1. ANADOLU ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR KONGRESİ

DİYARBAKIR
28-29 ARALIK 2018

ANADOLU ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR KONGRESİ

Sosyal Bilimler - Mühendislik - Fen Bilimleri - Sağlık Bilimleri - Matematik - Ziraat Veterinerlik - Güzel Sanatlar - Spor Bilimleri

KONGRE TAM METİN KİTABI

Editör: Gültekin Gürçay

ISBN: 978-605-69046-1-5

www.anadolukongre.org

KONGRE KÜNYESİ

KONGRE ADI

I. ANADOLU ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR KONGRESİ

TARİHİ VE YERİ

28-29 Aralık 2018
Diyarbakır

DÜZENLEYEN KURUMLAR

UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi Derneği

KONGRE BAŞKANI

Prof. Dr. Salih Öztürk

DÜZENLEME KURULU BAŞKANI

Gültekin Gürçay

YABANCI KONUŞMACILAR

Dr. Firuz FAOZI (Afganistan, Kabil Devlet Üniversitesi)
Prof. Fatima Albakova (Moscow State University, Rusya)
Doç. Dr. Malik Guseynov (Kırgızistan)
Şamuhammet Çarıyev (Mahtumkulu Türkmen Devlet Üniversitesi
Dr. Zhi HUAN (China,Renmin University)

KONGRE DİLLERİ

TÜRKÇE (Tüm Lehçeleri) - İNGİLİZCE - RUSÇA - FARSÇA - ÇİNCE - ARAPÇA

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Hasan CANGİ Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ	FOTOVOLTAİK PANELLERDE KISMİ GÖLGELENMENİN ÇIKIŞ GÜCÜ ÜZERİNDELİ ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Hasan CANGİ Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ	THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INPUT CURRENT HARMONIC DISTORTION OF ASYNCHRONOUS MOTOR AND THE SWITCHING FREQUENCY IN PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Hasan CANGİ Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ	TARİHİ YAPILARIN DOĞRU AYDINLATILMASININ ÖNEMİ
Hasan CANGİ Abdurrahman UNCU Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK	ASENKRON MOTORLARIN KONTROLÜNDE PLC KULLANIMI
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Abdurrahman UNCU Hasan CANGİ	ELEKTRİK TESİSLERİNDE HARMONİK KAYNAĞI OLARAK BİLGİSAYARLAR
Hasan CANGİ Abdurrahman UNCU Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK	FOTOVOLTAİK SİSTEMLERDE TOPRAKLAMA VE YILDIRIMDAN KORUMA
Doç. Dr. Ali KIRCAY	The Design of Log-Domain Second-Order Banpass Filter for VHF Applications
Doç. Dr. Ali KIRCAY	İşaret Sıkıştırma-Genişletme Yöntemi ile Düşük Gerilimli/Güçlü Devre Tasarımı

28.12.2018- CUMA

SAAT 13:00 - 15:00

Salon 2, OTURUM-2	**FEN-MÜHENDİLİK- OTURUM BAŞKANI: Dr.Öğr.Üyesi Yahya TAŞGIN**
Dr. Öğr. Üyesi Zülküf DEMİR Dr. Öğr. Üyesi Oktay ADIYAMAN	DELME İŞLEMINDE MATKAP UÇ AÇISININ KUVVETTEKI SAPMAYA ETKISININ ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Abdullah ÖZKAN	USEGE OF GOLD NANOPATICLES FUNCTIONALIZED MULTI WALLED CARBON NANOTUBES FOR ENHANCE OF PROPORTIES OF WATER BASED DRILING FLUID
Dr. Öğr. Üyesi Hasan DÜZ	GELİŞEN BORU AKIŞININ SAYISAL SİMULASYONUNDA FARKLI TÜRBÜLANS MODELLERİN ÇÖZÜMÜNDE YETENEKLERİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğr. Üyesi Hasan DÜZ	GÜNEŞ ISISI İLE ÇEVRİM AKIŞKANLI TÜRBİNLİ GÜÇ ÜRETİMİNDE YENİ VERİM ARTIRMA

THE EFFECTS OF THE ASPECT RATİO AND THİCNESS/SPAN RATİO AT THE FREE VİBRATİON BEHAVİOUR OF THİCK PLATES ON ELASTİC FOUNDATİON WİTH FİRST ORDER FİNİTE ELEMENT	181
Y. I. Özdemir	193
FORCED VİBRATİON ANALYSİS OF MİNDLİN PLATES RESTİNG ON WİNKLER FOUNDATİON	
Süleyman ADAK & Hasan CANGİ & Serdar YILMAZ	205
TARİHİ YAPILARIN DOĞRU AYDINLATILMASININ ÖNEMİ	
Süleyman ADAK & Hasan CANGİ & Ahmet Serdar YILMAZ	219
FOTOVOLTAİK PANELLERDE KISMİ GÖLGELENMENİN ÇIKIŞ GÜCÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	
Suleyman ADAK & Hasan CANGI & Ahmet Serdar YILMAZ	229
THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INPUT CURRENT HARMONIC DISTORTION OF ASYNCHRONOUS MOTOR AND THE SWITCHING FREQUENCY IN PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEM	
Hasan CANGİ & Abdurrahman UNCU & Süleyman ADAK	242
ASENKRON MOTORLARIN KONTROLÜNDE PLC KULLANIMI	
Süleyman ADAK & Abdurrahman UNCU & Hasan CANGİ	248
ELEKTRİK TESİSLERİNDE HARMONİK KAYNAĞI OLARAK BİLGİSAYARLAR	
Hasan CANGİ & Abdurrahman UNCU & Süleyman ADAK	256
FOTOVOLTAİK SİSTEMLERDE TOPRAKLAMA VE YILDIRIMDAN KORUMA	
Doç.Dr. Ali KIRÇAY	264
THE DESIGN OF LOG-DOMAIN SECOND-ORDER BANDPASS FILTER FOR VHF APPLICATIONS	
Ali KIRÇAY	269
İŞARET SIKIŞTIRMA GENİŞLETME YÖNTEMİ İLE DÜŞÜK GERİLİMLİ/GÜÇLÜ DEVRE TASARIMI	
Zülküf DEMİR & Oktay ADIYAMAN	274
DELME İŞLEMİNDE MATKAP UÇ AÇISININ KUVVETTEKİ SAPMAYA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI	
Hasan DÜZ	284
GELİŞEN BORU AKIŞININ SAYISAL SİMULASYONUNDA FARKLI TÜRBÜLANS MODELLERİN ÇÖZÜMÜNDE YETENEKLERİN ARAŞTIRILMASI	
Hasan DÜZ	293
GÜNEŞ ISISI İLE ÇEVRİM AKIŞKANLI TÜRBİNLİ GÜÇ ÜRETİMİNDE YENİ VERİM ARTIRMA TEKNİĞİ	
Hasan DÜZ	302
VERİMLİ VE MALİYETLİ YENİ BİR RÜZGAR TÜRBİNİN TASARLANMASI VE TEORİK ANALİZİ	
Gökhan KAHRAMAN & Yahya TAŞGIN	309
HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE CEBRİ BORU GİRİŞ KAPAĞINDA BULUNAN PİRİNÇ CONTALARIN SIZDIRMAZLIKLARININ ARAŞTIRILMASI	
Gökmen ÇERİBAŞI & Merve ÖZDİN & Umut AYTULUN	314
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN HİDROMETEOROLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNDE ETKİSİ VE TAHMİN MODELLERİNİN ÖNEMİ	
Gökmen ÇERİBAŞI & Muhammed ÇALIŞKAN & Umut AYTULUN	320
SAKARYA HAVZASINDAKİ HİDROELEKTRİK ENERJİ SANTRALLERİNİN ENERJİ POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI VE TAHMİN MODELLERİNİN ÖNEMİ	
Gökmen ÇERİBAŞI & Umut AYTULUN	

FOTOVOLTAİK SİSTEMLERDE TOPRAKLAMA VE YILDIRIMDAN KORUMA

Hasan CANGİ[1]
Abdurrahman UNCU[2]
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK[3]

ÖZET

Fotovoltaik (PV)sistemlerin aşırı gerilim ve yıldırıma karşı korunması sistemin güvenliği ve kararlı çalışması için gereklidir. Yıldırımdan korunma ve topraklama PV sistemde bir bütün olarak incelenmelidir. PV güç sistemlerinin ya açık araziler ya da çatılar kurulurlar. Bu alanlara yıldırım darbelerinin kolaylıkla ulaşacağı alanlardır. Güneş enerjisinin tesis edildiği araziler genellikle yıldırım darbelerinin kolaylıkla ulaşacağı açık alanlardır. Çatıdaki PV tesislerinde risk daha ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Yıldırım darbesinin, tesisimizin yakın bir noktaya düşmesi de tesisimiz için risk oluşturur. Yıldırım darbesi PV panellerdeki küçük direnç farklılarından dolayı sistemim tümüne hızlı bir şekilde yayılır. Yıldırım darbesinin akım değeri 200 kA değerine, 25 ns süresinde PV sistemde yayılan ve 28000°C sıcaklığa ulaşan doğal bir afettir. PV sistemdeki tüm panellerin çerçeveleri düzgünce topraklanmalıdır. PV sistemlerin hasarlanmasında en büyük etken yıldırım düşmesi sonucunda sistemde oluşan yüksek gerilimdir.

Topraklama hesabı toprak özgül direnç değeri değeri dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir. Topraklama çubuğu düşük direnci ve yüksek akım taşıma kapasiteli olmalıdır ve korozyona karşı yüksek dirençli olmalıdırlar.. Topraklama çubukları toprağa iyi temas etmelidir. Toprağın kuru olması durumunda ıslatılıp çamur hâline getirilmelidir. Toprak direncini artırdıklarından topraklama çubuğunun çevresindeki taş ve çakıllar temizlenmelidir. PV güç sistemlerinin bozulması genellikle yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimlerdir.

Anahtar Kelimeler: PV Topraklaması, Yıldırım Darbesi, Topraklama Çubuğu, Toprak Direnci.

ABSTRACT

The protection of photovoltaic (PV) systems against overvoltage and lightning is necessary for the safety and stable operation of the system. Lightning protection and grounding should be examined as a whole in the PV system. PV power systems be built in open fields or on roofs. These areas are easily accessible by lightning strikes. The lands where solar energy is installed are generally open areas where lightning strokes can easily reach. The risk in the PV facilities on the roof is more serious. The fact that the lightning strike drops to a close point creates a risk for our facility. The lightning impulse spreads quickly across the entire system due to the small resistance differences in the PV panels. The current value of the lightning strike is 200 kA and it is a natural disaster that reaches to 28000 ° C in the PV system in 25 ns time. The frames of all panels in the PV system must be properly grounded. The most important factor in the damage of PV systems is the high voltage in the system as a result of lightning. The grounding calculation must be carried out by considering the value of the soil specific resistance value. The grounding rod must have low resistance and high current carrying capacity, and should have high resistance against corrosion. Grounding rods must be in good contact with the ground. If the soil is not dry, it should be wetted and made into mud. Stone and gravel around the grounding rod should be cleaned as they increase the soil resistance. Degradation of the PV power system are generally high voltage resulting from lightning.

Keywords: PV Grounding, Lightning Strike, Grounding Rod, Earth Resistance.

[1] Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi, hasancangi@yahoo.com
[2] Gazi Üniversitesi, uncu@hotmail.com
[3] Mardin Artuklu Üniversitesi, suleymanadak@yahoo.com

1. GİRİŞ

Fotovoltaik (PV) güç sistemlerinde üretilen enerji üretimi, iletimi ve dağıtımı esnasında PV güç sistemi ile insan hayatının korunması için PV tesisleri topraklamadır. Topraklama, gerilim altında olmayan bütün tesisat kısımlarının uygun iletkenlerle toprak içerisine yerleştirilmiş bir elektrot veya çubuğa bağlanması ile sağlanır [1-3].

Şekil 1. PV sistemlerde yıldırım zararları

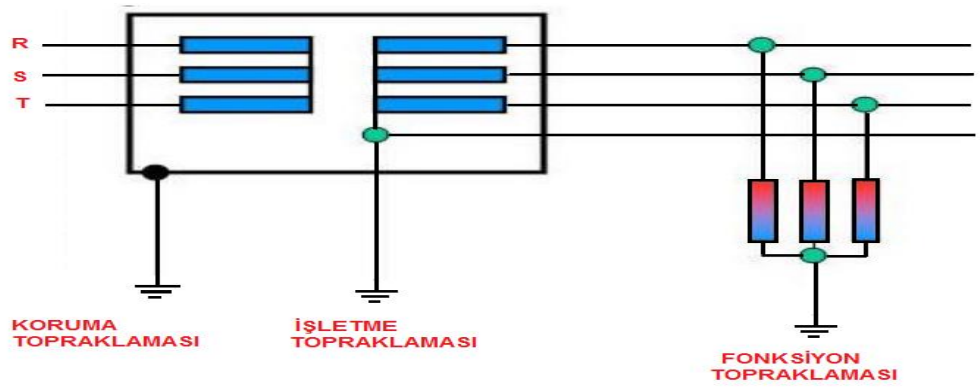
PV sistemlerde topraklamanın amacı PV cihazların zarar görmesini önlemek ve bunları kullananların can güvenliğini sağlamaktır. Bütün panellerin, inverterlerin tablo ve benzerlerinin metal kısımları topraklanmalıdır.

2. GELİŞME

PV tesislerde aktif olmayan yani normal koşullarda gerilim altında olmayan metal kısımlarının bir iletken üzerinden toprakla birleştirilmesidir. Toprakla bağlantı toprak elektrotları ve kabloları ile yapılır. Topraklama çeşitleri aşağıda verildiği gibidir.

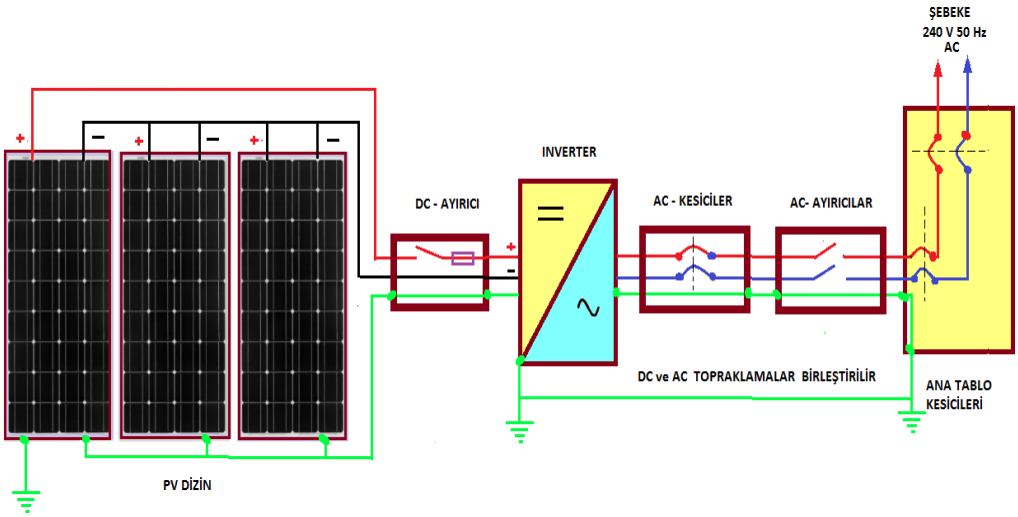
- Koruma topraklaması, Canlıları tehlikeli dokunma gerilimlerinden korumak için işletme araçlarının aktif olmayan metal kısımlarının topraklaması.(Normal şartlarda gerilim altında olmayan kısımlar)
- İşletme topraklaması, İşletme akım devresinin, tesisin normal işletmesi için topraklanması.(Normal şartlarda gerilim altında olabilecek kısımlar)
- Fonksiyon topraklaması, bir işletme tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi için yapılan topraklama. Yıldırım etkilerine karşı koruma, iletişim tesisleri işletme topraklaması. PV enerji sistemlerinin eş potansiyelde olması ve yıldırım gibi yüksek voltajlı etkilerden sistem parçalarının ve canlıların korunması çok önemlidir.

Şekil 2'da topraklama türleri gösterilmiştir.



Şekil 2 Topraklama türleri

Güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren PV paneller kurulum yerleri nedeni ile yıldırımınetki alanı içinde bulunmaktadırlar. PV güç sistemleri mutlak surette topraklanmalıdır. PV güç sistemlerinin işletimde kalma sürelerinin artırılması ve bunların bakımını üstlenen personelin çan güvenliğini sağlamak acısından topraklama önemlidir [2-4]. PV paneller som bakır ve esnek bakır iletkenler ile topraklanırlar.



Şekil 3. PV güç sisteminin topraklanması

PV güç sistemlerine yıldırım düşmesi sonucu PV sistemde büyük hasarlar oluşur. PV sistemin işletmecisi, sistemin durmasından kaynaklanan zararın yanı sıra yüksek tamir bedeli ile karşı karşıya kalır. Bu durumlarla karşılaşmamak için PV sistemin topraklamasına gereken özen gösterilmelidir [5, 6].

2.1 PV Panellerinin Topraklanmalarının Birleştirilmesi

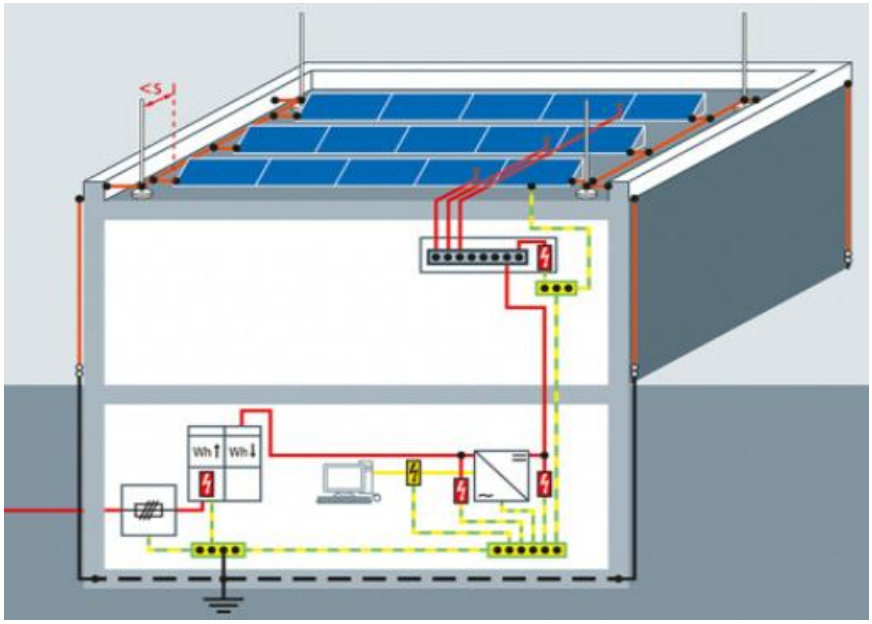
PV paneller; her bir panel topraklama pabucu topraklama vidaları yöntemi ile topraklanmalıdır. PV sistemlerin uygulama alanları, daima eldeki tüm yüzeyi kaplayacak şekilde tasarlandığından mevcut Tesis Topraklama (TT) topraklama sistemiyle entegre edilmeleri gerekmektedir. TT sisteminde, koruma topraklaması alıcının yanında yapılır ve trafoya sadece faz ve nötr kabloları çekilir [7-9].

TT ağında besleme 3 faz (R, S, T) ve Nötr (N) üzerinden topraklama hattı (PE) olmadan sağlanır. Potansiyel eşitlenmesi, sistem içindeki ayrı bir topraklama üzerinden yapılır. Bu durumda nötr hattı, topraklamaya göre daha yüksek bir gerilime sahiptir. Nötr ve toprak hattı arasındaki yüksek gerilime karşı korunmak için bu iki hat arasında da koruma modülü kullanılmalıdır.

Genellikle topraklama elektrotu 2,4 metre uzunluğunda ve 16 milimetre çapında bakır kaplı çelik çubuk olup toprağa çakılmalıdır.

Şekil 4. Topraklama çubuğuna topraklama iletkeninin bağlanması

Topraklama elektrodu ile toprak arasındaki direnç 25 ohm eşit veya daha küçük olmalıdır. Eğer ölçümde direnç 25 ohm'dan büyük olursa ikinci bir topraklama elektrodu birincisinden enaz 1.8 metre uzağa topraklanmalıdır [8-10]. PV tesisin kurulduğu yer kayalık bir toprak ise topraklama elektrodu normal ile 45 derece açı yapacak şekilde ve yüzeyden 76 cm derinliğe çakılmalıdır. PV panelleri montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler ile topraklanır [11]. Şekil 4'te bir PV sistemin topraklamasına ait prensip şeması verilmiştir.

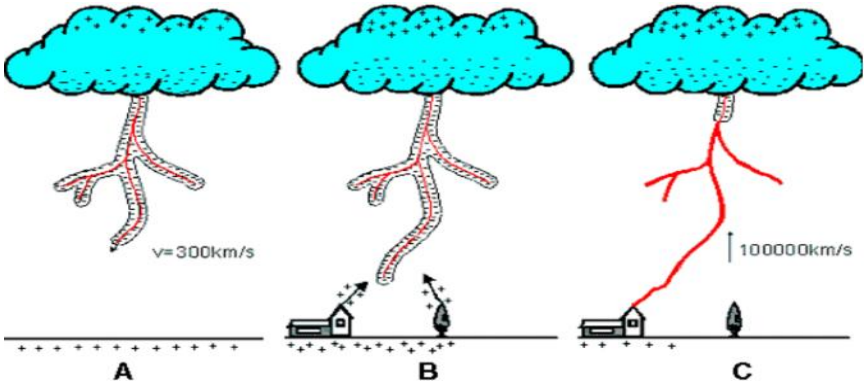


Şekil 5. PV sistemlerde topraklamanın birleştirilmesi

Topraklama çubuğu çevresindeki toprağa iyice temas etmelidir. Topraklama tesisatında iletkenliği iyi olan toprak tabakaları kullanılmalıdır. Tabakalarının kuru olması durumunda çevresi ıslatılmalıdır. Topraklama çubuğu gömüldükten sonra toprak iyice sıkıştırılmalıdır. Taraklayıcının etrafındaki taş ve iri çakıllar yayılma direncini yükselteceğinden bunların temizlenmesi gerekir. Şerit ve çubuk toparlayıcıların yayılma direnci kesitleri ile çevresindeki toprağın iletkenliğine bağlıdır. Topraklamada en güvenli sistem eş potansiyel sistemdir. Bu sistemde tüm topraklamalar birbirine ile birleştirilir. Bu yolla herhangi iki noktada oluşabilecek gerilim farkı önlenmiş hem de tüm noktalarda eş potansiyel sağlanmış olunur.

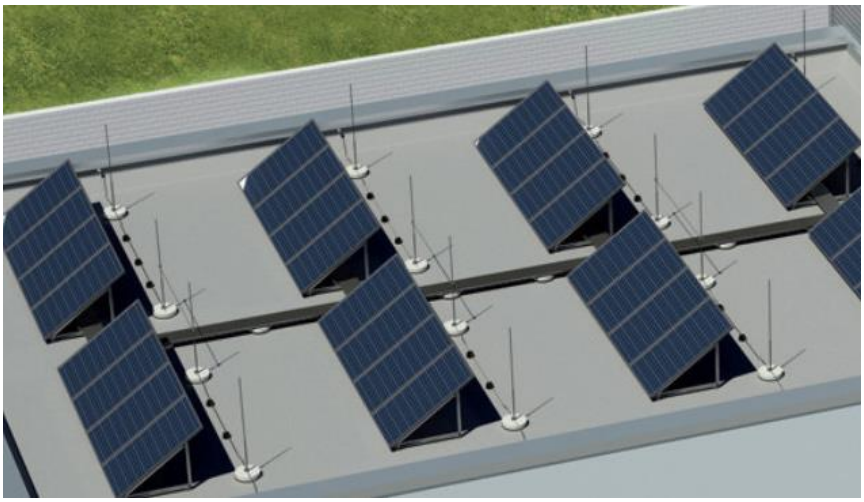
2.2 PV sistemlerin Aşırı Gerilim ve Yıldırımdan Korunması

Yıldırım elektrik yüklerinin bulut ile yer arasında hızlı deşarj olmasından oluşur. Havada bulutlarda asılı bulunan elektrik yükleri hava iyi bir iletken olmadığı için yaklaşık 10 MV gerilim oluşturur. Bu bulutların şarj olması anında, fırtına bulutunun tabanı yere yakın olan kısmı negatif yükle yüklenir. Bu arada yer pozitif yükle yüklenir. Fırtınanın artmasıyla bulutlardaki negatif ve yerdeki pozitif yük ayrışması devam eder. Fırtına şiddetlendikçe bulutla yer arasında bulunan yalıtkan hava iletken hale geçmeye başlar ve bulutla yer arasındaki potansiyel farkı da arttıkça havanın delinmesi kolaylaşır. Havanın delinmesiyle buluttaki yüksek voltaj toprağa deşarj olur. Bu deşarjlarda 2 kA ile 200 kA arası akım akar.



Şekil 6 Yıldırımın oluşma süreci

Atmosferik olaylarda bulutla, bulut arasında voltaj boşalmasına şimşek, bulutla yer arasındaki voltaj boşalmasına yıldırım denilir. Oluşan deşarj isabet ettiği yerlerde büyük hasarlar oluşturur. PV sistemlerin aşırı gerilim ve yıldırımdan korunması sistemin güvenliği açısından önemlidir. PV sistemin topraklanması ile yıldırımdan korunma birlikte analiz edilmelidir. Yıldırımdan korumada kullanılan yakalama uçları bir iletken ile birbirine bağlandıktan sonra topraklama ağına bağlanmalıdır. Koruma açısına göre panellerin yerleştirilmesi ve uzunluğu belirlenecek yakalama uçları ile sahaların yıldırımdan korunma sı Şekil 7'te verildiği gibidir.



Şekil 7. Yakalama uçları ile bu sahaların yıldırımdan korunması

PV sistemler, kurulum yerleri sebebi ile yıldırım düşme tehlikesi riski taşır. PV sistemlerin korunması, tesislerin işletimde kalma sürelerinin artırılması ve yatırımların insan güvenliği açısından önemlidir. PV alanlardaki bütün panellerin kaideleri, som bakır kablo kullanılarak eş potansiyel duruma getirilmelidir. Solar sistemin bulunduğu alanda gözler oluşturulmalıdır. Tüm metal aksam bu gözlere bağlanmalıdır. Kullanılacak bağlantı klemensleri korozyon oluşmaması için paslanmaz özellikli malzemeden olmalıdır.

PV sistemler ve DC/DC ve DC/AC dönüştürücülerin bozulmasının nedeni yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimdir. PV sistemin işletmecisi sistemin durmasından kaynaklanan zararın yanı sıra yüksek onarım ücreti ödemek zorunda kalır. Bu hasarlara engel olmak için uygun olarak planlanmış yıldırım ve yüksek gerilim koruması tedbirlerini almak gerekir. Yıldırıma kıyasla şebeke kaynaklı iç aşırı gerilim darbeleri, harmonikler bileşenler, ani gerilim yükselmeleri özellikle açık arazi kurulan PV sistemlerde çok sık karşılaşılmaktadır. 25ns' de meydana gelen bu darbeler PV sistemlerin devre dışı kalmasına neden olmakta PV tesisin enerji üretimini sonlandırmaktadırlar. Nötr ve toprak hattı arasındaki yüksek gerilime karşı korunmak için bu iki hat arasında gerilime duyarlı direnç (varistör) kullanılır. Varistörlerin görevi gerilim dalgalanmalarını söndürmektir. PV sistemi gerilim dalgalanmalarına karşı korur. Varistör gerilim artığında direnç değeri azalır gerilim değeri azaldığında direnç değeri artar. Bu yolla PV sistemin zarar görmesini önler. PV sisteminin yıldırımdan korunma nedenleri:

- PV güç sisteminin sorunsuz çalışmasını sağlamak,
- Onarım ve hasar maliyetlerini minimum düzeyde tutmak,
- Yıldırımdan korunma sisteminin maliyeti PV sistemin arıza sonucu enerji üretmeme maliyeti ile karşılaştırıldığında çok küçük olması,
- Yıldırım ve ani aşırı gerilim dalgalanmalarının etkisi sonucu PV sistemin zarar görme ihtimali çok fazladır. PV sistemler ya çatıda yada açık alanlarda tesis edilirler. Buralara yıldırım isabet etme riski çok fazladır.
- Ülkemizde yıldırımlı gün sayısı fazla olması.

2.3 Toprakla Hesabı

PV sistemlerde topraklama hesabı aşağıdaki örnek gibi yapılmaktadır:

A: Temel Alanı = 19,2 x 48,6 = 933,1 m^2
β : Toprak Özgül Direnci = 100 Ω
L : Şerit Uzunluğu = 261 m
D : Şerit Çapı (Eşdeğer Alan)
h : Gömülme Derinliği = 1,5 m

$l_ç$: Çubuk Boyu = 1,5 m
I_s : Çubuk Sayısı = 8 adet
R_y: Yatay Topraklama Eşdeğer Direnci
$R_ç$: Dikey Topraklama Eşdeğer Direnci
R_e: Toplam Topraklama Eşdeğer Direnci

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2 \times \sqrt{\frac{933,1}{3,14}} = 2 \times \sqrt{297,2} = 2 \times 17,24 = 34,48\ m^2$$

$$R_y = \frac{\beta}{2xD} + \frac{\beta}{L} = \frac{100}{2x34,48} + \frac{100}{261} = 1,83\ \Omega$$

$$R_ç = \frac{\beta}{8xIç} = \frac{100}{8x1,5} = 8,33\ \Omega$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_y} + \frac{1}{R_ç} = \frac{1}{1,83} + \frac{1}{8,3} => R_e = 1,50\ \Omega$$

TT sistemlerde U_L=*50 V* olduğundan dolayı Kaçak Alım Rölesi Toprak kaçağı *300 mA*' de aktif halde olacaktır.

$$R_e \leq \frac{50\ (V)}{300\ x\ 10^{-3}\ (A)} => R_e \leq 1,67\ \Omega$$

$$1,50\ \Omega \leq 1,67\ \Omega$$

Olduğundan dolayı tesis edilen topraklama sistemi uygundur.

3. SONUÇLAR

PV panellerinin topraklama işlemlerinde bağlantı kesimlerinde değişik malzemelerin kullanılmaktadır. Bundan ötürü bu kesimlerde korozyon oluşur. Bağlantı kesimlerinde paslanmaz malzemeden yapılan nikelajlı cıvata, somun kullanılmalıdır.

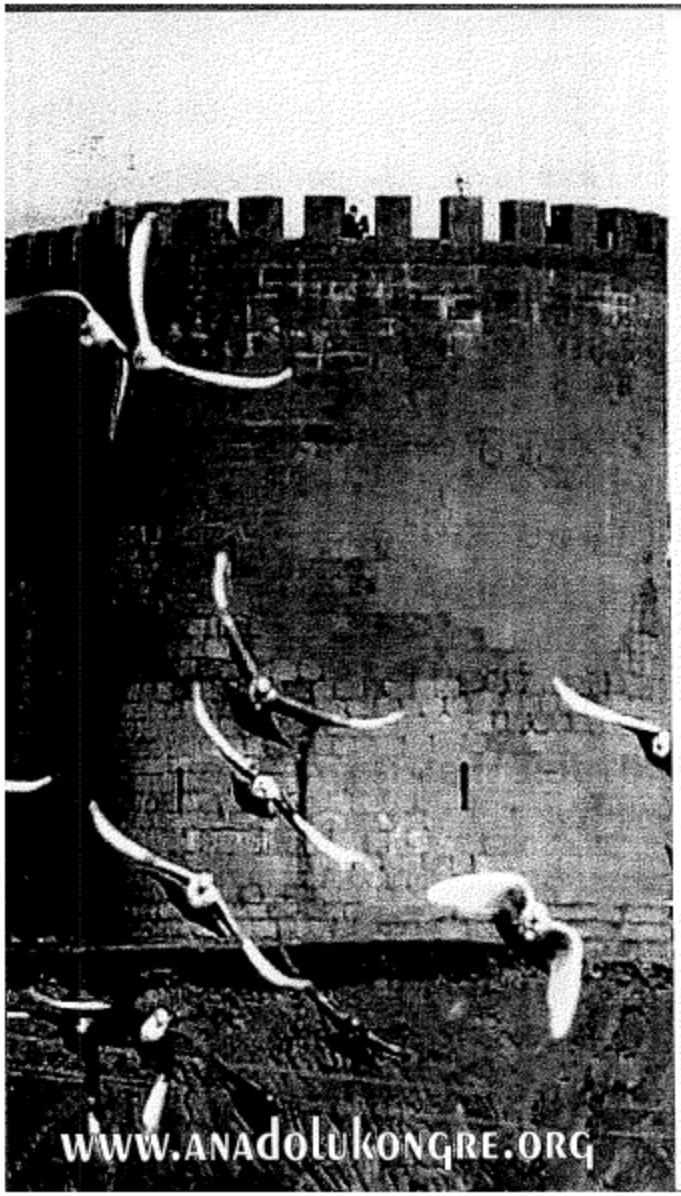
PV tesislerin yıldırımdan korunma tesisatı yapılmadan önce mutlaka bir yıldırım risk hesabı yapılmalıdır. Risk analiz programları kullanılarak da gerçekleştirilebilir. Zemin etütdü, tesisin boyutları, tesis çevresinde buluna orta gerilim ve alçak gerilim hatları, etraftaki yapılar, tesisin çevresindeki dağlık alanlar, yıldırım gelme açısı, bölgedeki yıldırım yoğunluğu gibi durumları incelenmesi gerekir.

PV sistemlerde bir günlük enerji üretmeme maliyeti tüm yıldırımdan korunma sisteminin maliyetinin çok üzerindedir. Topraklama da yapılan harcamayı lüzumsuz görmemek gerekir. Yıldırım sonucu PV sistemde oluşan hasar çoğu kez bir günde telafi edilemez. Yıldırım ve ani aşırı gerilim dalgalanmalarının elektriksel etkisi sonucu tüm sistemlerin zarar görmesine sebep olmaktadır. Açık arazide veya çatıda kurulan PV sistemde yıldırım çarpma riski sıradan bir endüstriyel kuruluşa göre oldukça fazladır.

4. KAYNAKLAR

1) J. C. Hernandez, P. G. Vidal, and F. Jurado, Lightning and surge protection in photovoltaic installations, *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 23, no. 4, pp. 1961–1971, Oct. 2008.
2) N.D. Kokkinos, N. Christofides, and C.A. Charalambous, Lightning protection practice for large-extended photovoltaic installations, *in Proc. Int Lightning Protection,*. Conf. Sep. 2–7, 2012, pp. 1–5.
3) K. Yamamoto, H. Sadatoki and S. Yanagawa, "Overvoltages on a Largescale Photovoltaic Power Plant due to lightning", The 2010 Annual Meeting Record I. E. E. Japan, 7-53, pp.83-84 (2010-3) (in Japanese)
4) Protection against lightning—Part 3: Physical Damage to Structure and Life Hazard 2.0, IEC 62305-3, 2010–12.

5) IEEE Standard 998-2012, IEEE Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations.
6) IEEE Std 81-2012, IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System.
7) http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Konstr%C3%BCksiyonu%20Haz%C4%B1rlama.pdf
8) Y. Kubo, H. Uno, N. Nagaoka, Y.Baba and A.Ametani, Resonance Characteristic of Structure for PV Panel and its Influence on Lightning Surge, *Proceedings of the Twenty-Second Annual Conference of Power & Energy Society. IEE of Japan, Session* 27, No. 254, pp. 5-6 (2011-8) (in Japanese).
9) K. Taketani, "Lightning Protection of PV System", Building Engineering and Equipment Installation of Building, pp. 52 - 57 (2009-9) (in Japanese)
10) Jesus C. Hernandez, Pedro G. Vidal and Francisco Jurado, "Lightning and Surge Protection in Photovoltaic Installations", IEEE Trans., Power Delivery, Vol. 23, No. 4, pp. 1961-1971 (2008-12)
11) IEC 62305-4 Protection against lightning – Electrical and electronic systems within structures
12) Arifoğlu, U., Matlab 9.1-Simulink ve Mühendislik Uygulamaları, Alfa Yayıncılık, 964p. İstanbul-Turkey, 2016.
13) Khan,RAJ.,Power Quality and On-line Harmonics Monitoring in Power Systems, PhD Thesis, RMIT University Australia, pp 117. 2003.



1. Uluslararası

Anadolu

DİYARBAKIR
28-29 ARALIK 2018

Multidisipliner Çalışmalar Kongresi

28-29 Aralık 2018

DİYARBAKIR

Sayın

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK

28-29 Aralık 2018 tarihleri arasında

DİYARBAKIR'da düzenlenen

1. Uluslararası Anadolu Multidisipliner Çalışmalar Kongresi'ne

FOTOVOLTAİK SİSTEMLERDE TOPRAKLAMA VE YILDIRIMDAN KORUMA

isimli eseriyle katılmış; çalışması sözlü olarak sunulmuştur

Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK
Kongre Başkanı