

GÜNEŞ SANTRALLERİNDE IEC 62305 STANDARDI KAPSAMINDA YILDIRIMDAN KORUNMA, TOPRAKLAMA VE AG PARAFUDR SEÇİMİ

Serdar AKSOY

Yılıkomer - Yıldırımdan Korunma Merkezi
Genel Müdür | Elektrik Mühendisi | Raycap-IskraZascite Ülke Sorumlusu

serdar.aksoy@yilkomer.com

ÖZET

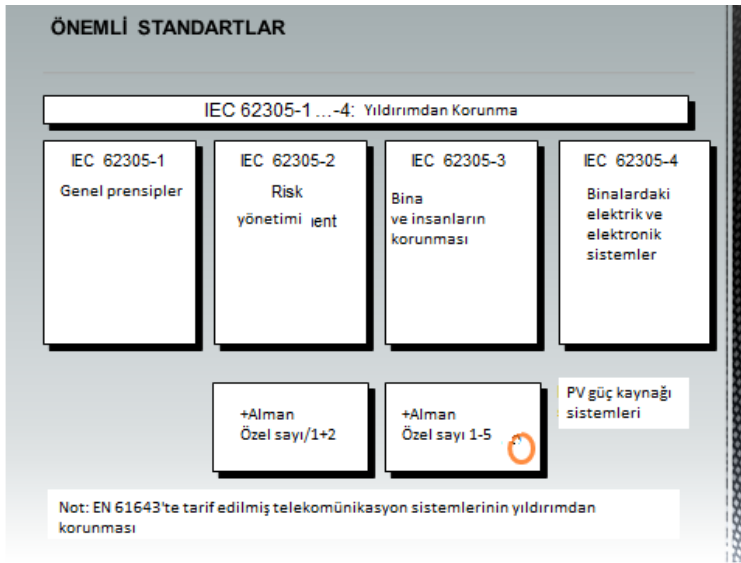
Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte enerji gereksinimi de artmaktadır. Bu enerji ihtiyaçlarını karşılamak için, çevresel ve ekonomik etkiler neticesinde yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneliyoruz. Yenilenebilir enerji kaynaklarından en önemlisi kolay kurulumu, çevre dostu ve temiz olmasından dolayı güneş enerjisidir. Kurulan güneş santrallerinin uzun ömürlü olması için, yıldırımdan korunma konusu da büyük önem arz etmektedir. En iyi yıldırımdan korunma sistemi de; dış yıldırımlık sistemi, iç yıldırımlık sistemi, topraklama sistemi ve eşpotansiyel sistem şeklinde 4'lü korumadır. Bu bildiri; güneş santrallerinde dörtilü koruma sisteminin doğru yapılmasının önemini, nasıl yapılacağını, yapılmadığı takdirde oluşacak riskleri değerlendirecektir.

Anahtar Kelimeler- Güneş santrallerinde yıldırımdan korunma, pasif sistemlerle

yıldırımdan korunma, AG parafudr, topraklama, eşpotansiyel sistem

1. GİRİŞ

Solar sistemlerin açık arazilerde ve çatılarda konumlandırılması yıldırım darbesinin tesisimize vurma ihtimalini artırmaktadır. Gerek yıldırım gerekse diğer ani aşırı gerilim darbeleri uzun yıllar sürdürülebilir çalışma hedeflenen tesislerde hasara ve ciddi maddi kayıplara neden olabilir. Bu nedenle tesis projelendirme aşamasında mutlaka yıldırım ve ani aşırı gerilim darbelerine karşı koruma altına alınmalıdır

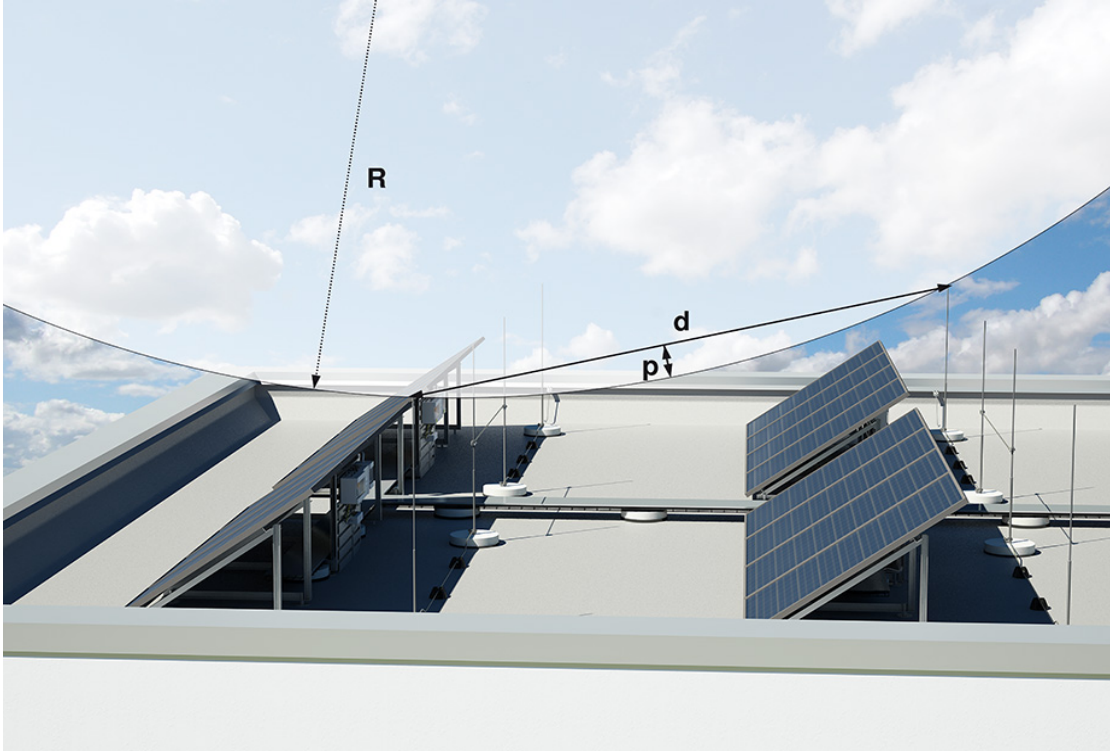


4' LÜ KORUMANIN ÖNEMİ

IEC 62305 normları ışığında tesislerde 4 sistemin entegrasyonunu sağlanmalıdır. Yıldırımdan Korunma sistemini 4 ayak üzerinde duran bir masa olarak tanımlanırsa 4 sistemden birinin olmaması yada hatalı olması sistem korumasını devre dışı bırakabilir.

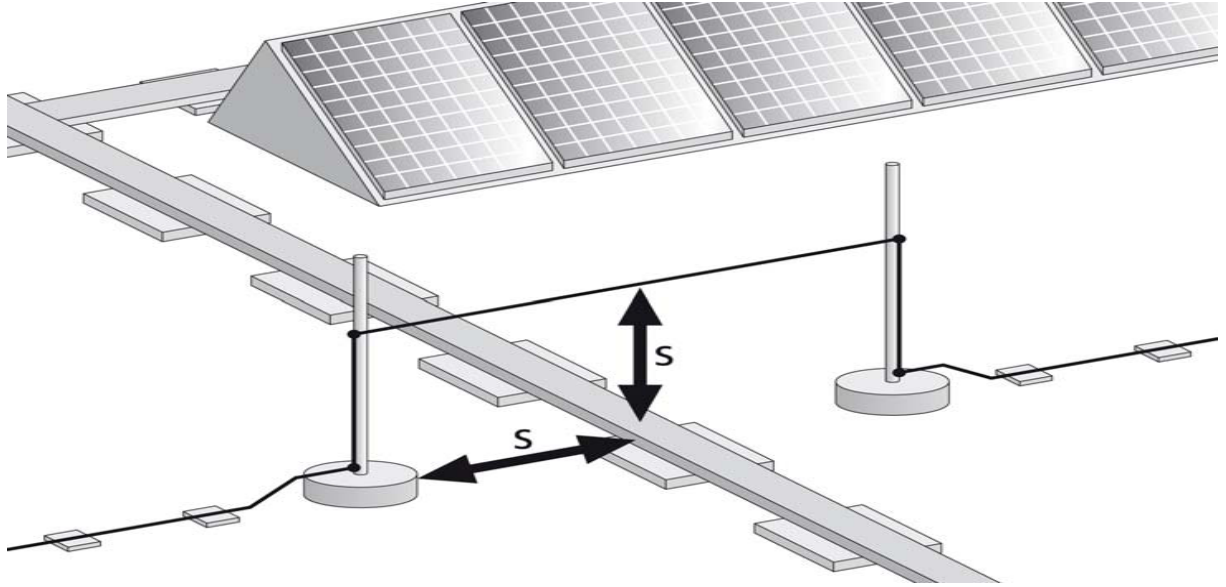
1- PASİF DIŞ YILDIRIMLIK SİSTEMİ: Tesisin fiziksel güvenliği için GES projelerine yönelen yıldırım darbelerini kontrol altına alarak insan ve çevre güvenliğini sağlamak amacıyla DIŞ YILDIRIMLIK sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yuvarlanan küre

metodu esas alınarak tasarlanacak sistemlerde pasif yıldırımdan korunma sistemlerinin kullanılması IEC 62305 standardı kapsamında önerilmektedir. Paratoner sistemleri tesisin çevresinde düşebilecek yıldırımları da tesise çekecektir bu nedenle sadece tesise yıldırım düşecekse devreye giren pasif yakalama çubukları ile koruma açısı oluşturarak yapılacak korumalar büyük önem arz etmektedir. Pasif yakalama uçlarıyla 3 farklı uygulama şekli bulunmaktadır. Tüm sistemlerde Dış yıldırımlik sistem tasarımlarında 's' koruma mesafesi hesabı oldukça önemlidir.



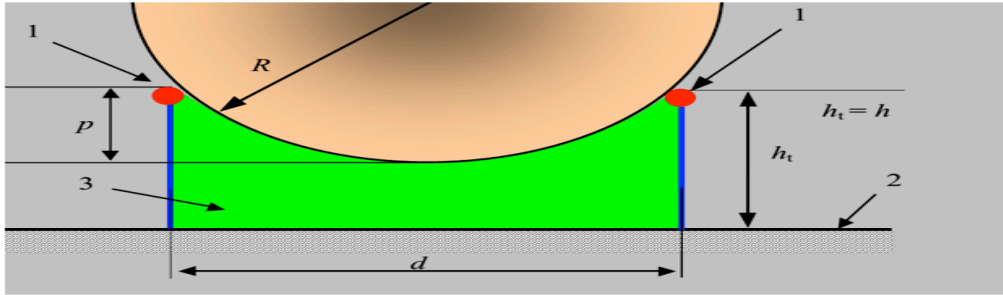
- 1- Panel arkasından uzun yakalama uçları ile koruma açısı oluşturarak mesh metoduyla sisteme entegre edilir.
- 2- Panel üzerinden kısa yakalama uçları ile koruma açısı

oluşturularak koruma sağlanabilir. S koruma mesafesi izoleli ve yalıtımlı ürünlerle sağlanmalıdır. Eşpotansiyel sistem son derece önemlidir.

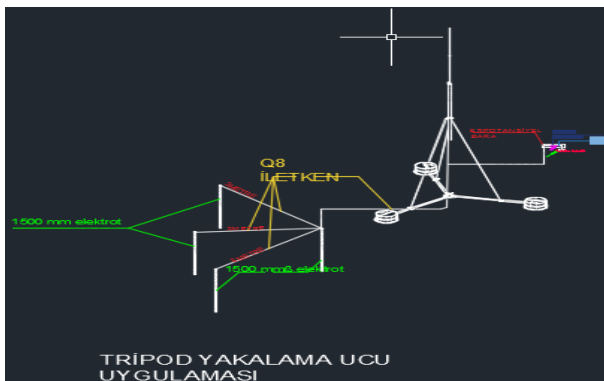


3- Saha alan koruması; Yuvarlanan küre metoduna göre Tripod sistemlerle izoleli yıldırım yakalama direkleri ile alan koruması yapılır. Panellerden

uzakta koruma sağlandığı için en sık uygulanan yöntemdir. Darbenin parçalara ayrılması esastır.



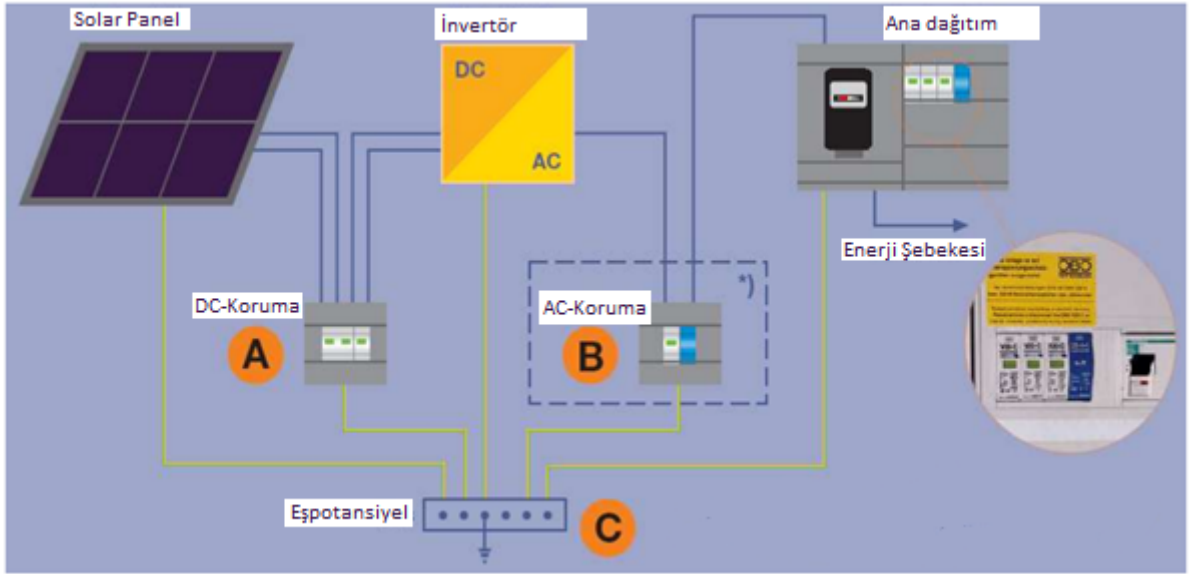
- 1 İki paralel yatay iletkenli yakalama ucu veya iki yakalama ucu çubuğuyla korunan bölge,
- 2 Referans düzlem,
- 3 Tüm korunan bölge,
- h_t Referans düzlemden yakalama ucu iletkenlerinin yüksekliği,
- p Yuvarlanan kürenin girme derinliği
- h Çizelge-1'e göre yakalama ucunun yüksekliği
- R Yuvarlanan kürenin yarıçapı,
- d İki paralel yatay yakalama iletkeni veya iki yakalama çubuğu arasındaki açıklık





2- İÇ YILDIRIMLIK (SURGE ARRESTER) SİSTEMİ : Tesisler yıldırım ve ani aşırı gerilim darbelerine karşı korumak isteniliyorsa istisnasız olarak enerji ve data hatlarında iç yıldırımlik sistemi (surge arrester) kullanmak zorunludur. İnvörtör öncesi ve sonrası AC ve DC hatlarda; ana dağıtım panosunda, data hatlarında ve hatta her panel öncesinde AG parafudr sisteminin kurulması tesisin sürekliliğini ve yıldırım darbeleri karşısında devre dışı kalmamasını sağlayacaktır. İç yıldırımlik sistemlerinin seçiminde dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan ilki ürünün koruma sınıfıdır. Parafudr sistemlerinde Tip 1 sınıfı ürünler yıldırım darbelerine karşı koruma sağlarken Tip 2 sınıfı ürünler sadece şebeke darbelerine karşı koruma sağlamaktadır. Bu nedenle hem AC hem de DC hatlarda mutlaka Tip 1+2 sınıfı ürün seçilmesi önem taşımaktadır.

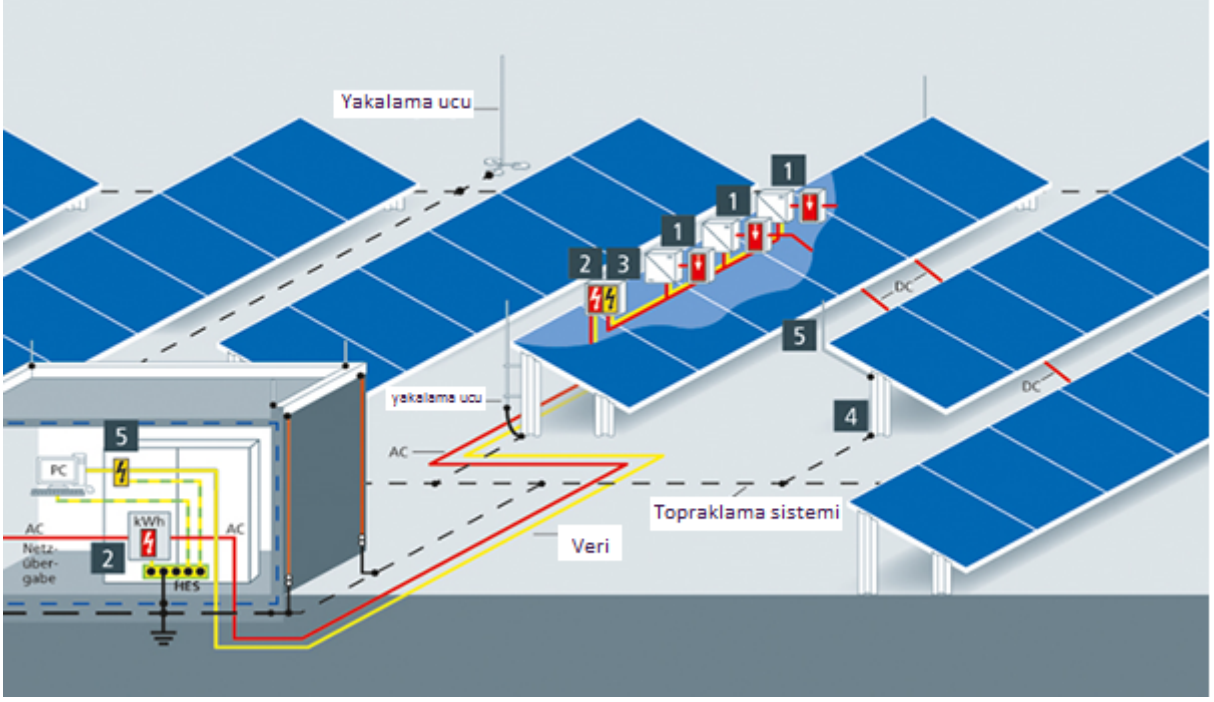
İnvörtörlerde yer alan korumalar genellikle 8/20 mikrosaniye eğrisinde koruma sağlayan Tip 2 sınıfı ürünlerdir. Bu ürün sınıfı yıldırım darbesine karşı koruma sağlamamaktadır, bu nedenle sistemlerde mutlaka 10/350 mikrosaniyede test edilmiş bir yıldırım koruması bulunması önemlidir. AC ve DC parafudrlar sınıflarının yanında sistemin sürekli gerilimi baz alınarak seçilirler. Maksimum dayanım kapasiteleri 1000v -600 v DC ürünlerle 255 Volt AC ürünler genellikle solar sistemlerde kullanılmaktadır. Bölgesel olarak yapılan risk analizi ve mühendislik çalışmaları sonucunda da ürünün koruma seviyesi, kiloamper mertebesi belirlenir. Ürünler 150 kA, 100 kA, 50 kA, 25 kA, 40 kA, 20 kA, 10 kA ve 5 kA mertebelerinde koruma sağlamaktadır. Bu nedenle ürün seçiminde tesisin ve projenin detaylı analizi oldukça önemlidir.



Seri bağlanan panellerin invertör girişinde DC, invertör çıkışlarında AC ürün kullanılabilir. İkinci dikkat edilmesi gereken konu ise ürünün dayanabileceği maksimum sürekli gerilimdir. DC olarak panellerin sürekli gerilim 1000 volta kadar çıkabilmektedir; eğer 1000 voltluk bir sistemde 600 voltta test edilmiş bir ürün kullanılırsa parafudr bu noktada zarar görür, bu nedenle sürekli test gerilimi önem taşımaktadır. Üzerinde durulması gereken bir diğer konuda parafudurun koruma değeridir. Bu genellikle bölgesel olarakve tesisin fiziksel durumuna göre değişkenlik göstermekle beraber ortalama olarak 50 kiloamper koruma seviyesinde bir ürün invertör öncesi ve sonrası için uygundur. Enerjinin sisteme aktarımı noktasındaki ana panoda ise 150 kiloamper koruma değerinde, sparkgap teknolojili B sınıfı ürünlerin kullanılması sistem güvenliğini üst düzeye çıkarır. Eğer tesiste üretilen enerjinin uzaktan izlemesi yapılıyorsa, haberleşme modülleri kullanılıyorsa bu noktada da

D sınıfı ürünler kullanılabilir. 24 volt, 48 volt, 120 volt şeklinde değişkenlik gösteren haberleşme modülü korumaları sistem karakteristiğine göre uzman mühendisler tarafından seçilebilir. Parafudrların montajı Tip 1+2 sınıflarında sisteme paralel, 16 mm² kesitli kablo ile yapılmaktadır. Tip 3 sınıflarında ise seri bir bağlantı uygundur. Ürün seçimi kadar sistem sürekliliği için montaj da büyük önem taşımaktadır. İç yıldırımılık sistemlerinin tasarımı ile güneş santrallerine ve ekipmanlarına yönelecek her türlü darbe sisteme ulaşmadan sönülmenmiş olur.

3- TOPRAKLAMA SİSTEMİ: Özellikle arazi uygulamalarında tesis temelinde maksimum 20x20 gözlerle oluşturulacak topraklama ağı tesisin her noktasına eş bir topraklama direncin gitmesini sağlayacağı gibi uzun yıllar tesisin ayakta kalmasını sağlayacak en önemli etkidir. Bu noktada min. 70 mikron kaplamalı galvaniz şerit kullanımı ve korozyon riskine karşı korozyon bandı uygulamasına son derece önem arz etmektedir.

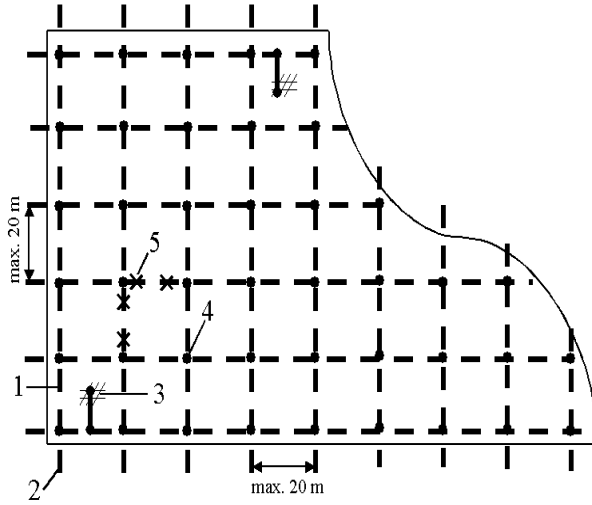


Topraklama ve Topraklama Ekipmanlarının Önemi

Güneş santralleri yatırımlarında elektriksel altyapının ve sistem sürekliliğinin temelini oluşturan Topraklama Tasarımı ve Uygulaması büyük önem taşımaktadır. Kullanılan ürünlerin korozyona uğraması, bağlantı ekipmanlarının yeterli kalınlıkta olmaması ve en önemlisi sistemde doğru bir tasarımla eşpotansiyel sağlanmamış olması sistem temelini dolayısıyla bu topraklamadan faydalanan tüm sistem elemanlarının ömürlerinin 20 yıl olması beklenemez. Topraklama yıllar sonra kolay revize edilebilen bir sistem değildir ve ilk kurulum aşamasında maliyet olarak çok önemsenen bir kalem olmasa da teknik açıdan büyük önem taşımaktadır. Topraklamanın uzun yıllar güneş santraline hizmet etmesi tek amaç olmalıdır. Bundan dolayı sistem tasarımına paralel olarak kullanılacak ürünlerin IEC 50164 normlarına uygun

olarak seçilmesi ve uygulamanın yine IEC 62305 normlarına uygun olarak yapılması gerekmektedir. Tesislerde temel topraklaması, koruma topraklaması, işletme topraklaması, yıldırımdan korunma topraklaması gibi farklılaşan topraklamalar özel bağlantı elemanlarıyla eşpotansiyele alınmalıdır. Örneğin yakalama uçlarının topraklamaları tesisin zıt yönünde kaz ayağı şeklinde yapıldıktan sonra sparkgap sönmüleyici parafudrları ile eşpotansiyele alınmalıdır. Bu nedenle tesiste oluşacak lokal eşpotansiyel baralar ana eşpotansiyelbaraya taşınabilir. Tesis çevresinde dönen ring hattın filizler hem masa ayaklarına hem dış yıldırımdan korunma sistemine hem de çitlere bağlanmalı ve eşpotansiyel için temeli oluşturmalıdır. Tesiste kullanılacak topraklama ekipmanlarının farklı metallerde olmamasına dikkat edilmelidir. Bimetal etki en tehlikeli

korozif etki nedenidir. Tesiste bakır kullanma zorunluluğu yoktur Standartlar çerçevesinde 70 mikron kaplamalı topraklama şeritleri ve 3mm kalınlığında bağlantı ekipmanları kullanılabilir ancak dış yıldırımdan korunma topraklamasında 100 kA testinden geçmiş Al-Mg-Si alaşımlı özel iletkenlerin kullanımı topraklamayı ve korunmayı çok uzun yıllar sabit kılmaktadır. Eğer mümkün ise yakalama uçları ve temel bağlantıları paslanmaz çelik ekipmanlar olarak seçilebilir. Tüm bağlantı noktalarında korozyon bandı uygulaması ise büyük önem taşımaktadır. Uygulama aşamasında gömülen tüm ekipmanların 80cm den başlayarak toprakla

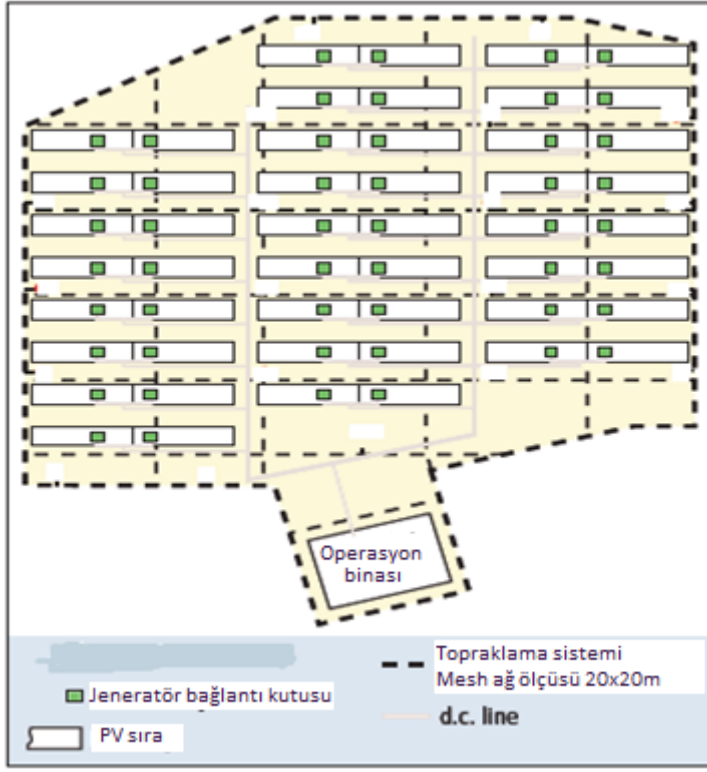


4- EŞPOTANSİYEL SİSTEM: Tesis çevresinde gerçekleştirilecek ring hat ile tesisin tüm metal aksamalarının eşpotansiyel baralar aracılığıyla birleştirilmesi ve tesiste farklı noktalarda yapılacak ölçümlerde direnç farkının 0, 2 ohm mertebesini

irtibatlandırılması önemlidir. Özetle solar sistemlerin topraklamasında uygulama, ürün seçimi, ürün seçimi ve raporlama büyük önem taşımaktadır. Birçok projede maliyetten kaçmak adına sadece masa ayakları ile topraklama yapıldığı gözlemlenmiştir ve teknik açıdan yatırımın boyutuyla karşılaştırıldığında yorumsuz bir tablo ortaya çıkmaktadır. Tüm bu anlatılan uygulamalar öncesine projelendirme ve hesap büyük önem taşımaktadır ve projelendirme aşamasında da Toprak Özgül Direnç ölçümü en kritik noktadır. Sahanın kurulacağı toprağın özgül direncinin ölçülmemiş olması tüm hesapları etkiyecektir.



geçmemesi tesise yönelecek darbelerin vereceği zararı en alt seviyeye indirecektir. Dış yıldırımlık sistemi dahil tüm topraklamaların eşpotansiyel baradan yeniden topraklanması önerilmektedir.



Örnek pasif sistem dış yıldırımlik alan koruması –Kayseri 2014

Yapılan tüm çalışmaların mühendislik hesaplarının, risk analizlerinin yapılması ve proje üzerinde uygulama öncesi tasarlanması güvenli bir sistem için oldukça önemlidir. Ayrıca finans kuruluşları ve sigorta firmalarının bu konu üzerinde hassas davranmaları tesis sürekliliği açısından oldukça önemlidir.

Topraklama ve Eşpotansiyel Kavramı

Pasif yakalama uçları tasarımı ve AG parafudr tasarımının ardından en önemli ikili topraklama ve eşpotansiyel sistemdir. Bir solar projesinde topraklama genel tanımı altında birçok topraklama çalışması uygulanmaktadır. Temel topraklaması, fonksiyon topraklaması, işletme ve koruma topraklaması solar projelerde adım adım uygulanır. Ancak asıl önemli olan tüm

farklı topraklamaların proje sonunda eş değer dirence gelmesidir. Aksi durumda tesisinin uzun yıllar içerisinde oluşacak hata akımlarından ve ani gerilim darbelerinden kaçınması zor olacaktır. Topraklama konusu kesinlikle teknik hesaplara dayalı olarak gerçekleşmelidir. Toprak özgül direnç değeri ölçülmeden, tesis dışındaki alanların özgül dirençleri var ise mevcut yapılan topraklama değerleri ölçülmeden tasarım ve uygulama yapmamız doğru sonuçlar vermeyebilir. Öncelikli olarak tesiste her metal donanımın her noktanın global toprak hattından faydalanması için hesaplar dahilinde bir tasarım yapılmalıdır. Risk analizi sonucunda santral çevresinde bir ring hat dönülmeli, risk analizi sonucunda çıkacak mesh ölçülerine göre santral temelinde darbelerin kolay

dağılması için topraklama ağı örülmelidir ve örülen ağ , çit, masa ayakları tüm temel donatılara ulaşmalıdır. Yine hesaplar sonucunda belirlenecek topraklama çubuk sayısı toprak özgül direnç değerine paralel olarak tasarlanmalıdır. Genellikle ring hat boyunca kullanılan topraklama elektrotları ve topraklama iletkenleri 80cm derinlikten itibaren topraklanmalı ve filizleri yüzeye çıkarılmalıdır. Temel topraklama sistem kurulumunda en dikkat edilmesi gereken husus IEC 50164 standartına uygun ürün ve malzeme kullanılmasıdır. Çünkü korozyon riski kısa sürede tesis topraklama direnç değerlerini yükseltecektir. Bu nedenle antikorozif ürünlerin seçilmesi, mümkün ise galvaniz iletken seçilecekse 70mikron kaplama seviyesinin olması, bağlantı elemanlarının 3mm kalınlığının altında olmaması, ve her bağlantı noktasında korozyon bandı kullanılması son derece önemlidir. Termokaynak ile bağlantı yapılması daha doğru bir uygulama olacaktır. Ayrıca tüm kullanılan ekipmanların ve bağlantı elemanlarının aynı cins metalden oluşması önem arz etmektedir. Bimetal etkiye karşı aynı cins materyal kullanımı önemlidir. Temel topraklaması tasarımı yapıldıktan sonra tesiste pasif yakalama uçlarının yerleşimi ve dizaynı ardından da tesis zıt yönlerinde fonksiyon topraklaması yapılmalıdır. Fakat her fonksiyon topraklaması sparkgap sönmüleyiciler ile mutlaka eşpotansiyeye alınmalıdır. Bu noktada uzman mühendislerce tasarım ve uygulama yapılmalıdır. Paratoner kullanımının sakıncalı olduğu GES Projelerinde paratoner

topraklamasının eşpotansiyeye alınmaması tam olarak risktir. Yıldırımdan Korunma Sisteminde pasif yakalama uçları tercih edilmeli ve eşpotansiyeye alınmalıdır. Trafoların İşletme ve Koruma topraklama direnç değerleri ise son derece önemlidir. Trafo koruma ve işletme uygulamaları ve direnç değerleri standartlarca belirlenmiş olup uzun yıllar göz önüne alındığında tüm topraklama değerlerinin 1 ohm seviyesinin altında yapılması, korozyon bandı kullanılması son derece önemlidir. Saha dağıtım panoları ve toplama panolarının topraklamaları kesinlikle farklı yapılmamalıdır. Eşpotansiyeye alınmalıdır. Bunun nedeni oluşabilecek yıldırım, ani aşırı gerilim ve diğer hata akımları direncin düşük olduğu panoya 25ns de akar ve bu noktada olumsuz sonuçlar ortaya çıkacaktır. Bu nedenle saha panoları, birleştirici kutu (combiner box) topraklamaları, invertörler mutlaka global topraklamadan faydalanmalıdır. Tüm topraklama sistemleri kurulduktan ve eşpotansiyeye alındıktan sonra IEC 62305 standardı kapsamında eşpotansiyel kontrolü ve kalibrasyonlu cihazlarla ölçümleri yapılmalıdır. Bu noktada uzman mühendislerce kontrol son derece önemlidir. Belirlenen 100 noktada direnç farkı 0, 2ohmı aşmamalıdır. Bu nedenle farklı lokasyon ölçümleri son derece önemlidir. Ancak tasarım, uygulama, santral çevresindeki özgül direnç farklılıkları farklı çalışmalarını gerektirebilir. Zaman zaman tesiste risk atma noktaları oluşturulup direnç o noktada kasıtlı olarak düşük tutulabilir. Bu özgül direnç değerlerinin dengesiz

olduğu sahalarda yapılmalıdır. Topraklama konusunda hesaplar, malzeme seçimi, uygulama ve ölçüm aşamaları kesinlikle uzmanlık dahilinde IEC 60364 Standartı PV Santral Topraklama Şeması

yapılmalıdır. Aksi durumda tesisin elektriksel anlamda uzun süre ayakta kalması oldukça zordur.

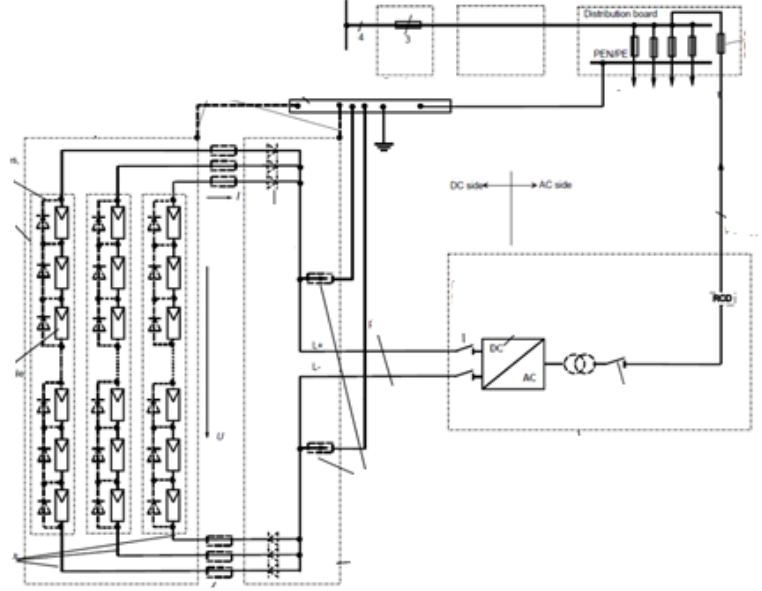
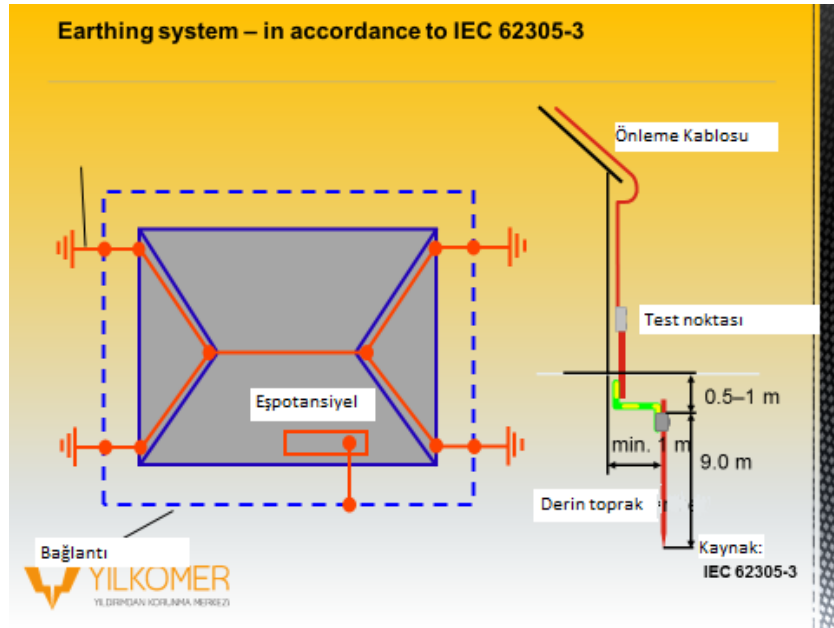


Figure 712.1 - PV kurulumu-Genel Şema- Tek hat

Santral Eşpotansiyel Dağılım Tablosu



Örnek Grid Görşeli

Eşpotansiyel için izoleli sönümleyici parafudr (Spark gap)

EPZ 100/xxx Ex



Teknik Data

Kullanıldığı alan: Açık alan ya da doğrudan gömme
Koruyucu element: GDT
En yüksek aşırı akım deşarj oranı: $I_{max}=100kA$
Kaplama: Hava geçirmez çevresel salmastralı ve kısa kablolu
korozyona dayanıklı malzeme
ATEX onayı: EN 60079-0 ve 60079-15; 15ATEX 0102x; Ex II 3G
IECEX onayı: EN 60079-0 and 60079-15; IECEx BAS 15.0069X;
Ex n C II CT5 Gc
Uygun olduğu: EN 62561-3:2012



A Yöntemi Topraklama Şeması

En doğru ve güvenilir sistem pasif yakalama uçları kullanılarak yuvarlanan küre metoduna göre tasarımı yapılan faraday sistemini SOLAR yatırımlarda uygulanmalıdır. Solar sistemleri ani aşırı gerilim ve yıldırım darbelerine korumak amacıyla IEC normları tarafından yayınlanan ve VDE tarafından tasarı kriterleri belirlenen solar sistemlerin koruması kapsamında fotovoltaiik sistemlerde paratoner kullanımı büyük risk taşımaktadır. Açık arazilerde iyon yayan bir sistem kullanılması(paratoner sistemi) kümütlüs bulutları tarafından oluşturulan yıldırım darbesinin santrale kolayca yönelmesini sağlayacaktır. Bunun yerine iyon yaymayan gerçekten darbe solar santrale yöneldi ise devreye giren Pasif yakalama uçlarının kullanılması hem etkin bir koruma sağlayacak hem de riski minimum düzeye indirecektir. Ayrıca çok ince bir yapıda olan yakalama uçları gölge riskini de ortadan kaldırmaktadır.

Solar sistemlerde mutlaka yıldırımın fiziksek etkisine karşı bir dış yıldırımlık

sistemi tasarımı yapılmalıdır. Tesise yönelecek yıldırım darbesi 28000celcius sıcaklıkta ve 200 kA tepe değerleri ile fiziksel olarak santrale dönüşü zor hatalar verebilir. Fakat Yıldırım ve Ani Aşırı Gerilim darbelerinden korunmak amacıyla tek başına paratoner sistemi yeterli olmamaktadır. Yıldırımın elektriksel etkilerinden korunmak amacıyla DC ve AC AG PARAFUDR sisteminin mutlaka tesis edilmesi gerekmektedir. Parafudr seçiminde de yıldırım ve şebeke darbelerine karşı koruma sağlamak için mutlaka B+C sınıfı ürün kullanımı gerekmektedir. İnvörtörler içerisinde yer alan parafudr sistemleri sorgulanmadığı takdirde B+C yerine C sınıfı başka bir deyişle TİP II olarak kullanılmaktadır. Bu ürün yıldırıma karşı korumamaktadır. Pasif yakalama uçları ile koruma altına alınan santral AC-DC ve data hatları AG Parafudr sistemleri ile koruma altına alınmalıdır. TS EN 61643-11 Standartına göre test edilmiş parafudrlar 8/20 ve 10/350 eğrilerinde test değerlerine sahip olmalıdır. Ayrıca, kullanılan ürünler kesinlikle TS EN

50539-11 standardına uygunluk belgesine sahip olmalıdır.

Son olarak bir solar tesisi uzun yıllar darbelere ve korozyona karşı koruma altına almak için EŞPOTANSİYEL sistemi sağlamak gerekmektedir. Özellikle dış yıldırımılık sistemleri sönmüleyici parafudrlar (sparkgap) aracılığıyla eşpotansiyeye alınmalıdır. Örneğin kurulan bir paratoner sistemi eğer eşpotansiyeye alınmıyorsa, tesis için risk oldukça artmakta darbe direncin düşük olduğu yere doğru 25 nanosaniyede akacaktır; bu nedenle pasif yakalama uçları solar tarla çevresinde döndürülecek ring hatta sparkgapler ile bağlanarak eşpotansiyeye alınmalı ve hedef toprak direnç değerleri sağlanmalıdır. Ayrıca tüm bağlantılarda korozyon bandı kullanımı büyük önem taşır.

SONUÇ

B+C sınıfı DC –AC parafudr-VG +SparkGap Teknolojisinin bir arada sunulduğu 1000 v sürekli gerilimde 10/350 ms ve 8/20 ms eğrilerinde koruma sağlayan, varistör teknolojisine kıyasla uzun ömürlü iç yıldırımılık sistemlerinin DC hatlarda korunması önemlidir. AC hatlarda ise toprak nötr hattı min 100 kA VG teknoloji ürünler kullanılmalıdır. Ayrıca RS 485 haberleşme modüllerinde Tip3 hassas enerji korumaları kullanmak sistem güvenliğini maksimum düzeye getirecektir.

Tesislerin risk analizi sonucunda panellerin yerleşim planı göz önünde bulundurularak IEC 62305 standardını

baz alan programlar ışığında tesis projelendirilir. Proje temelinde yuvarlanan küre metodu baz alınarak tesisinizde uzun yakalama uçları vasıtasıyla ve eşpotansiyel kavramı temel alınarak yerleşim gerçekleştirilir. Yıldırımın fiziksel zararlarından ve insan hayatını etkilememesi için dış yıldırımılık sistemi tesislerde zorunludur, fakat standartlar ışığında mesh ve faraday sistem entegrasyonu en doğru çözüm olmaktadır.

Tesislerin temelinde yapılacak hesaplar sonucunda topraklama ağ sistemi kurulmakta ve tüm noktalar bu evrensel topraklama ile birleştirilmektedir. Kullanılan tüm malzemeler IEC 50164 standartları ışığında seçilmelidir, korozyon riski göz önünde bulundurularak 70 mikron kaplamalı galvaniz şerit, korozyon bandı gibi özel uygulamalar gerçekleştirilmelidir.

PV Tesislerinin her noktasında direnç eşitliği hedeflenmelidir, lokal eşpotansiyel baralar ana eşpotansiyel baraya taşınmalıdır. Kontrol ve ölçüm ile tesisin son kontrolleri gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

Proceedings of the IEEE, Vol. 102, No. 6, June 2014

VDE 0185305 (IEC 62305)

IEC 50164

IEC/TSE EN 62305-1-2-3-4 Yapı ve Tesislerin Yıldırımdan Korunma standardı