bu Şartname'de yıldırımdan korunma ile ilgili derinlemesine bilgi aktarılmayacak, sadece aşağıdaki gibi bir özet geçilecektir. Daha detay bilginin gerekmesi durumunda TSE EN 62305 standartına müracat edilmelidir.

TSE (IEC) 62305 Standartı kapsamında yıldırım ve aşırı gerilimden korunma konularında genel konular bu şartname ile aktarılmıştır. İlgili standart kapsamında 4'lü korumanın önemi vurgulanmıştır. PV tesisinin yıldırım ve aşırı gerilim kaynaklı zarar görmemesi için aşağıda yer alan 4 sistem entegrasyonu önem arz etmektedir.

1-Dış Yıldırımlık Sistemi: Standart kapsamında yuvarlanan küre metoduna pasif sistemler ışığında uygun koruma açıları oluşturulmalıdır. Yapılacak risk hesabı sonucu tasarlanacak sistem ile hem saha hem de PV sistem ekipmanlarının yıldırım darbesinin direk etkisinden korunması hedeflenmelidir.

2-İç Yıldırımlık Sistemi: AC-DC ve koaksiyel hatlarda iç yıldırımlık sistemi kullanılması yıldırım ve ani aşırı gerilim darbelerinde sistemin yanarak devre dışı kalmasını engelleyecektir

3-Eşpotansiyel Sistem:Tesis genelinde eşpotansiyel sistemin sağlanması ,direnc farklılıklarını ortadan kaldıracak ve buna bağlı oluşacak kuplaj etkilerinin önüne geçilecektir.

4-Topraklama Sistemi :Tesis temelinde ve çevresinde oluşturulacak temel ve fonksiyon topraklama sistemleri tesisin uzun yıllar elektriksel olumsuz etkenlere karşı korunmasını sağlayacaktır.

Kullanılacak ürünler ve kurulacak sistemin dizaynı ve mühendislik çalışmaları için risk analizinin yapılması önemlidir.

*Öncelikle korunacak yapının yıldırım etkinliği 'E' hesaplanacaktır.Hesaplanan 'E' katsayısı değerine göre ilgili tablodan koruma seviyesi belirlenmelidir.

Çatı ve arazi kurulumlarının her ikisinde de yukarıda bahsedilen 4 sistemin entegrasyonu önemlidir.TSE EN 62305 standardı ışığında tüm PV uygulamalarında paneller ile ilgili saha alanı insan sağlığı ve elektriksel sistem güvenliği açısından koruma altına alınmalıdır.Yapılacak risk analizine göre PV sistem kurulumuna direk yıldırım çarpma riskleri göz önünde bulundurularak uygun yakalama ucu sistemi dizayn edilmelidir.Tesis ekipmanlarının yakınından geçecek yıldırım iletkeninin izolasyonlu (yıldırım darbesinde test edilmiş) iletken olmasına dikkat edilmelidir.Aksi durumda kuplaj etkilerinden dolayı sistem zarar görebilir.Kullanılacak dış yıldırımlık sistem ekipmanları 100 kA yıldırım darbesi karşısında ilgili testlerden başarı ile geçmiş olmalıdırlar.

Türkiye için belirli her hangi bir bölgedeki yıllık ortalama yıldırım değerleri özel önlemlerin alınmasını gerektirecek değerlere göre değerlendirilmelidir. Risk seviye analizi yapılmalıdır. Ancak, binaların ve yapıların daha yüksek risklere mahsur kaldığı yerlerde (çok yüksek binalarda ya da yıldırımın çok olduğu bölgelerde) AC tesisatın tasarımcısı iletken çubukların ya da şeritlerin yerleştirilmesi gibi koruyucu önlemleri tasarlamalı ve uygulamalıdır.

Yapı mevcut bir Yıldırımdan Korunma Tesisatına (YKT) sahipse metal konstrüksiyonun bu tesisata irtibatlandırılıp irtibatlandırılmayacağı, eğer irtibatlandırılacaksa iletken kesitleri hakkında bir uzmana danışılmalıdır.

YKT'nin mevcut olduğu durumlarda, PV sistem bileşenleri yakalama çubuklarından ve ilgili iletkenlerden (TSE EN 62305 standartına bakınız) uzağa monte edilmelidir. Örneğin bir inverter dış yüzeyinde YKT sisteminin iletkenlerinin geçtiği bir duvarın iç bakan tarafına monte edilmemelidir.

PV sistem kurulumundan dolayı direkt olarak yıldırım çarpma riskinin yükselmesi durumunda TSE EN 62305 standartına uygun bir şekilde PV sistem için ayrı bir YKT montajı için uzmanlara danışılmalıdır.

Not: Çatıya monte klasik PV sistemlerinin kurulumunun direkt yıldırım çarpmasına karşı çok küçük bir risk arz ettiği genel kabul görmüş bir düşüncedir. Fakat PV sistemin çok büyük olması, yüksek bir binanın çatısına kurulması, PV sistemin çevredeki en yüksek yapı olması ya da PV sistemin açık bir araziye kurulması bu duruma istisnadır.

2.2.2 Topraklama

Üretim tesisinin topraklama sistemi şebekenin topraklama sistemine uygun olmalı ve 21/8/2001 tarihli ve 24500 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğinde belirtilen şartlar içinde yapılmalıdır.

Elektriksel tesisin güvenliğini sağlamak için olan topraklama düzenlemelerini, koruyucu iletkenleri ve koruyucu kuşaklama iletkenlerini seçiminde TS HD 60364-5-54 standardına uygun olarak projelendirilecek ve tesis edilecektir.

Topraklama açığıtaki iletken malzemelerin ana toprak barasına koruma iletkeni ile irtibatlandırılmasıdır.

Önemle ifade edilmelidir ki, söz konusu malzeme ve ya cihaz için bu bağlantı gerekiyorsa topraklama yapılır. Malzemenin veya cihazın Sınıf I (Class I) kategorisinde olması ve güvenlik için hatadan koruma metodu olarak toprakla “Beslemenin Otomatik Olarak Kesilmesi (Automatic Disconnection of Supply – ADS)” şeklinde bir bağlantısının olması durumunda topraklamaya ihtiyaç duyulur.

Bir PV sistemin DC tarafı akım limitli bir üretici olduğu için, ADS tip koruma metodu hemen hemen hiç kullanılmaz ve bu yönetmeliğin kapsamı dışındadır. Bu durumda tesisin DC tarafının çift ya da güçlendirilmiş yalıtımlı montaj gereksinimlerini yerine getirmesi durumunda PV modüllerin veya çerçevenin ana topraklama barasına bağlantısına gerek yoktur.

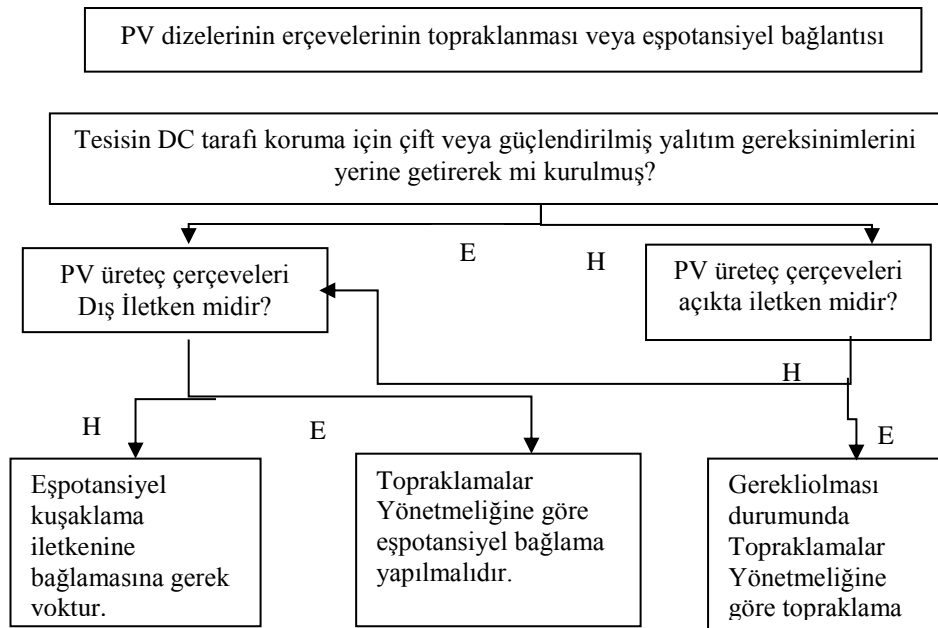
Eviricilerin Sınıf I kategorisinde bulunması nedeniyle AC terminallerinde topraklama yapılması zorunludur. Sınıf I eviricilerin sahada konstrüksiyon montaj ekipmanına monte edilmesi durumunda topraklama için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

2.2.3 Eşpotansiyel Kuşaklama İletkeni

Eşpotansiyel kuşaklama bağlantısı, bir arıza durumunda elektrik tesisinin toprağa göre daha yüksek potansiyel sahip olması ihtimaline karşı uygulanan bir önlemdir. Bu önlemin uygulanması durumunda toprak ve diğer bölümler arasındaki potansiyel farkı ortadan kalkacağı için elektrik şok riski asgari seviyeye indirilecektir. Tesisin söz konusu bölümleri Açıktaki İletken Bölümler ya da Dış İletken Bölümler olarak kategorize edilir.

Bir çok PV sistemde Açıktaki İletken Bölümler ya da Dış İletken Bölümler olarak adlandırılan iletken kısımlarına rastlanmaz, bu yüzden Eşpotansiyel kuşaklama iletkeni genellikle gerekmez. Eşpotansiyel kuşaklama iletkenin gerekli olması durumunda aşağıdaki karar verme ağacına baş vurulur.

PV tesisin DC tarafında tasarım aşamasında çift ya da güçlendirilmiş yalıtımın uygulanmış olması gerekir. Bu bakımdan tesisteki bileşenler yalıtılmış durumdadır ve ekstra bir koruyucu eş potansiyel bağlamaya gereksinim duyulmaz.



Topraklama veya Eşpotansiyel Bağlama Karar Verme Ağacı

2.2.4 Dış İletken Bölümün Tanımlanması

PV panellerin çerçevelerinin ve konstrüksiyonun tesiste bir elektrik potansiyeline sahip olup olmadığının değerlendirilmesi gerekir. Bu değerlendirmenin amacı çerçevenin toprakla bir potansiyel ortaya çıkaracak şekilde bağlantısının olup olmadığının belirlenmesidir.

Bu testlerin nasıl uygulanacağı TS HD 60364 standardında detaylı olarak verilmiştir ve testlerin bu standarda göre uygulanması gerekir. Testlerin arkasındaki prensip test altındaki bölümlerle Ana Toprak Barası (ATB) arasında toprak potansiyeli olarak adlandırılabilir kadar bir iletkenliğin olup olmadığının belirlenmesidir.

Bunun belirlenebilmesi için test edilen bölüme (PV çerçevesi) ve binanın ATB'na direnç testinin uygulanması gerekir. Ölçülen değerin 22 k Ω 'dan (genellikle) büyük olması durumunda test edilen bölümün topraktan izole olduğu ve dış iletken olmadığı belirlenir. Ölçüm 22 k Ω 'dan küçükse test edilen bölümün dış iletken olduğu ve TS HD 60364 standardına göre eş potansiyel bağlama yapılması gerektiği belirlenir.

PV üreteç çerçevelerinin konut ya da benzeri bina çatılarına monte edilmesi durumunda toprak ve çatı arasındaki malzemenin niceliği ve niteliği (genellikle iletken olmayan malzeme) bakımından çerçevenin dış iletken olma ihtimali çok düşüktür. PV üretecin çelik malzemelerin kullanıldığı bir ticari bina çatısına monte edilmesi durumunda bile çerçeve muhtemelen ya izole edilmiştir ve eşpotansiyel bağlamaya gerek yoktur ya da çerçevenin binanın çelik karkasına irtibatlandırılması bağlama devamlılığı ve yeterli düşüklükte direncin yakalanması açısından yeterlidir.

Araziye kurulacak sistemler için daha yüksek bir dikkat gerekmektedir ve arazi sistemleri başlangıçta dış iletken bölümler olarak kabul edilir. Fakat genellikle topraklanmış eş potansiyel alandan yeterli uzaklıkta buldukları için, eş potansiyel bağlanmaları durumunda başlangıçta olmayan bir elektrik şok riskinin ortaya çıkmasına sebep olur. Eğer TN-C-S sistemi söz konusuysa şebeke yönetmeliklerine (ESCQR 2002) aykırı davranılmaktadır. Bu çok durumda bu tesislerin eş potansiyel bağlanmasına gerek yoktur – bu durumda tasarımcı sadece GES'in değil yalıtım için bağlanılacak sistemin bilgilerine de sahip olması gerekir.

2.2.5 Sistem Topraklaması (DC İletken Topraklaması)

PV üreteç DC topraklama senaryoları şu şekilde özetlenebilir:

- Toprak bağlantısı yok.
- Artı ve eksi iletkenlerin toprağa fiziksel bağlantısı
- Topraklama veya topraklama olmaksızın orta noktadan bağlantı alınmış (Center Tapped)
- Artı ya da eksi iletkenin yüksek empedansla toprağa bağlantısı (fonksiyonel sebeplerden dolayı)

PV üretici oluşturan PV modüllerin ve diğer ekipmanın üretici talimatları, en uygun topraklama tertibatının sağlanması için göz önünde bulundurulmalıdır.

Akım taşıyan bir DC iletkenin toprağa bağlantısı tavsiye edilmez. Fakat AC ile DC taraflar uygun bir şekilde ayrılmışsa enerjili iletkenlerden bir tanesinin topraklanmasına müsaade edilir. Fonksiyonel bir topraklamanın gerekmesi ve mümkün olması

durumunda bunun yüksek empedans üzerinden (direk bağlantıdan ziyade) sağlanması tercih edilir.

Tasarımcı eviricinin DC topraklamaya uygun olduğunu doğrulaması gerekir. Trafosuz eviriciler uygun değildir ve topraklanmış DC iletken eviriciye entegre DC izolasyon takip sistemiyle karışabilir. Bu yüzden DC iletkenin topraklanmasının gerekmesi durumunda bunun evirici üreticisinin onayı ve bilgisi doğrultusunda eviricide gerçekleşmesi gerekir.

NOT: PV sistemlerin eviriciye bağlanması durumunda, IEC62109-2 (PV güç sistemlerinde kullanılan güç dönüştürücülerde güvenlik – Bölüm 2: Eviriciler için zorunluluklar) topraklama tertibatına göre (ve evirici topolojisine göre) zorunlulukları ortaya koyar. Bunlar asgari evirici izolasyon zorunlulukları, üreteç toprak izolasyon direnci ölçüm zorunlulukları ve üreteç artık akım belirleme ve toprak hata alarımı zorunluluklarıdır.

2.2.5.1 Yüksek Empedans Üzerinden Toprak Bağlantısı

İşlevsel nedenlerle toprak bağlantısının gerekli olması durumunda akım taşıyan iletkenlerden birinin yüksek empedans üzerinden toprağa bağlanması uygun olabilir. Yüksek empedanslı bağlantı işlevsel gereksinimleri karşılarken hata akımlarını da sınırlandırır.

İşlevsel topraklamanın gerekli olması durumunda, sistemlerin direkt olarak düşük empedanslı bağlantı yerine yüksek empedans üzerinden (mümkünse) işlevsel olarak topraklanması tercih edilen uygulama yöntemidir.

2.2.5.2 Toprağa Direkt Bağlantılı Sistemler

Fiziksel toprak bağlantısının uygulandığı sistemlerde sistemin her hangi bir yerinde bir toprak hatasının ortaya çıkması durumunda yüksek miktarlarda hata akımlarının oluşma potansiyeli vardır. Bir toprak hata akım kesicisi ya da alarm sistemi hata akımını kesebilir ve problem olduğuna dair uyarı verebilir. Akım kesici (ör: sigorta) toprak bağlantısına seri bağlanır ve üreteç büyüklüğüne uygun olarak seçilir. Alarmın toprak hatasının belirlenmesi ve düzeltmek için gerekli önlemin acil olarak alınması işlemlerini acilen başlatacak yapıda olması gerekir.

Bir toprak hata akım kesicisinin ortaya çıkması durumunda hata akımını kesecek şekilde PV üreticinin toprak bağlantısına seri bağlanması gerekir. Hata akım kesicisi devreye girdiğinde bir alarmın da başlatılması gerekir. Hata akım kesicinin nomiman değeri şu şekilde belirlenir:

Üreteç Büyüklüğü	Aşırı Akım Derecesi
$\leq 3\text{kWp}$	$\leq 1\text{A}$
3 – 100kWp	$\leq 3\text{A}$
$> 100\text{kWp}$	$\leq 5\text{A}$

Toprak hata alarmının şebeke işletmecisinin veya tesis sahibinin durumdan acil olarak haberdar olmasını sağlayacak yapıda olması gerekir. Örneğin alarm sistemi operasyon ekibinin ya da sistem sahibinin anında haberdar olacağı şekilde görülebilir ya da duyulabilir olması ya da Email, SMS ve benzeri bir hata iletim yapısı şeklinde olması

gerekir.

NOT: Şebeke bağlantılı sistemlerde toprak hata alarmı eviricinin görevidir. Eviricinin uzak bir noktada bulunduğu şebeke bağlantılı sistemlerde, şebeke işletmecisi tarafından anında algılanabilecek ikincil bir alarmın tetiklenmesi gerekir. TSE HD 60364 standartına uygun sistemlerde toprak hata algılaması için kullanılan iletkenler genelde krem renklidir.

2.2.6 Aşırı Gerilimden Korunma Önlemleri

Sistemdeki DC kabloların hepsi mümkün olduğunca kısa döşenmeli ve aynı serideki veya ana DC hattaki artı/eksi iletkenleri sistemde döngülerin oluşumunu önlemek üzere yan yana döşenmelidir. Bu şart ilgili toprak/eş potansiye bağlama iletkenleri için de geçerlidir.

Uzun kablolar (Örneğin uzunluğu 50 metrenin üzerinde DC ana hattı) topraklanmış metal boru veya tava içinde döşenmeli veya zırlı/blendajlı kablolar kullanılmalıdır.

NOT: Bu önlemler hem kabloları endüktif darbelere (surge) koruyacak hem de endüktansı arttırarak darbe iletimlerini zayıflatacaktır. Tava veya boruların suyun ya da nemin bu yapılar da birikmesini önleyecek şekilde tasarlanması gerekir.

Şebeke bağlantılı eviricilerin bir çoğunda entegre darbe gerilim koruma tertibatı mevcuttur; bunun yanısıra evirici dışında kullanılan koruma cihazları da vardır.

Eviriciye entegre aşırı gerilimden koruma cihazları sadece D tipinde olabilir ve tasarımcı ilave olarak DC ya da AC tarafa tip B veya tip C parafudr koyabilir. AC sistemin korunması için darbe koruma cihazları AC besleme ana bağlantı noktasına monte edilebilir.

2.3 AC Sistem

2.3.1 AC Kablolama

PV sistem eviricileri aşağıdaki gereksinimlere göre TS HD 60364 standardına uygun olarak sadece bu işleve adanmış bir hatta monte edilirler:

- Akım çeken bir ekipman bu hatta bağlanmaz.
- Akım çeken bir ekipmanın ileride bu hatta bağlanması için bir ön hazırlık yapılamaz.
- Bu hat üzerinde bir soket priz bulunamaz.

NOT: Bu yönergede datalogger'lar akım çeken ekipman olarak kabul edilmezler ve PV sistemle aynı hatta bağlanabilirler.

Tek bir hattın birden çok eviriciyi beslemesi durumunda, bu hatta monte edilecek koruma cihazının akım değerinin inverter üreticisi tarafından önerilen MCB akım değerinden daha düşük olmalıdır. Eviricinin hatta enerji varken kontakları canlı olan bir fiş üzerinden bağlanmaması ve AC kabloların TS HD 60364 standardına göre seçilip, döşenmesi gerekir.

Evirici(ler)i tüketicilere bağlayan AC kabloların gerilim düşümünü minimize edecek şekilde seçilmesi gerekir. %1 ya da daha düşük bir gerilim düşümü önerilir. Fakat

büyük sistemlerde kablo kesitini ve maliyeti çok yukarılara çıkaracağı için bu kurala uyulmayabilir. Bu durumda tasarımcının gerilim düşümünü mümkün olduğunca düşük tutması ve TS HD 60364 standardına limitler için de kalması gerekir.

NOT: %1 gerilim düşümü önerisi iki farklı sebebe dayanır: birincisi üretimdeyken evirici terminallerindeki gerilim tüketici bağlantı noktasındaki gerilimden daha yüksektir – yüksek güç üretimi sırasında gerilim düşümünün eviriciin yüksek gerilimde tripe girmesinin önlenmesi için minimumda tutulmasıdır; ikincisi PV sistemdeki kayıpları minimumda tutma gereksinimidir.

2.3.2 RCD Koruma

Elektrik tesisinin DC hata akımlarının tesisin AC tarafına geçmesine engel olamayan bir PV üreteç kapsamı ve tesisin TSE HD 60364 standartının genel kurallarına uygunluğu için bir RCD'ye ihtiyaç duyulması durumunda, seçilen RCD'nin TS EN 62423 (IEC 62423) standardında tarif edildiği üzere Tip B RCCB olması gerekir. DC hata akımlarının sistemin AC tarafına geçişini inverterin engelleyemediği ile ilgili bir şüphe duyulması durumunda üreticiye başvurulmalıdır.

2.3.3 AC Ayırma ve Anahtarlama

Standartlara uygun bir tasarım sağlamak için:

PV sistemin aşağıdaki şartları sağlayan bir ayırma (isolation) anahtarına bağlanması gerekir:

- Hattı ve nötr iletkenlerini ayırmalıdır.
- OFF konumundayken emniyette olmalıdır.
- Kolay ulaşılabilir bir yerde olmalıdır.

Anahtar ON ve OFF konumları açık olarak seçilebilmelidir ve “PV Sistem – Ana AC ayırıcısı” etiketi olmalıdır



Tesisin AC tarafındaki ayırma ve anahtarlama TSE HD 60364 standardına uyumlu olmalıdır. Bunun için eviricinin hemen yanı başında evirici ile AC beslemenin irtibatını kesecek bir ayırıcı bulunmalıdır.

En basit şekliyle tek fazlı eviriciler için anahtarlama özelliği olmayan bir sigorta bağlantısının eviricinin hemen yanı başına tesis edilmesi bu şartın yerine getirilmesi için yeterlidir. Genel bağlantı şemaları için Ek-1 ve Ek-2'ye bakınız. Fakat rutin bakımlar için anahtarlı bir sigorta bağlantısı daha yüksek derecede bir kontrol olanağı sağlar ve asgari olarak kullanılmalıdır.

Not: Tesiste her hangi bir anahtarlı kesicinin bulunduğu noktada, şebeke beslemesi kaynak, PV tesisi de yük olarak kabul edilir.

2.3.4 Eviriciler

Eviriciler sorumlu bir mühendis tarafından aksi kabul edilmedikçe veya şebeke işletmecisinin yazılı onayı olmadıkça İlgili telnik Mevzuat ve İlgili Mevzuat'a uygun bir tip test sertifikasına sahip olmalıdır.

NOT: Eviriciler ile ilgili önemli bir emniyet koşulu şudur: şebekede enerji yok iken PV sistemin ayrılması gerekir. Planlı ya da plansız enerji kesintilerinde PV sistemin şebekeyi veya yerel dağıtım sistemini besleyip elektrik çarpma riskinin ortaya çıkmasını önlenmesi için bu gereklidir. Bu durum "adalama" olarak adlandırılır ve şebeke/dağıtım sisteminde çalışanlar için potansiyel bir tehlike arz eder.İlgili teknik ve ilgili mevzuat bir PV sistemin adalanmada çalışmasının önlenmesi için ciddi önlemler alınması gerektiğini ortaya koyar. Ayrıca, harmoniklerin önlenmesi, EMC uyumluluğu ve DC enjeksiyonun sınırlar içinde kalması zorunludur.

2.3.4.1 Evirici Kapasitesinin Belirlenmesi

Şebeke bağlantılı PV sisteminde kullanılan bir evirici kapasitesinin belirlenmesi bir çok faktöre bağlıdır. Bunlar:

- Türkiye dağıtım şebeke şartlarında çalışmaya uygunluğu
- Çalışma sıcaklığındaki değişimlere göre üreteçin geriliminin dalgalanması
- Eviricinin izin verilen maksimum giriş gerilimi
- Eviricinin MPP (Maksimum Çalışma Noktası) gerilim aralığı
- Tercih edilen inverter – üreteç güç oranı

Eviricinin kapasite ve adetlerinin belirlenmesi evirici üreticisinin kılavuzluğunda – genellikle üreticinin sistem boyutlandırma yazılımı ile yapılması gerekir.

Sistemde farklı yöneylem (güneyle yapılan açı) ve eğim (yatayla yapılan açı) açılarına sahip bir çok dizi / dizinin bulunması durumunda diziler ve dizeler çoklu sayıda MPPT ünitesine sahip evicilere bağlanmalıdır veya tek MPPT'li daha küçük eviriciler kullanılmalıdır. Bunun sebebi; farklı yöneylem ve eğim açılarına sahip panel gruplarını aynı MPPT ünitesine bağlamak sistem genel performansını önemli ölçüde düşürür.

Evirici maksimum dize gerilim ve akımına güvenlikle dayanacak şekilde seçilmelidir (bölüm 2.1.2'de açıklandığı üzere). Bu bazı modüllerde görülen başlangıç aşırı gerilimini de kapsamalıdır. Ayrıca inverter -15 °C'de dizi açık gerilimini çalışma gerilim aralığında kalmalıdır.

Sıcaklık aralığı: Bir inverter -15°C / +80°C'de üreteç işletimini sürdürebilirken daha dar bir sıcaklık aralığında (ör: -10°C / +70 °C) MPP çalışmasını yürütebilmelidir. Böyle durumlarda kabul edilebilir ve uygun sıcaklık aralıkları için kurulum sahası şartları ve panel montaj metotlarını (ör: binaya entegre sistemler çatı üzeri sistemlerden daha çok ısınır) göz önünde bulundurarak bir değerlendirme yapılmalıdır.

Güç oranı: Evirici nominal gücünün PV üreteç nominal gücünden daha az olması genel bir uygulamadır. UK'de inverterler / üreteç güç oranı genellikle %80 – 100 aralığında seçilir. Fakat belirli şartlara ve kullanılan invertere göre bu aralık dışındaki oranlar da bazen kullanılır.

Evirici havalandırması: Eviriciler ısı üretir ve yeterli derecede havalandırılmalıdır. Üretici tarafından belirlenen açıklık mesafeleri göz önünde bulundurulmalıdır. Jeneratör

ve ıstıların bulunduğu odalar ya da yüksek sıcaklıklara maruz kalan çatı ve arazi bölümleri gibi yerler aşırı ısınmaların önlenmesi bakımından dikkatle gözden geçirilmelidir.

Bunlarla ilgili yapılacak hatalar maksimum çalışma sıcaklığına ulaştığında inverterlerin güç kısmına gitmelerinden dolayı sistem performansında kayıplara yol açar. Bu bilgilerin müşteriye teslim edilecek çalışma ve kullanım kılavuzlarında belirtilmesi ve cihazların yanına “havalandırmayı engellemeyiniz” uyarılarının bırakılması gerekir.

NOT: Eviricilerin üzerinde “Evirici – servisten önce AC ve DC beslemeleri izole ediniz” uyarısının bulunması gereklidir.

2.3.5 AC Kablo Koruma

Eviriciden çıkan kabloların korumaları dağıtım panosu içinde olmalıdır. Bu koruyucu önlemler TSE HD 60364 standartına göre belirlenmeli ve uygulanmalıdır.

Bir çok durumda PV üreticin ve eviricinin doğası gereği aşırı akım (yüklenme) gereksinimlerini ortadan kaldırır ve bu yüzden tasarımcı sadece arıza akım korumasını göz önünde bulundurur.

Hattın başlangıcındaki (dağıtım panosu) TSE HD 60364 standartına uygun olarak alınan koruma önlemi, hattın evirici ucunda ilave bir aşırı yüklenme koruması yerleştirmeyi gereksiz kılar.

2.3.6 Sayaçlar

Evirici çıkış (üretim) sayacı: PV sistem tarafından üretilen enerjiyi (kWh) kaydetmek için evirici çıkışına bir sayaç konulmalıdır. Ayrıca anlık gücün de gözlemlenebilmesi gerekir.

Bu sadece müşteri memnuniyeti için değil, hataların daha etkin bir şekilde belirlenebilmesi için de önemlidir. Sayacın tüketicinin kolayca erişebileceği ve gözlemleyebileceği bir yerde bulunması gerekir.

Tüketici satış sayacı: Direkt olarak PV sistemin bir parçası olmasa da gerettiği durumlarda şebekeye verilen enerjinin belirlenebilmesi için uygun okuma özelliklerine sahip bir sayaca gereksinim vardır.

Bu sayaçta olması gereken özellikler için ilgili mevzuat ve ilgili teknik mevzuat hükümlerine başvurulmalıdır.

3. Sistem Performansı

3.1 Dizi Yönelim ve Eğim

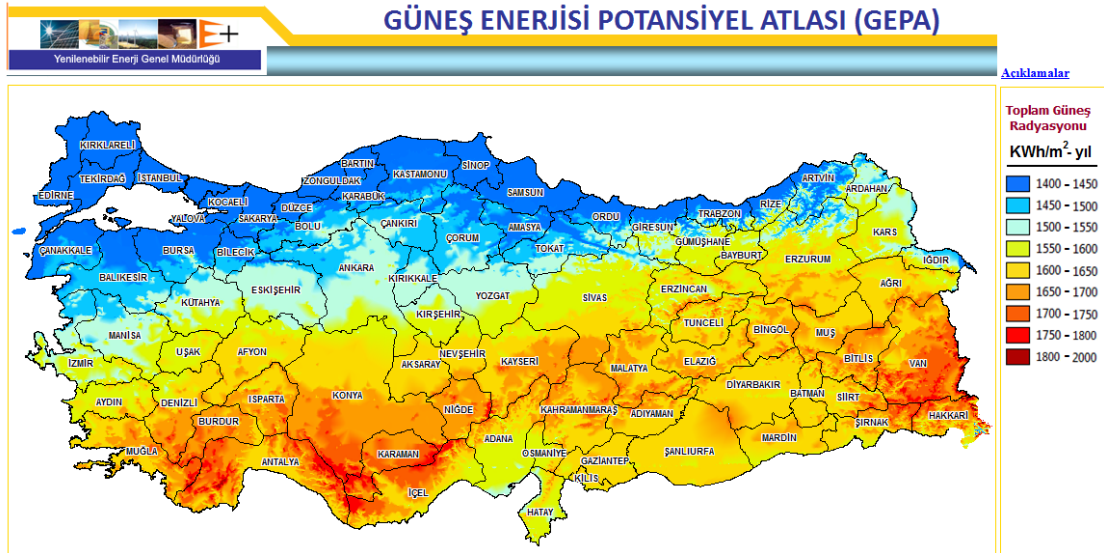
Dizi yönelimde değişkenlerin etkisi ve sistem performansı üzerindeki eğim aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Herhangi bir yerdeki konum, farklı açı ve yönlerde beklenen maksimum verim yüzdesi hesaplanabilir.

3.2 Gölge Etkileri

Gölgeleme bir PV sisteminin performansını üzerinde büyük etki yapar. Bir dizi parçası üzerindeki küçük bir gölgeleme bile dizi çıkışı üzerinde büyük etki yapar. Gölgeleme sistem tasarımı sırasında ele alınan ve sistem performansını etkileyen bir unsurdur. Sistem tasarım esnasında dizi yerleri, ekipman seçimi gölgeleme en az olacak şekilde yapılmalıdır. Dizi nesnelere bitişik yapılırsa (örneğin havalandırma , uydu , borular) sistem performansı üzerinde önemli etkisi olur. Diziler ya gölgelemenin olmadığı yere yerleştirilmeli ya da gölgeye sebep olan nesnelere taşınmalıdır.

3.3 Coğrafi Konum

Türkiye’de yeryüzüne düşen ışınım miktarı çeşitli faktörlere göre değişir. En önemli factor enleme göre (ekvatora olan mesafe) konumdur. Ekvatora göre daha az ışınım alacağından dolayı kuzeye kurulumda daha az verim beklenir. Türkiye genelinde güneşlenme dağılımı aşağıda gösterilmiştir.



<http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> adresinde GEPA (İl Bazlı Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası) ile Türkiye Haritasında, il ve ilçelere basılarak çeşitli il ve ilçelere ait güneş değerleri öğrenilebilir.

3.4 Sıcaklık Etkisi

Modül sıcaklık artışı ile performansta azalma meydana gelir(1°C de yaklaşık %0.5). Soğutma için dizi arkasına yeterli havalandırma boşluğu bırakılmalıdır. (En az 25mm bırakılmalıdır) Entegre sistemler için moduller arasına hava boşluğu sağlanmalıdır.

Not: Hava boşluğu bırakmanın PV sistemin performansını arttırdığı testlerle kabul edilmiştir.

3.5 Diğer Faktörler

Diğer faktörlerde sistem performansını etkiler. Bunlar;

Panel karakteristikleri ve üretim toleransları

Evirici verimliliği

Evirici – dizi uyumsuzluğu

Kablo kayıpları

Tozlanma kayıpları

Şebekeden kaynaklı arıza kayıpları

3.6 Fotovoltaik Performans Tahmini

Yukarıda görüldüğü gibi şebeke bağlantılı bir PV sistemin yıllık performansı bir çok faktöre bağlıdır. Tasarımda tahmin raporu yapılmalıdır.

3.6.1 Değerlendirme Durumu

Eğim, yön ve gölgelenme bir PV sistem performansını etkileyen üç ana faktördür. Çizimler, haritalar ve fotoğraflar eğim ve yönünü belirlemek için uygun bir araç olmakla birlikte, herhangi bir gölge etkilerini doğru tahmini için tipik bir site/saha ziyareti gereklidir.

Bazı durumlarda ise, tahmin edilen ya da uzaktan veri alınması gerekebilir. Bu gibi durumlarda, bir müşteriye sağlanan herhangi bir performans tahmini aşağıdaki açıklamayı içermelidir:

"Bu sistemim performans hesaplaması dizisi yönelimi, eğim veya gölgelendirme için tahmini değerler kullanılarak yapılmıştır.Kurulu sistemin özellikleri tahmini değerlerden farklı ise, gerçek performans daha düşük veya daha yüksek düzeyde olabilir.

Tüm durumlarda eğim yönlenme ve gölgelenme maliyet belirleme aşamasında tahmin edilmiştir. Tüm durumlarda kurulum başlamadan önce yapı gelişimi için saha araştırması yapılır.

Detaylı saha araştırması ardından sistemde herhangi bir faktör orjinal performans tahmini ile eşleşmiyor ise, montaj şirketi performans tahmini yeniden hesaplayıp müşteriye yazılı olarak teslim etmek durumundadır.

Düzeltilmiş performans tahmin başlangıçta tahmin edilenden daha kötü olması durumunda, talep edene süre verilir ve iptal hakları (mali cezalar olmadan iptal etmek

için herhangi hakkını içerecek şekilde) bu orjinal alıntı kullanılır.

3.6.2 Standart Tahmin Metodu

Aşağıdaki gibi bir yol izlenir;

1-PV sistemin elektrik peak değerinin oluşturulması (kWp)

2-Bölge belirlenir.

3-Dizi sahası belirlenir

4-Dizi yönü belirlenir.

5-Uygun konumu belirleme kWh/kWp (Kk) baz alınarak bulunur.

6-Gölge faktörü prosedürü (SF) gölgelenme belirlenir.

Kurulu sistemin tahmini yıllık elektriği aşağıdaki formülle belirlenir:

Yıllık AC çıkış (kWh) = kWp x Kk x Gölge Faktörü (SF)

3.6.3 Dizilerin kWp Değeri

Kullanılan kWp'lik değeri veri plakası değer yüklenmiş tüm modüllerin (STC Wp) (modül etiket üzerinde yazılı değer) toplamı olacaktır.

3.6.4 Yön Belirleme

Dizinin yönü belirlenecektir. PV modüllerin güneye göre açısına azimut açısı denir. Bu nedenle, güneye bakan bir dizi 0 °C 'lik bir azimut değerine sahiptir. Güneydoğu veya güneybatıya yönelmiş dizi karşı 45 °C'lik bir azimut değerine sahiptir. Doğu veya batı Azimut değeri 5°C'ye yakın olmalıdır.

3.6.5 Eğim

Dizinin eğimi önemlidir. Çünkü eğim ile paneller arası boşluk mesafesi belirlenecektir.

4. Uygulama/Saha Çalışmaları

4.1 Genel

Fotovoltaik Güç Sistemi Personeli, iş sağlığı ve güvenliği ile çevreye ilişkin yasal mevzuata uyarak belirlenmiş önlemleri alarak, kalite sistemleri çerçevesinde; tasarımı ve iş programı tamamlanmış ve gerekli teçhizatı temin edilmiş fotovoltaik güç sistemlerinde, montaj şemalarına uygun biçimde denge bileşenlerinin ve fotovoltaik modüllerin mekanik montajını yapan, tasarım planlarına uygun biçimde mekanik yapı kurulumunu gerçekleştiren, montaj işlemleri sırasında kullanılacak araç, gereç, malzeme ve aparatları hazırlayan, sistem bileşenlerini montaj şemasına uygun biçimde konumlandıran, çalışılan yerin temizliğini ve emniyetini sağlayan, kullanılan ekipmanın bakım ve temizliğini üstlenen ve mesleki gelişim faaliyetlerine katılan nitelikli kişidir.

Fotovoltaik Güç Sistemi Personeli mesleğinin gerektirdiği sağlık, güvenlik ve çevre ile ilgili mevzuata uymakla yükümlüdür.

Fotovoltaik Güç Sistemi Personeli, açık alanda, çatı, kule, bina sathı, direk gibi yüksek mevkilerde, gemi ve benzeri deniz taşıtlarında çalışır. Bazen montajı, ada veya dağlık bölgeler gibi erişimi güç ve elektrik şebekesinin ulaşmadığı uçra yerlerde yapmak zorunda kalabilir. Çalışma ortamının olumsuz koşulları arasında gürültü, koku, toz, yüksek derecede güneşe maruz kalma, çok sayıda elektriksel ve mekanik bileşenin bağlantılarından kaynaklanan karmaşıklık sayılabilir. Çalışmalar sırasında diğer meslek elemanları ile etkileşimli ve dönüşümlü çalışmalar yapması gerekebilir.

Mesleğin icrası esnasında iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini gerektiren kaza ve yaralanma riskleri bulunmaktadır. İşlemler sırasında uygun kişisel koruyucu donanım kullanarak çalışması zorunludur.

4.2 Fotovoltaik Sisteme Özgü Tehlikeler

Fotovoltaik sistem kurulumu için risk belirlemesi yapılırken, PV'ye özel tehlikelerden bahsetmek gerekir. Bunlar standart Kişisel Koruyucu Donanım Ekipmanı'na, yüksekte çalışma, elle taşıma, cam işleme ve inşaat işleri ve yönetimi ile ilgili yönetmeliklere ek olacaktır.

PV modülleri güneş ışığına maruz kaldıkları anda elektrik üretmeye başlarlar ve kapatılamazlar. Bu bakımdan diğer elektrik tesisat kurulumlarına göre bir PV sistem kurulumu canlı bir sistemde çalışmak demektir. Tesiste çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve ilgili yönetmelik, tebliğlere göre çalıştırılmaları zorunludur.

Akım sınırlayıcı ekipman olarak, PV modül dizileri hata anında sigortalar tarafından farkedilip ayrılamazlar. Nitekim kısa devre akımları nominal akımlarından biraz yüksektir. Hata oluştuğu zaman uzun süre tehlikeli olarak kalabilir.

İyi kablolama ve tasarım daha sonra sistemle uğraşacak kişilerin de elektrik çarpmamasına karşı yardımcı olur.

Beklenmeyen arıza akımları yangın tehlikesine dönüşebilir. Böyle bir duruma engellemek için sigorta dışında iyi tasarım, dikkatli kurulum çok önem kazanır.

PV tesislerde çalışanların başka bir riski düşme, hasar görme gibi durumlar nadiren de olsa karşımıza çıkar. Aynı zamanda elektrik çarpmasına karşı da dikkatli olunmalıdır.

4.3 Doğru Akım (DC) Devreler

4.3.1 Personel

PV sistemi montajı konusunda, canlı DC gerilim üzerinde çalışan bütün personel eğitilmiş ve deneyimli olmalıdır.

Soket tipi konnektörlerle tesisat işlerinin güvenliğini artırmak önemlidir. Kurulumun PV uzmanı bir eleman tarafından gerçekleştirilmesi gerekir.

4.3.2 Dizi İşlemleri

Tüm DC kablolama işlemleri PV dizisi kurulmadan önce tamamlanmış olmalıdır

Genellikle bir kurulum sırasında gerekenler;

- D.C. anahtar ayırıcı ve D.C. bağlantı kutusu.
- Dize/dizi pozitif ve negatif kablolar. PV dize/dizinin sonuna kesme/bağlantı kutusu
- PV sistemin ana kablolarını D.C. eviriciden geçirmek

Aynı anda erişilebilen canlı pozitif ve negatif kısımlarla çalışmadan önce iyi muhafaza edildiğinden emin olunmalıdır.

Not: Teknisyen sonraki modül kurulumu sırasında canlı kabloları ele olacak olsa da, devre DC gerilimden yoksundur. Çünkü anahtar ayırıcı, kısmen tamamlanmış PV diziden akan bir elektrik şoku akımı olasılığını ortadan kaldırır. Karşılaşılabilecek maksimum elektrik şok gerilim tek PV modülünün olmasıdır.

Önceden bir ayırıcının monte edilmediği durumlarda izolatör (örneğin PV dizisi önceden kurulu bir yeni yapı projesi), kablo uçları / konnektörleri bir izolasyon kutusu içine geçici olarak koyulmalı ve uygun şekilde etiketlenmiş olmasına dikkat edilmelidir.

Kablolar, özellikle rüzgara maruz kalacak olanlar iyi desteklenmelidir.

Kablolar iyi sabitlenmeli (UV dayanıklı bağlarla), öngörülen bölgelerde veya mekanik koruma içinde güzergahı yapılmalı ve keskin kenarlardan korunarak geçirilmelidir.

4.3.3 Canlı Çalışma

PV kurulumunda canlı çalışma kaçınılmazdır. Ancak sistem tasarımıdaki önlemler ve çift yalıtım ile şok korumaya karşı önlem sağlanır. Ayrıca, sadece bir DC iletken elindeyken çalışmak düşük bir tehlike arz etse de bu tehlike de uygun koruyucu aletlerle azaltılmalıdır.

Eğer bir yerde aynı anda çıplak artı ve eksi kutuplarıyla çalışmak gerekirse uygun yalıtkan eldiven ve araçlar kullanılmalıdır. Geçici bir uyarı işareti ve bariyer kullanılmalıdır.

Canlı kablolarla çalışmada tehlikeyi azaltmak için geceleri de (yeterli aydınlatma ile) çalışmak mümkündür. Alternatif olarak bir dizeyi örtterek de çalışılabilir. Fakat bir PV dizeyi örtmek kurulum süresince hava şartlarından dolayı o örtüyü korumak pratik olmayacağı için genelde tavsiye edilmez.

4.3.4 Elektrik arpma Tehlikesi (Güvenli alışma Uygulamaları)

Tüm yukarıdaki önlemlere rağmen, bir teknisyen veya servis mühendisi yine de, elektrik çarpması tehlikesi ile karşılaşabilir, bu nedenle;

Her sisteminin herhangi bir bölümüne dokunmadan önce parçaların geriliminin varlığı açısından test edilmelidir.

Bir PV sisteminde kapasitif elektrik birikebilir. Örneğın metal çerçeveli veya elik sırtlı yani amorf (ince film) modüllerin belirli türlerinde bu daha yaygındır. Bu gibi durumlarda, uygun ve emniyetli canlı çalışma uygulamaları kabul edilmelidir.

Örnek olarak böyle tehlikelerin karşılaştığı yerlerden biri personelin topraklanmış metal çatıda otururken FV dizesini kablolamasıdır. Böyle durumlarda personel kablo ucuna dokunarak toprağına karşı bir akım başlatır ve elektrik şok yaşar. Elektrik şok gerilimi dizideki seri modül sayısının artmasıyla artar. Yalıtım eldivenleri giymek ve bunun yanında yalıtılmış bir matın üzerinde oturmak bu tehlikeyi önleyebilir.

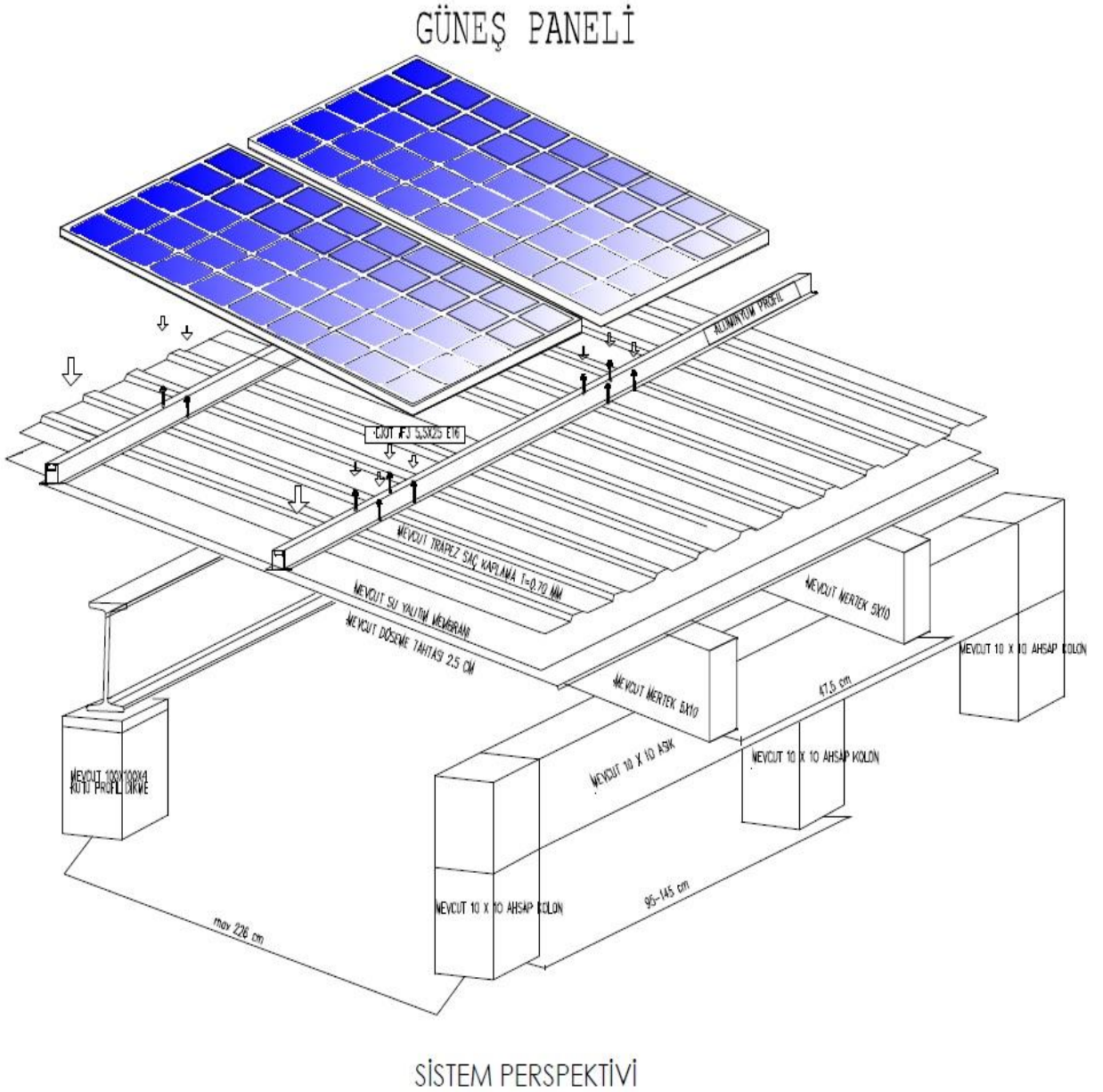
Bir PV dizesinin toprağına kaçak akımıyla da bir elektrik şok yaşanabilir. İyi kablolama çift izolasyon ve çift veya güçlendirilmiş yalıtım (sınıf II) modüller önemli ölçüde bu sorunu azaltabilir, ancak herhangi bir kurulu sistemlerde, kaçak yollar yine de oluşabilir. Bir PV sistem üzerinde çalışan herhangi bir kişi bunun farkında olmalı ve gerekli önlemleri almalıdır.

4.3.5 Dize Montajı

Bir PV dizesi montaj sistemi tasarlarırken üreticinin talimatlarına her zaman dikkat edilmelidir. Bu sık sık değışebilen ve her üretici tarafından öngörülen kısımlardır, özellikle ekleme bölgelerine dikkat edilmelidir.

5. Mevcut Yapı Taşıma Kapasite Tahkikleri

Mevcut çatı üzerinde ve çatıya paralel kurulmuş PV (GES) sistemi tasarlanması durumunda, mevcut yapı taşıyıcı elemanlarının taşıma kapasitesi kontrolleri yapılmalıdır. Mevcut yapı taşıma kapasite kontrol tahkiklerinde zati, rüzgar ve kar yükleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmalıdır. Mevcut yapı modelleme hesaplarında kullanılacak yönetmelikler; TDY-2007, TS-500, TS-498, TS-648 ve ilgili uluslararası yönetmelik ve standartlarda belirtilen durumlara göre hesapların teşkili yapılacaktır. Mevcut yapıda (çatı yapısı) kurulum yapılacağı alana özel hesaplamalar yapılmalı ve bu yükleri mevcut yapı taşıyıcı sistem kapasite kontrollerinin statik hesapları bu Şartnameye uygun olarak yapılmalı ve mevcut yapıya ruhsat veren kurum tarafından kontrol edilmelidir.



Şekil 1: Örnek Mevcut Çatıya Güneş Paneli Yerleşimli 3 Boyutlu Görünüşü

5.1 Mevcut Yapı Genel Bilgileri

PV (GES) Sisteminin kurulacağı mevcut yapının taşıyıcı sistem bilgileri ruhsat veren idarelerden tanzim edilmelidir. Ruhsat veren kurumdan mevcut yapının taşıyıcı sisteminden tanzim edilecek belge ve bilgiler aşağıda özetlenmektedir.

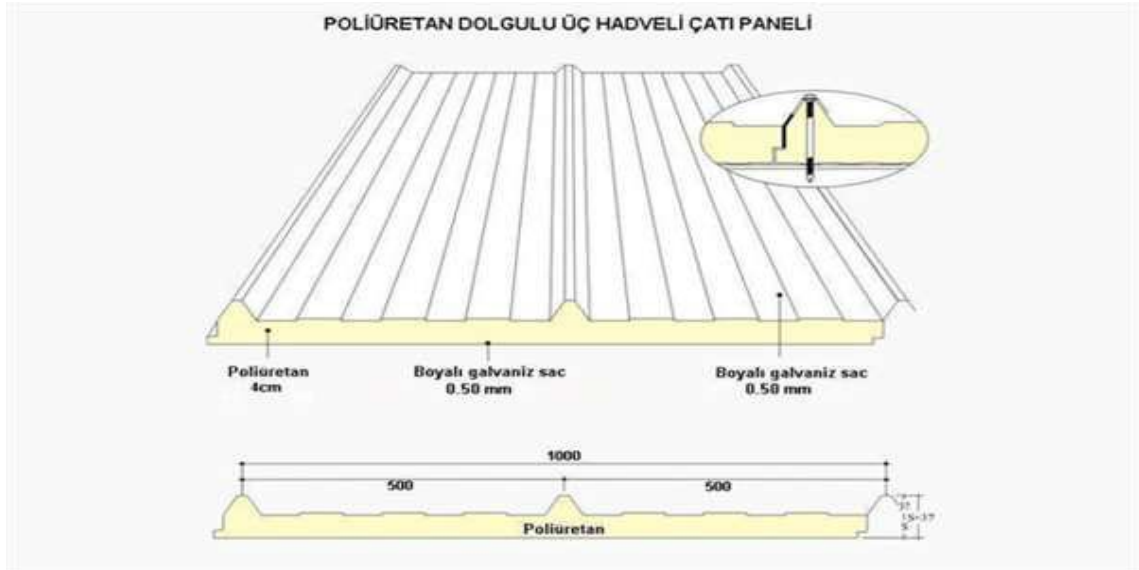
- Mevcut yapının taşıyıcı sistem cinsi bilgileri,
- Mevcut yapının taşıyıcı sisteminde kullanılan malzeme bilgileri,
- Mevcut yapı karkas yerleşim plan ve kesit bilgileri,
- Mevcut yapının düşey taşıyıcı sistem (kolon, perde duvar, dikme vb.) kesit, mukavemet ve aks aralık bilgileri,
- Mevcut yapının yatay taşıyıcı sistem (makas, kiriş, döşeme, kuşak, hatıl vb.) kesit, mukavemet ve aks aralık bilgileri,
- Mevcut yapı çatı aşık veya mertek elemanlarının kesit, mukavemet ve aks aralık bilgileri,
- Mevcut yapı çatı kaplamalarının malzeme, kesit, aşık aralık mesafesine göre yük taşıma kapasite ve bağlantı eleman bilgileri,

5.2 Mevcut Yapının Taşıyıcı Sistem Kapasite Kontrolleri

5.2.1 Mevcut Aşık veya Mertek Elemanlarının Kesit ve Sehım Tahkikleri

- **Mevcut aşık veya mertek elemanlarının yük ve moment hesabı;**
G: Çatı kaplama yükü+ güneş panel yükü +güneş paneli alt karkası ve bağlantı elemanları yükü, zati yük kapsamında alınmalı
Q: Kar yükü, hareketli yük kapsamında alınmalı
- Düşey yükler altında $q : 1,4*G+1,6*Q$ (çatı eğimli yüzeylerinde $q_x: q*\cos\alpha$; $q_y: q*\sin\alpha$) kombinasyonu oluşturulmalı
- Tek açıklıklı basit mesnet momenti $M_d: q*l^2/8$ oluşturulmalı
- **Mevcut betonarme aşık veya mertek elemanlarının kesit tahkiki;**
- Betonarme tablolarından donatı ve beton sınıfları için $k_{min} : \dots \text{ cm}^2/\text{ton}$
- $k: b_w*d^2/ M_d > k_{min} : \dots \text{ cm}^2/\text{ton} \Rightarrow$ kesit yeterli OK.
- **Mevcut betonarme aşık veya mertek elemanlarının donatı tahkiki;**
- A_{smin} donatı : $M_d/ f_{yd}*j*d \geq A_{smevcut}$ donatı \Rightarrow donatı yeterli OK.
- **Mevcut çelik aşık veya mertek elemanlarının kesit tahkiki;**
- Mevcut elemanların çelik profil tablolarından $W_x - W_y$ (mukavemet momenti) : $\dots \text{ cm}^3$ belirlenmeli,
- $\sigma = M_x / W_x + M_y / W_y \leq \sigma_{çem} \Rightarrow$ kesit yeterli OK.
- **Mevcut çelik aşık veya mertek elemanlarının sehım tahkiki;**
- $k = 1$ alınabilir; GS: Gergi Sayısı
- $f_x = k* q_x* L^4 / (384 * E * I_x)$
- $f_y = k * q_y* (L/(GS+1))^4 / (384 * E * I_y)$
- $f = (f_x^2 + f_y^2)^{1/2} \leq f_{max}$
- $f_{max} < L < 5$ ise $L/200$ veya $L > 5$ ise $L/300 \Rightarrow$ sehım yeterli OK.

5.2.2 Mevcut Çatı Kaplama Elemanlarının Yük Taşıma Kapasite Tahkikleri



Şekil 2: Örnek Mevcut Çatı Kaplama Malzemesi

Hadve Sayısı	3
Hadve Yük. (mm)	37mm
Faydalı Genişlik (mm)	1000
Max. Boy	14,5 m
Boya Tipi	Polyester, PVDF, Plastisol
Yalıtım Kalınlığı (mm)	40-50-60-70-80-100-120
Yalıtım	Poliüretan
Azami Isı İletkenlik Değeri (10C) (W/mK)	$\leq 0,017$ / $\leq 0,18$
Yanmazlık Sınıfı	TS EN 14509 normlarına göre B, s2,do yüksek yangın mukavemetli
Yoğunluk	38-42 kg/m ³ PUR

[+] Yük Taşıma Tabloları

NRP 31 SS / Çok Açıklılı Aşık Aralığı							
Panel Kalınlığı	Taşıdığı Yayılı Yük Tablosu (P=kg/m ²)						
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
40	683	312	182	122	87	66	51
50	692	322	190	129	93	71	55
60	687	316	187	128	91	69	54
75	698	325	195	134	97	75	60
100	716	340	209	145	107	84	68

Şekil 3: Örnek Çatı Kaplama Malzemesi Teknik Özellikleri

- **Mevcut çatı kaplama elemanlarının yük taşıma kapasite hesabı;**
G: Güneş panel yükü + güneş paneli alt karkası ve bağlantı elemanları yükü, zati yük kapsamında alınmalı
Q: Kar yükü, hareketli yük kapsamında alınmalı
- Düşey yükler altında $q : G+Q$ (çatı eğimli yüzeylerinde $q_x: q \cdot \cos \alpha$; $q_y: q \cdot \sin \alpha$) kombinasyonu oluşturulmalı
- Güneş paneli alt karkas elemanları ağırlığı(G) :..... kg/m²
- Güneş panel ağırlığı (G) :..... kg/m²
- Kar yükü (Q) :..... kg/m²
- Toplam $q:(G+Q)$:.....kg/m²
- Mevcut çatı kaplaması cm aşık aralığında $q_{\text{çatı kaplamayükü}} : \dots \text{kg/m}^2$ yükü çatı kaplamayı üreten firmaların ilgili tablolarından tespit edilmelidir.
- $q:(G+Q) \leq q_{\text{çatı kaplamayükü}} \rightarrow$ çatı kaplaması yük taşıma kapasitesi yeterli OK.

6. GES Konstrüksiyon Yapısı Alt Karkas Elemanlarının Yük - Gerilme - Sehim ve Birleşim Hesapları

Mevcut çatı üzerinde ve çatıya paralel kurulmuş Ges konstrüksiyon yapı tasarımında zati, rüzgar ve kar yükleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmalıdır. Ges konstrüksiyon modelleme hesaplarında kullanılacak yönetmelikler; TDY-2007, TS-500, TS-498, TS-648 ve ilgili uluslararası yönetmelik ve standartlarda belirtilen durumlara göre hesapların teşkili yapılacaktır.

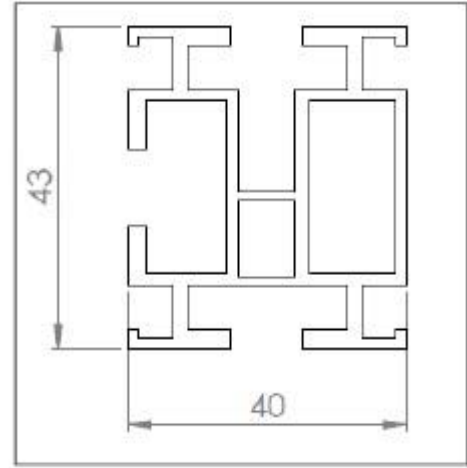
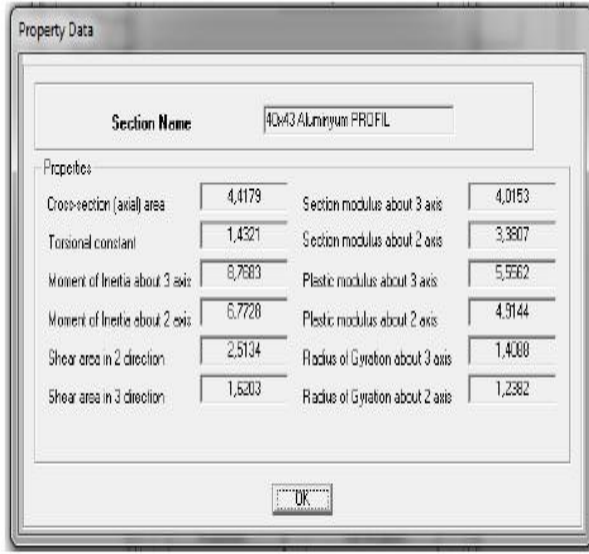
Konstrüksiyon imalatçıları tarafından hazırlanmış montaj sistemi seti kullanılsa bile, kurulum yapılacağı alana özel hesaplamalar yapılmalı ve bu yükleri kurtaran profil gerilmelerinin statik hesapları bu Şartnameye uygun olarak yapılmalı ve mevcut yapıya ruhsat veren kurum tarafından kontrol edilmelidir.

Güneş Panelleri Alt Karkas Elemanları için gerekli belge ve bilgiler konstrüksiyon imalatçıları tarafından tedarik edilecektir.

- Karkas elemanının malzeme bilgileri,
- Karkas elemanının kesit bilgileri,
- Karkas elemanlarının mukavemet ve aks yerleşim bilgileri,
- Karkas elemanlarının; mevcut çatı kaplamalarına ve güneş paneline bağlantısında birleşim araçları malzeme ve mukavemet bilgileri,



Şekil 4: Örnek Güneş Paneli Alt Karkas Elemanları



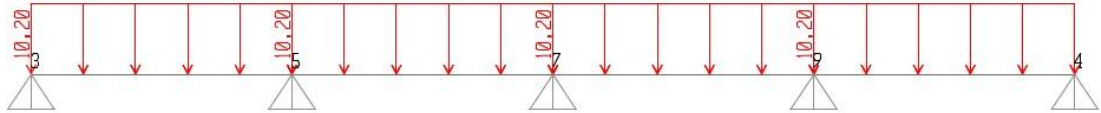
40x43 Alüminyum Profil

Programda tanımlanan 40x43 Alüminyum kesit bilgileri (cm)

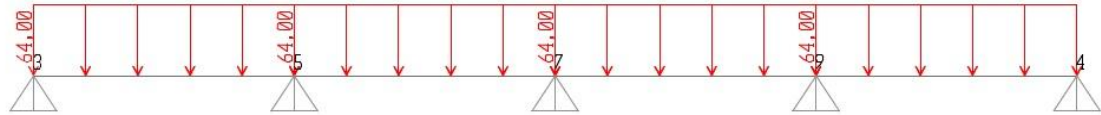
Şekil 5: Örnek Karkas Elemanlarının Mukavemet Kesit Bilgileri

6.1 Güneş Paneli Alt Karkas Elemanlarına Etkiyen Yük Hesabı

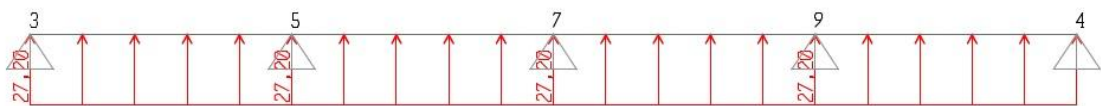
Yapı tasarımında kullanılacak rüzgar, kar ve zati yükler; minimum TS498 yönetmeliğinin öngördüğü değerler kullanılarak güneş paneli alt karkas elemanların gerilme tahkikleri yapılmalıdır. GES konstrüksiyon karkasına etki ettirilecek yükler aşağıdaki örneklerde gösterildiği şekilde yapılmalıdır.



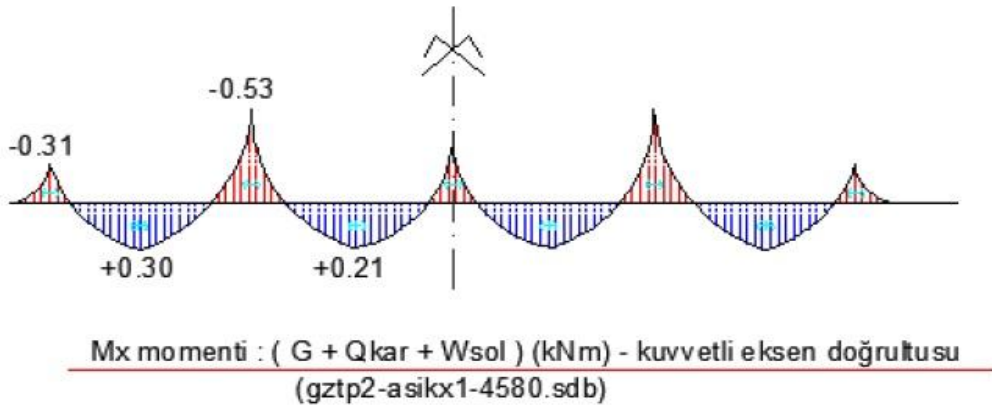
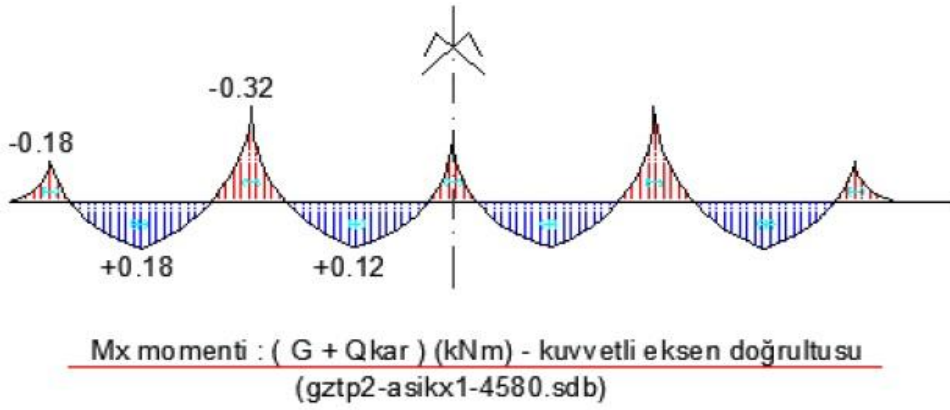
Şekil 6: Örnek Karkas Elemanlarına Güneş Paneli ve Ekipmanlarının Kendi Yükü (G)



Şekil 7: Örnek Karkas Elemanlarına Kar Yükü (Q)



Şekil 8: Örnek Karkas Elemanlarına Rüzgar Yükü (Wx)



Şekil 9: Örnek Yük Kombinasyonları Oluşturulmuş Moment Diyagramları

6.2 Güneş Paneli Alt Karkas Elemanlarının Gerilme Tahkiki

- **Çelik veya Alüminyum Karkas Elemanlarının Hesap Formülleri ile Kesit Tahkiki;**
 - Zati, Kar ve Rüzgar yük kombinasyonları oluşturulmalı,
 - Kombinasyonlarla M_x ve M_y momentleri oluşturulmalı,
 - Seçilen elemanların çelik profil tablolarından W_x - W_y (mukavemet momenti) : cm^3 belirlenmeli,
 - $\sigma = M_x / W_x + M_y / W_y \leq \sigma_{çem} \Rightarrow$ kesit yeterli OK.

- Çelik veya Alüminyum Karkas Elemanlarının Program Modeli ile Kesit Tahkiki;

TABLE: C140-47-18-(24/2,5/5) ALÜMİNYUM KESİT TAHKİKİ					
Eleman		M3	Wx	σ	σ_{EM}
Text	Text	Kgf-cm	cm3	kg/cm2	kg/cm2
60	CC10_GQEx	46029.64	37.40	1231	<1850
60	CC11_GQEx	46029.64	37.40	1231	<1850
60	CC13_GQEx	46029.64	37.40	1231	<1850
60	CC12_GQEy	45059.35	37.40	1205	<1850
60	CC14_GQEy	45059.35	37.40	1205	<1850
60	CC15_GQEy	45059.35	37.40	1205	<1850
60	CC16_GQEy	45059.35	37.40	1205	<1850
60	CC17_GQEy	45059.35	37.40	1205	<1850
60	CC10_GQEx	44980.13	37.40	1203	<1850
60	CC11_GQEx	44980.13	37.40	1203	<1850
60	CC13_GQEx	44980.13	37.40	1203	<1850
60	CC20_GQWx	44508.78	37.40	1190	<1850
60	CC12_GQEy	43983.54	37.40	1176	<1850
60	CC14_GQEy	43983.54	37.40	1176	<1850
60	CC15_GQEy	43983.54	37.40	1176	<1850
60	CC16_GQEy	43983.54	37.40	1176	<1850
60	CC17_GQEy	43983.54	37.40	1176	<1850
60	CC20_GQWx	43383.81	37.40	1160	<1850
60	CC21_GQWy	41879.66	37.40	1120	<1850
60	CC1_GQ	41011.84	37.40	1097	<1850
60	CC21_GQWy	40817.41	37.40	1091	<1850
60	CC19_GQWy	40144.01	37.40	1073	<1850
60	CC1_GQ	39976.3	37.40	1069	<1850
60	CC19_GQWy	39135.19	37.40	1046	<1850
60	CC18_GQWx	37514.89	37.40	1003	<1850
60	CC12_GQEy	36964.32	37.40	988	<1850

TABLE: Aluminum Design 1 - Summary Data - AA-ASD 2000									
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	cm	Text	Text
6	40x43 Alüminyum PROFIL.	Beam	No Messages	0,935002	PMM	DALM 4	178	No Messages	No Messages
7	40x43 Alüminyum PROFIL.	Beam	No Messages	0,935002	PMM	DALM 4	0	No Messages	No Messages
8	40x43 Alüminyum PROFIL.	Beam	No Messages	0,935002	PMM	DALM 4	178	No Messages	No Messages
9	40x43 Alüminyum PROFIL.	Beam	No Messages	0,935002	PMM	DALM 4	0	No Messages	No Messages

Program tarafından çözümlenen elemanların alüminyum dizayn sonuçları.

Şekil 10: Örnek Program Modülü ile En Uygun Kesit Tahkiki

6.3 Güneş Paneli Alt Karkas Elemanlarının Sehım Tahkiki

- **Çelik veya Alüminyum Karkas Elemanlarının Hesap Formülleri ile Sehım Tahkiki;**

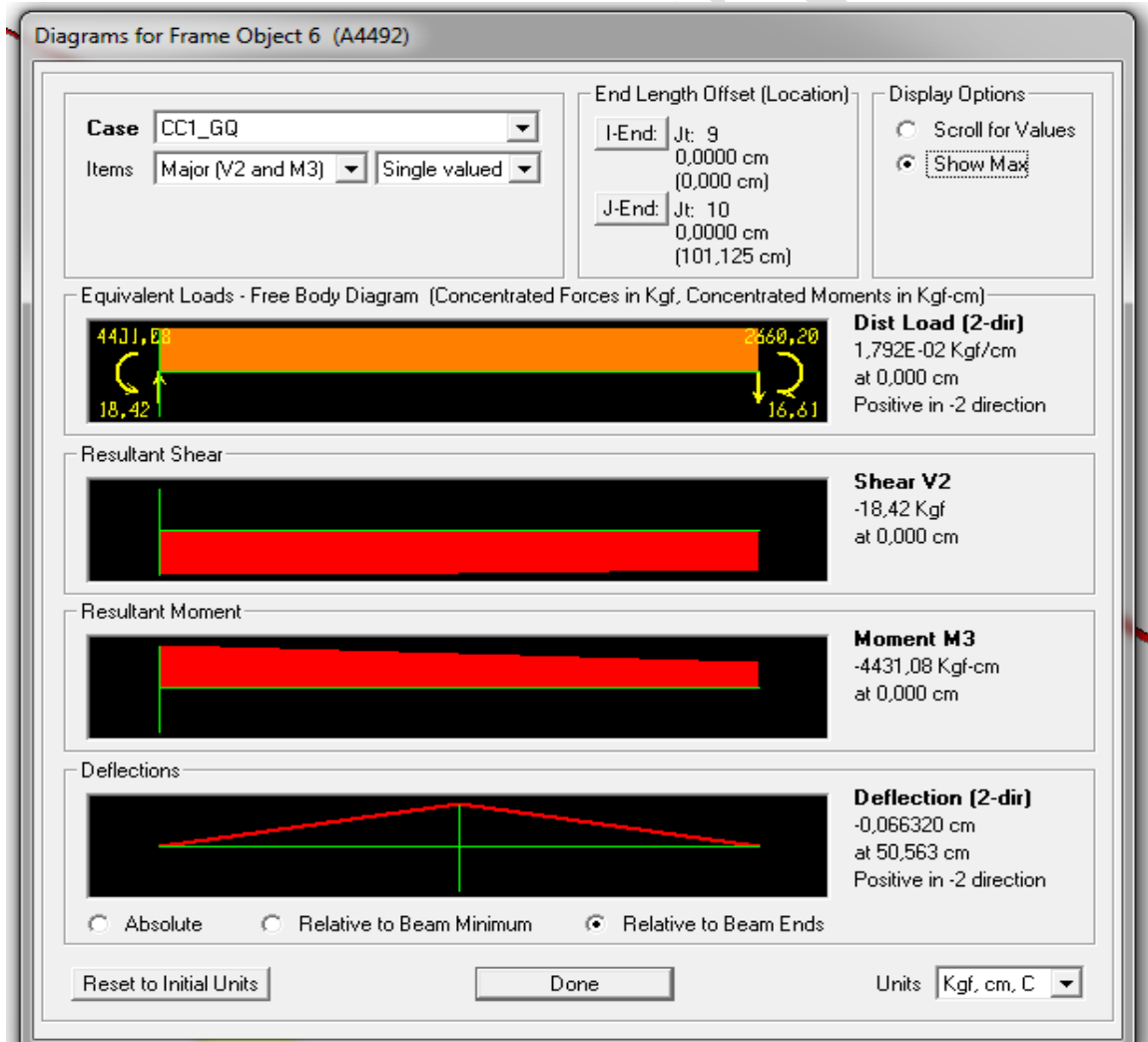
- $k = 1$ alınabilir; GS: Gerği Sayısı
- $f_x = k * q_x * L^4 / (384 * E * I_x)$
- $f_y = k * q_y * (L / (GS + 1))^4 / (384 * E * I_y)$
- $f = (f_x^2 + f_y^2)^{1/2} \leq f_{max}$
- $f_{max} < L < 5$ ise $L/200$ veya $L > 5$ ise $L/300$ → sehım yeterli OK.

- **Çelik veya Alüminyum Karkas Elemanlarının Program Modeli ile Sehım Tahkiki;**

A4492 Aşık Elemanın Sehım Hesabı

Programda ölçülen maksimum sehım

Maksimum sehım = 0,06632 cm $< L/200 = 152/200 = 0,76$ cm olduğundan profiller sehım yönünden yeterlidir.

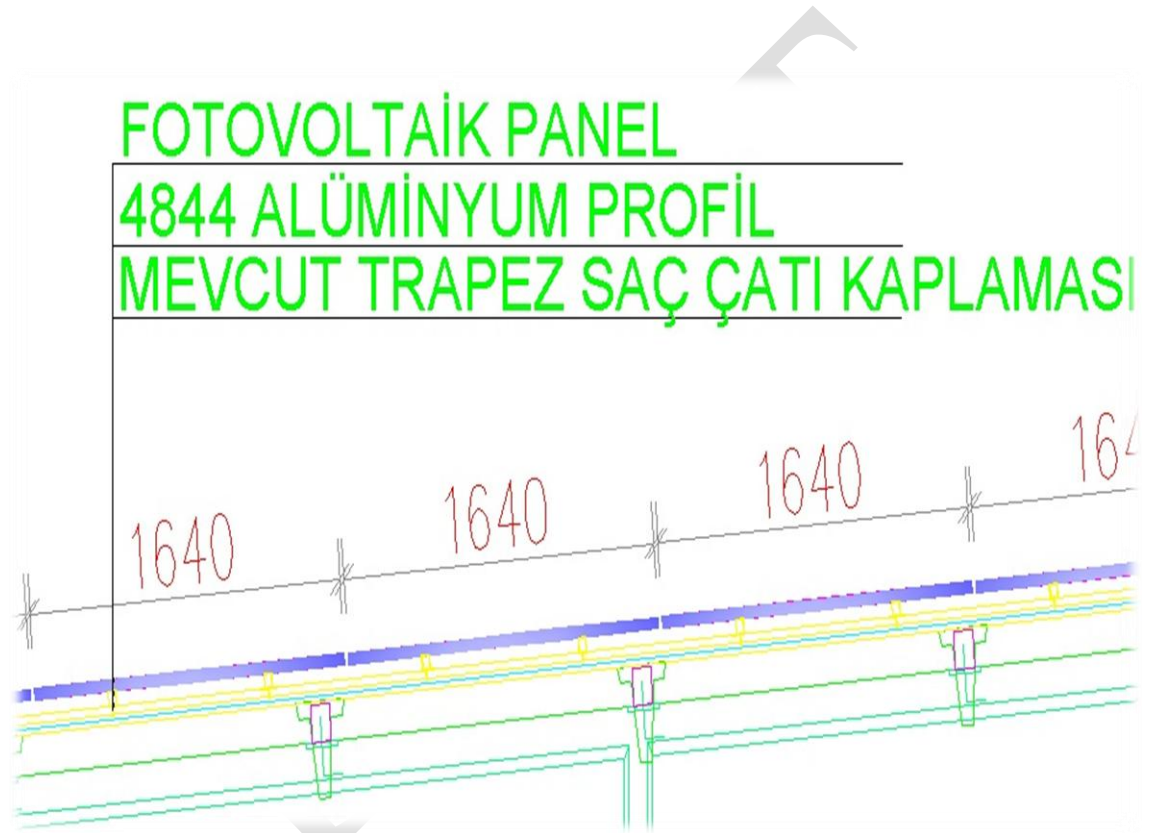


Şekil 11: Örnek Karkas Elemanlarının Sehım Tahkiki

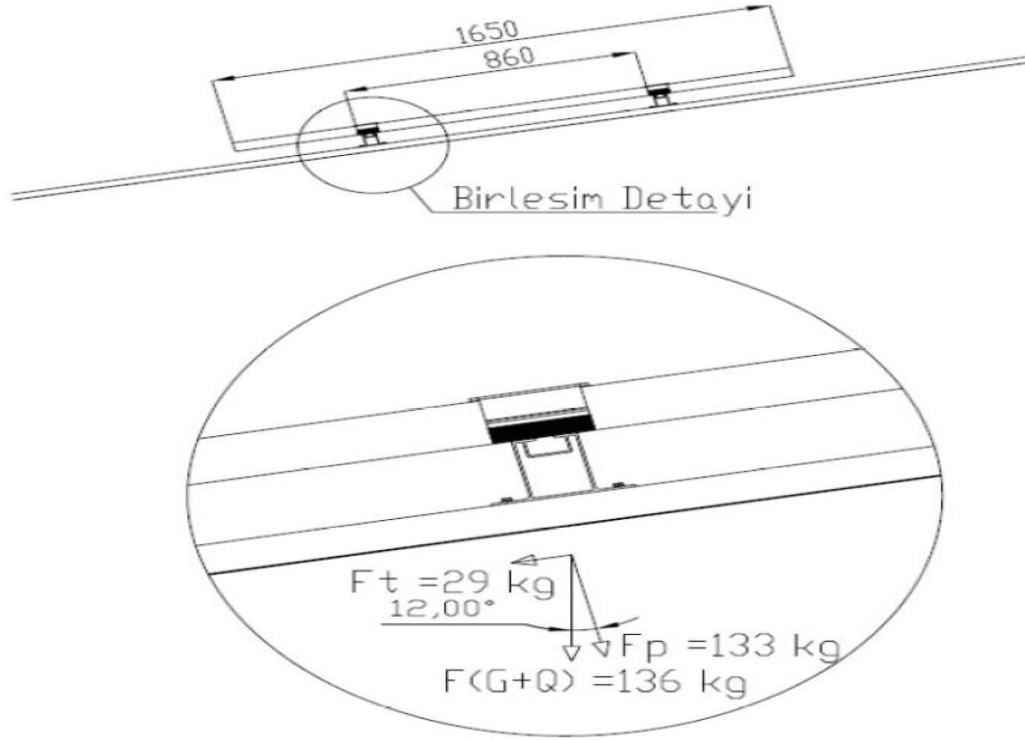
6.4 Güneş Paneli Alt Karkas Elemanlarının Birleşim Hesabı (Sabitleme) Tahkiki

Güneş panelleri alt karkas elemanlarının mevcut çatıya bağlantıları genelde mevcut aşık elemanlarına bağlanacak şekilde yapılmalıdır. Güneş paneli dizi sabitlemeleri (tip ve miktar) hesaplanan zati ve rüzgar uçurma (emme-balonlama) yüklerine dayanabilmelidir. Bunu sağlamak için şu örneklerden yola çıkılması gerekmektedir.

Güneş panelleri ve güneş paneli alt karkas (çelik veya alüminyum profiller) elemanlarının mevcut çatı kaplama hadvelerinden mevcut aşık elemanlarına bağlanacaktır. Birleşim elemanları kalitede ...mm kalınlığında ... adet perçin,somun-cıvata,bulon veya vida ile bağlantı yapılacağı öngörülmektedir. Bu birleşim tipinde parça ve bağlantı elemanlarının hesaplarında çekme, basınç ve ezilme tahkik ve hesapları TS498 yüklerinin yapı üzerine etkimesi öngörülerek yapılmalıdır.



Şekil 12: Örnek Mevcut Çatı Üzerine Uygulanan Ges Kesit Detayı



Şekil 13: Örnek Mevcut Çatı Kaplaması ve Güneş paneli-Güneş panel alt karkas elamanları birleşim detayı

6.4.1 Güneş Paneli (PV) ve Güneş Paneli Alt Karkas Elemanlarının Mevcut Çatı Kaplama Elemanlarına bağlantı Tahkiki

Birleşim- Sabitleme Elemanları (Cıvata - Bulon Emniyet) Hesabı;

- **Makaslamaya göre bir bulonun aktardığı kuvvetler;**
 $N_s = \pi \times d^2 / 4 \times \tau_{em} (\text{kg/cm}^2)$ (tek tesirli)
 $N_s = 2 \times \pi \times d^2 / 4 \times \tau_{em} (\text{kg/cm}^2)$ (çift tesirli)
- **Çekmeye göre bir bulonun aktardığı kuvvetler;**
 $N_{çekme} = A_{dişbi \text{ alanı}} \times \sigma_{em} (\text{kg/cm}^2)$
- **Ezilmeye göre bir bulonun aktardığı kuvvetler;**
 $N_L = d \times t_{min} \times \sigma_{em} (\text{kg/cm}^2)$
 t_{min} ; min (t_1, t_2) tek tesirlide
min ($t_1, (t_1+t_3)$) çift tesirlide
- **Birleşimde kullanılması gereken birleşim aracı adedi ;**
 $n \geq S / N_{em}$

7. GES Konstrüksiyonu ve Mevcut Yapı Statik Hesaplarının Onay İşlemleri

Mevcut çatı üzerinde ve çatıya paralel kurulmuş Ges konstrüksiyon yapı tasarımında zati, rüzgar ve kar yükleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmalıdır. Ges konstrüksiyon modelleme hesaplarında kullanılacak yönetmelikler; TDY-2007, TS-500, TS-498, TS-648 ve ilgili uluslararası yönetmelik ve standartlarda belirtilen durumlara göre hesapların teşkili yapılacaktır. Güneş panelleri alt karkas elemanlarının mevcut çatıya bağlantıları genelde mevcut aşık elemanlarına bağlanacak şekilde yapılmalıdır. Güneş paneli dizi sabitlemeleri (tip ve miktar) hesaplanan zati ve rüzgar uçurma (emme-balonlama) yüklerine dayanabilmelidir. Ayrıca ges konstrüksiyon taşıyıcı sistemindeki bütün çelik imalatlar korozyona karşı galvanizli olarak imal edilecektir.

- 5. madde de belirtilen Mevcut Yapı (çatı yapısı) Taşıma ve Kapasite Kontrolleri ile ilgili işlemler proje müellifi tarafından yapılmalıdır. Bu durum proje müellifi olan yetkili kişi tarafından yerinde gözlem ve inceleme işlemlerini gerektirmektedir. Ges tesisinin kurulum yapılacağı alana özel hesaplamaları proje müellifi (İnşaat Mühendisi) tarafından yapılmalı ve bu yükleri kurtaran profil gerilmelerinin statik hesapları hazırlanarak mevcut yapıya ruhsat veren kurum tarafından onaylanması gerekmektedir.
- 6. madde de belirtilen Ges Konstrüksiyon Yapısı Alt Karkas Elemanlarının Yük- Gerilme-Sehim ve Birleşim Hesapları ile ilgili işlemler proje müellifi (İnşaat Mühendisi) tarafından yapılmalıdır. Ges Konstrüksiyon imalatçıları tarafından hazırlanmış montaj sistemi seti kullanılsa bile, kurulum yapılacağı alana özel hesaplamalar yapılmalı ve bu yükleri kurtaran profil gerilmelerinin statik hesapları statik hesapları bu Şartnameye uygun olarak yapılmalı ve mevcut yapıya ruhsat veren kurum tarafından kontrol edilmelidir.

8. GES Konstrüksiyonu Montaj İşlemi ve Sonrasında Mevcut Yapıda (Çatıda) Alınacak Özel Önlemler

Ges tesisinin montajı mevcut yapının üzerine kurulacak ges tesisinden kaynaklanan havalandırma boşluklarına karşı önlem alınmalıdır.

Mevcut yapının çatı katmanında su ve yağmursuyu geçirgenliğine karşı özel önlem alınmalıdır. Mevcut çatı kaplamasına bağlama metodları çatı örtüsüne zarar vermemelidir.

Mevcut çatı alt kısmı, montaj çalışmalar sırasında kontrol edilmelidir. Hasarlı alt kısım etkili bir hava sızdırmazlığı sağlamaz ve çatı kaplamasına uygulanan rüzgar yüklerini sıkıntılı durumların meydana gelmesine sebep olabilir. Bu gerekçe ile herhangi bir hasarlı kısım varsa tamir edilmeli veya gerekli kısımları değiştirilmelidir.

Ges tesisi özellikle tasarlanmadıysa tesis mevcut çatı dış çerçevesinden uzak tutulmalıdır. Mevcut çatı çevresindeki boşluk kenarlardan yaklaşık olarak 40-50cm içeride olacak şekilde rüzgar etkisine direkt maruz bırakılmadan tasarımı yapılmalıdır. Ges tesisinin kenarlardan 40-50 içeride kurulmasının gerekçeleri; rüzgar yükleri kenar bölgelerde daha yüksektir. Aynı zamanda kenar bölgelerini açık tutarak bakım ve itfaiye hizmetleri için daha iyi erişimi sağlanmış olmalı ve ayrıca mevcut çatı kenarına yakın olan dizileri yağmur drenaj yollarını olumsuz etkilememesi gerekmektedir.

Ges tesisinin hariçindeki elektrik ekipmaları (trafo, evirici, invertör, pano vb.) zorunlu durumlar hariç mevcut çatının üzerine yerleşim ve montajı yapılmamalıdır. Elektrik ekipmanları zorunlu olarak mevcut çatı üzerine montajı yapılacak ise bu ekipmaların yükleri mevcut yapı taşıyıcı sistem kapasite kontrollerinde ilave olarak hesaplara etkitilmelidir.

Mevcut çatıdaki kablo girintileri çatı hava sızdırmazlığını etkilememelidir. Mevcut çatı altından geçen kablolar özel malzemelerle geçirilmelidir veya kablo yolları fazla boşluğa maruz bırakılmadan teşkili oluşturulmalıdır.

Büyük GES dizilerin kurulumunda ısıl genleşmeler hesaba katılmalıdır. Modül ve taşıyıcı sistem üreticilerine bu konuda danışmalı, genişleme boşluğu bırakılmadan maksimum kullanılacak profil uzunluğu öğrenilmelidir.


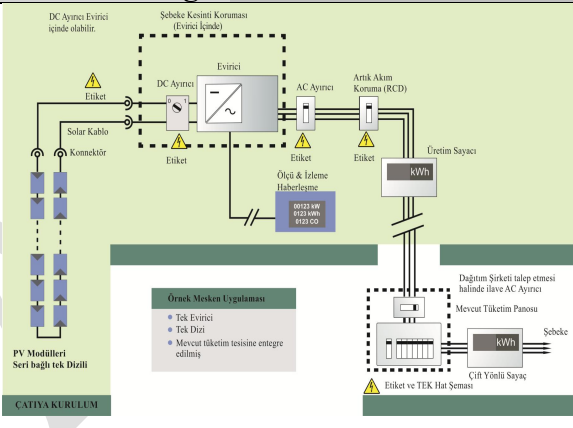

9. İşaret Levhaları ve Etiketlemeler

Bütün işaret levhaları ve etiketler silinmez, açık, kolayca görülebilir, sökülemeyecek, sabitlenmiş ve PV sistemin ömrü boyunca okunaklı duracak şekilde yapılmalıdır.

Etiketleme gereklilikleri bu rehberin ilgili bölümlerinde bulunmaktadır. Örnek etiketler aşağıda görülebilir.

 <p>EVİRİCİ - MÜDAHALE ETMEDEN ÖNCE ANA ŞEBEKE (AC) VE PV ÜRETEÇTEN İZOLE EDİNİZ.</p>	 <p>PV DİZE DC AYIRICI DİKKAT! GÜN IŞIĞI BOYUNCA ÇARPILMA RİSKİ</p>
 <p>PV DİZE DC BAĞLANTI PANOSU DİKKAT! GÜN IŞIĞI BOYUNCA ÇARPILMA RİSKİ</p>	 <p>ANA ŞEBEKE (AC) VE PV ÜRETEÇTEN İZOLE ETMEDEN MÜDAHALE ETMEYİNİZ.</p>
 <p>PV SİSTEM - ANA AC AYIRICI</p>	

Bu Şartnamede tanımlanan bütün etiketlere ek olarak aşağıda belirtilen etiketler de eklenmelidir:

Çift Yönlü Besleme Etiketi	
<p>Çift yönlü besleme etiketi, sisteme bağlantı noktası, elektrik dağıtım panosu, evirici, sayaç, PV üreteç ve tüm ayrılma noktalarına konulmalıdır.</p>	
Devre Şeması ve Sistem Bilgisi	
<p>Bağlantı noktasında aşağıdaki bilgilerin gösterilmesi gerekmektedir (genellikle hepsi tek hat şemasında gösterilir):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Devre şeması evirici ekipmanı ile besleme arasındaki ilişki, - Ekipman içindeki koruma ayarlarının özeti, - Ekipmanın üreticisinin ve kurulum yapan kişinin iletişim bilgileri, - Açma - kapama prosedürlerinin bilgileri. 	
Yangın ve Kurtarma Bilgisi	
<p>Yangın ve kurtarma servisinin çatıda kurulmuş PV sistemle doğru bir şekilde müdahale edebilmesi için aşağıdaki levhaların bulunması gerekmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yer: tesisin sınırlarını belirten levha - Büyüklük: bu levha en az 100 mm x 100 mm boyutunda olmalıdır 	

10. Kontrol, Test ve Devreye Alma Şartları

10.1 Muayene ve Test – AC Bölüm

TS HD 60364 (IEC 60364) standardında bulunan tamamlanmış sistemin kontrolü ve testi için gerekliliklerle ilgili maddeler çıkarılmalı ve belgelenmelidir.

A.C. devrelerinin kontrolü ve testi TS HD 60364 (IEC 60364) standardında kapsamlı bir şekilde ele alınmış ve buna göre yapılması zorunludur. A.C. tarafı için gereken formlar (TS HD 60364 (IEC 60364) model test sertifikaları) bulunmakta ve istenildiğinde TSE'nin internet sitesinden edinilebilir.

A.C. tarafı için kontrol ve test belgelendirmesi tipik olarak 3 belgeden oluşur:

- Elektriksel kurulum sertifikası
- Parçaların kontrol takvimi
- Test sonuçları çizelgesi

10.2 Muayene ve Test – DC Bölüm

PV sistemde D.C. tarafının kontrolü ve testi hem TS HD 60364 (IEC 60364) standardında hem de TS EN 62446 (Grid connected photovoltaic systems — Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection) deki gerekliliklere uygun olarak yapılmalıdır.

TS EN 62446 daki kontrol işlemi aşağıdakileri içermektedir:

- Kontrol çizelgesi
- Koruyucu topraklamanın ve/veya eşpotansiyelli bağlama kablolarının (eğer uygunsa) bağlantı testi
- Polarite testi
- Dizi açık devre gerilim testi
- Dizi kısa devre akım testi
- Fonksiyonel testler
- D.C. devrelerin yalıtım direnci

Bu testler yukarıda listelenmiş A.C. dökümanlarına eklenmesi gereken PV dizesi test raporuna (bkz. ek C) kaydedilmelidir.

Kontrol çizelgesinin bütün detayları ve test prosedürleri için gereken rehberler TS EN 62446 içersinde bulunmaktadır

10.3 Diğer Muayene ve Gereklilikler

PV santralının büyüklüğüne bağlı olarak, şebekeye bağlanan PV sistemin devreye alınması sırasında ilgili mevzuat ve ilgili teknik mevzuatın hükümlerine uyulmalıdır.

Her bir fazdaki A.C. çıkışı 16A'ye kadar olan sistemler TS EN 50438 kapsamına girmektedir. Bu da tek fazda (230 volt) 3.68 kW ve üç fazda (400 volt) 11.04 kW'a karşılık gelmektedir. Bu sistemler için herhangi bir ilave devreye alma prosedürüne (bu

dökümanın herhangi bir yerinde tanımlananlardan başka) ihtiyaç duymazlar.

Her bir fazdaki A.C. çıkışı 16 A'ı aşan ve şebekeye AG'den iribatlandırılan santraller TSE K 191 kapsamına girmektedir. Bu tip sistemler arayüz koruma devrelerinin tam ve güvenli olduğunu doğrulamak için ilave devreye alma testlerine ihtiyaç duyabilirler. TS EN 50438 stnadırına göre onaylanmış evirici kullanan daha küçük sistemler ise herhangi bir ilave teste ihtiyaç duymayabilirler.

Bununla birlikte, daha büyük sistemler ya da koruma röleleriyle ayrılan sistemler için genellikle röle testi ve koruma sistemi gereklidir. Bazı sistemlerde, özellikle de 50kWp'yi aşanlarda, ilgili şebeke işletmecisi testler isteyebilir.

11. Dökümantasyon ve Belgeler

Sistem kullanıcılarına TS EN 62446'da tanımlanan şebekeye bağlanan fotovoltaik sistemler hakkında ve sistem belgeleme, kontrol ve test konularında minimum bilgi sağlanmalıdır. Gereken bilginin özeti aşağıdadır:

- Temel sistem bilgisi (kullanılan parçalar, maksimum güç, kurulum tarihleri vs.)
- Sistem tasarımcısı bilgileri
- Sistem kurucusu bilgileri
- Aşağıdaki bilgileri içeren elektrik tesisatı tablosu:
 - Modül tipi ve sayısı
 - Dizi görünümleri
 - Kablo özellikleri –ebat ve tipi
 - Aşırı akım koruma cihazının özellikleri (uygun olduğu noktada) – tip ve gücü
 - Dize birleşme kutularının yerleri (uygun olduğu noktada)
 - D.C. yalıtkan tipi, yeri ve gücü
 - Dize aşırı akım koruma cihazı (uygun olduğu noktada) - tipi, yeri ve gücü
 - Bütün topraklama/bağlama iletkenlerinin detayları – ebat ve bağlantı noktaları
 - Mevcut Işıklıandırma Koruma Sistemi(LPS)'yle olan herhangi bir bağlantının detayları
 - Kurulumdaki ani artıştan koruma cihazlarının(hem A.C. hem de D.C. tarafındaki) detayları – yeri, tipi ve gücü
 - A.C. yalıtkan yeri, tipi ve gücü
 - A.C. aşırı akım koruma cihazının yeri, tipi ve gücü
 - Kaçak akım cihazının yeri, tipi ve gücü(uygun noktada)
- Modül kataloğu
- Evirici kataloğu
- Montaj sistemi kataloğu

- Aşağıdakileri içerecek operasyon ve bakım bilgisi:
 - Sistem operasyonunu doğrulayan işlemler
 - Sistem arızası olduğunda yapılacakların listesi
 - Acil kapatma ve yalıtım prosedürleri
 - Bakım ve temizleme önerileri (eğer varsa)
 - PV dizisiyle ilişkili olarak gelecekte binada yapılabilecek çalışmaların düşünülmesi (örneğin çatı çalışmaları)
- PV modülleri ve invertörler için garantinin verilme tarihini ve süresini içeren garanti belgesi
- Uygulanabilir işçilik belgesi
- Test sonuçları ve devreye alma verileri

12. Ekler

12.1 EK-A: Batarya Sistemleri

Şartnameinin bu bölümü PV kurulumun bir parçası olan bataryalar için ilave gereklilikleri içermektedir.

Not: Böyle bir sistem içindeki yük devrelerinin gereklilikleri ve tasarımı bu dokümanın içeriği dahilinde değildir.

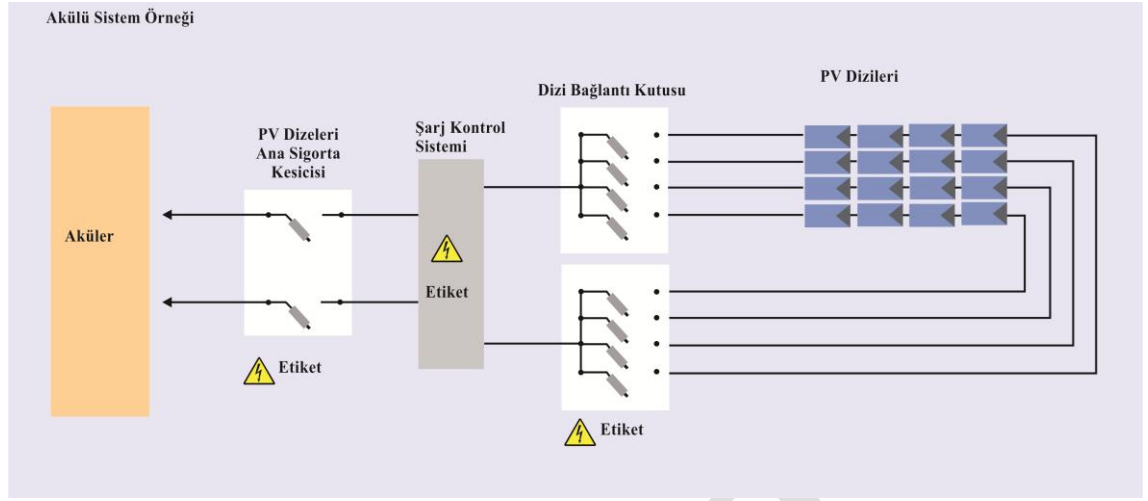
12.1.1 A1- PV Dizi Şarj Regülatörü

Şarj regülatörü bataryanın aşırı yüklemesine engel olmak için bataryayla PV dizisi arasında düzenleyici bir arayüz sağlar. Bu ünite maksimum güç noktası izleme, voltaj dönüşümü, yük kontrolü ve ölçüm gibi fonksiyonları da sağlayabilir.

- Şarj kontrolörü akım ve maksimum gerilim açısından değerlendirilmelidir (bknz. Bölüm 2.1.2. minimum voltaj ve akım ölçümleri)
- Şarj kontrolörü Bölüm 2.1.9.'da belirtilen her bir D.C. bağlama noktası gerekliliklerinde olduğu gibi etiketlenmelidir.
- Şarj kontrolörü CE işareti taşımak zorundadır.

Bataryaların uzun ömürlü olması için tamamen şarj etmek önemlidir. Şarj kontrol birimiyle batarya arasındaki küçük ebatlı bir kablo, kontrol sisteminin şarj döngüsünü erkenden durdurmasına sebep olabilir. Bu kablolar, PV dize çıkışının en üst seviyede olduğu noktadaki maksimum voltaj düşüşünün %1'den az olduğu duruma göre boyutlandırılmalıdır. Aynı batarya algılama fonksiyonuyla birlikte kontrolörler için koruma ekipmanlarına uygun kablo seçilmelidir.

Örnek Batarya Sistemi



12.1.2 A2- Batarya Aşırı Akım Koruması

Bir batarya önemli derecede enerji depolar ve yüksek hata akımı kapasitesine sahiptir. Bu sebeple, uygun hata ve kaçak koruması sağlanmak zorundadır.

Aşırı akım cihazı batarya ile şarj kontrolörü arasındaki bütün topraklanmamış iletkenlerde kurulmak zorundadır.

Aşırı akım cihazı (hem sigorta hem de devre kesicilerde) aşağıdakileri sağlanmalıdır:

- şarj kontrolörünün panelinde belirtildiği gibi bir tepki süresi ve ikaz değerine sahip olmalıdır.
- D.C. deki ve nominal batarya geriliminin %25'indeki operasyon için ölçülmelidir.
- Potansiyel batarya kısa devre akımından daha büyük bir kesme değerine sahip olmalıdır.

Aşırı akım cihazıyla batarya istasyonu arasındaki kablunun uzunluğu olabildiğince kısa olmalıdır.

12.1.3 A3- Batarya Bağlantısının Kesilmesi

Manuel izolasyon şarj kontrolörüyle batarya arasında ya ayrı bir birim olarak ya da aşırı akım cihazıyla birlikte temin edilmelidir. Yalıtkan iki kutuplu olmak zorundadır (D.C. ölçümlü ve yük ayırıcılı) ve yalıtkanla batarya arasındaki kablunun uzunluğu olabildiğince kısa olmalıdır. Bu cihazın konumlandırılmasında Bölüm A7'deki gereksinimler takip edilmelidir.

Not: Kablo uzunluğunu olabildiğince kısa tutmak ve cihazı batarya gazlarından uzak tutmak için yalıtım cihazları genellikle pil şarj ünitesinin yanında (üzerinde olmak yerine) yer alacaktır.

Yalıtım sistemi kurulduktan ve sistem tasarlandıktan sonra, batarya bağlantısının kesilmesi durumunda, PV dizesi akımı direkt olarak besleyemeyecektir.

Kaçak Akım Koruması ve Yalıtımın Birleşimi:

- Batarya aşırı akım koruması için sağlanmış devre kesici eğer yalıtım cihazı olarak değerlendirilmişse yalıtımı sağlamak için de kullanılabilir.
- Kaçak akım koruması için temin edilen sigorta eğer kolayca kaldırılabilen sigortalara(örneğin bağlantı kesme mekanizmasına sahip sigorta birimi) sahipse yalıtımı sağlamak için de kullanılabilir.

12.1.4 A4- Batarya Sistem Kabloları

Gereklilikler bu rehberin ana bölümlerinde gösterilmiştir.

Not: Bazı durumlarda voltaj düşüşünün bölüm 2.1.4.1.'dekinden büyük olması ekonomik anlamda beklenebilir. Buna ek olarak, bütün kabloların ilgili aşırı akım cihazından(en yakın sistem çıkış sigortası/devre kesici) daha yüksek akım değeri olmak zorundadır. Kablo akım değerleri, kurulum metodu, ısı, kümeleme ve frekansdan TS HD 60364 standartında belirtilen düzeltme faktörleri kullanılarak ayarlanır.

12.1.5 A5- PV Dizi Kablosu ve Sigorta Değerleri

Dizi kabloları (yükleme kontrolörünün yukarı akımı) bölüm 2.1.5 de hesaplanan değere ek olarak en yakın sistem çıkış cihazının kesme akımıyla ölçülmelidir.

Bir PV batarya sistemi dizi kablosu ve dizi sigortası tasarımı gibi tasarlanmalıdır ve kaçak akımlar ya dizinin kendisinden ya bataryadan ya da her ikisinden kaynaklanabilir. Kablo akım değerleri, kurulum metodu, ısı, kümeleme ve frekansdan TS HD 60364 bütün standart düzeltme faktörleri kullanılarak ayarlanır.

Not: PV kablolar için özellikler ve etiketleme/ birleşme noktasındaki kutular/bağlayıcılar/v.b. rehberin ana bölümlerinde incelendiği gibi olmalıdır.

12.1.6 A6- Batarya Seçimi ve Boyutlandırma

Batarya seçimi genel olarak bu dokümanın konusu dışındadır. Bununla birlikte, bazı önemli hususlar:

- Batarya amaca uygun mudur? Örneklerin çoğunda doğru tam deşarjlı batarya gerekmektedir.
- Yeterli depolama kapasitesi ve kullanım süresi var mıdır?
- Kurulum için kapalı batarya mı yoksa açık batarya mı daha uygundur?
- Batarya seri hücrelerden mi yoksa paralel hücrelerden mi oluşturulacaktır? Seri hücreler genellikle daha iyi bir performans gösterirken, pratiklik arayışı tasarımı etkileyebilir. Genelde dörtten fazla paralel birime sahip olan hücrelerden kaçınılmalıdır.

Batarya ebatları genel olarak bu dokümanın konusu dışındadır. Bununla birlikte, PV dizesinin tek şarj regülatörü olduğu yerde etkili bir şarj düzeninin olması için batarya normal olarak ebatlandırılmalıdır böylece PV dizesinin çıkışı, üreticinin maksimumu ile önerilen minimum yüklemeye değeri arasında kalır.

Yükleme/boşaltma değerleri(C) genellikle formülden ulaşılan saatlik değer üzerinden ifade edilir: $Rate = Capacity (Ah) / Time (h)$. Örneğin, 500 Ah lik batarya için C10 yüklemeye değeri 50A olacaktır.

C5 ile C20 arasındaki yüklemeye değerleri genellikle havalandırılmış kurşun asitli batarya olan sistemlerde kullanılır.

12.1.7 A7- Batarya Kurulumu/Etiketlendirme

Kapalı bir yerde batarya kurulumları için odanın ya da alanın en alçak noktasından hava girişi ve en yüksek noktasından ise hava çıkışının olduğu bir havalandırma sistemi sağlanmalıdır.

Batarya gazlarından kurtulabilmek için etkili bir havalandırmanın olması gerekmektedir. Bu durum özellikle havalandırılmış kurşun asitli bataryalar için önemlidir çünkü yüklemeye boyunca ortama hidrojen gazı verirler ve ortamda hidrojenin %4 ten fazla olması durumunda patlama tehlikesi vardır. Aynı zamanda havalandırma sıcaklık sıkışmasını da engeller.

TS EN 50272-1 (2010) “Sekonder bataryalar ve batarya kurulumları için güvenlik gereklilikleri” havalandırma gereksiniminin hesaplanması için genel güvenli bir bilgi kaynağıdır.

Batarya şarj üniteleri TS EN 50272-1 (2010) standardına uygun olarak yerleştirilmelidir ve böylece:

- Erişim sadece yetkilendirilmiş personelle kısıtlanabilir
- Yeterli sınırlandırma temin edilir
- Uygun sıcaklık kontrolü sağlanabilir
- Batarya istasyonları korunmalıdır böylece insanlarla ya da objelerle olabilecek kazara temaslar engellenir.

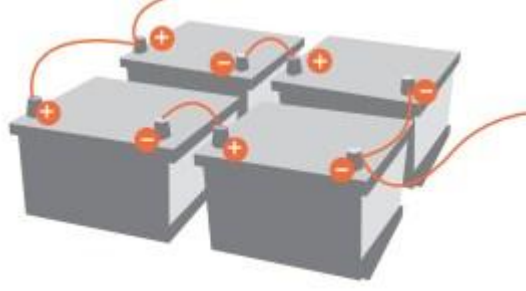
Kurşun asit bataryalar için ideal operasyon sıcaklığı yaklaşık olarak 25 °C dir ve sıcaklıkların bu değerin çok altında ya da üstünde olması kullanım ömrünün ve kapasitesinin düşmesine sebep olur. Aslında, çok düşük sıcaklıklarda boş bataryalar donabilir ve patlayabilir; çok yüksek sıcaklıklarda ise kapalı bataryalarda ısı artışı oluşabilir.

Kıvılcım çıkarabilecek maddeler(sigortalar, röleler vb.) batarya kutusunun içine ya da direkt olarak üstüne yerleştirilmemelidir.

Batarya gazları aşındırıcıdır bu yüzden batarya içerisinde kapalı alanda olan kablolar ve diğer maddeler paslanmaya karşı dirençli olmalıdır. Hassas elektronik cihazlar batarya kutusunun içine ya da üstüne monte edilmemelidir.

Paralel bir şekilde bağlanmış ünitelerden oluşan bataryalarda ünitelerin aynı termal çevreye ve aynı elektrik bağlantı direncine sahip olmaları gerekmektedir.

Daha geniş batarya şarj ünitelerinde her bir üniteyi ayrı ayrı sigortalamak düşünülmelidir



Alanda aşağıdaki uyarı işaretleri bulunmalıdır:

- ‘Sigara İilmez’ ya da ‘Kontrolsüz Alev’
- Bataryalar asit içerir – deriyle ya da gözle temastan kaçınınız
- Elektrik arpması Riski

Not: Devre koruması ve yalıtımın bütün noktaları da “d.c. Supply – {insert voltage} V d.c.” ile etiketlenmelidir.

Bütün levhalar ve etiketler açık, kolayca görülebilir, sabitlenmiş ve sistemin ömrü boyunca okunaklı bir durumda olmak zorundadır.

Uygun eldiven ve gözlükleri içeren koruma ekipmanları, göz yıkama ve nötralizasyon maddesi ile birlikte batarya kurulumunun yanında depolanabilir.

12.2 EK-C: PV Dizisi Test Raporu

FV Dize Test Raporu		Başlangıç Doğrulama Periyodik Doğrulama
Tesis Adresi	Numara	
	Tarih	
Test edilen işin tanımı	Müfettiş	
	Test aletleri	

Dizi		1	2	3	4		n
Dize	Modül						
	Adet						
Dize parametreleri (belirtildiği gibi)	V _{OC} (stc)						
	I _{SC} (stc)						
Dizi için akım koruma cihazı	Tip						
	Değer (A)						
	DC Değer (V)						
	Kapasite (kA)						
Kablolama	Tip						
	Faz (mm ²)						
	Toprak (mm ²)						
Dizi testi	V _{OC} (stc)						
	I _{SC} (stc)						
	Işinım						
Polarite kontrolü							
Dize yalıtım direnç	Test gerilimi (V)						
	Artı – Toprak (MΩ)						
	Artı – Toprak (MΩ)						
Toprak sürekliliği (varsa)							
Anahtarlama tertibatı doğru çalışıyor							
Evirici marka/model							
Evirici seri numarası							
Evirici doğru çalışıyor							
Şebeke kesinti testi							

Yorumlar

12.3 EK-D: Elektrik Tesisat Belgesi

ELEKTRİK TESİSAT BELGESİ

Form 1/1

Sayfa no: / (Not 5)

ABONE BİLGİLERİ (Not 1)	
TESİSAT ADRESİ	
TESİSATIN TANIMI VE BOYUTU Kutuyu işaretleyiniz	Yeni Tesisat <input type="checkbox"/>
Tesisatın Tanımı	Mevcut Tesisata ek <input type="checkbox"/>
Bu belge dahilindeki tesisatın kapsamı	Mevcut Tesisatta değişiklik <input type="checkbox"/>
(Gerekirse devam kağıdını kullanın)	devam kağıdı no:...'a bakınız.
TASARIM Özellikleri yukarıda tanımlanmış olan elektrik tesisatının tasarım işlerinin sorumlusu olarak tasarım aşamasında gerekli özen ve emeği harcadığımı, sorumluluğum altında bulunan sözü geçen işin yürürlükteki Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğine uygun olarak, bilgim dahilinde projelendirildiğini KABUL EDERİM. İmza yükümlülüğünün boyutu bu belgenin konusuna ilişkin olarak yukarıda belirtilen iş ile sınırlanmıştır. Tesisatın TASARIMI için: (Not 3) İmza: Tarih: Ad, Soyad :	
YAPIM Özellikleri yukarıda tanımlanmış olan elektrik tesisatının yapım işlerinin sorumlusu olarak yapım aşamasında gerekli özen ve emeği harcadığımı, sorumluluğum altında bulunan sözü geçen işin, bilgim dahilinde gerçekleştirildiğini TEYİD EDERİM. İmza yükümlülüğünün boyutu bu belgenin konusuna ilişkin olarak yukarıda belirtilen iş ile sınırlanmıştır. Tesisatın YAPIMI için: (Not 3) İmza: Tarih: Ad, Soyad : Yüklenici :	
DENETLEME VE DENEME Özellikleri yukarıda tanımlanmış olan elektrik tesisatın denetleme ve deneme işlerinden sorumlu olan ben, denetleme ve deneyler aşamasında gerekli özen ve emeği harcadığımı, sorumluluğum altında bulunan sözü geçen işin yürürlükteki Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğine uygun olarak, bilgim dahilinde gerçekleştirildiğini KABUL EDERİM. İmza yükümlülüğünün boyutu bu belgenin konusuna ilişkin olarak yukarıda belirtilen iş ile sınırlanmıştır. Tesisatın denetleme ve denenmesi için: (Not 3) İmza: Tarih: Ad, Soyad : Denetçi :	
Sonraki DENETLEME Bu tesisatın yıl/aydan daha kısa bir zaman önce denetlenmesi ve denenmesi önerilir. (Not 4 ve 7)	

ELEKTRİK TESİSAT BELGESİ İMZA BÖLÜMÜ

Form 1/2

ELEKTRİK TESİSAT BELGESİNİ İMZALAYANLAR			
Tasarımcı			
İsim:		Firma/Kuruluş:	
Adres:		Posta kodu: Tel No:	
Yapımcı			
İsim:		Firma/Kuruluş:	
Adres:		Posta kodu: Tel No:	
Denetleyici			
İsim:		Firma/Kuruluş:	
Adres:		Posta kodu: Tel No:	
BESLEME KARAKTERİSTİKLERİ VE TOPRAKLAMA DÜZENLEMELERİ (kutuları işaretleyin ve detayları girin)			
Topraklama Sistemi	Faz İletkenlerin sayısı ve tipi	Besleme kaynağı karakteristikleri	Ana Koruma cihazı Karakteristikleri
TN-C <input type="checkbox"/>	AC <input type="checkbox"/> DC <input type="checkbox"/> 1 Faz, 2 tel <input type="checkbox"/> 2 kutup <input type="checkbox"/>	Nominal gerilim , U/Uo ⁽¹⁾ V Nominal frekans, f ⁽¹⁾ Hz	Tip: Nominal akım A
1. TN-S <input type="checkbox"/>	1 faz, 3 tel <input type="checkbox"/> 3 kutup <input type="checkbox"/>	Olası Hata akımı , Ipt ⁽¹⁾ kA	
TN-C-S <input type="checkbox"/>	2 faz, 3 tel <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	Dış çevrim empedansı Ω	
TT <input type="checkbox"/>	3 faz, 3 tel <input type="checkbox"/>		
IT <input type="checkbox"/>	3 faz, 4 tel <input type="checkbox"/>	(Not: 1 araştırma ya da ölçüm ile)	
BELGEYE İLİŞKİN TESİSATIN ÖZELLİKLERİ			
Eşzamanlı güç			
Faz başına	A dir.	Temel topraklama elektrodu yayılma direnci :	Ω dur.
Toplam	kW	İlave topraklayıcı (varsa) Tip ⁽¹⁾ Yer:	Topraklama toplam direnci :
		Ω dur.	
Ana Korumucu İletkenler			
Sistem Topraklama iletkeni:	malzeme	mm2	bağlantı onaylandı <input type="checkbox"/>
Ana eşpotansiyel iletkeni:	malzeme	mm2	bağlantı onaylandı <input type="checkbox"/>
Gelen su ve/veya gaz borularına bağlandı	<input type="checkbox"/>		Diğer elemanlara bağlandı. <input type="checkbox"/>
Ana Devre Kesici			
Tip ve kutup sayısı :	Akımı: A.	Gerilimi: V.	
Yeri:Sigorta akımı/ayar değeri:	A.	
Artık akım anahtarları beyan akımı I _{Δn} =..... mA, ve açma süresi ms (I _{Δn} de) (eğer varsa ana devre kesicisi olarak kullanılamaz.)			
MEVCUT TESİSATA İLİŞKİN YORUMLAR:			
LİSTELER :İlişikteki listeler bu belgenin bir parçasıdır ve bu belge sadece ilişikteki listelere birlikte geçerlidir.			
.....ad. Denetleme listeleri vead. Deneme sonuçları listeleri ektedir. (Eklenen listelerin adedini giriniz)			
(1) Çubuk(lar), şerit vb.			

12.4 EK-E: Denetleme Listesi

Elektrik Çarpmasına Karşı Koruma Yöntemleri	Karşılıklı Zararlı Etkilerin Önlenmesi
<p>(a) Doğrudan ve dolaylı dokunmaya karşı birlikte koruma:</p> <p><input type="checkbox"/> (i) SELV (not 1)</p> <p><input type="checkbox"/> (ii) Enerji boşalmasının sınırlandırılması</p> <p>(b) Doğrudan dokunmaya karşı koruma: (not 2)</p> <p><input type="checkbox"/> (i) Gerilim altındaki bölümlerin yalıtılması</p> <p><input type="checkbox"/> (ii) Korkuluk veya mahfazalar ile koruma</p> <p><input type="checkbox"/> (iii) Engeller ile koruma (not 3)</p> <p><input type="checkbox"/> (iv) Erişme uzaklığı dışına yerleştirme (not 4)</p> <p><input type="checkbox"/> (v) PELV</p> <p><input type="checkbox"/> (vi) Artık akım cihazları ile yapılan ilave koruma</p> <p>(c) Dolaylı dokunmaya karşı koruma</p> <p>(i) Topraklanmış potansiyel dengeleme ve beslemenin otomatik kesilmesi kapsamında:</p> <p><input type="checkbox"/> Topraklama iletkeninin kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> Koruma iletkeni devresinin kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> Ana potansiyel dengeleme iletkeninin kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> Ek potansiyel dengeleme iletkeninin kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> Birleşik koruma ve işlevsel maksatlı topraklama düzenlemesinin kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> Diğer besleme kaynakları için uygulanabilir düzenlemelerin yeterliliği</p> <p><input type="checkbox"/> Artık akım cihazlarının kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> (ii) Sınıf II donanım veya eşdeğer yalıtkan kullanımı ile koruma (not 5)</p> <p><input type="checkbox"/> (iii) İletken olmayan bölgeler ile koruma: (not 6)</p> <p>Koruma iletkeninin bulunmamasının kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> (iv) Toprak bağlantısı olmayan potansiyel dengeleme ile koruma: (not 7)</p> <p>Toprak bağlantısı olmayan potansiyel dengeleme iletkeninin kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> (v) Elektriksel ayırma ile koruma (not 8)</p>	<p><input type="checkbox"/> (a) Elektriksel olmayan tesisatlara yaklaşma ve diğer etkilerin kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> (b) Bant I ve bant II devrelerinin ayrılması veya bant II yalıtımı kullanılması</p> <p><input type="checkbox"/> (c) Güvenlik devrelerinin ayrılması</p> <p>Tanımlama</p> <p><input type="checkbox"/> (a) Şemalar, talimatlar, devre çizimleri ve kısa bilgiler</p> <p><input type="checkbox"/> (b) Tehlike işaretleri ve diğer uyarı işaretleri</p> <p><input type="checkbox"/> (c) Koruma cihazlarının, anahtarlarının ve terminallerinin etiketlenmesi</p> <p>Kablo ve iletkenler</p> <p><input type="checkbox"/> (a) Kablo yollarının uygunluğu ve mekanik koruma</p> <p><input type="checkbox"/> (b) İletkenlerin bağlanması</p> <p><input type="checkbox"/> (c) Tesisat yöntemleri</p> <p><input type="checkbox"/> (d) İletkenlerin, akım taşıma kapasitesi ve gerilim düşümüne göre seçimi</p> <p><input type="checkbox"/> (e) Yangın korkuluğu, uygun kilitleme ve sıcaklık etkisine karşı koruma</p> <p>Genel</p> <p><input type="checkbox"/> (a) Ayırma ve anahtarlama için kullanılan cihazların doğru yerleştirilmesinin kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> (b) Pano ve diğer donanımlara girişin uygunluğu</p> <p><input type="checkbox"/> (c) Özel tesisatların ve yerleştirmelerin belirli güvenlik mesafesinin kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> (d) Tek kutuplu koruma ve anahtarlama cihazlarının yalnızca faz iletkenine bağlanmasının kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> (e) Aksesuar ve donanımların doğru bağlanması</p> <p><input type="checkbox"/> (f) Düşük gerilim koruma cihazları kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> (g) Dolaylı dokunmaya karşı koruma ve/veya aşırı akım koruma ve izleme cihazlarının seçimi ve ayarının kontrolü</p> <p><input type="checkbox"/> (h) Dış etkilere uygun donanımın ve güvenlik mesafesinin seçilmesi</p> <p><input type="checkbox"/> (ı) Uygun işlevsel anahtarlama cihazlarının seçilmesi</p>
Denetimi Yapan:.....	Tarih:.....

<p>Notlar: √ : Denetleme uygulanmıştır ve sonuç tatmin edicidir. X : Denetleme uygulanmıştır ve sonuç tatmin edici değildir.</p> <p>1- SELV bir çok düşük gerilim sistemi olup topraklamadan ve diğer sistemlerden ayrılmıştır. Özel yönetmelik ve düzenlemeler kontrol edilmelidir. (Madde 42-b)</p> <p>2- Doğrudan dokunmaya karşı koruma yöntemi uygulanıyorsa uygun mesafelerin ölçülmesi gereklidir.</p> <p>3- Engeller ile koruma özel durumlarda kabul edilir.(Madde 43-d)</p>	<p>4- Erişme uzaklığı dışına yerleştirme ile koruma özel durumlarda kabul edilir. (Madde 43-e)</p> <p>5- Sınıf II donanım kullanımı yalnızca tesisatın etkin bir denetim altında olduğu kanıtlandığında nadiren kabul edilir. (Madde 44-c)</p> <p>6- İletken olmayan bölgeler ile koruma konut binaları için uygun olmayıp özel önlemler gerektirir. (Madde 44-d)</p> <p>7- Toprak bağlantısı olmayan potansiyel dengeleme ile koruma konut binalarında uygun olmayıp yalnızca özel durumlarda kullanılır. (Madde 44-e)</p> <p>8- Elektriksel ayırma. (Madde 44-f)</p>
--	--

12.5 EK-F: Deney Sonuçları Listesi

DRAFT

Deney sonuçları listesinin doldurulması ile ilgili açıklama notlar		
Not 1	Topraklama sistemi	İşletmeden öğrenilecek veya gözlem yapılacaktır.
Not 2	Besleme kaynağının işletme topraklama direnci (Z_e)	Binanın ana dağıtım tablosundan trafoya doğru ölçülen empedans. Bu değer ölçülecek veya İşletme tarafından verilen değer kullanılacaktır. Topraklamanın etkinliği deney ile teyit edilmelidir.
Not 3	Beklenen kısa devre akımı	Üç fazlı kısa devre veya toprak kısa devresinden büyük akımlı olan esas alınır. Tercihan İşletmeden sorulmalıdır.
Not 4	Deneylerde kullanılan aletler	Aletlerin markaları ve numaraları yazılacaktır.
Not 5	Denenecek donanım	Ana tablo, dağıtım tablosu v.b. ana parça yazılacaktır.
Not 6	Aşırı akım koruma cihazlarının kesme kapasitesi	Üzerindeki etiketten tespit edilmelidir.
Aşağıdaki deneyler verilen sırada yapılacaktır.		
Ana ve tamamlayıcı eşpotansiyel kuşaklama dahil koruma hatlarının devamlılığının kontrolü : Her koruma hattının doğru bağlandığı kontrol edilecektir.		
*7	Süreklilik denemesi	Binanın ana tablosunda faz ve koruma hatları kısa devre edilip hat sonundan faz ve koruma hattının toplam direnci ölçülür. Ölçülen değer (R_1+R_2) kolonuna yazılır. Koruma hattı direncinin (R_2) yalnız başına ölçülmesi, bina ana tablosundaki koruma barası ile tüketici arasındaki koruma hattı uzun bir kablo yardımı ile ölçülür. (Uzun kablunun direnci düşülmelidir.) Bu deney esnasında: Her sigorta veya tek kutuplu koruma cihazının yalnızca faz iletkenine konduğu, <ul style="list-style-type: none"> - Duylarda dış kantağın nötr hattına bağlandığı, - Prizlere ve benzeri cihazlara iletkenlerin kutuplar yönünden doğru bağlandığı, kontrol edilip; kutuplar kolonuna işaretlenir. R_2 kolonuna direnç değeri yazılmış ise R_1+R_2 değerine ihtiyaç yoktur.
*8		R_2 değeri ana eşpotansiyel kuşaklama barasından tüketiciye kadar ölçülür. R_2 kolonuna kaydedilir.
*9, *10	Yalıtım direnci	Yalıtım direnci faz iletkenleri ve nötr ile toprağa karşı ölçülür. Gerilime hassas cihazlar devre dışı edilir veya bunların faz iletkenleri ve nötr birleştirilip toprağa karşı yalıtım direnci ölçülür. Değerler yalıtım direnci kolonuna işlenir.
Bu deneyler tesisat enerjilenmeden yapılır.		
*11	Kutuplar	Cihazların kutuplarının doğru bağlandığı işaretlenir.
*12	Toprak hatası çevrim empedansı Z_S	Bu değer gerilimli hattın en uzak noktasında ölçme yolu ile belirlenmeli veya R_1+R_2 kolonundaki değere Z_e 'nin ilavesi ile bulunmalıdır.
*13	Z_{smax}	Koruma cihazının çalışma akımından hesaplanan en büyük çevrim empedansı.
*14	Fonksiyon deneyleri	Artık akım anahtarlarının çalışması cihaz üzerindeki düğme yerine bir hata benzetimi yolu ile yapılmalıdır. Anahtarın çalışma süresi ilgili kolona kaydedilir.
*15	Bütün bağlama cihazları, sürücü devreler, karşılıklı kilitler vb.	Çalıştırılarak uygun şekilde montajlarının yapıldığı, ayarlandıkları ve tesis edildikleri kontrol edilir. Uygun sonuç halinde ilgili kolona işaretlenir.
Topraklama elektrodunun direnci : TT sistemlerde topraklama direnci ölçülmelidir. Güvenlik için topraklama direncinin 200Ω 'dan veya $R_A = 25V/I_{DN}$ 'den hesaplanan değerden küçük olanının altında olması gerekir. Ölçülen değer formlarda gösterilir.		

