



YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ

**KONSTRÜKSİYONU HAZIRLAMA
MODÜLÜ**

2022-2-TR01-KA210-VET-000098216

**YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİNDE
4.0 STANDARTLARINAGÖRE
YENİ UYGULAMALAR**



Avrupa Birliği Erasmus+ Programı tarafından finanse edilmektedir. Ancak burada yer alan bilgilerin herhangi bir şekilde kullanılmasından Avrupa Komisyonu ve Türkiye Ulusal Ajansı sorumlu tutulamaz.



Bu öğrenme materyali 2022-2-TR01-KA210-VET-000098216 nolu Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinde 4.0 Standartlarına Göre Yeni Uygulamalar projesi kapsamında hazırlanmıştır. Mesleki eğitim eğitimcilerine rehberlik etmesi amaçlanmaktadır. Kullanıcılar için ücretsizdir, satılamaz, çoğaltılamaz. Proje Web Sitesinde (<http://www.renewableenergy40.com>) bire-kitap olarak yayınlanacaktır.

AÇIKLAMALAR

ALAN	Yenilenebilir Enerji Teknolojileri
MESLEK	Güneş Enerji Sistemleri
MODÜLÜN ADI	Konstrüksiyon Hazırlama
MODÜLÜN TANIMI	Güneş enerji sistemlerinin kurulumunda kullanılan konstrüksiyonun hazırlanması ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
YETERLİK	Konstrüksiyon Hazırlamak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Güneş Enerjisi Sistemleri Atölyesi Ortamı Sağlandığında, konstrüksiyonu hazırlama işlemlerini uygulamalı olarak gerçekleştirebileceksiniz. Amaçlar 1. Metal taşıyıcı sistemin (Konstrüksiyon) temel betonunu kontrol edebileceksiniz. 2. İstasyon topraklama bağlantıları yapabileceksiniz. 3. Panel iskelesinin ve montajının yapılması nezaret edebileceksiniz. 4. Panelleri iskelete monte edebileceksiniz.

1. METAL TAŞIYICI SİSTEMİN (KONSTRÜKSİYON) TEMEL BETONUNU KONTROL ETME

Güneş enerji sistemlerinin temel bileşenlerinden olan metal taşıyıcı sistemler zemin temel yapısına uygun olmakla birlikte statik açıdan da güneş panellerini taşıyacak dengede olmalıdır. Metal taşıyıcı sistem, kullanılacağı yere göre üzerinde taşıyacağı güneş panellerinin yanında çevresel yük etkileri altında sabitlendiği yerden çıkmayacak, devrilmeyecek ve kaymayacak şekilde yapılmalıdır. Konstrüksiyon ankraj millerinin sayısı, uzunlukları ve kalınlıkları güneş panel modül yapısına göre tespit edilmelidir. Sürekli etki eden ağırlık yükü yanındarüzgarvekar gibi zaman zaman etkili olan yükler de göz önüne alınmalıdır. Bu durumda en kötü yük koşulları düşünülerek temel ve sabitleme ölçüleri belirlenir. Bu durumda santralin kurulacağı alanın coğrafik ve topoğrafik gibi özellikleri dikkate alınarak gerekli projelendirmeler yapılır. Açık alanlarda kurulacak tesisler için yük hesaplamaları yapan mühendisler (statik konusunda uzman) görev almaktadır. Günümüzde bu tür belirleme işlemleri için kullanılan ve mühendislik işlemlerini içerisinde barındıran bilgisayar programlarından yararlanılır.

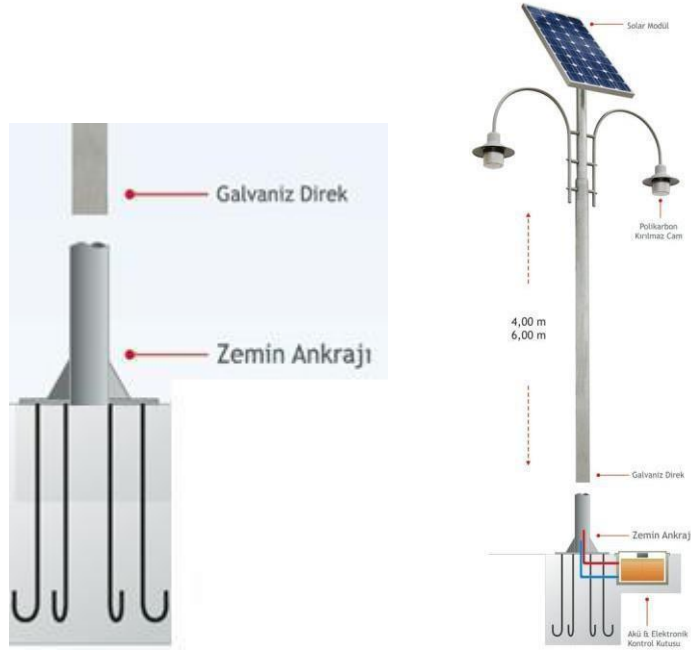
1.1. Ankraj Millerinin Uzunluklarını Ölçme

Ankraj, yapısal bir elemanın başka bir malzemeye ya da elemana, içine sokarak sabitlenmesi yöntemiyle, beraber çalışır hale getirilmesidir. Başka bir ifadeyle ankraji tanımlarsak; betonarme yapılarda çelik donatının beton içerisine bağlanması diye tanımlayabiliriz.



Resim 1.1: Çeşitli ankraj demirleri

Planlama yapılırken yüke uygun olarak ankraj millerinin sayısı ve uzunluğu en az şekilde olmasına dikkat edilir. Metal taşıyıcı üzerinde eğik duran modüller hava akımına karşı direnç gösterirler. Panel ön yüzeyine doğru esen rüzgar panel üzerinde yüksek bir basınç oluşturur. Diğer taraftan panelin arka kalan tarafı ise rüzgar sirkülasyonu olmasından dolayı da daha alçak bir basınç meydana getirir. İşte bu durumda panelin ön ve arka yüzeyinde oluşan basınç farklarından oluşan kuvvete konstrüksiyon dayanabilecek güçte olmalıdır. Projelerde belirlenen ankraj uzunlukları bu açıdan önemlidir. Montaj esnasında bu miller projedeki uzunluklarına uygun olup olmadığı şerit metre ile ölçülerek kontrol edilmelidir. Resim 1.2’de sokak lambasının ankraj milleri ve ankraj temeli görülmektedir.



Resim 1.2: Solar sokak lambası direği zemin ankrağı

1.2. Beton ve Ankraj Millerinin Terazisini Ölçme

Projeye göre metal taşıyıcı sistemin zemine oturacak ayak yerleri işaretledikten sonra hafriyat yapıp ayak temel çukuru, kazma, kürek, küskü ve kepçe ile ölçüsüne uygun olarak kazılır. Açılmış olan çukura yerleştirilmek üzere beton kalıbı hazırlanır. Metal taşıyıcı ayaklarının oturacağı noktalarda açılan çukurlara ankraj demiri yerleştirilmeden bir kaçgün önce 10 cm kalınlığında harç dökülür. Bazı yerlerde beton temeller yerine çelikten yapılmış kazık temeller kullanılabilmektedir (Resim 1.3).



Resim 1.3:Güneş santrallerinde kullanılan çelik temel kazık ve çakma makinesi

Güneş paneli konstrüksiyon ayaklarının ankraj demiri çukur zeminine uygun terazide yerleştirilir. Ankraj demiri çukura yerleştirildikten sonra teknolojik kurallara uygun olarak ankraj temelinin yapılması gerekir. Ankrajın uzun süre konumu bozulmadan durmasını sağlamak için ankrajın üzeri harç ile usullere uygun doldurulup temel yapılır. Metal taşıyıcı ayaklarının düzgün bir şekilde oturması için ankraj demirinin terazisi su terazisi ile dengeye getirilir. Böylelikle Metal taşıyıcı üzerindeki paneller aynı hizada ve düzgün bir yüzey oluşturulacak şekilde monte edilir. Aksi halde dengesiz bir montaj yüzey şeklini bozacağından yüzeylerin birbirleri üzerine gölgelendirme yapabilecekleri gibi sistemin toplam veriminde de kayıplara neden olacaktır. Diğer bir taraftan düzensiz bir panel dizilimi teknik anlamda montaj kalitesini düşürecektir. Resim 1.4'te düzgün bir şekilde teraziye getirilmiş ve montajı yapılmış metal taşıyıcı sistemi görülmektedir.

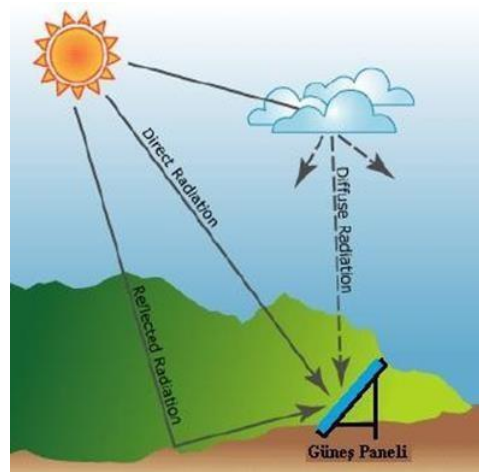


Resim 1.4: Güneş santralinde teraziye dengelenmiş metal taşıyıcı beton ve ankrajları

1.3. Işınım Açısını Belirleme

Yeryüzüne düşen güneş ışığı, doğrudan (direkt ışınım) ya da yayılmış (diffüz ışınım) şekilde olmaktadır. Direkt ışınım güneş yönünden gelir, diffüz ışınım ise gökyüzü katmanlarından yayılmış şekilde ve belirli bir yönü olmayacak şekilde gelmektedir. Böylece gökyüzünden gelen güneş ışığı, direkt ve diffüz ışınımının toplamından meydana gelir. Bu toplam ışınım global ışınım veya toplam ışınım denir. Bu durumda toplam ışınım;

Toplam Işınım=Direkt Işınım+Diffüz Işınım olmaktadır(Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Direkt ve diffüz ışınım

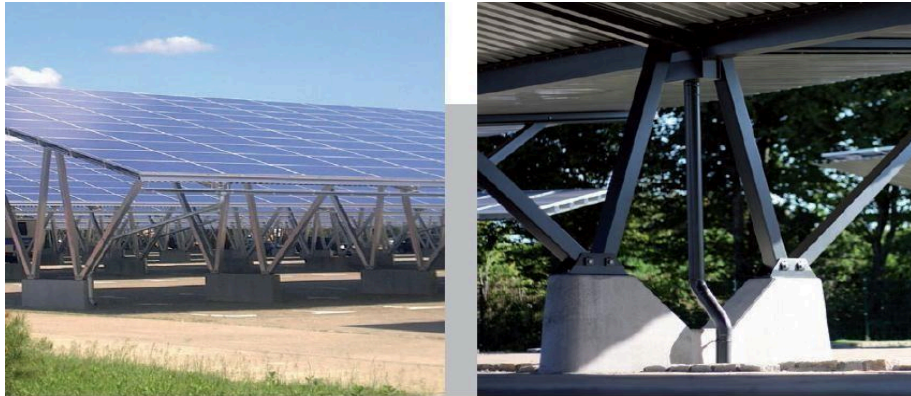
Güneş enerjisinden elektrik üretmek için kurulacak tesislerde ışınım açısının belirlenmesi çok önemlidir. Işınım açısını belirlemek için ise güneşin çizdiği yörüngenin bilinmesi gerekmektedir. Bu durumda güneşin konumu dünyanın her yerinde farklı olarak görülmektedir. Güneş santralinin kurulacağı bölgede güneşin konumu, güneşin yüksekliği ve güneşin azimut açısı ile belirlenmektedir. Güneş ışınımı piranometrelerle, fotovoltaik sensörlerle yapılmaktadır. Bir güneş panelinden elde edilecek enerji miktarının en yüksek düzeyde olması için güneş ışınlarının panel yüzeyine dik bir açı ile gelmesi gerekir. Bunu sağlayabilmek için güneş paneli, yere belli bir açı ile eğik yerleştirilerek güneşten gelen ışınımına dik hale getirilir (Resim1.5).



Resim1.5:Güneşpanelleriningüneşışınlarınıdikolacakşekildeeğimliyerleştirilmesi

1.4. Beton ile güney yönünün 90 derecede olup olmadığına bakma

Güneş ışınlarından elde edilecek elektrik enerjisinin miktarını en üst düzeyde tutmak için güneş panellerinin güneş ışınlarına doğru dik bir eğimle gelecek şekilde tutulması gerektiğini bilmekteyiz. Güneş enerjisinden elektrik üretmek için kullanılan güneş panel dizinlerinin yönü güneye doğru yönlendirilmiş şekilde monte edilmektedir.



Resim1.6:Güneş panellerinin monte edildiği metal taşıyıcı beton şekilleri

Güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonların yönü güneye doğru yerleştirilirken,

konstrüksiyon ayaklarının ankrajlarının sabitlendiği zemin betonları güney doğrultusu ile 90 derece açı yapacak Şekilde olmaktadır (Resim 1.6 ve Resim 1.7). Bu durumda beton temel ve zemininin güney 90 derece olması, beton dökülmeden önce ölçülerek kontrol edilmelidir. Aksi durumda güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonun yönü yanlış oturtulmuş olacak ve panellerden elde edilen enerji de kayıplara neden olacaktır. Bu kayıplar sistem alıŐıka her zaman var olacaktır.

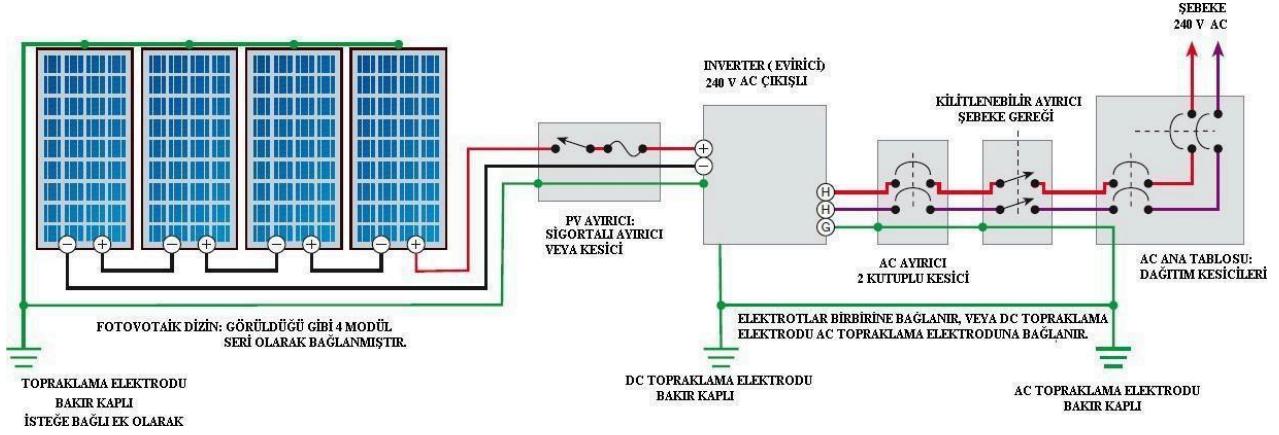


Resim 1.7: Metal taşıyıcıların beton temellere bağlantı Şekilleri

2. İSTASYON TOPRAKLAMA BAĞLANTILARINI YAPMA

2.1. Metal Taşıyıcı Sistemin Ayakları ile Bırakılan Topraklama Uçlarını Birleştirme

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreten foto-voltaik sistemler, kurulum yeri kurulum alanı sebebi ile yıldırım düşme tehlikesi riski taşırlar. 50 volt dc gerilimden daha fazla bir gerilim üreten fotovoltaik sistemler mutlaka topraklanmalıdır. Binaların ve foto-voltaik sistemlerin korunması, tesislerin işletimde kalma sürelerinin artırılması ve yatırımların güvenliği açısından önemlidir. Güneş panelleri, montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler ile topraklanırlar. Foto-voltaik sistemlerin bozulmasındaki en büyük etken genellikle yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimdir. Bu gibi durumlarda foto-voltaik sistemin kullanıcısı, sistemin durmasından kaynaklanan zararın yanı sıra yüksek tamir bedeli ile karşı karşıya kalır. Bu hasarlara engel olmak için birbirine uygun olarak tasarlanmış yıldırım ve yüksek gerilim koruması kullanılmalıdır. Şekil 2.1'de şebekeye bağlı bir foto-voltaik sistemin topraklama prensip şeması görülmektedir.



Şekil 2.1: Şebekeye bağlı bir fotovoltaiğin topraklama şeması



Videoyu oynatmak için resim üzerine tıklayınız veya aşağıdaki linki kopyalayıp tarayıcınız ile açınız.

https://www.youtube.com/watch?v=qQTgvo3_jiQ



Videoyu oynatmak için resim üzerine tıklayınız veya aşağıdaki linki kopyalayıp tarayıcınız ile açınız.
<https://www.youtube.com/watch?v=-TvUuJTSMCM>

Fotovoltaik panelleri taşıyan konstrüksiyonlar topraklama hattı ile üzerlerinde monte edilen topraklama pabuçları üzerinden topraklamaları yapılmakta ve en son topraklama sisteminde tüm iletkenler birleştirilmektedir. Resim 2.1,,de metal taşıyıcıların topraklanma aşaması görülmektedir.



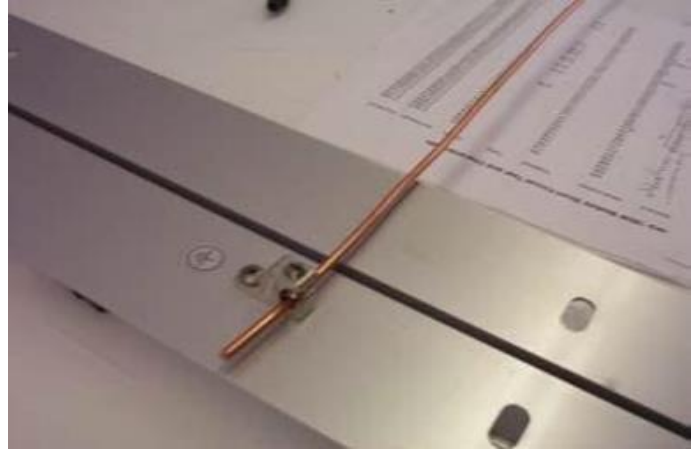
Resim 2.1: Metal taşıyıcı sistem ayaklarının topraklanması

Fotovoltaik (PV(Photo-Voltaic)) modüller; her bir modül montaj rayları üzerinden veya topraklama pabucu ya da ekipman topraklama vidaları yöntemi ile topraklanması gerekmektedir. Başka bir yöntemde her bir modül üzerinde bulunan topraklama pabucuna topraklama teli bağlandıktan sonra aynı tel taşıma rayları üzerindeki topraklama pabucuna bağlantı yapılarak gerçekleştirilir.

Tüm modül çerçeveleri, modül topraklamanın zorunlu olduğu ülkelerde, düzgünce topraklanmalıdır. Fotovoltaik modüllerin metalik çerçevelerinin topraklanması için belirlenen teçhizat, modülün açıkta kalan metal çerçevelerini topraklama için bağlanmalıdır. Her durumda, topraklama vidaları, cıvatalar ya da diğer parçalar modülün montaj parçalarından ayrı olarak kullanılmalıdır. Resim 2.2'' de fotovoltaik panellerin birbirine bağlantısının doğru ve yanlış yapıları görülmektedir.



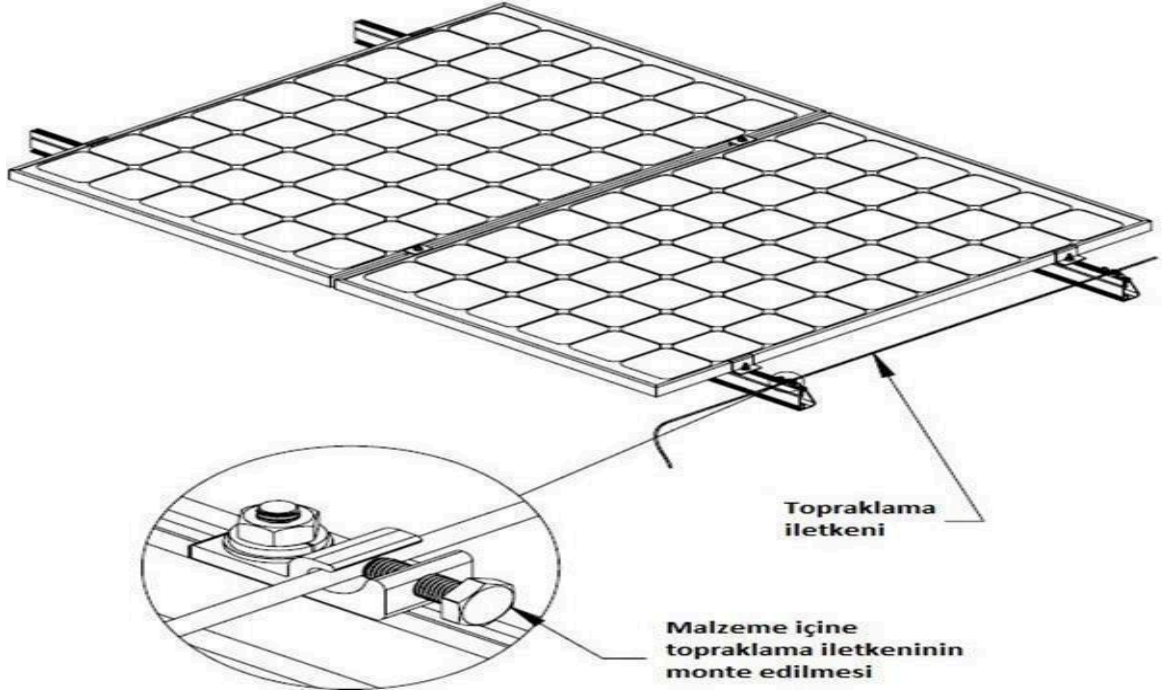
Resim 2.2:a) Yanlış pabuç ve tel kullanımı



Resim 2.2 b) Paslanmaz topraklama vidası ile doğru yapılmış sürekli topraklama bağlantısı

Yenilenebilir enerji üreten foto-voltaik sistemler, kurulum yeri ve kurulum alanı sebebiyle yıldırım düşme tehlikesi riski taşır. Binaların ve foto-voltaik sistemlerin korunması, tesislerin işletimde kalma sürelerinin artırılması ve yatırımların güvenliği açısından önemlidir. Güneş panelleri, montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler ile topraklanır. Foto-voltaik sistemlerin bozulmasındaki en büyük etken genellikle yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimdir. Bu gibi durumlarda foto-voltaik sistemin kullanıcısı, sistemin durmasından kaynaklanan zararın yanı sıra yüksek tamir bedeli ile karşı karşıya kalır. Bu hasarlara engel olmak için birbirine uygun olarak tasarlanmış yıldırım ve yüksek gerilim koruması kullanılmalıdır

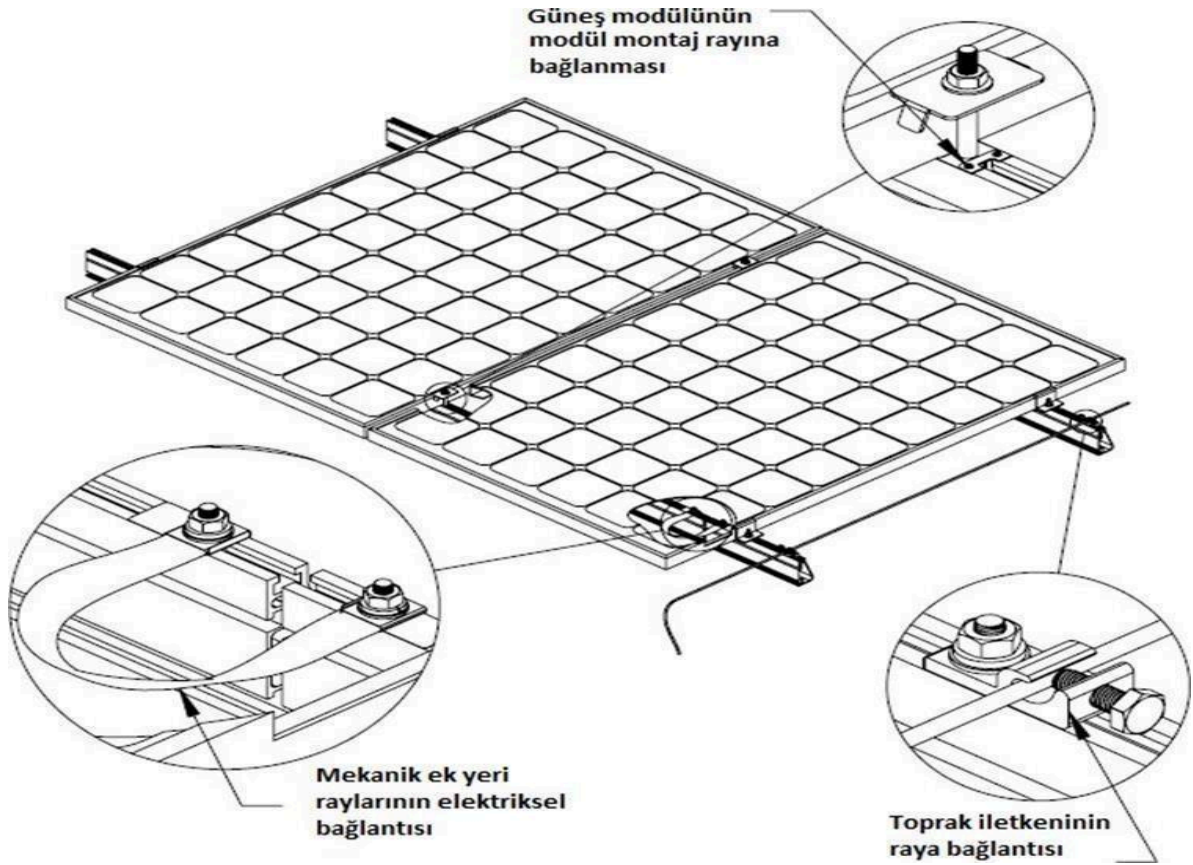
Güneş panellerinin metal olan çerçeveleri metal taşıyıcı montaj rayının üzerinde olduğu için, güneş panelleri montaj raylarının topraklanması güneş panellerini de topraklamış olacaktır.



Şekil 2.2: Güneş panellerinde topraklama iletkeninin bağlanması

Foto-voltaik sistemlerin uygulama alanları, daima eldeki tüm yüzeyi kaplayacak şekilde tasarlandığından mevcut topraklama sistemiyle entegre edilmeleri gerekmektedir. TT (Tesis Topraklama) sisteminde, koruma topraklaması alıcının yanında yapılır ve trafoya sadece faz ve nötr kabloları çekilir.

Güneş panelleri metal montaj rayları üzerine monte edilirler. Güneş panellerinin metal çerçevesi ve montaj rayı iletken olduğu ve birbirlerine temas ettiği için güneş paneli montaj rayının topraklanması güneş panelini de topraklamış olacaktır. Güneş paneli montaj raylarının ek yerleri de elektriksel olarak birbirine bağlanmalıdır(Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Güneş panellerinin montaj rayı bağlantısı



Resim 2.3: Topraklama Bağlantı Elemanları

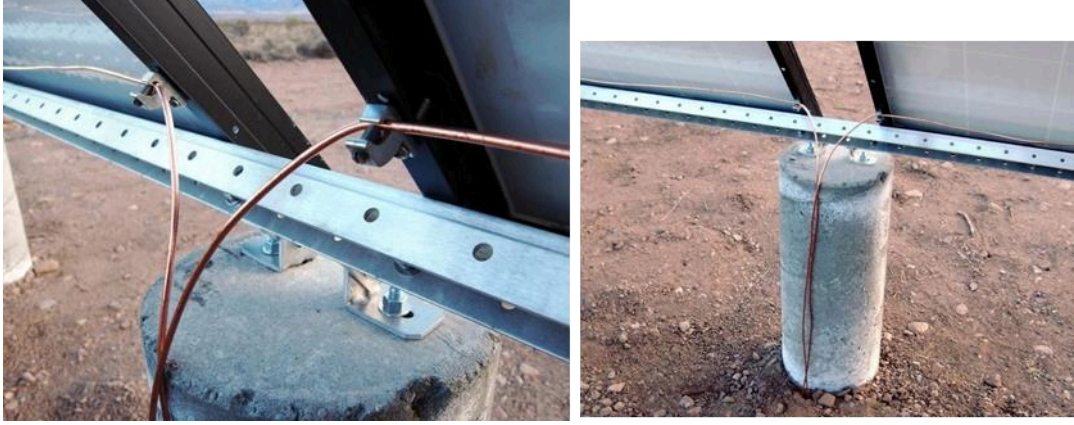
2.3. Gruplandırılmış Topraklama Ünitesi Saha Topraklamasına Bağlama

Sistemde kullanılan topraklama elektrodu sistemde yer alan farklı sayıdaki cihaz sayısı kadar olabilmektedir. Yaygın olarak kullanılan topraklama elektrodu 2.4 metre uzunluğunda ve 16 milimetre çapında bakır kaplı çelik çubuk olarak toprağa çakılmaktadır.

Topraklama çubuğu tüm uzunluğu boyunca toprakla temas etmesi gerekmektedir. Topraklama elektroduna kablo bağlantısı yapılması için toprak altında kalacak şekilde bağlantı

kelepçeleri kullanılır. Topraklama elektrodu ile toprak arasındaki direnç 25 ohm veya daha az olmalıdır. Bu ölçümleri yapmak için topraklama direnci ölçen cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer ölçümde direnç 25ohm'dan büyük olursa bu durumda bağlanacak olan ikinci topraklama

elektrodu ilkinden en az 1.8 metre uzakta olmalıdır. Eğer kayalık bir toprak ise topraklama elektrodu normal ile 45 derece açı yapacak şekilde ve yüzeyden 76 cm derinliğe çakılabilir. belirtilen uygulamalardaki gibi saha topraklamasına bağlantıları yapılarak topraklanırlar(Resim 2.3).



Resim 2.4: Saha topraklamasının yapılması

3. PANEL İSKELESİNİN VE MONTAJININ YAPILMASI

3.1. Metal İmalatı ve Kaynak İşleri

Metal taşıyıcı sistem, güneş santrallerinin iskeleti konumundadır. Kullanılacak olan güneş panellerinin taşınması ve elektriksel bağlantılarının yapılması için kullanılacak temel zemin metal taşıyıcı sistemlerdir. Metal taşıyıcı sistemlerin montajının yapılacağı alan önce- den uzun süren fizibilite çalışmasının bir sonucu olarak tespit edilmektedir. Yapılan ölçümler ve veriler doğrultusunda kullanılacak metal taşıyıcı sistemin şekli, büyüklüğü, temel detayları ortaya çıkmaktadır.

Proje safhasında santralin kurulacağı alanın muhtemel maruz kalacağı rüzgâr, yağmur, kar gibi çevresel koşullar göz önünde tutularak metal taşıyıcı sistemlerin tasarımı yapılmaktadır. Metal taşıyıcı sistemin bir diğer yükü de güneş panellerinin özgül ağırlıklarıdır. Birleştirme kaynak işleri yapılırken bunlarda göz önünde bulundurulur.

Metal taşıyıcı sistemlerin metal aksamalarının imalatı yapılırken kaynak yerlerinin kaynak öncesi ve sonrası temizliği çoğu zaman kaynağın en önemli işlemlerinden biridir. Bunun için direnç kaynağında olduğu gibi kimyasal ya da elektrik ark kaynağında olduğu gibi mekaniksel yöntemler kullanılır. Diğer yandan kalın parçaların kaynak eklerinin istenen sağlamlıkta olabilmesi için birleşecek kenarlara kaynak ağzının açılmış olması gerektiğine dikkat edilmelidir. En önemli hususlardan bir diğeri de metal imalatında projede belirtilen ölçülere uygun imalat yapılmasıdır.

3.2. Çalışma Ortamının Düzenlenmesi

Metal imalat işlemlerinde artan ya da kullanıma uygun olmayan malzemelerin ortadan kaldırılmasıdır. Çalışma alanının temizliği ve düzeni açısından kullanım dışı olan malzemelerin ortadan kaldırılmalıdır. Geri dönüşüm ön planda tutularak malzemenin cinsine göre ayrılıp geri kazanımı sağlanmalıdır. Bu tür bir işlem çalışma güvenliği açısından da son derece önemlidir. Çalışma ortamının güvenlik tedbirlerine uygun olarak düzenlenmesi muhtemel iş kazalarını önceden engellemiş olacaktır.

3.3. Metal İskeletin Yönünü Tespit Etme

Güneş panellerinden enerji üretimini en üst seviyeye çıkarmak için güneş panellerini taşıyan metal iskeletin gün doğuşundan, gün batımına dek güneş ışığını en doğru açıda görececek şekilde sistemlere ihtiyaç duyulur. Bu güneş(solar) enerji sistemleri, güneş panelini pek çok farklı yöntemle doğru açıda tutarak güneş enerjisinden elektrik üretimini en üst düzeye çıkarır.

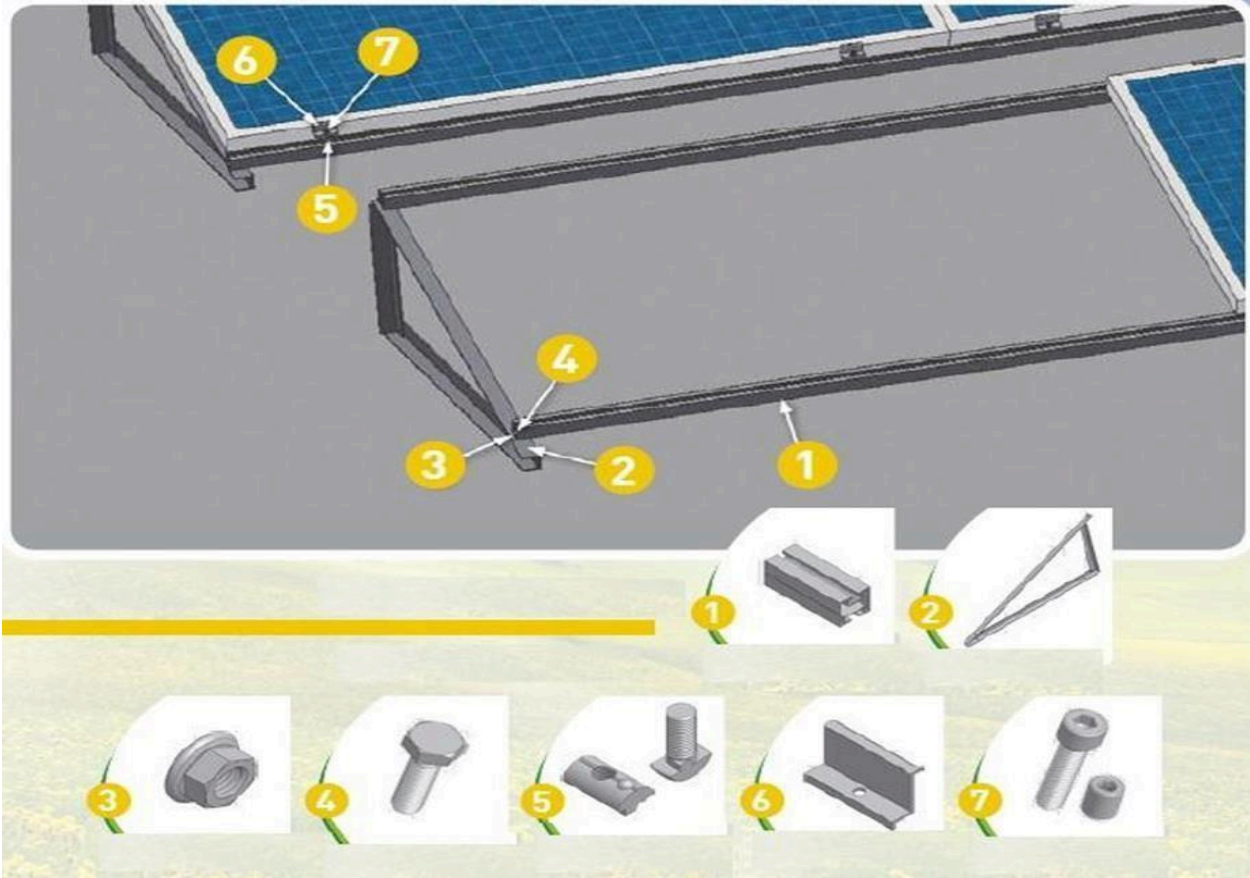
Metal taşıyıcı iskeletin (konstrüksiyonun) montajı yapılmadan önce yön kontrolü yapılmalıdır ve sistem güneşe bakacak şekilde monte edilmelidir. Ayrıca metal iskeletin kurulacağı alanın diğer metal iskeletleri, ağaç ve binadan dolayı gölgelenmeyecek bir alana yerleşmesine dikkat edilmelidir. Sistem kurulmadan önce pusula yardımıyla yön ve gölge hesapları yapılmalıdır. Güneş panellerinin verimli olarak çalışabilmesi için yönünü güneşe bakması gerekmektedir.

Güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonların yönü güneşe doğru yerleştirilirken, konstrüksiyon ayaklarının sabitlendiği zemin betonları güney doğrultusu ile 90 derece açı

yapacak şekilde olmaktadır. Aksi durumda güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonun yönü yanlış oturtulmuş olacak ve panellerden elde edilen enerjide kayıplara neden olacaktır. Bu kayıplar sistem çalıştıkça her zaman var olacaktır. Resim 3.1'de güney doğrultusunda ve güneş ışınlarını en iyi şekilde alacak konumda montajı yapılan bir sistemin tüm detayları görülmektedir.



Resim 3.1: Güneye doğru montajı yapılmış metal iskelet sistemi



Resim 3.2: Metal taşıyıcı sistem ve bileşenleri

3.4. Metal Bileşenlerin Uygun Malzemeler ile Birleştirilmesini Sağlama

Metal taşıyıcı sistem birleştirilirken uygun malzemelerin kullanılması montaj sistemin

uzun ömürlü olmasına ve dış ortamın vereceği zararlara karşı daha dayanıklı olmasına yardımcı olacaktır. Rüzgâr, yağmur, kar ve panellerin ağırlığına maruz kalan metal bileşenlerin birleştirilmesi konusunu daha önemli tutmaktadır. Unutulmaması gereken en önemli husus doğru malzemelerin uygun araçlarla ve en sağlam şekilde montajının yapılmasıdır.

Metal bileşenlerin çeşitliliği oldukça fazladır. Bu konuda üretim sektöründe aynı amaca hizmet eden birden fazla çeşit malzeme bulunabilmektedir. Her üretici kendi tasarımı olan elemanları kullanmakta ve satmaktadır. Bu durumda malzemenin kullanım yerini bilmek ve üretici kataloglarını dikkatlice incelemek montajda kolaylık sağlayacaktır. Resim 3.2 de bir metal taşıyıcı ve bileşenlerinin detayları görülmektedir.

Metal taşıyıcı sistemlerde panellerin konstrüksiyona montajının yapıldığı raylar kullanılmaktadır. Bu raylar ayrıca topraklama işleminin de yapıldığı temel malzemelerdendir (Resim 3.3).



Resim 3.3: Panel sabitleme topraklama rayı

Metal taşıyıcı sistemlerde panellerin ve metal sistemin montajında kullanılan bir başka eleman da kanal somunudur. Bu eleman yardımı ile ray içine yerleştirilen somun sabitleme parçaları ile paneller sabitleştirilir (Resim 3.4).

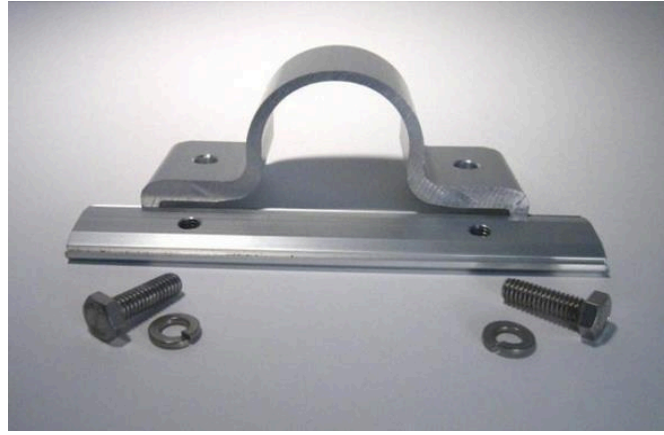


Resim 3.4: Kanal somunu

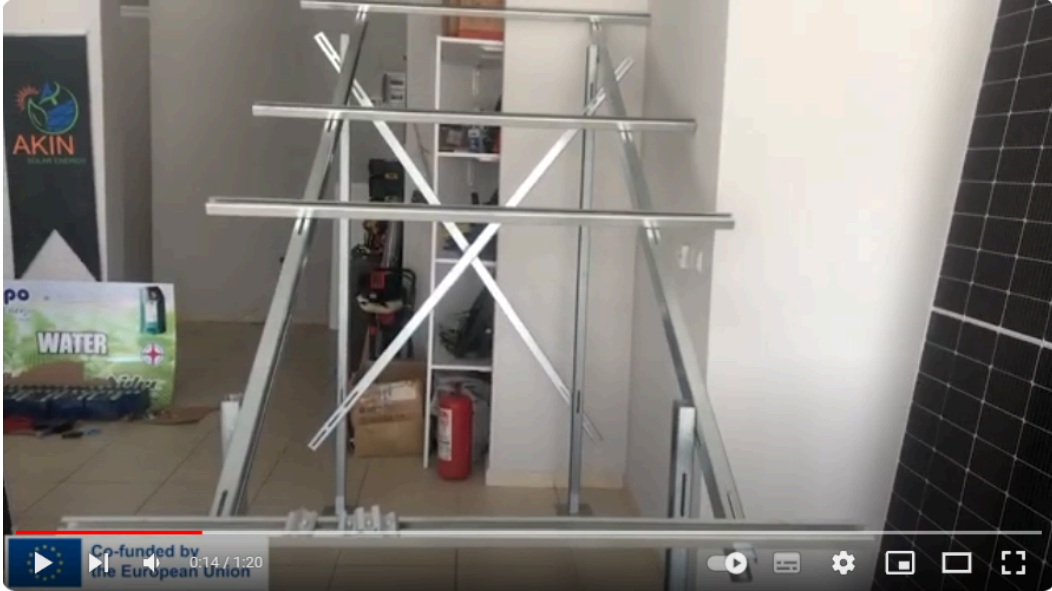
Metal konstrüksiyonun birleştirmelerinde kelepçeler kullanılmaktadır. Böylelikle metal sistemler bu elemanlar ile sağlamlaştırılmış ve sabitlenmiş olur. Kullanılan kelepçeler gelen anlamda aynı işlevi görecektir şekilde konstrüksiyonun cinsine ve imalatçı firmaya göre değişiklik arz edebilmektedir. Resim 3.5 ve Resim 3.6'da çeşitli kelepçe resmi görülmektedir.



Resim 3.5: Genel uç kelepçesi



Resim 3.6: Boru tip konstrüksiyonlar için kullanılan montaj kelepçesi



Videoyu oynatmak için resim üzerine tıklayınız veya aşağıdaki linki kopyalayıp tarayıcınız ile açınız.
<https://www.youtube.com/watch?v=bCvDjVPY8Xk>

4. PANELLERİ İSKELETE MONTE ETME

4.1. Panelleri Profil Üzerine Serme

Güneş enerjisi santrali kurulumunda panellerin üzerine yerleştirileceği metal taşıyıcılar (konstrüksiyon), güneşten en fazla enerji alacak şekilde panel yüzey yönü ve açısı ayarlanarak konumlandırılmıştır. Tüm bunlardan sonra projeye uygun seçilmiş olan güneş panelleri dikkatli bir şekilde montajı yapılacak konstrüksiyon üzerine yerleştirilmelidir. Güneş panellerinin rüzgar yükü, kar yükü ve kendi özgül ağırlıkları sistemi olumsuz etkileyip zarar görmemeleri için konstrüksiyon üzerine uygun ekipmanlar kullanılarak montajı yapılmalıdır. Montaj esnasında panellerin düzgün bir hizada olması gerekir(Resim 4.1).



Resim 4.1:Güneş panellerinin dizilmesi esnasında aynı hizada tutulması

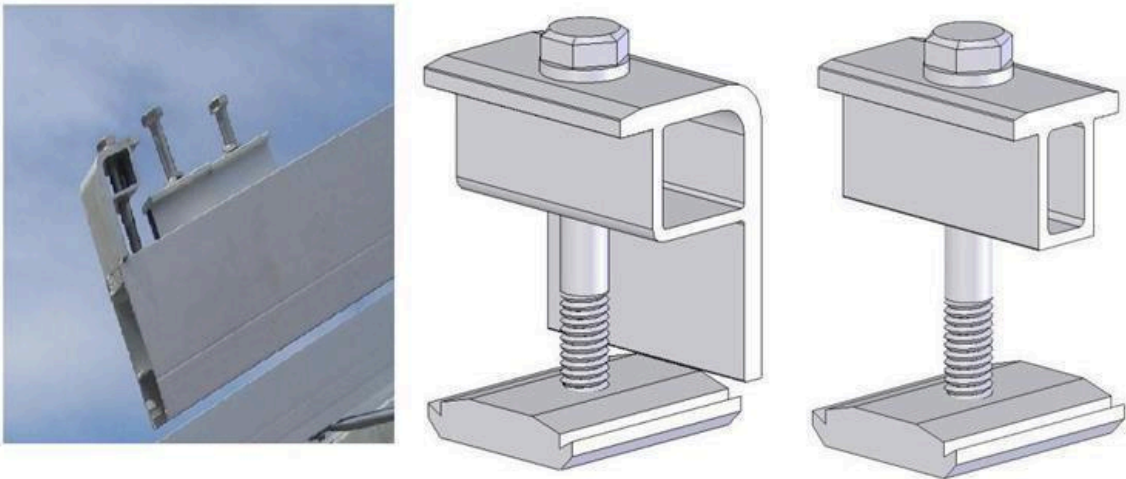
Güneş panelleri konstrüksiyon üzerinde ilk sıra düzgün bir şekilde sıralanıp sabitlendikten sonra diğer üst sıraya geçilir. Sabitleme esnasında sonlandırıcı sabitleme elemanı ile paneller arasında ise ara sabitleme elemanı kullanılır.



Resim 4.2: Güneş panellerinin profiller üzerine serilmiş hali

4.2. Bağlayıcılar Panelleri Sabitleme

Panellerin konstrüksiyon üzerinde sabitlenirken bağlayıcı veya sabitleyici elemanlar kullanılır. Bu bağlantı elemanları sonlandırıcı ve orta sabitleyici eleman(kelepçe) olarak iki şekildedir.

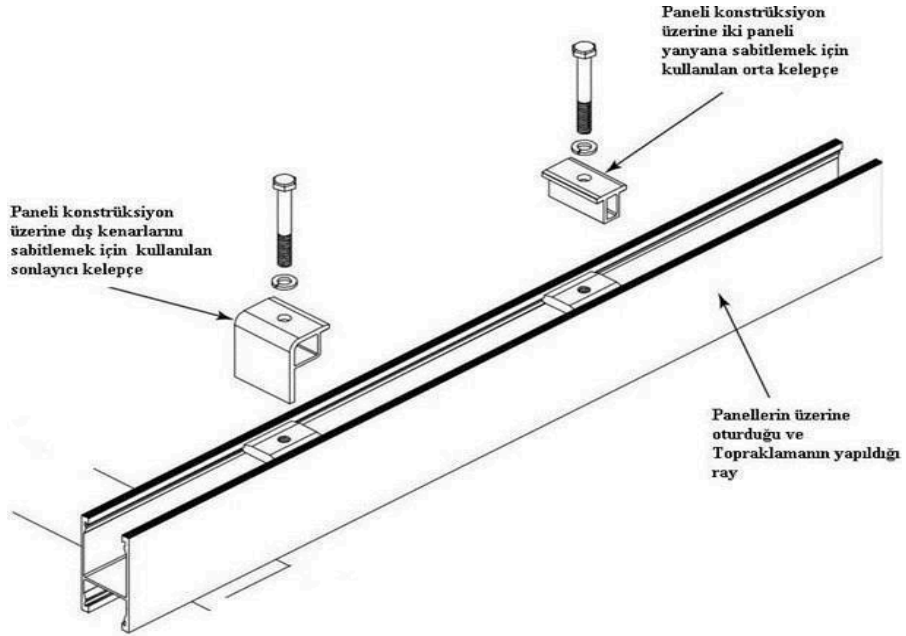


Şekil 4.1: Sonlandırıcı ve sabitleme bağlantı elemanları

Panellerin arasında kullanılan ara bağlantı elemanları veya kelepçeleri çok iyi şekilde monte edilmelidir. Bunun için uygun el aletlerinin kullanılması ve uygun torkta vidaların sıkılması sağlanmalıdır. Montajda bağlantı boşlukları tekrar sıkılma işlemi yapılarak kalınmalıdır. Bu durum rüzgâr kuvvetlerine karşı sistemin dayanımını arttıracaktır.



Şekil4.2.Güneşpanelininrayüzerinemontajelemanları



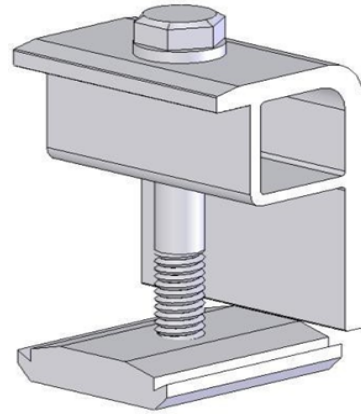
Resim 4.3:Panel arasında kullanılan ara bağlantı elemanı (kelepçesi) nin sıkılma işlemi



Videoyu oynatmak için resim üzerine tıklayınız veya aşağıdaki linki kopyalayıp tarayıcınız ile açınız.
<https://www.youtube.com/watch?v=afds8iyZKk0>

4.3. onlandırıcı ile Panelleri Sabitleme

Güneş panelleri taşıyıcı metal sistem üzerine dizildikten sonra taşıyıcı raylarının sonrasında sabitlenir. Sabitleme esnasında değişik şekillerde sabitleme elemanı ya da diğer bir deyişle sonlandırıcı sabitleme kelepçeleri kullanılmaktadır. Resim 4.4'te sonlandırıcı sabitleme elemanı görülmektedir.



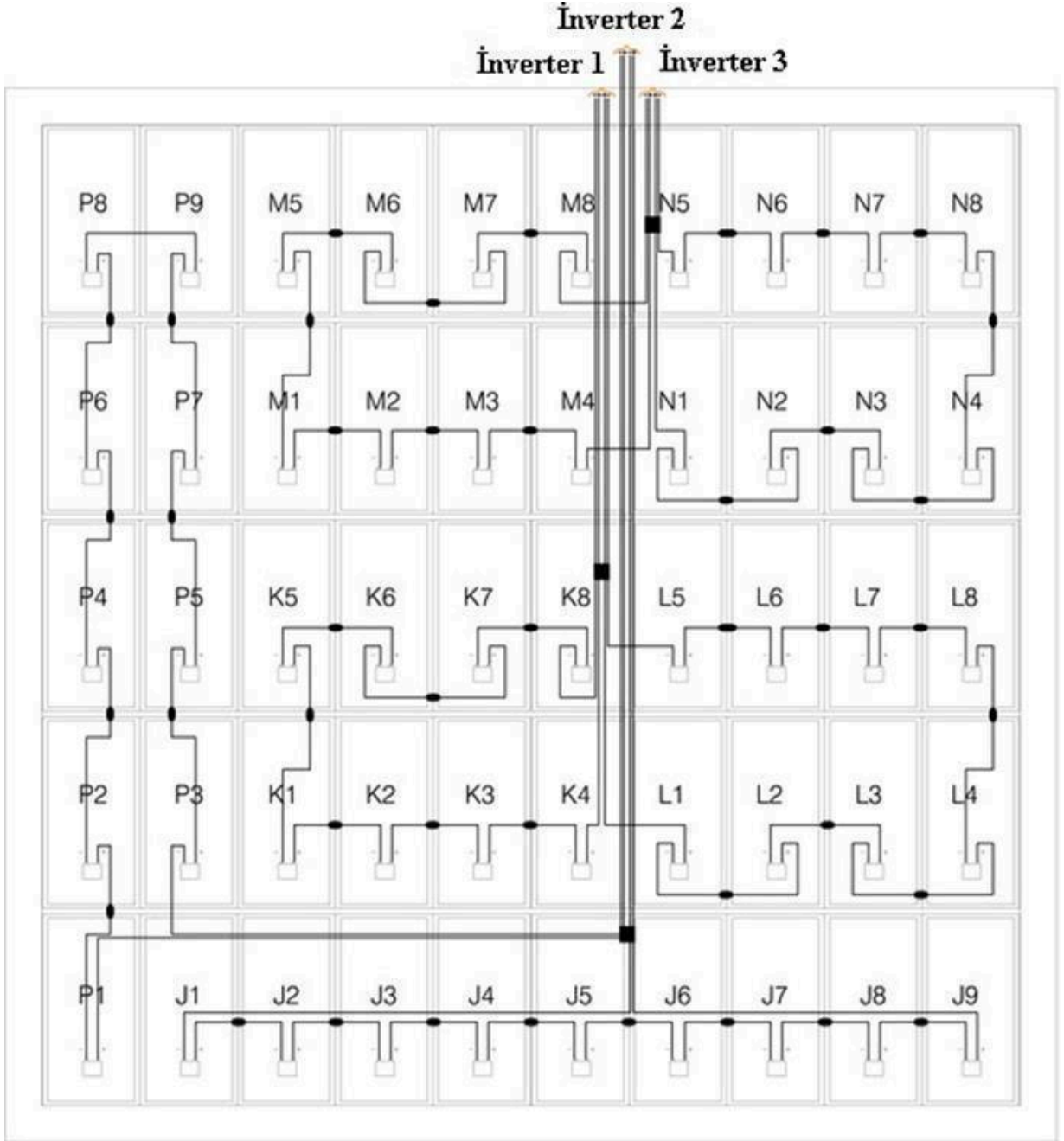
Resim 4.3:Sonlandırıcı sabitleme elemanı

4.4. Elektrik Projesine Göre Panellerin Geçiş Bağlantılarını Yapma

Taşıyıcı metal sistemin montajından sonra paneller metal taşıyıcı sistem üzerindeki raylar üzerine düzgün bir şekilde sıralanarak bağlantı elemanları ile sabitlenir. Bütün bu mekanik işlemlerden sonra panellerin elektriksel bağlantılarına sıra gelmektedir. Panellerin bağlantıları projede belirtilen şekilde takip edilerek yapılması gerekir.

Bildiğiniz gibi güneş modülleri farklı seviyede gerilim ve akımı elde edebilmek için

birbirine gruplar halinde seri ve paralel olarak bağlanır. Bağlantının biçimi sistemin hedeflenen gücüne ulaşmak için projelendirme esnasında yapılır. Projeye göre sıralanan güneş panelleri bu plana göre birbirlerine bağlanır. Şekil 4.3'te 3 Eviriciye (İnverter) bağlanacak olan güneş panellerinin kendi aralarındaki bağlantı şeması verilmektedir



Şekil 4.4:Paneller arası bağlantı şeması

Bağlantı için solar sistemlerde kullanılan solar kablolar ve konnektörler veya soketler kullanılır (Resim 4.5).



Resim 4.5:Solar kablo soketleri

Güneş panelleri projede belirtilen şekilde birbirlerine bağlanır. Bağlantı kablolarına soketler takıldıktan sonra bağlantı işlemi yapılır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus panellerin güneş ışığında olduğu ve bağlantı esnasında enerji üretiyor olmasıdır. Bu da can güvenliği açısından önemli bir durumdur. Enerji altında çalışıyor olmak tehlikeli bir durumdur. Bunun önüne geçmek için bazen panellerin üzeri örtülmekte ve ışıkla teması kesilmektedir. Yalnız bu durum çok büyük santraller için mümkün olmamaktadır. Bu yüzden bu tür tesislerde bağlantı yapılırken dikkatli davranmalı ve uygun yalıtkan malzemeler kullanılmalıdır. Resim 4.5'te paneller arası kablo bağlantısı görülmektedir.



Resim 4.6:Paneller arası kablo geçişleri

KAYNAKÇA

- Eshia Enerji SL. (2024). *Eğitim notları*. Eshia Enerji SL. <https://www.eshia.es/>
- N2 Anima GmbH. (2024). *Eğitim notları*. N2 Anima GmbH. <https://n2anima.com/>
- Avrupa Komisyonu. (2024). *Fotovoltaik Cođrafi Bilgi Sistemi*.
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html
- Kıvanç Solar Panel Üretim Tesisi. (2024).
- Keçel, S. (2007). *Türkiye'nin Değişik Bölgelerinde Eysel Elektrik İhtiyacının Güneş Panelleri ile Karşılanmasına Yönelik Model Geliştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ewing, R. A. (2003). *Power with Nature: Solar and Wind Energy Demystified* (1st ed.). Pixyjack Press.
- Foley, G. (2005). Fotovoltaik enerji: Gelişmekte olan dünyanın kırsal alanlarında uygulamaları. In A. Kandemir (Ed.), *Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş.* (pp. 10-42). Ankara.
- Gilbert, M. M. (2004). *Renewable and Efficient Electric Power Systems*. John Wiley & Sons.
- Güven, S. Y. (2006). Güneş pil destekli çevre aydınlatma ve sulama sisteminin örnek bir uygulaması. *Mühendis ve Makine*, 548, 46-48.
- Quaschnig, V. (2005). *Understanding Renewable Energy Systems*.
- Körođlu, T., Teke, A., Bayındır, K. Ç., & Tümay, M. (2010). *Güneş paneli sistemlerinin tasarımı*. Çukurova Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü.
- Solargis sro. (2024). *Solargis sro*. <https://solargis.com/>
- Elektrik Mühendisleri Odası Mersin Şubesi. (2019). *GES Kitapçığı*.
- Ceylan, İ., & Gürel, A. E. (2022). *Güneş Enerjisi Sistemleri ve Tasarımı*.
- Entegro Enerji Sistemleri. (2024). *Entegro Enerji Sistemleri*. <https://entegro.com.tr/>
- Eşme, U. (2023). *Ders notları*. Tarsus Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- MEB. (2022). *Yenilenebilir Enerji Sistemleri MEGEP modülleri*.
- Solarvizyon. (2023). *Solarvizyon*. <https://solarvizyon.org/>
- 123RF. (2024). *123RF*. <https://www.123rf.com>
- Durak, M., & Özer, S. (2012). *Güneş Enerjisi: Teori ve Uygulama*.
- Phonosolar. (2024). *Phonosolar*. <http://www.phonosolar.com/>
- Smart Güneş Teknolojileri. (2024). *Smart Güneş Teknolojileri*. <https://www.smartsolar.com.tr/>
- Öztürk, A., & Dursun, M. (2011). *2, 10 ve 20 KVA'lık Fotovoltaik Sistem Tasarımı*. Düzce Üniversitesi.
- Göktekin Enerji. (2023). *İşletme ve bakım checklist*.