



Çelik Yapı Şantiye Uygulamalarında Özen Gösterilecek Hususlar

İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi
27 Kasım 2017

İnş. Yük. Müh. Sezai GÜVENSOY

MÜHENDİSLİK MİMARLIK
MÜŞAVİRLİK LIMITED ŞTİ.



GİRİŞ

2

❖ Çelik yapılar Türkiye’de bugüne kadar ağırlıklı olarak Sanayi yapılarında uygulanmıştır. Son yıllarda bazı Okul, Hastane ve Alış Veriş Merkezi projelerinde çeliğin eskiye göre daha sıkça kullanıldığı görülmektedir. Konut, Rezidans türü çok katlı yapılarda ise çeliğin ana taşıyıcı sistem olarak kullanılması maalesef hiç denecek kadar azdır. Bu sunumda önce sanayi yapılarından başlamak üzere çelik yapıların şantiyede montajı uygulamalarında dikkat edilmesi gereken hususlar açıklanacaktır.

ÇELİK YAPI UYGULAMALARI

3

Çelik yapı taşıyıcı elemanları atölyede imal edilip, taşınabilecek boyutlarda bir araya getirilmiş parçalar halinde şantiyeye getirilmekte ve montajı yapılmaktadır.



ÇELİK YAPI UYGULAMALARI

4

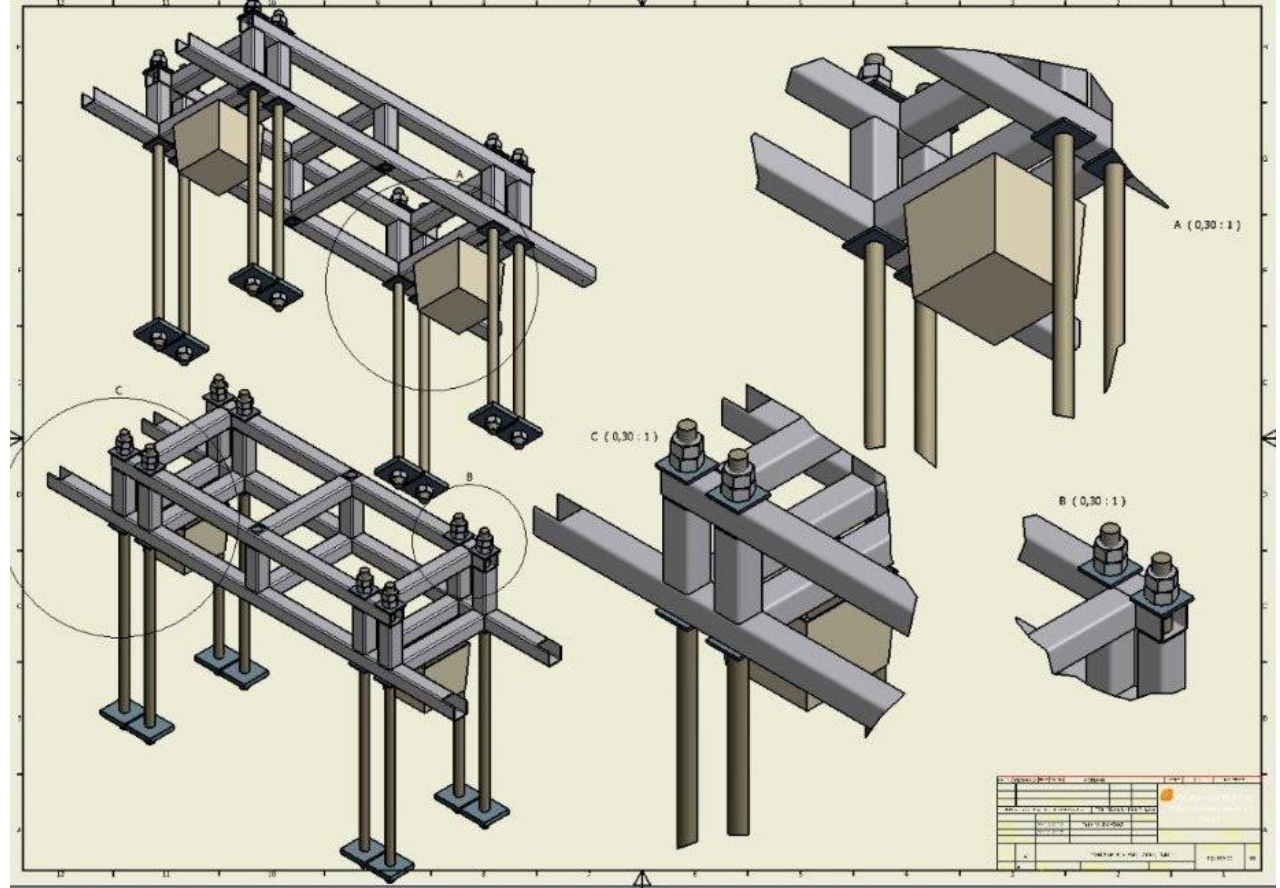
İlk montajı yapılacak elemanlar kolonlardır. Kolonlar betonarme temeller üzerine ankraj bulonları ile bağlanmaktadır. Şantiyede kolon montajına başlamadan önce ilk yapılacak iş, şantiyeye gelen ankraj bulonlarının çaplarının ve malzeme kalitesinin kontrolü olmalıdır.



ANKRAJ BULONLARI

5

Sonrasında yapılacak iş, bu bulonların bina boyuna ve enine aks kesişim noktalarındaki betonarme soket üst kotuna, doğru aks aralıklarında yerleştirilebilmesi için şablon plakalar hazırlanması olmalıdır.



ANKRAJ BULONLARI

6

Şablon plakalar mafsalı kolonlar için ince (5 mm) levhalardan imal edilebileceği gibi; çok sayıda ankraj bulonu ihtiva eden ankastre kolonlar için kutu profiller ile teşkil edilmiş ankraj grup şablonları hazırlanmalı ve bunlar kalıba, topoğrafik aletler kullanılarak hassas bir şekilde yerleştirilmeli ve sabitlenmelidir.



ANKRAJ BULONLARI

7

Ankraj elemanlarının, betonarme demirlere kaynaklanarak sabitleme yolu tercih edilmemeli, ahşap kalıplara veya takviye elemanlarına çivi veya kenetlenme elemanları ile tutturulmalıdır.



12 12 2013

ANKRAJ BULONLARI

8

- ❖ Ankraj bulonlarının beton kenarına mesafesi, standartların verdiği değerlerden (6d) daha küçük yapılabilmektedir. Bu durum normalde sistemin tamamının montajı tamamlandığında krenli bir yapıda kolonlara kren yatay kuvvetleri, rüzgar veya deprem yatay kuvvetleri etkileri iletildiğinde, beton ankraj bulonu kenarından çatlayarak, ankraj bulonu ile kolon arasındaki aderans yok olmakta, çekme yükü aktaramaz hale gelebilmektedir.



ANKRAJ BULONLARI

9

- ❖ Ankraj bulonları emniyet açısından taban plakalarına çift somunlu bağlanmalı ve ikinci somunun üzerinde en az bir somun yüksekliği kadar pay kalmalıdır. Bazen ankraj dış boyunun yeterli olmaması nedeniyle bu payın hiç kalmadığı veya ancak bir somunun takılmasına izin verecek kadar kalmadığı durumlara rastlanmaktadır.



KAYMA KAMASI

10

- ❖ Ankrajlarla beraber kalıba yerleştirilmesi gereken ikinci eleman kayma kaması kutularıdır. Bunlar kayma kaması boşluğunu sağlayacak şekilde ve beton dökümü sonrası kolay çıkabilecek şekilde detaylandırılmalıdır.
- ❖ Bir bölüm ankrajın tamamlanıp betonlarının dökülmesinden sonra çelik kolon montajına başlanabilir.



ÇELİK KOLON MONTAJI

11

- ❖ Çelik kolon montajı yapılabilmesi için kolon taban plakalarının altında birer ilave somun bulunması, kolon taban kotlarının altına ilave şimler yerleştirilmesi kolon kotunun ayarlanmasında faydalı olacaktır.



ÇELİK KOLON MONTAJI

12

- ❖ Çelik kolonların taban plakalarına kaynakları, projesine uygun yapılmalıdır. Genelde ana kolon profilleri taban plakasına kaynak ağzı açılmış küt kaynaklar veya kalınlığı hesapla elde edilmiş köşe kaynaklarla bağlanır. Kolon montajından evvel bu kaynakların projeye uygunluğu mutlaka kontrol edilmelidir.



İnş. Yük. Müh. Sezai GÜVENSOY

ÇELİK KOLON MONTAJI

13

- ❖ Taban plakalarının altında kot ayarlanması yapıldıktan sonra, farklı kalınlıkta levhalardan imal edilmiş şim parçaları yerleştirilmeli ve kalan boşluklar büzülmeyle harç ile (non-shrink grout) doldurulmalıdır.



İnş. Yük. Müh. Sezai GÜVENSOY

ÇELİK KOLON MONTAJI

14



Taban plakalarının altları, şartnamelere uygun olmayan herhangi bir vasıfsız harç ile doldurulmasına izin verilmemelidir.

ÇELİK KOLON MONTAJI

15

- ❖ Bazı hallerde işin hızlı yürümesi için ankraj bulonlarının tamamının somunları takılmadan veya çerçeve kolonlarının ara bağlantıları yapılmadan diğer kolonların montajına geçilmektedir.
- ❖ Bu durumda da henüz çapraz veya çerçeve montajı tamamlanmamış olduğu için arada çıkan kuvvetli bir fırtınada veya küçük depremlerde bu kolonlar devrilebilmektedir.



ÇELİK KOLON EKLERİ

16

- ❖ Kolon ekleri şartnamelerin öngördüğü şekilde taban plakasının veya kat döşemesinin hizasından itibaren en az kat yüksekliğinin $1/3$ 'ü kadar uzakta teşkil edilmelidir.
- ❖ Köşe kaynağı veya tam penetrasyonlu olmayan küt kaynakla yapılan eklerde bu uzaklık 1,2 m den az olmayacaktır.



İnş. Yük. Müh. Sezai GÜVENSOY

ÇELİK KOLON EKLERİ

17

- ❖ Kolon eklerinin mesnet bölgelerine yakın yerlerde yapılmasına izin verilmemelidir.



DUVAR ÇAPRAZLARI VE ÇERÇEVE KİRİŞLERİ MONTAJI

18

- ❖ elik kolonların bir bölümünün montajı yapıldıktan sonra arkadan bir ekip ile duvar aprazı, ereve kirişleri montajına geçilmelidir. Sanayi tipi tek katlı yapılarda, yapının boyuna yönünde yatay yükler genelde merkezi veya dış merkez aprazlı perdeler kullanılarak temele iletilecek Şekilde tasarlanır ve uygulanır.

DUVAR ÇAPRAZLARI VE ÇERÇEVE KİRİŞLERİ MONTAJI

19

- ❖ Bilhassa mafsallı kolon-temel birleşimi olan yapılarda mutlaka düşey çapraz veya çerçeveler tamamlanarak montaja devam edilmelidir.



DUVAR ÇAPRAZLARI VE ÇERÇEVE KİRİŞLERİ MONTAJI

20

- ❖ Duvar çaprazlarının montajında çapraz boyları hatalarına rastlanıldığında, deliklerin ovalleştirilmesi suretiyle bağlantı yapılmaya çalışılmaktadır.
- ❖ Deliklerin şartnamelerin verdiği toleransların üzerinde büyütülmesine izin verilmemelidir.



DUVAR ÇAPRAZLARI VE ÇERÇEVE KİRİŞLERİ MONTAJI

21

- ❖ Yapının enine yönü ise kolonlarla birlikte moment çerçevesi oluşturan çatı makası veya dolu gövdeli çerçeve kirişleri ile teşkil edilir.



DUVAR ÇAPRAZLARI VE ÇERÇEVE KİRİŞLERİ MONTAJI

22

- ❖ Moment aktaran kolon kiriş birleşimleri statik hesaplarda verilmiş ve uygulaması aynı bu şekilde yapılmış olmalıdır.
- ❖ Bu birleşimlerde kolon kiriş bağlantısı da çok yüksek ve kalın alın levhaları çıkması halinde bunlar, kat yüksekliğini veya hacimlerin tam kat yüksekliğinde kullanımının sınırlandırılması gerektireceğinden, tam penetrasyonlu kaynaklı alt üst başlık levhaları ile ek teşkili tercih edilmelidir.



DUVAR ÇAPRAZLARI VE ÇERÇEVE KİRİŞLERİ MONTAJI

23



Ayrıca bu tür yapılarda çatı kotundan evvel bir kren kirişi seviyesi de bulunabilir ve boyuna yönde kolonların üzerinde yer alan konsola oturan genelde tek açıklık geçen basit kiriş tarzında ve çeşitli yük taşıma kapasitelerine sahip kren kirişleri yer alabilir.

DUVAR ÇAPRAZLARI VE ÇERÇEVE KİRİŞLERİ MONTAJI

24

- ❖ Çatı çerçeve kirişlerinin veya kren kirişlerinin montajlarının yapılabilmesi için kolonlar arasında boyuna yönde yer alan duvar çaprazlarının da bağlanmış olması ve kolon ankrajlarının temele bağlantısını sağlayan taban plakası altındaki şimlerinin yerleştirilmiş ve ankraj somunlarının sıkılmış olması gerekir.



DUVAR ÇAPRAZLARI VE ÇERÇEVE KİRİŞLERİ MONTAJI

25

- ❖ Bu şartlar yerine getirilmeden montaja başlanırsa boyuna yönde kren kirişlerinin, enine yönde çerçeve kirişlerinin montajında problem yaşanır.
- ❖ Örnek olarak bize anlatılan bir uygulamada çatı makasının kolonlar üzerine bağlanması sırasında, kolonlar arasının olması gereken proje ölçüsünde daha kısa kalması nedeniyle kolon başları çektirme ile gerdirilerek bağlanmış olduğu; Montaj sonrası yapı üzerine düşey yükler geldiğinde bu bağlantı cıvatalarında kesme kuvveti kapasitesinin aşılmış olması nedeniyle çatının çökmesine sebep olduğu görülmüştür.

AŞIKLAR VE ÇATI ÇAPRAZLARININ MONTAJI

26

- ❖ Kolonları aprazlarla bağlanmış; enine yönde bir kısım çatı makasları veya ereve kirişleri montajı tamamlanmıŐ yapı bölümlerinde yapının bir ucundan aşık ve çatı aprazları montajına baŐlanır.



AŞIKLAR VE ÇATI ÇAPRAZLARININ MONTAJI

27

- ❖ AŞıklar genel olarak 2 açıklıklı sürekli kiriş, uzay aşık olarak basit kiriş veya gerber kirişi olarak hesaplanmış ve projelendirilmiş olabilir. Bunların seçilen taşıyıcı sistem modellerine uygun olarak çatı kirişleri üzerine bulonlarla bağlanması gerekir.



AŞIKLAR VE ÇATI ÇAPRAZLARININ MONTAJI

28

- ❖ Mümkün olduğunca çatı makasları veya kirişleri üst başlık düzleminde, sürekli kiriş teşkil edilmesi amacıyla kaynaklı aşık ekinden kaçınılmalı; süreklilik eklerinin de bulonlarla yapılması tercih edilmelidir.
- ❖ Aşıklar aynı zamanda deprem veya rüzgar yükleri etkisinde çatı düzleminde teşkil edilen yatay çaprazların dikmesi olarak basınç aktarırlar. Bu nedenle çatı kirişleri ile bağlantılarında bu husus da dikkate alınarak detay hesaplanmış olmalı ve uygulanmalıdır. Aşıklarda yanal burkulma meydana gelmemesi için zayıf yönde tutularak, burkulma boylarının şartnamelere uygun hale getirilmiş olmasına özen gösterilmelidir.
- ❖ Aşıklar çatı eğimi doğrultusundaki burkulma boylarını azaltmak için askı çubukları ile 1/3 noktalarından bağlanmış olmalıdır.

YAPILARIN ÇATI MONTAJI SIRASINDA GÖRÜLEN EKSİKLİKLER

29

- ❖ Çatı çaprazları üst başlık düzleminde çatı kirişlerine üzerindeki bağlantı levha deliklerine bağlanmayabilir, bunlar ovalleştirilerek büyütülmek istenir. Bunlara izin verilmemelidir.
- ❖ Çatı çaprazlarının ortadaki kesişme noktası tam aşığın altına gelmediğinden çapraz eki aşık alt başlığına bağlanamaz. İki çapraz açıklıkta bir yerde kendi aralarında birbirine bağlanır. Bu durumda çapraz burkulma boyu için verilen sınır değerleri aşılabacağı için kesiti yetersiz kalır. Ayrıca kendi zati ağırlığı etkisi ile düşey yer değiştirmesi sınır değerleri aşılmış olur. Bu durumda iki aşık arasına ilave bir eleman konularak çapraz birleşimi bu ilave elemanın altında yapılmalı veya çapraz sistemi değiştirilmelidir.

YAPILARIN ÇATI MONTAJI SIRASINDA GÖRÜLEN EKSİKLİKLER

30



SEZA

MÜHENDİSLİK MİMARLIK
MÜŞAVİRLİK LİMİTED ŞTİ.

İnş. Yük. Müh. Sezai GÜVENSOY

YAPILARIN ÇATI MONTAJI SIRASINDA GÖRÜLEN EKSİKLİKLER

31



TS-ENV 1090-1

32

- ❖ Çelik yapı eleman kesitlerindeki genişlik, yükseklik veya boy toleransları için TS - ENV 1090-1'e (sayfa 44) bakılmalıdır. Örnek olarak kren kirişlerinin karşılıklı iki aks arasındaki yükseklik farklı toleransları veya boyuna yönde aks aralıkları ilgili toleranslar aşağıda verilmiştir.

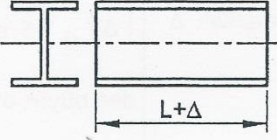
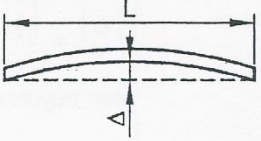
ICS 91.080.10

TÜRK STANDARDI

TS ENV 1090-1/Nisan 2004

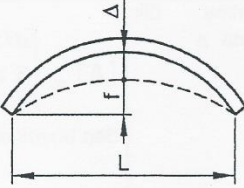
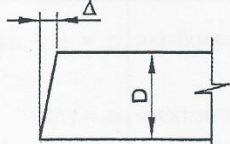
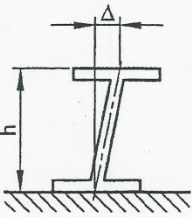
11.2.4 Bileşenler

Bileşenlerin, uzunluk, doğrultu, kavis ve dikliğinde, belirlenmiş boyutlardan sapmalar, Şekil 5'te verilenleri aşmamalıdır.

No	Sapma tipi	Parametre	İzin verilen sapma
a	Uzunluk : 	Boyuna ekseninde veya profilin köşesinde ölçülen uzunluk : - Parça uzunluğu - İki ucu, uygulanmışsa uç plâkaları ihtiva eden tam temaslı mesnet bileşen	$\Delta = \pm (2 + L/5000) \text{ mm}$ $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
b	Doğruluk : 	Her iki eksenindeki doğruluk :	$ \Delta = \begin{bmatrix} L/1000 \\ 3 \text{ mm} \end{bmatrix}$ den büyük olanı

TS-ENV 1090-1

33

c	Kavis : 	Gövde plâkası yatay konumdayken, uzunluğun orta noktasındaki kavis f: $ \Delta = \left[\frac{L/1000}{6 \text{ mm}} \right]$ den büyük olanı
d	Başlıkların dikliği : 	Boyuna eksenlerin dikliği : - Tam temaslı mesnet olarak hazırlanmamış : $\Delta = \pm D / 300$ - Tam temaslı mesnet olarak hazırlanmış : $\Delta = \pm D / 1000$
e	Mesnetlerin dikliği : 	Güçlendirme takviyesi yapılmamış bileşenler için gövde plâkasının mesnetlerdeki düşeyliği $ \Delta = \left[\frac{h/300}{3 \text{ mm}} \right]$ den büyük olanı

Şekil 5 – Bileşenler için izin verilen sapmalar

KAYNAK VE BULON ÖNGERME KONTROLÜ

34

- ❖ Kaynak kalitesi, kaynak kalınlıkları ve bulon öngerme kontrolü Türk Loydu, S&Q Mart, Bureau Veritas gibi 3. parti firmalara kontrol ettirilmelidir.



ÇOK KATLI YAPILARDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

35

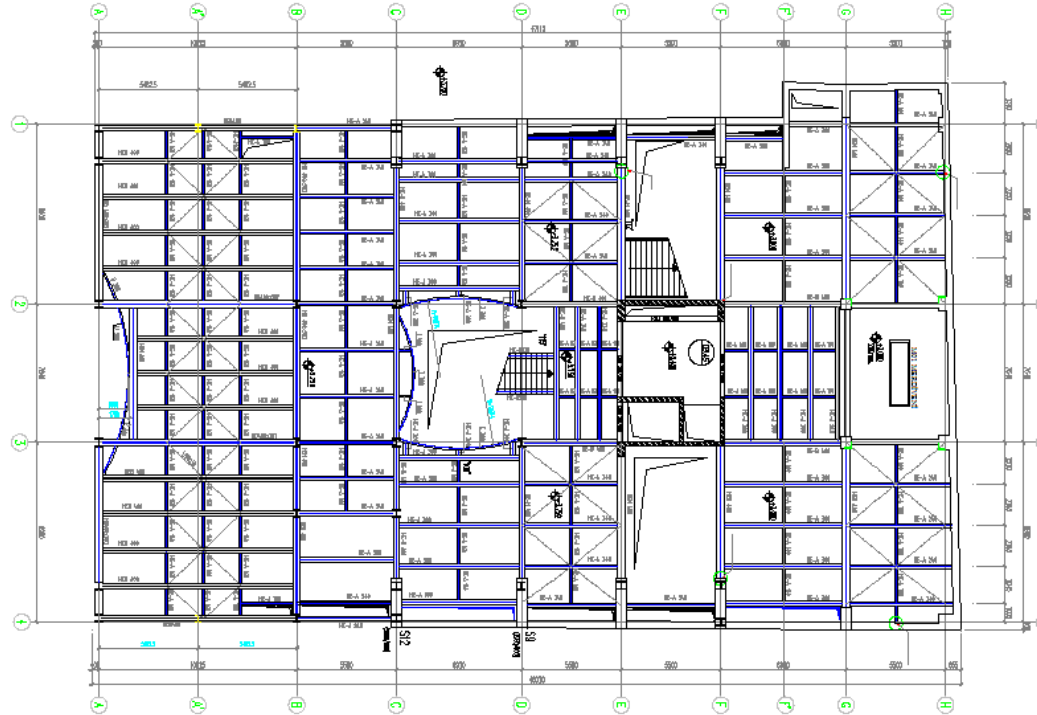
- ❖ Çelik katlı otopark, Alışveriş Merkezi, Okul, Hastane veya çok katlı konut yapılarının çelik taşıyıcı profiller kullanılarak dizayn edilmiş olması halinde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda açıklanmıştır.



ÇOK KATLI YAPILARDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

36

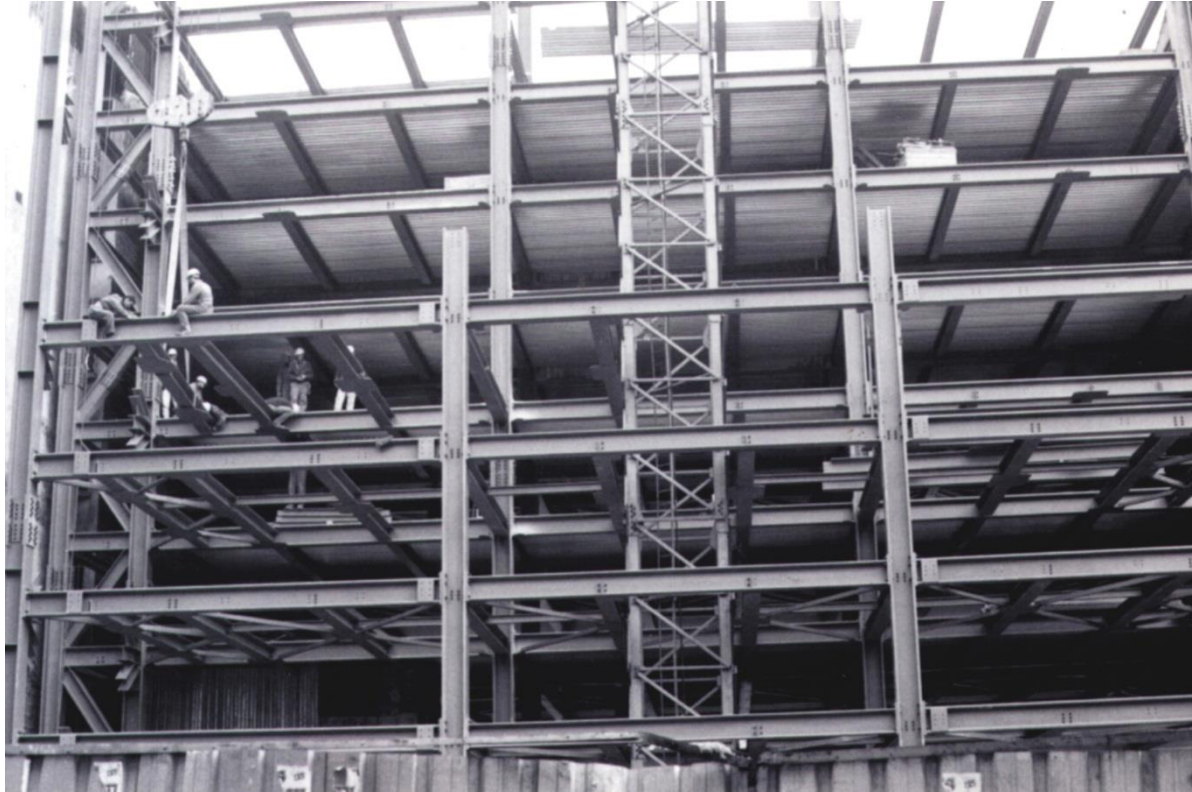
- ❖ Bu tarz yapılar genellikle düşeyde ortada bir betonarme çekirdek ve etrafında çelik kolonlar ile tasarlanmış; yatay düzlemde ise kompozit döşeme olarak teşkil edilmiş çelik kirişlerin taşıyıcı olarak kullanılması şeklinde uygulanmaktadır.



ÇOK KATLI YAPILARDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

37

- ❖ Genelde bu tür yapılarda kolon kesitleri HEB, HEM ve HD profilleri gibi kalın gövde ve flanşları olan yüksekliği az elemanlar ile, kiriş kesitleri betonarme döşemeler ile kompozit olarak çalıştığı için HEA, IPE gibi gövde ve flanşları daha az kalın olan profiller ile teşkil edilir.



ÇOK KATLI YAPILARDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

38

- ❖ Yapıda pencereler olması nedeniyle yatay yükler, çaprazlı perdeler yerine moment çerçeveleri veya betonarme çekirdek perdeleri ile taşınır.



ÇOK KATLI YAPILARDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

39



- ❖ Burada kolon ve kiriş birleşimleri deprem yönetmeliğinde verilen denenmiş kabul görmüş detaylar ile yapılmış olmalıdır. Kolon ekleri çok kalın flanşlı ve gövdeli profiller kullanılmış olması nedeniyle, bulonlu ek levhaları ile değil yerinde tam penetrasyonlu kaynak ile yapılması daha uygun olacaktır.



ÇOK KATLI YAPILARDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

40



- ❖ Kompozit döşemelerde stud çivilerinin projeye uygun boyutlarda ve aralıklarda yapıldığı kontrol edilmelidir.

ÇELİK ELEMANLARIN MONTAJLARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

41

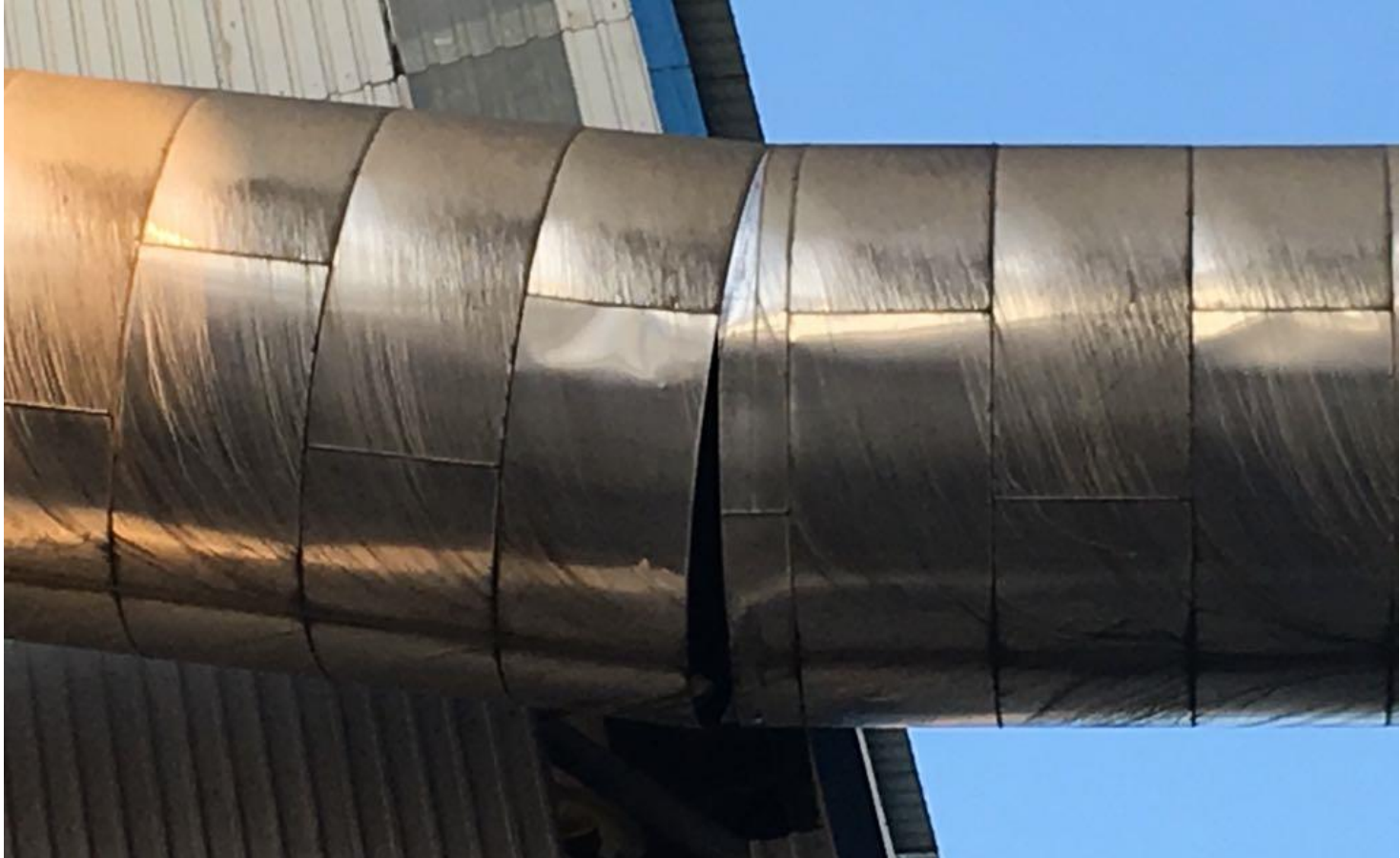
Uzun ve büyük hacim tutan elemanların montajında mutlaka bir kaldırma ekipmanı kullanılmalıdır. Elemanın taşınacağı yerler önceden hesaplanmalı ve ona göre tespit edilmelidir.



ÇELİK ELEMANLARIN MONTAJLARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

42

Yanlış kaldırma sonucunda ek yerinden ayrılmış boru elemanı.



ÇELİK ELEMANLARIN MONTAJLARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

43



Kaldırma ekipmanı örnekleri

ÇELİK ELEMANLARIN MONTAJLARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

44

H profilleri ile yapılmış çapraz detaylarında bu profillerin iki levha arasına bağlanması durumunda yükseklik toleransı dolayısıyla sığmama durumu oluşmaktadır. Mümkün mertebe bu tür detaylardan kaçınılmalı veya ara mesafeyi 3-5 mm fazla bırakarak kalan boşluk şim ile doldurulmalıdır.



ÇELİK ELEMANLARIN MONTAJLARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

45

Ekipmanların tüm bulonlarının sıkıldığı kontrol edildikten sonra yerden kaldırma işlemi yapılmalıdır.



UYGULAMADA YAPILAN PROJE DEĐIŐİKLİKLERİ

46

- ❖ Genel olarak elik uygulama projeleri tamamlandıktan sonra, gerek mimari projelerde, gerekse teknolojik projelerde yapılan deėiŐiklikler elik taşıyıcı sistemi etkilediğinden, elik uygulama projelerinin de revize edilmesi gerekmektedir.
- ❖ Burada Şantiye mühendislerinin dikkat etmesi gereken husus, en son revizyonlu projelerin imalat ve montajda kullanılmasını sağlamaktır.

UYGULAMADA YAPILAN PROJE DEĞİŞİKLİKLERİ

47

- ❖ Bazı hallerde statik sorumlu mühendislerin hesapladığı ve uygulama projelerinde kullandığı detayları, çelik konstrüksiyon taşeronları imalat kolaylığı açısından daha kolaylık getirecek diye değiştirerek uygulamak istemektedirler.
- ❖ Bilindiği üzere günümüzde çelik imalat projeleri üç boyutlu Tekla Programı kullanılarak üretilmektedir. İmalatçının uygulamayı daha hızlı yapması için de bu Tekla modeli, tüm düğüm noktası birleşimleri yapılmış olarak İşverenin veya Müteahhidin talebiyle, İmalatçıya değişiklik yapılabilir formatta verilmek zorunda kalmaktadır.
- ❖ Bu durum son derece sakıncalı olup imalat ve montaj sonunda yapıda aşırı deformasyonlar veya belli bölgelerde göçmeler meydana gelse bu durumdan kimin sorumlu olacağı ortada kalmaktadır.

TEŞEKKÜRLER