

# ÇATI STATİĞİ ÇÖZÜMLERİ

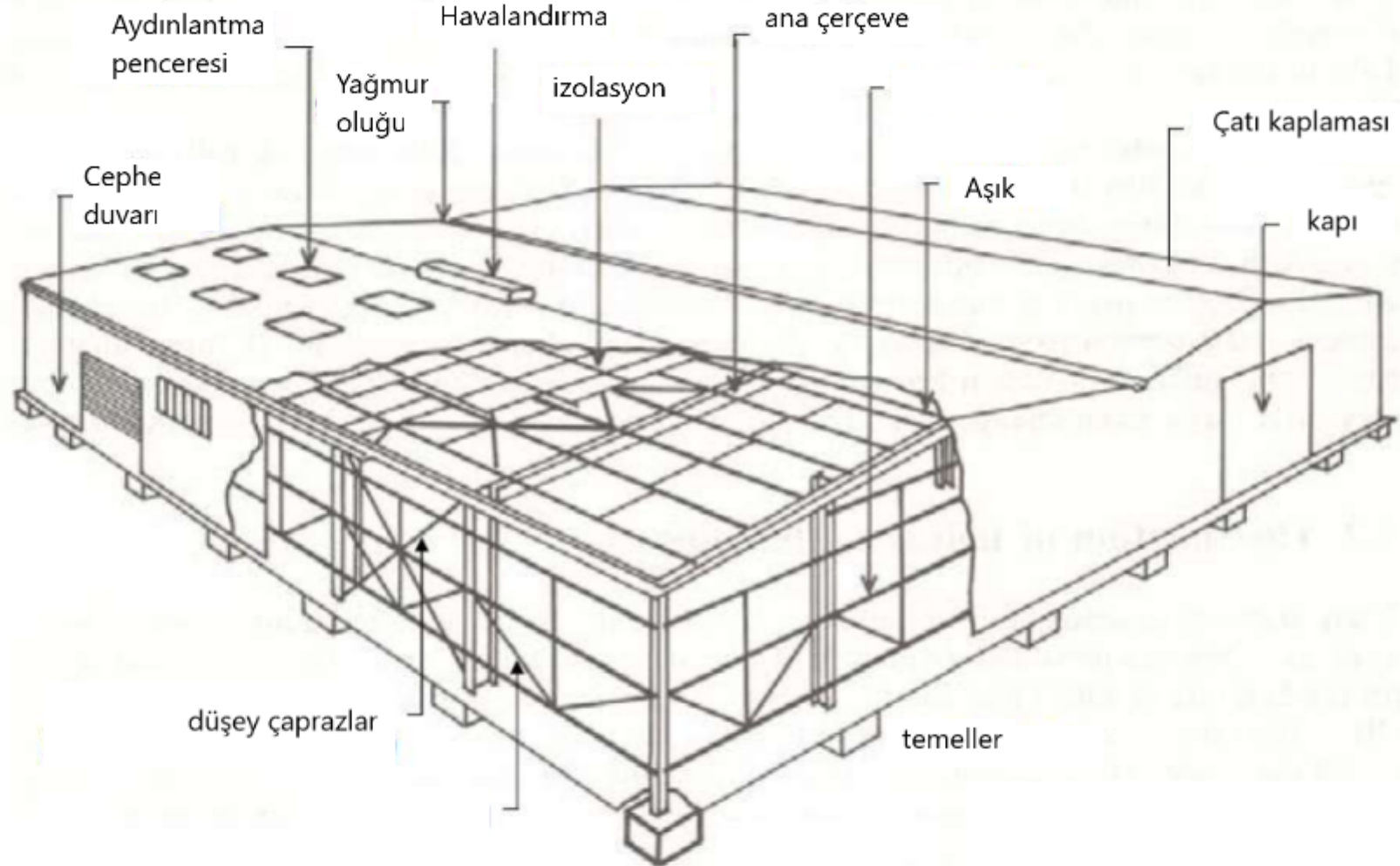
Doç. Dr. Hakan T Türker  
Bursa Uludağ Üniversitesi

# İÇERİK

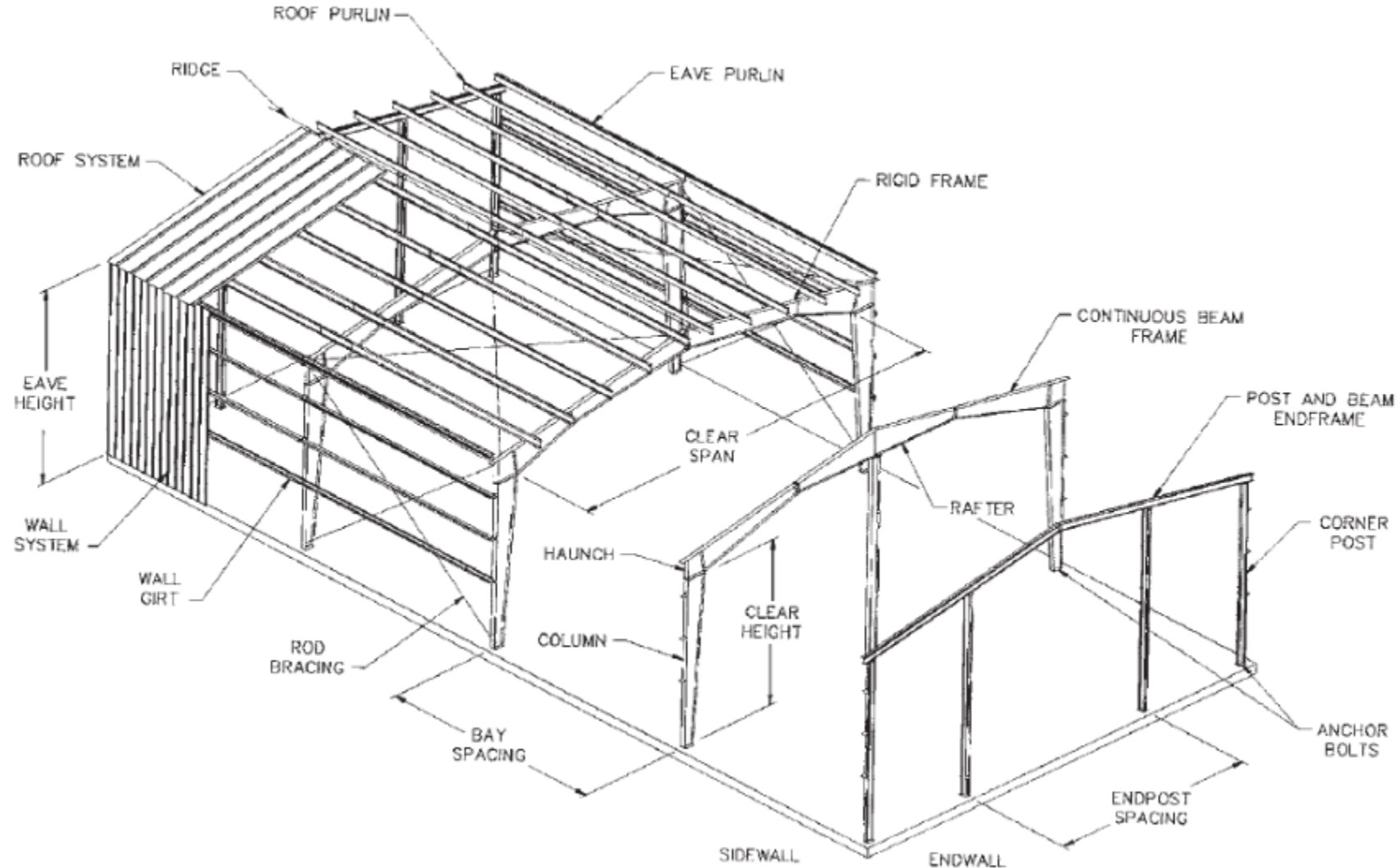
- ENDÜSTRİYEL YAPILARIN BİLEŞENLERİ
- GES ÇATI UYGULAMALARI
- TEKNİK AÇIDAN TAŞIYICI SİSTEM DEĞERLENDİRİLMESİ
- MEVZUATTA TAŞIYICI SİSTEM DEĞERLENDİRİLMESİ
- GES İN MEVCUT YAPININ GÜVENLİĞİNE RİSK OLUŞTURMA POTANSİYELİ NEDİR?

# ENDÜSTRİYEL YAPILARIN BİLEŞENLERİ

# Endüstriyel Yapıların Bileşenleri



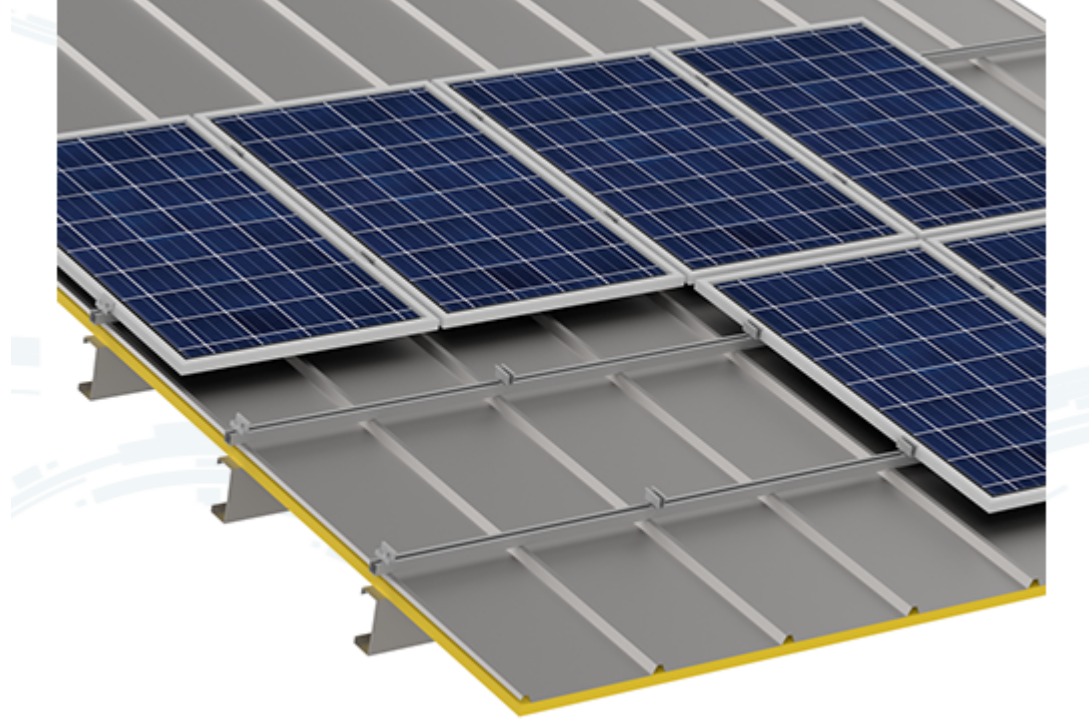
# Endüstriyel Çelik Yapıların Bileşenleri



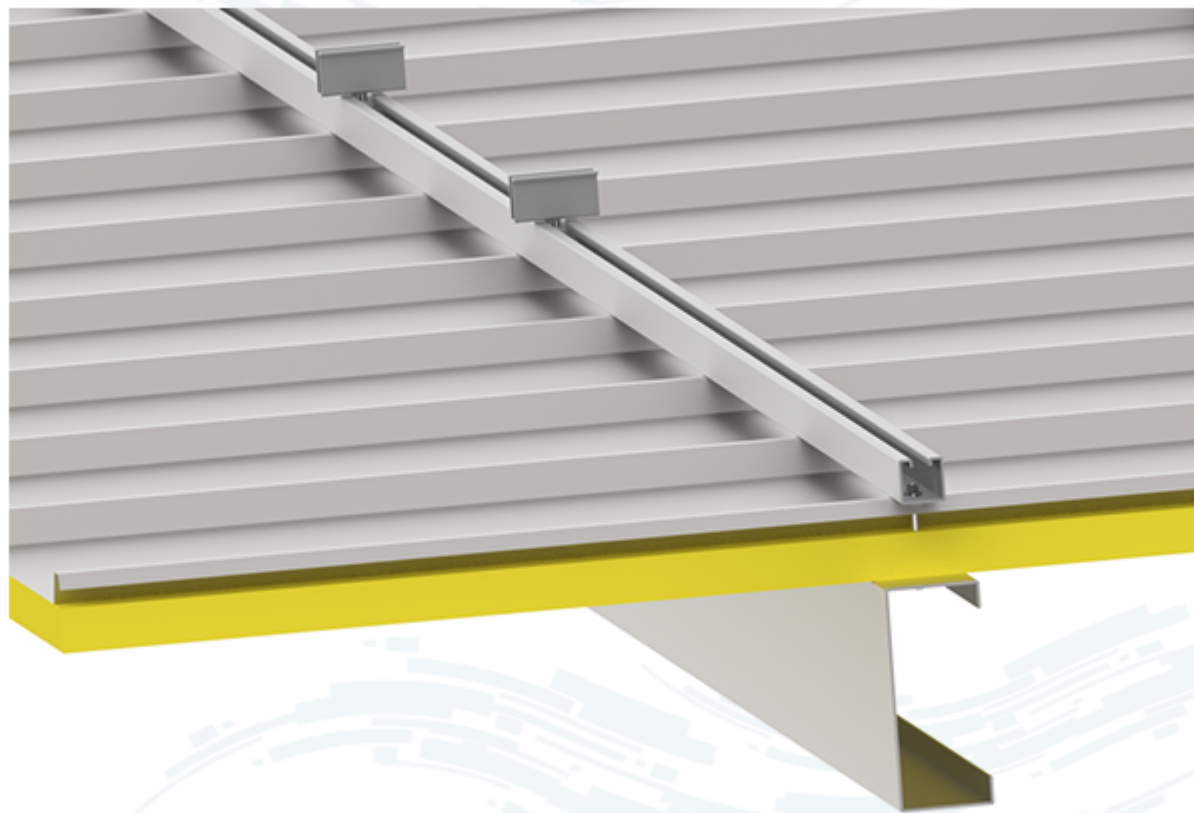
GES ÇATI UYGULAMALARI



# Çatı Montaj Sistemlerine Örnek



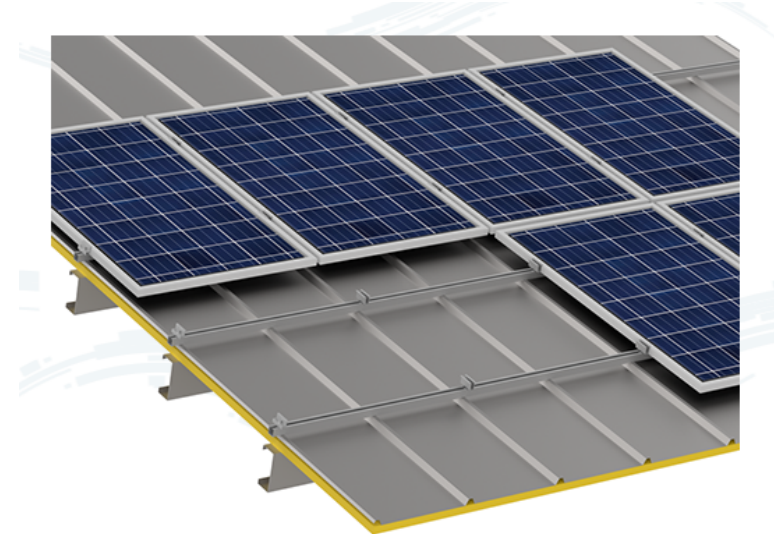




TEKNİK AÇIDAN  
TAŞIYICI SİSTEM  
DEĞERLENDİRİLMESİ

# Güneş Enerji Sistemleri - Taşıyıcılık

- Mevcut Yapı
  - Mevcut Yapının Kapasitesi Yeterli mi?
  - Performans analizi gerekebilir
- GES i taşıyacak sistem
  - Profil, panel, bağlantı elemanları tasarımı



# Mevcut Yapının Kapasitesi Yeterli mi?

- Proje Var  $\checkmark \rightarrow$  Projeye uygun yapılmış  $\checkmark$ 
  - Proje üzerinden hesaplar yapılabilir
- Proje Var  $\checkmark \rightarrow$  Projeye uygun yapılmamış X
  - Performans analizi gerekir
- Proje Yok X
  - Performans analizi gerekir



# Performans Analizi

- Yapının rölevesi çıkarılır
  - Taşıyıcı sistemin boyutları, detayları (donatı dizilimi, stabilite bağları vb.)
- Kullanılan malzeme özellikleri bulunur
  - Tahribatlı ve tahribatsız test yöntemleri ile (karot, kupon gibi)
- Taşıyıcı sistemin modellenmesi yapılarak performans analizleri yapılır

MEVZUATTA  
TAŞIYICI SİSTEM  
DEĞERLENDİRİLMESİ

# TAŞIYICI SİSTEM KONTROLLERİ

- Lüy Kapsamında Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Tesislerinin Tip Şartnamesi

# GES Taşıyıcı Sistem Statik Hesapları

Teknik Uygulama Sorumlusu (TUS), bu şartnamenin 2.3.7.b maddesinde belirtilen inşaat tasarımının uygunluğunun görüşünü ruhsat veren kurumdan veya Yapı Denetim Şirketinden alabilmesi için 5.1 ve 5.2 maddelerinde belirtilen teknik hususlara göre tasarım yapması gerekmektedir.

## 2.3.7

- b) Tesis sahibinin yetkili kıldığı Teknik Uygulama Sorumlusu (TUS), uygulamaya başlamadan önce bu şartname çerçevesinde hazırlamış olduğu inşaat (statik) tasarımını ruhsat veren kurum veya Yapı Denetim Şirketine sunar. Ruhsat veren kurum veya Yapı Denetim Şirketi bu tasarıma ilişkin olumlu veya olumsuz görüşünü (Tasarım Uygunluk Belgesi) 15 iş günü içerisinde yazı ile bildirir.



## 5.1 Mevcut Yapıya Entegreli veya Çatı Uygulamalı PV Sistemler

### 5.1.1 Mevcut Yapı Taşıma Kapasite Tahkikleri

- Mevcut çatı üzerinde ve çatıya paralel kurulmuş PV (GES) sistemi tasarlanması durumunda, mevcut yapı taşıyıcı elemanlarının taşıma kapasitesi kontrol tahkikleri 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 olduğu ruhsat veren kurum veya Yapı Denetim Şirketi tarafından kontrol edilmelidir.

## 5.1.2 Mevcut Yapı Genel Bilgileri

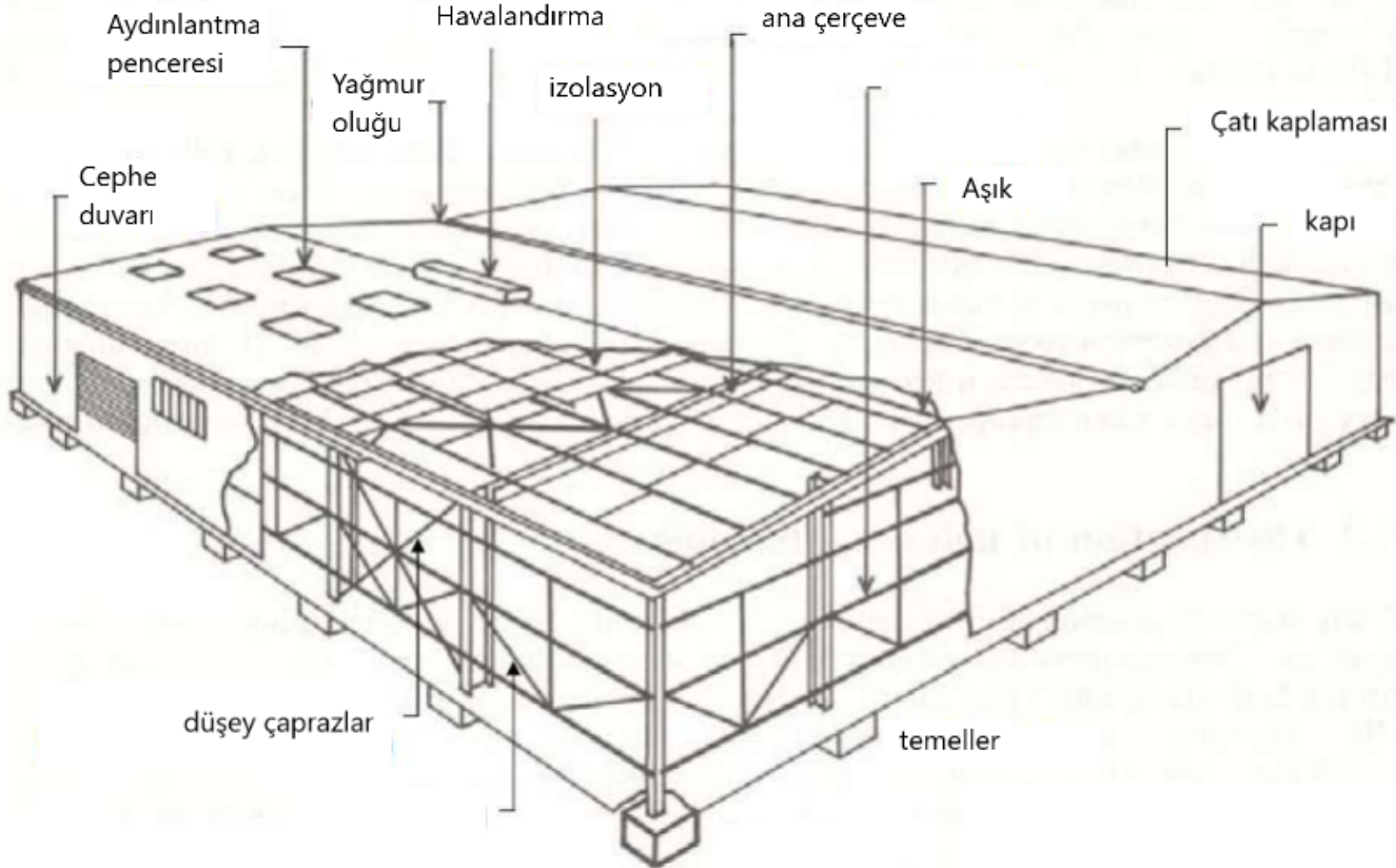
- PV (GES) sistemin kurulacağı mevcut yapının taşıyıcı sistem bilgileri ruhsat veren kurum veya Yapı Denetim Şirketinden temin edilmelidir. Ruhsat veren kurumdan veya Yapı Denetim Şirketinden mevcut yapının taşıyıcı sisteminden temin edilecek belge ve bilgiler aşağıda özetlenmektedir.
- Mevcut yapının 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,

## 5.1.3 Mevcut Yapı Taşıyıcı Sistem Kapasite Kontrolleri

- 5.1.3.1 Mevcut Aşık veya Mertek Elemanlarının Kesit ve Sehim Tahkikleri
- 5.1.3.2 Mevcut Çatı Kaplamasının Yük Taşıma Kapasite Tahkikleri
- 5.1.4 Mevcut Yapıya Entegreli GES Tesislerinin Alt Karkas Elemanları Yük - Gerilme - Sehim ve Birleşim Hesapları

GES İN MEVCUT YAPININ  
GÜVENLİĞİNE RİSK OLUŞTURMA  
POTANSİYELİ NEDİR?

# GES ten gelen ilave Ağırlık



# GES ten gelen ilave Ağırlık

Çatı Döşemesi:

Çatı Kaplaması	0.2 kN/m <sup>2</sup>
Aşıklar	0.1 kN/m <sup>2</sup>
tesisat Yüğü	0.25 kN/m <sup>2</sup>
Çelik konstrüksiyon	<u>0.3 kN/m<sup>2</sup></u>
	g= 0.85 kN/m <sup>2</sup>
Kar Yüğü	q= 0.75 kN/m <sup>2</sup>
	g+q 1.6 kN/m <sup>2</sup>
GES ten gelen yük	0.17 kN/m <sup>2</sup>

Panel sisteminin Çatı Yüklerine Oranı **%10**



Bardağı taşıran son damla !



Suç son damlanın mı ??

Dinlediđiniz için teŝekkür ederim



# GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ HESAP VE PROJE DÜZENLEME ESASLARI

## • 1.GENEL ESASLAR

- a. İl Özel İdaresi, Belediye, OSB vb. idarelerden Güneş Enerji Santrali (GES) yapımına uygun olduğuna dair yazı alınacaktır.
- b. Mevcut binanın çatısına veya cephesine, Güneş Enerji Santrali (GES) tesisinin yapılması durumunda; mevcut yapının, yeni yapılacak GES tesisini emniyetli taşıdığına ve sakıncalı bir durumun olmadığına dair statik hesabı yapılmalı ve GES tesisinde 2.MEV CUT YAPI VE GES TAŞIYICI SİSTEM STATİK HESAPLARIN DÜZENLENMESİ ve 3.MEV CUT YAPI VE GES TAŞIYICI SİSTEM PROJE ÇİZİM DÜZENLENMESİ maddeleri göz önüne alınarak hazırlanan statik hesap ve projeleri mevcut yapının ruhsatından sorumlu olan kurum tarafından onaylatılmış olarak dosyalar ekinde TEDAŞ'a sunulması gerekmektedir.
- c. Proje müllifinin; inşaat mühendisliği diploması, Serbest İnşaat Mühendisliği Belgesi (SİM) ilgili idarelerden tanzim edilerek dosyasına konulacaktır.
- d. Yapının çizim ve statik hesapları proje müellifi (inşaat mühendisi) tarafından imzalanmış ve ilgili kurumlardan onaylatılmış projelerin, dijital ortam verileri (CD) dosya ekinde TEDAŞ'a sunulmalıdır

# GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ HESAP VE PROJE DÜZENLEME ESASLARI

- 2. MEVCUT YAPI VE GES TAŞIYICI SİSTEM HESAP DÜZENLENMESİ:

Mevcut yapının taşıyıcı sistemi, yeni yapılacak ges tesisini güvenle taşıdığı statik hesaplarda belirtilmeli; Mevcut yapının aşıklar, çatı kaplama malzeme kesit özellikleri verilmelidir.

Mevcut aşıklar, çatı kaplaması ve güneş paneli alt karkas elemanlarının özellikleri, boyutları, tahkikleri hesaplar aşağıda belirtilen şekilde oluşturulmalıdır.

- a) Statik hesap raporlarında İçindekiler kısmı oluşturulmalıdır.
- b) Tasarımı yapılacak olan güneş paneli alt karkas elemanlarının; mesnet sistemi seçimi, kullanılan malzemelerin özellikleri, seçilen elemanların kesitleri, analiz kabulleri, mesnet-mafsallanma durumlarının 3 ve 2 boyutlu tasarım modellerinin görsel program data verileri statik hesap rapor ekinde sunulmalıdır.

# GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ HESAP VE PROJE DÜZENLEME ESASLARI

- 2. MEVCUT YAPI VE GES TAŞIYICI SİSTEM HESAP DÜZENLENMESİ:
  - c) Yapıya etkiyen tüm yükler aşağıda belirtildiği şekilde tasarımı yapılan modele etki ettirilmeli ve bu yüklerin modeller üzerindeki görsel verileri statik hesap rapor ekinde sunulmalıdır;
    - Güneş paneli alt karkası kesit elemanlarının zati yükleri,
    - Güneş paneli, bağlantı elemanları ve varsa malzeme ekipman (inveter, pano vb.) ilave yükleri,
    - Tasarım kullanılacak düşey hareketli yükler;
      - Tam kar yükleri,
    - Tasarımda kullanılacak yatay hareketli yükler;
      - Yapı cinsine göre rüzgâr yükü,

# GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ HESAP VE PROJE DÜZENLEME ESASLARI

- 2. MEVCUT YAPI VE GES TAŞIYICI SİSTEM HESAP DÜZENLENMESİ:
  - d) Yapıya etkiyen en olumsuz yük kombinasyonları oluşturularak aşağıda belirtilen tahkiklerin yapılması gerekmektedir.
    - Mevcut aşık elemanlarının; çatı kaplama yükü, kar yükü, güneş panel yükü ve güneş paneli alt karkas yükü altında aşık taşıma kapasite kontrolleri yapılmalı
    - Güneş panel alt karkas elemanlarının çatı kaplamasına (sandviç panel veya tek kat trapez saca) perçinlendiği tasarlanarak; Güneş panel alt karkas elemanlarının ezilme ve perçinlerin de kesme kuvveti tahkikleri yapılmalı
    - Mevcut çatı kaplama malzemesinin (sandviç panel veya tek kat trapez sac) aşık mesafelerine göre ne kadarlık yaylı yük taşıdığına katalog bilgilerindeki verileri baz alınarak çatı kaplamasının kar yükü, güneş panel yükü ve güneş paneli alt karkas yükü altında kapasite kontrolü yapılmalı
    - Güneş panel alt karkasının gerilme, malzeme sehimi ve birleşim tahkikleri yapılmalıdır.

# GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ HESAP VE PROJE DÜZENLEME ESASLARI

- 3. MEVCUT YAPI VE GES TAŞIYICI SİSTEM PROJE ÇİZİM DÜZENLEMESİ:
  - a) Proje Müellifi, GES tesisi statik hesaplarındaki değerlerine, tanımlamalarına, özelliklerine, tahkiklerine, birbirleriyle uyumluluklarını ve teknik çizim esaslarını göz önüne alarak uygulama projelerini aşağıda öngörülen şekilde hazırlamalıdır.
  - b) Betonarme ve Çelik uygulama projelerinin çizim düzeninde Vaziyet planı: 1/200 veya 1/100, Uygulama planları: 1/50-1/25-1/20, Detay çizimleri:1/10-1/5-1/2 ölçekleri kullanılarak projelendirme işlemleri yapılacaktır.
    - GES tesisinin mevcut binanın çatı vaziyet oturumunun planları oluşturulmalı ve statik hesabı yapılan ges karkas modülü bulut içerisinde gösterilmeli,
    - Mevcut yapının plan ve kesitleri oluşturulmalı ve Mevcut karkas elemanlarının isimleri (mevcut kolon, mevcut kiriş, mevcut aşık, mevcut çatı kaplaması vb.) tariflenmelidir.
    - Mevcut yapının üzerine ges tesisinin güneş panel yerleşimi yapılan plan ve kesitleri oluşturulmalı,

# GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ HESAP VE PROJE DÜZENLEME ESASLARI

- 3. MEVCUT YAPI VE GES TAŞIYICI SİSTEM PROJE ÇİZİM DÜZENLEMESİ:
  - Ges tesisinin çelik ve alüminyum alt karkas planı ve kesitleri oluşturulmalı
  - Ges tesisinin numaralandırılmış montaj planları oluşturulmalı,
  - Ges tesisinin çelik karkas planlarında tanımlanan elemanlarının imalat resimleri oluşturulmalı,
  - Ges tesisinde çelik, alüminyum vb. parça kesim detayları ve güneş paneli alt karkas elemanlarının (alüminyum-çelik eleman) birleşim nokta detayları oluşturulmalı,
  - Ges tesisinin alt karkas elemanlarının mevcut yapıya bağlandığı birleşim nokta detayları oluşturulmalı,