

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ

ÇELİK ÇİZİMLER

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1	3
1. PROFİL VE LEVHALARI ÇİZME.....	3
1.1. Çeliğin Yapısı ve Çelik Mamulleri	3
1.1.1. Çeliğin Yapısı	3
1.1.2. Standart Profiller	4
1.1.3. Özel Üretim Profiller	6
1.1.4. Kapalı Yapı Profilleri (Borular).....	6
1.1.5. Açık Yapı Profilleri.....	7
1.1.6. Lamalar.....	8
1.1.7. Profil Çizimleri	8
1.1.8. Profillerin Ölçülendirilmesi	12
1.1.9. Çelik Levhalar.....	15
1.1.10. Levha Çizimleri	18
1.1.11. Levha Ölçülendirilmesi	20
UYGULAMA FAALİYETİ.....	21
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	22
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2	23
2. ÇELİK BİRLEŞİM GEREÇLERİNİ ÇİZME.....	23
2.1. Çelik Birleşim Gereçleri	23
2.1.1. Bulon (Cıvata).....	23
2.1.2. Perçin.....	24
2.1.3. Kaynak	25
2.1.4. Birleşim Gereçlerinin Projede Gösterilişi.....	27
2.2. Çelik Bağ Levhası Çizimleri.....	30
2.3. Çelik Birleşim Gereçleri ve Sembol Çizimleri	33
2.3.1. Bulon Gösterim Çizimleri	33
2.3.2. Perçin Gösterim Çizimleri	37
2.3.3. Kaynak Gösterim Çizimleri	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	41
ÖĞRENME FAALİYETİ - 3	43
3. BASİT KESİTLİ ÇELİK KONSTRÜKSİYON VE BİRLEŞİM DETAYLARINI ÇİZME	43
3.1. Basit Kesitli Çelik Konstrüksiyonlar.....	43
3.1.1. Çelik Temeller	43
3.1.2. Çelik Kolonlar.....	48
3.1.3. Çelik Kirişler	50
3.1.4. Çelik Döşemeler.....	52
3.1.5. Çelik Kirişli Çatılar	54
3.2. Çelik Kafes Kirişli Çatı Tipik Birleşim Detayları.....	56
3.2.1. Bulonlu Birleşim Detay Çizimleri ve Ölçümlendirilmesi	61
3.2.2. Kaynaklı Birleşim Detay Çizimleri ve Ölçümlendirilmesi.....	66

3.2.3. Perçinli Birleşim Detay Çizimleri ve Ölçümlendirilmesi.....	69
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	74
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	75
CEVAP ANAHTARLARI	77
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	78
KAYNAKÇA	81

AÇIKLAMALAR

KOD	581MSP055
ALAN	İnşaat Teknolojisi
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Çelik Çizimler
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül çelik profiller ve levhalar, birleşim gereçleri, basit kesitli çelik konstrüksiyon ve birleşim detayları ile ilgili bilgi, beceri, tavır ve tutumların açıklandığı öğretim materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur
YETERLİK	Basit çelik yapı elemanlarını çizmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç: Gerekli ortam sağlandığında çizim kurallarına uygun olarak çelik proje temel çizimlerini yapabileceksiniz. Amaç: Gerekli ortam sağlandığında 1. Çelik profil ve levha çizimlerini doğru olarak yapabileceksiniz. 2. Çelik birleşim gereçleri çizimlerini doğru olarak yapabileceksiniz. 3. Basit kesitli çelik konstrüksiyon ve birleşim detayı çizimlerini doğru olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Teknik Resim Atölyesi, planlar ve çizim araçları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Ø Modül içeriğinde yer alan faaliyetleri tamamladıktan sonra; verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgi, beceri ve uygulamalarınızı değerlendirebileceksiniz. Ø Modül sonunda ölçme aracı (ölçme testleri), ve uygulama testi yaparak, kazandığınız bilgi ve beceriler ölçülerek öğretmeniniz tarafından değerlendirileceksiniz.



GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Değişimin en büyük olgusu, ona ayak uydurmak ve geliştirmektir. Gelişim içerisinde yapılan buluşlar, üretim sistemleri, insanlara büyük kolaylıklar sağlar. Teknolojinin hızla gelişmesi ile yeni yaklaşımları, sistemleri öğrenmek ve takip etmek olmasa olmazlarımızdan olmalıdır.

Çelik çizimler; çelik yapı proje çizimleri, ayrıntılı detay çizimleri ve tasarım yapma gibi yeterliklere hazırlık amacı taşımaktadır. Burada kazanılacak bilgi ve becerilerin, tutum ve davranışların, eksiksiz olarak, yerine getirilmesi ve uygulanması çelik yapıların çizimi ve imalatında hatasız üretim için temel etkidir.

Bu modül:

Çelik yapı projelerinin, birleştirme gereçlerinin, çelik yapı elemanlarının, gereçlerinin ve çelik kafes kiriş tip detay çizimlerinin standart ve yönetmeliklere uygun olarak çizim tekniğini kullanarak ölçekli çizebilme, beceri ve mesleki alışkanlıkları kazandırmak amacı ile çelik yapı üretiminde görev alacak mesleki ve teknik öğretim gören öğrencileri, çelik proje çizimleri yapan elemanlarının proje çizimlerinde ortak çizim esaslarını ve temel çelik çizim uygulamaları yeterliğini kazandıracaktır.

Bu modül sonunda, çelik profillerin, levhaların, çelik yapı elemanlarının basit kesitleri ve çelik kafes kirişlerin tip birleşim detayları çizebilmeyi öğreneceksiniz.



ÖĞRENME FAALİYETİ - 1

AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler doğrultusunda ve uygun ortam sağlandığında çelik standart, özel üretim, kapalı ve açık profil, çizimleri ile çelik levha çizimlerini doğru olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çelik yapıların çiziminde kullanılan ölçek çeşitlerini araştırınız ve sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. ÇELİK PROFİL VE LEVHALARI ÇİZME

1.1. Çeliğin Yapısı ve Çelik Mamulleri

1.1.1. Çeliğin Yapısı

Çelik malzeme, tabiatta bulunan demir cevherinden, bir takım işlemler sonucu, **hadde** veya **döküm** mamulü olarak elde edilir.

Demir cevherinde C (karbon), Mn (manganez), P (fosfor), Si (silis), S (kükürt) gibi maddeler karışık olarak bulunur. Karışımda bulunan zararlı maddelerin belirli bir yüzdeye kadar uzaklaştırılmaları ve bazı maddelerin de ilave edilmesi gerekir. Fazla karbon, kükürt, fosfor, arsen, bakır, silisyum, azot vb maddelerin uzaklaştırılması; krom, manganez, silisyum, molibden gibi maddelerin ilave edilmesi gerekir.

Bu maddeler;

Krom : Mukavemeti arttırır

Manganez : Mukavemeti arttırır, sıcakta işlenmesini kolaylaştırır.

Silisyum : Mukavemeti arttırır.

Molibden: Bilhassa yüksek sıcaklıklarda çeliğin mukavemetini arttırır.

Karbon : Çeliğin mukavemeti üzerindeki etkisi çok büyüktür.

Fosfor : Çeliğin çok gevrek olmasına ve çabuk kırılmasına yol açar. Buda zararlı bir etkidir.

Kükürt : Çeliğin yüksek sıcaklıkta gevremesine ve kırılmasına neden olur.

1.1.2. Standart Profiller

Hadde çeliğinden yapılan standart profiller, tek başlarına, perçinli, cıvatalı ve kaynaklı bağlantılarla birleştirilerek yapı elemanı olarak kullanılabilir. Boyları 6–10 m arasında değişen standart profiller başlık ve gövde denilen iki kısımdan oluşur ve kesit şekillerine göre isim alırlar.

1.1.2.1. I Profilleri

a. Normal I Profili

Bu profiller cm olarak yükseklikleri ile belirtilir. Örneğin 22 cm yüksekliği I çeliği, I 22 işareti ile belirtilir. I çeliklerinin h yüksekliği 8–60 cm, başlıklarının eğimi % 14'e eşittir. Bu nedenle bulonla birleşimde kama biçiminde pul kullanılması gerekir. Döşeme kirişi olarak kullanıldıkları takdirde az bel verirler. Bu kirişlerde kuvvetler, gövde düzlemi içinde kiriş eksenini dik olarak etkiler.

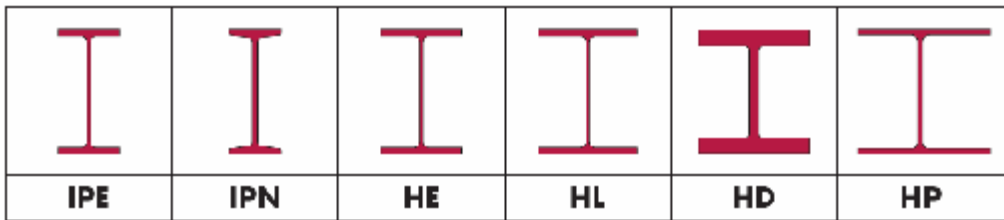
b. Geniş Başlı I Profili

Geniş başlıklı ve başlık yüzeyleri birbirine paralel olan IP çelikleri de cm olarak yükseklikleri ile belirtilir. Örneğin; IP 22 gibi. Başlık iç yüzeyleri eğimli olabilir. (h=10–18 cm'ye kadar eğim % 9). Başlık yüzeyleri birbirine paralel olan IP çeliklerinin h yükseklikleri 10-100 cm' dir. Bu profiller mesnetlerde (dayanaklarda) amaca uygun olarak kullanıldığı gibi, sınırlanmış yapım yüksekliği halinde esas kiriş olarak kullanılır. Başlıklarında perçinleme ve vidalama kolaydır.

c. Geniş ve Paralel Başlıklı I Profili

Gövdenin alt ve üstündeki başlıklar düzdür ve gövde yükseklikleri 300 mm'ye kadar olanların genişlikleri yüksekliklerine eşit olur. Gövde kalınlığı 100–210 mm arasında olan bu profillere H profili denir.

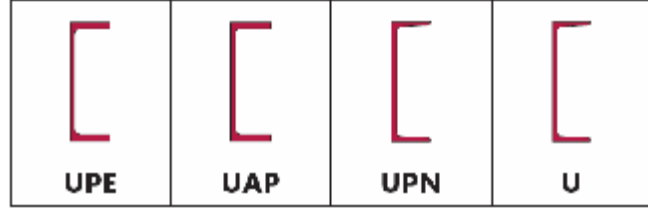
Bu profillerin pek çok çeşitleri vardır. Örnek olarak I profili; IPE, IPEo, IPEv, IPB, IPB/, IPBv vb. profiller bulunmaktadır. Ayrıca I Profilleri olarak Avrupa HE, HL, HD, HP, ve IPN profilleri ile İngiliz UB, UC ve Amerikan W profilleri de bulunmaktadır. (Euronorm Avrupa kesit I profilleri) (Şekil 1.1)



Şekil 1.1: I Profilleri

1.1.2.2. U Profili

Yüksekliği 30–400 mm, başlık genişliği 33~110 mm ve gövde kalınlığı 50~140 mm, başlık eğimi %5~% 8 arasında değişir. Yapı elemanlarının oluşturulmasında tek olarak veya iki U profili gövdelerden veya başlıklardan birleştirilerek kullanılır. □ İşareti yanına cm olarak yüksekliğinin yazılması suretiyle belirtilir (DIN 1026) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: U Profilleri

1.1.2.3. L Profili

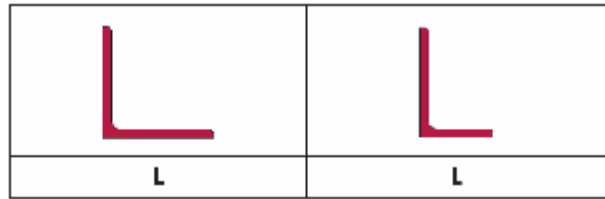
Köşebent veya korniyer profilidir. Kesit boyutları 20x30x3 mm ile 100x200x16 mm arasında değişir.

a. Eşit kollu L Profili (Korniyer)

Kol genişlikleri 20~200 mm'dir. L işareti yanına mm olarak kol yüksekliği X kol genişliği X kol kalınlığı (L₁ xh x dj yazılarak gösterilir. Örneğin; L 80x80x10 gibi. Kuvvet taşıyan perçinler için minimum L 50x50x5 gereklidir. Ekonomik bakımdan büyük kol kalınlıklarından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Eşit kollu L çelikleri; ek yerlerinde, dolu gövdeli girişlerin başlıklarında; kafes giriş çubuklarında vb. yerlerde kullanılır.

b-Eşit Kollu Olmayan L Profili (Korniyer)

Bunlar da L işareti yanına mm. olarak kol yüksekliği X kol genişliği X kol kalınlığı(h x b x dj yazılarak gösterilir. Örneğin; L 100x50x8 gibi. Kol genişlikleri 30x20 veya 40x20 mm'den 150x 100 veya 200x 100 mm'ye kadar değişir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 L Profilleri

1.1.2.4. T Profili

a. Yüksek Gövdeli T Profili

Yükseklik ile ayak genişliği birbirine eşit olup 2-14 cm' dir. Bu profiller, ⊥ işareti yanına yüksekliğin yani genişliğin cm olarak yazılması ile gösterilir. Örneğin; ⊥ 5 gibi.

Ayak yüzeylerinin eğimi % 2'dir. Camlı örtü döşemelerine ara demiri olarak ve kaynaklı çelik yapılarda kullanılır.

b- Geniş Ayaklı T Profili

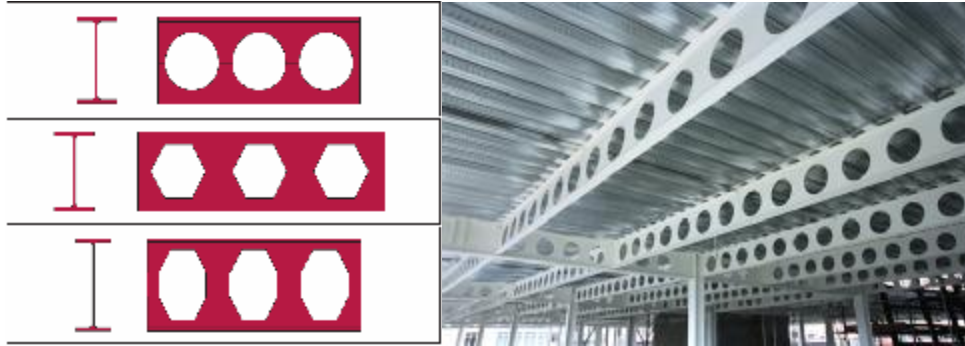
Yükseklik ayak genişliğinin yarısına eşittir. Ayak genişlikleri 2~ 14 cm' dir. Bu profiller, \perp işareti yanına cm olarak ayak genişliği X yükseklik yazılarak gösterilir. Örneğin; \perp 12x6 gibi. Ayak üst yüzeyinin eğimi % 2, gövdenin iki yanal yüzeyinin eğimi % 4 tür.

1.1.2.5. Z Profili

Yapı elemanı olarak az kullanılan bu profillerin yükseklikleri 30~200 mm, genişlikleri 30~80mm ve gövde kalınlıkları 4-10 mm arasında değişir.

1.1.3. Özel Üretim Profiller

Standart profiller dışında, uygulama projesinin gerektirdiği şekillerde profiller haddeden çekilerek veya bükülerek yapılabilir. Profil kesitleri çelik boyunca aynı veya farklı olacak şekilde yapılabilir. Hafiflik için I profili gövdesi boyunca zig-zaglı olarak kesilmesiyle elde edilen iki parçanın kaydırılıp ek parça kullanılarak kaynak ile yeniden birleştirilmesi sonucu petek kirişler elde edilebilir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4: Özel üretim profiller (petek kirişler)

1.1.4. Kapalı Yapı Profilleri (Borular)

Mat ve D.K.P. çelik bantlardan yapılan kapalı profiller daire, kare ve dikdörtgen kesitinde yapılır. Profil borular çeşitli ve standart boyutlarda bulunur. Bu profiller yük taşıyıcı eleman olarak genellikle kolonlarda, mobilya ve kaplama işlerinde, ayrıca T, Z ve L kesitinde olanlar çelik kapı ve pencere doğramalarının yapımında kullanılır (Şekil 1.5).



Şekil 1.5: Kapalı yapı profilleri

1.1.5. Açık Yapı Profilleri

Çelik yapı elemanları için özel olarak istek üzerine yapılır. Yük taşıyıcı olmaktan çok kaplama, doğrama ve çelik konstrüksiyon işlerinde kullanılır. Mat ve D.K.P. çelik borular profilin açınım ölçüsü kadar genişlikte kesilir, bükülerek istenilen profil elde edilir. Bu malzemelere bükme profiller de denir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6: Açık yapı profilleri

1.1.6. Lamalar

1.1.6.1. Dar Lama Çelikleri

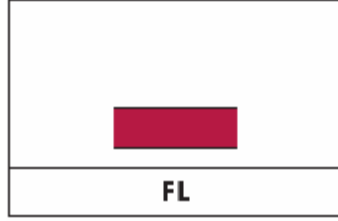
Genişlikleri 500 mm'ye kadar, kalınlıkları ise 8 mm'ye kadar olan şerit biçimindeki lama çeliklerine; ince lama çeliği adı verilir.

1.1.6.2. Normal Lama Çelikleri

Genişlikleri 12~ 1500 mm ve kalınlıkları 5~60 mm olan dikdörtgen kesitli lama çelikleri 30 m uzunluğa kadar üretilebilmektedir.

1.1.6.3. Geniş Lama Çelikleri

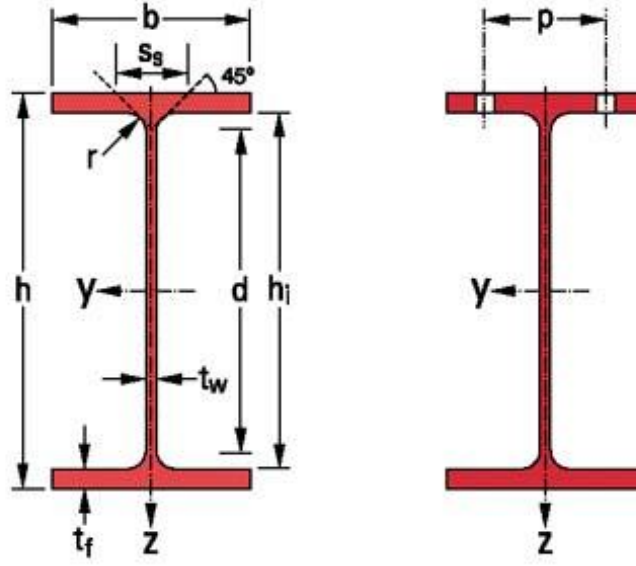
Bu lama çeliklerinin kenarları keskin olup, dikdörtgen şeklindeki kesitlerinin genişliği 152~ 1 000 mm ve kalınlıkları 5~60 mm arasındadır. Bu lama çelikleri başlık levhası olarak kullanılır. Dügüm levhası olarak kullanılmaları uygun değildir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7: Lama çelikleri

1.1.7. Profil Çizimleri

Çelik konstrüksiyon projelerinde sıkça kullanılan profiller ve çizimleri önemli yer tutmaktadır. Öncelikle kesiti çizilecek olan profil kesitine karar verilir.Çizimlerde genellikle 1 / 1, 1 / 2, 1 / 5 ve 1 / 10 Ölçekleri kullanılır. Örnek olarak biz IPE serisi profile ait bir çizim yapalım (Şekil 1.8).



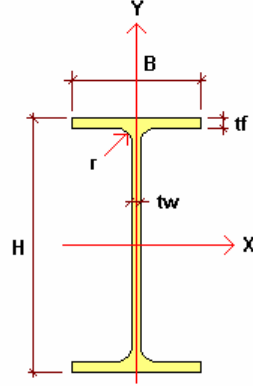
Şekil 1.8: IPE Serisi profiller

IPE profiller başlıkları düz olan yapı profilleridir ve piyasada genellikle St.44 çeliğinden imal edilmiş olanları bulunmaktadır. Türkiye’de üretilen profillerde genellikle St.37 cinsi profil üretilmektedir. IPE serisi profil tablosu Tablo – 1.1’de gösterilmiştir.

Avrupa kesit														
I-profiller														
IPE 100 – 600														
Euronorm 19-57														
IPE A 100 – 600														
IPE O 180 – 600														
IPE 750														
KESİT		ÖLÇÜLER					KESİT ALANI	TASARIM ÖLÇÜLERİ					YÜZEY ALANI	
	G	h	b	t _w	t _f	r	A	h _i	d	Ø	Min	p _{max}	A _L	A _G
	kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	mm	mm		Mm	mm	m ² /m	m ² /t
IPE 180	18,8	180	91	5,3	8,0	9	23,95	164,0	146,0	M10	48	48	0,698	37,13
IPE O 180	21,3	182	92	6,0	9,0	9	27,10	164,0	146,0	M10	50	50	0,705	33,12
IPE A 200	18,4	197	100	4,5	7,0	12	23,47	183,0	159,0	M10	54	58	0,764	41,49
IPE 200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,48	183,0	159,0	M10	54	58	0,768	34,36
IPE O 200	25,1	202	102	6,2	9,5	12	31,96	183,0	159,0	M10	56	60	0,779	31,05
IPE A 220	22,2	217	110	5,0	7,7	12	28,26	201,6	177,6	M12	60	62	0,843	38,02
IPE 220	26,2	220	110	5,9	9,2	12	33,37	201,6	177,6	M12	60	62	0,848	32,36
IPE O 220	29,4	222	112	6,6	10,2	12	37,39	201,6	177,6	M10	58	66	0,858	29,24
IPE A 240	26,2	237	120	5,2	8,3	15	33,31	220,4	190,4	M12	64	68	0,918	35,10
IPE 240	30,7	240	120	6,2	9,8	15	39,12	220,4	190,4	M12	66	68	0,922	30,02
IPE O 240	34,3	242	122	7,0	10,8	15	43,71	220,4	190,4	M12	66	70	0,932	27,17

Tablo 1.1: IPE Serisi profil tablosu

Örneğimizde IPE 200 kesitini ele alacağız. Profilin genel kesiti Şekil 1.9’daki gibidir.



Şekil 1.9: Çizilecek IPE 200 profili

Profilin B ile gösterilen ve t_f kalınlığında olan kısmına profilin başlığı adını veriyoruz. Aynı şekilde başlıklara dik olarak konumlanmış ve t_w kalınlığındaki kısmı da gövde olarak adlandırıyoruz.

Profili çizilecek için Şekil 1.9'da da görüldüğü gibi bazı parametrelere ihtiyaç vardır.

- B: Kesitin genişliği
- H: Kesitin yüksekliği
- t_f : Başlık kalınlığı
- t_w : Gövde kalınlığı
- r: Gövdenin başlığa birleştiği kısımdaki çeyrek dairenin yarıçapı

Bir profil çizimine başlayabilmek için profilin kesit geometrisini bilmemiz gerekmektedir. Bu değerler genellikle çelik profil üreticileri ya da çelik profil ithal eden firmalar tarafından çelik projesi çizen bürolara sunulmaktadır. IPE 200 Serisi profil tablosunda değerleri Tablo – 1.1'deki IPE Serisi profil tablosundan alınmış, bu değerler Tablo – 1.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.2: IPE 200 Serisi profil tablosu değerleri

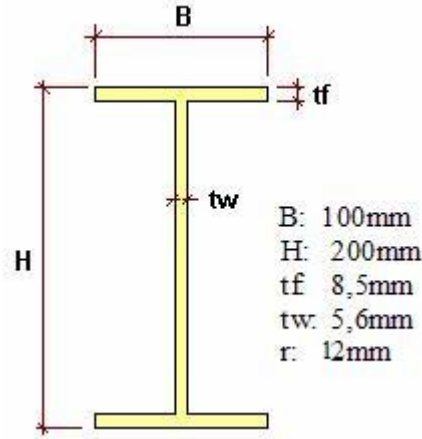
KESİT	G kg/m	ÖLÇÜLER						KESİT ALANI A cm ²	TASARIM ÖLÇÜLERİ					YÜZEY ALANI	
		h mm	b mm	t_w mm	t_f mm	r mm	h_i mm		d mm	Ø mm	min mm	p_{max} mm	A_L m ² /m	A_G m ² /t	
IPE 200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,48	183,0	159,0	M10	54	58	0,768	34,36	

Bu tabloya göre;

- B: 100mm , H: 200mm,
- t_f : 8,5mm, t_w : 5,6mm,
- r: 12mm'dir.

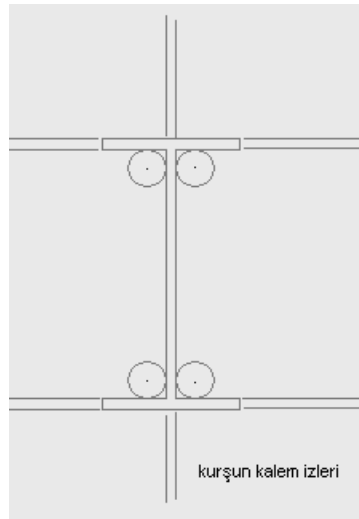
Çizim yapabilmenin birkaç yolu vardır. Bunlardan biri direk kağıt üzerine elle çizim yapmaktır. Bunun için de cetvel kalem ve pergeli gibi araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat günümüzde artık projelerin neredeyse hepsi bilgisayar ortamında CAD programlarıyla çizilmektedir.

Profil tablodan alınan değerlerle r yarıçapı kullanılmadan çizilir daha sonra da daire cetveli veya pergeli (CAD ortamında Fillet komutu) kullanılarak başlık ve gövdenin birleştiği noktalar yuvarlatılır. Tablodan alınan değerler Şekil 1.10'da gösterilmiştir.



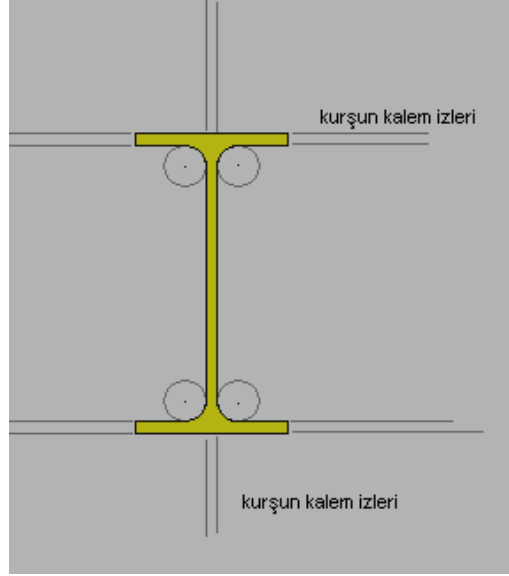
Şekil 1.10: Tablodan alınan değerler

El ile çizimde kurşun kalemle üst başlık ve gövde için paralel çizgiler çizilerek sınırlar belirlenir. Profil başlığı ile gövdenin kesiştikleri iç köşelerden (r) kadar uzaklıktan pergeli ile daireler ya da daire parçaları çizilir. Bu daireler profil çizgilerine teğettirler (Şekil-1.11).



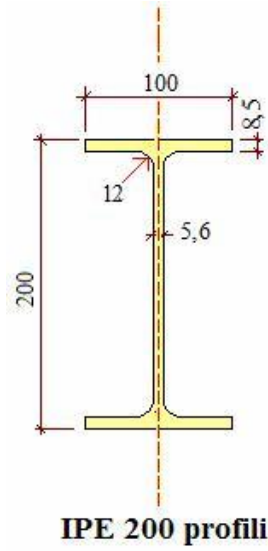
Şekil 1.11: Kurşunkalem ile profil ve daire çizimleri

İyi bakıldığında IPE profilimizi oluşturan hatlar göze çarpmaktadır. Artık rapido kalem ile kesiti tamamlamak kalmıştır. Uygun çizgiler birleştirildiğinde IPE profil kesitimiz hazırdır (Şekil 1.12).



Şekil 1.12: I Profilinin çinilenmesi

1.1.8. Profillerin Ölçülendirilmesi



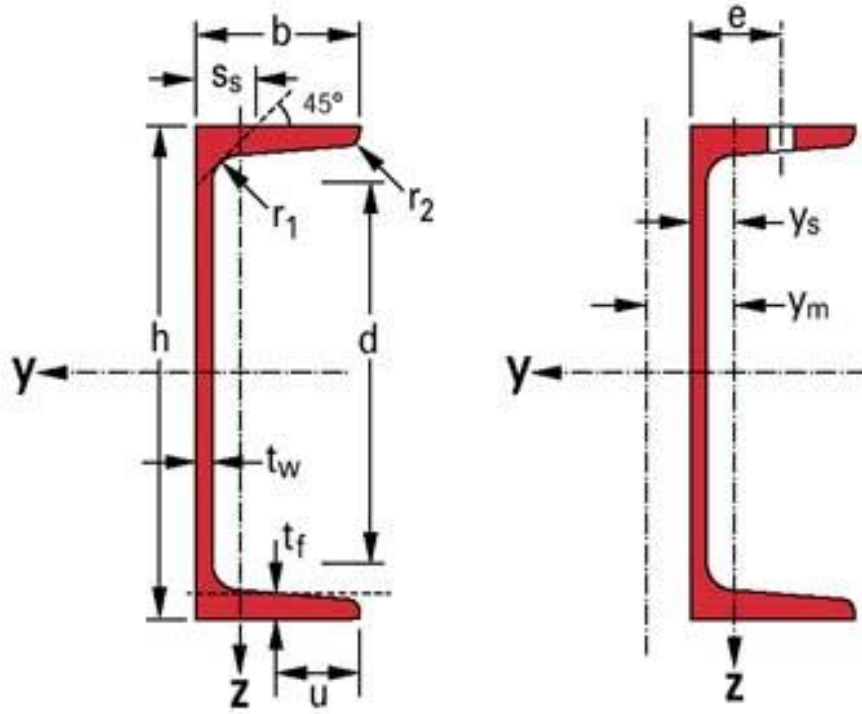
Şekil 1.13: I Profilinin ölçülendirilmesi ve çizimi bitmiş profil.

Aynı mantıkla diğer yapı profilleri de çizilebilmektedir.

Uygulama Sorusu

Aşağıda verilen değerler ışığında;

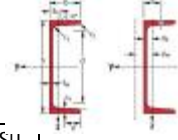
1- UPN 200 serisi U profilini nasıl çizersiniz? (Şekil 1.14, Tablo 1.3, Tablo 1.4, Tablo1.5).



Şekil 1.14: UPN Serisi profiller

Avrupa kesit
U- profiller
DIN 1026-1, 2000,
NF A 45-202 (1983)

UPN



KESİT		ÖLÇÜLER						KESİT ALANI	TASARIM ÖLÇÜLERİ				YÜZEY ALANI	
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _r mm	r ₁ mm	r ₂ mm	A cm ²	d mm	Ø	e _{min} mm	e _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
UPN 100	10,6	100	50	6	8,5	8,5	4,5	13,5	64	-	-	-	0,372	35,1
UPN 120	13,4	120	55	7	9	9	4,5	17,0	82	-	-	-	0,434	32,52
UPN 140	16,0	140	60	7	10	10	5	20,4	98	M12	33	37	0,489	30,54
UPN 160	18,8	160	65	7,5	10,5	10,5	5,5	24,0	115	M12	34	42	0,546	28,98
UPN 180	22,0	180	70	8	11	11	5,5	28,0	133	M16	38	41	0,611	27,8
UPN 200	25,3	200	75	8,5	11,5	11,5	6	32,2	151	M16	39	46	0,661	26,15
UPN 220	29,4	220	80	9	12,5	12,5	6,5	37,4	167	M16	40	51	0,718	24,46
UPN 240	33,2	240	85	9,5	13	13	6,5	42,3	184	M20	46	50	0,775	23,34
UPN 260	37,9	260	90	10	14	14	7	48,3	200	M22	50	52	0,834	22
UPN 280	41,8	280	95	10	15	15	7,5	53,3	216	M22	52	57	0,89	21,27
UPN 300	46,2	300	100	10	16	16	8	58,8	232	M24	55	59	0,95	20,58
UPN 320	59,5	320	100	14	17,5	17,5	8,75	75,8	246	M22	58	62	0,982	16,5
UPN 350	60,6	350	100	14	16	16	8	77,3	282	M22	56	62	1,047	17,25
UPN 380	63,1	380	102	13,5	16	16	8	80,4	313	M24	59	60	1,11	17,59
UPN 400	71,8	400	110	14	18	18	9	91,5	324	M27	61	62	1,182	16,46

Tablo 1.3: UPN Serisi profil tablosu

Avrupa kesit U- profiller DIN 1026-1, 2000, NF A 45-202 (1983)		STATİK DEĞERLER													
KESİT		KUVVETLİ EKSEN y-y					ZAYIF EKSEN z-z								
	G kg/m	I_y cm ⁴	$W_{el,y}$ cm ³	$W_{pl,y}$ cm ³	i_y cm	A_{vz} cm ²	I_z cm ⁴	$W_{el,z}$ cm ³	$W_{pl,z}$ cm ³	i_z cm	S_s mm	I_t cm ⁴	$I_w \times 10^{-3}$ cm ⁶	y_s cm	y_m cm
UPN 100	10,6	206	41,2	49	3,91	6,46	29,3	8,49	16,2	1,47	20,3	2,81	0,41	1,55	2,93
UPN 120	13,4	364	60,7	72,6	4,62	8,8	43,2	11,1	21,2	1,59	22,2	4,15	0,9	1,6	3,03
UPN 140	16,0	605	86,4	103	5,45	10,41	62,7	14,8	28,3	1,75	23,9	5,68	1,8	1,75	3,37
UPN 160	18,8	925	116	138	6,21	12,6	85,3	18,3	35,2	1,89	25,3	7,39	3,26	1,84	3,56
UPN 180	22,0	1350	150	179	6,95	15,09	114	22,4	42,9	2,02	26,7	9,55	5,57	1,92	3,75
UPN 200	25,3	1910	191	228	7,7	17,71	148	27	51,8	2,14	28,1	11,9	9,07	2,01	3,94
UPN 220	29,4	2690	245	292	8,48	20,62	197	33,6	64,1	2,3	30,3	16	14,6	2,14	4,2
UPN 240	33,2	3600	300	358	9,22	23,71	248	39,6	75,7	2,42	31,7	19,7	22,1	2,23	4,39
UPN 260	37,9	4820	371	442	9,99	27,12	317	47,7	91,6	2,56	33,9	25,5	33,3	2,36	4,66
UPN 280	41,8	6280	448	532	10,9	29,28	399	57,2	109	2,74	35,6	31	48,5	2,53	5,02
UPN 300	46,2	8030	535	632	11,7	31,77	495	67,8	130	2,9	37,3	37,4	69,1	2,7	5,41
UPN 320	59,5	10870	679	826	12,1	47,11	597	80,6	152	2,81	43	66,7	96,1	2,6	4,82
UPN 350	60,6	12840	734	918	12,9	50,84	570	75	143	2,72	40,7	61,2	114	2,4	4,45
UPN 380	63,1	15760	829	1014	14	53,23	615	78,7	148	2,77	40,3	59,1	146	2,38	4,58
UPN 400	71,8	20350	1020	1240	14,9	58,55	846	102	190	3,04	44	81,6	221	2,65	5,11

Tablo 1.4: UPN Serisi profil tablosu statik değerler

KESİT		ÖLÇÜLER						KESİT ALANI	TASARIM ÖLÇÜLERİ				YÜZEY ALANI	
	G kg/m	h mm	b mm	tw mm	Tf mm	r1 mm	R2 mm	A cm ²	d mm	Ø mm	emin mm	emax mm	AL m ² /m	AG m ² /t
UPN 200	25,3	200	75	8,5	11,5	11,5	6	32,2	151	M16	39	46	0,661	26,15

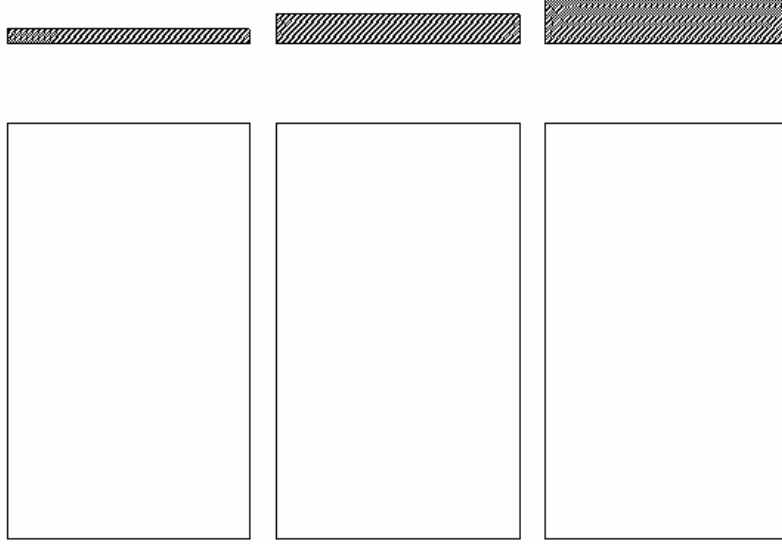
Tablo 1.5: UPN 200 Serisi profil tablosunda değerleri

1.1.9. Çelik Levhalar

Çeşitli kalınlık ve boyutlarda bulunur, levha olarak ve ayrıca diğer profillerin elde edilmesinde kullanılır. Presler altında istenilen düzgünlüğe getirilebilir ve şekillendirilebilir. Sac levhalar yüzey şekillerine göre düz, baklavalı veya çıkıntılı, oluklu, silindirik veya kubbeli levhalar olmak üzere dört gruba ayrılabilir.

1.1.9.1. Düz Levhalar

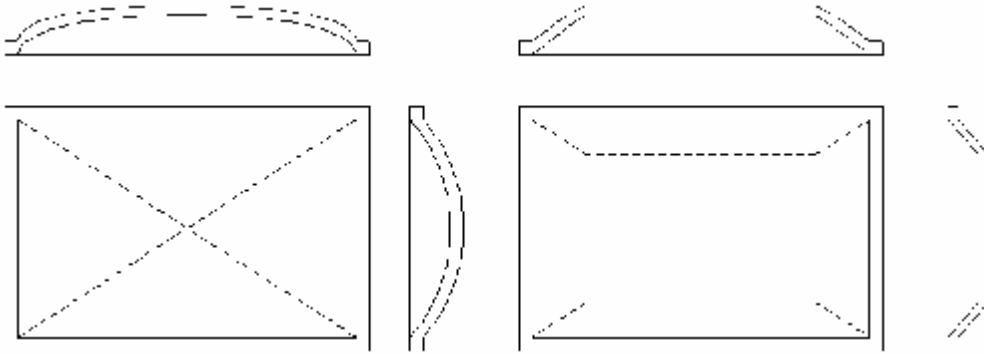
Çelik yapı elemanlarında birleştirme, kaplama ve üst işlemlerinde kullanılan sac levhalar kalınlıklarına göre ince, orta ve kalın olmak üzere üç kısma ayrılır. İnce sac levhaların kalınlıkları 3 mm'den az, orta sac levhalar 3~5 mm kalınlığında ve kalın levhalar 5~60 mm kalınlığındadır (Şekil 1.15).



Şekil 1.15: Düz sac levhalar (ince, orta ve kalın)

1.1.9.2. Silindirik ve Kubbeli Levhalar

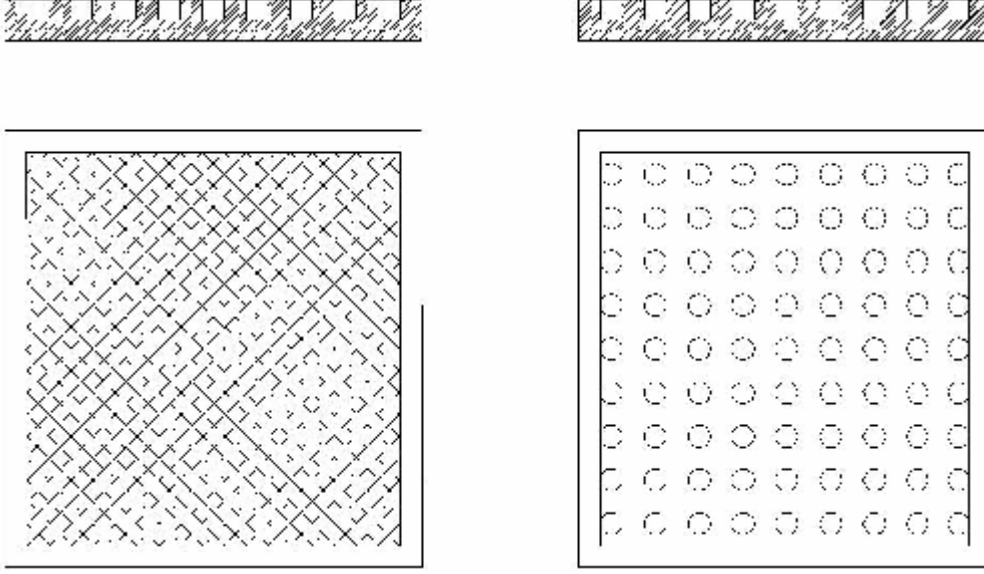
Düz veya galvanizli sac kullanılır. Kullanım yerlerine göre görünümlerini görselleştirmek veya gerilimlerini arttırmak amacıyla orta kısımları silindirik veya kubbe şeklinde eğimli yapılırlar (Şekil 1.16).



Şekil 1.16: Silindirik veya kubbeli levhalar

1.1.9.3. Baklavalı veya Çıkıntılı Levhalar

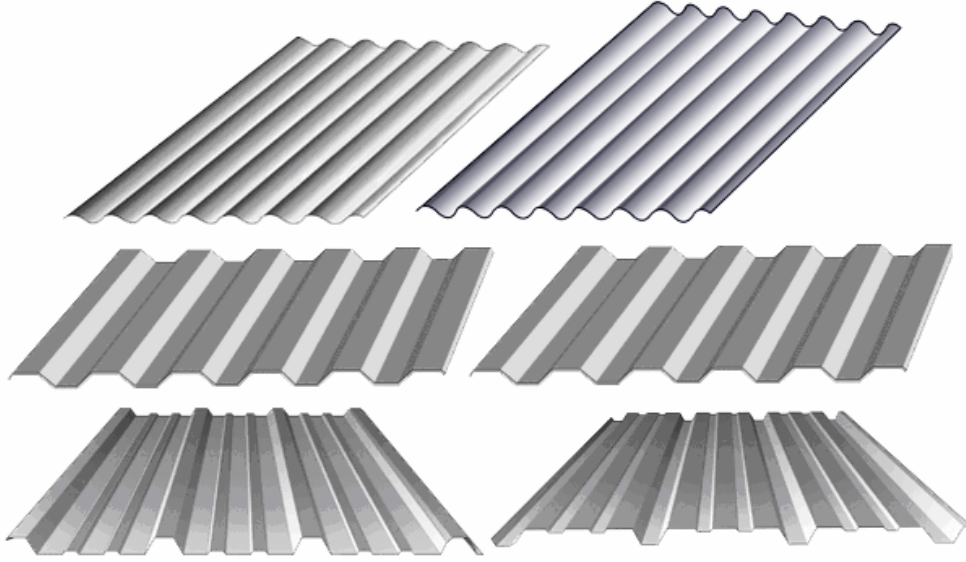
Bir yüzeyi düz, diğer yüzeyinde 1,5~2,5mm yüksekliğinde kabarıklıklar bulunan, orta ve kalın sac levhalardır. Üzerinde bulunan çıkıntılar kaymayı önlediğinden çelik köprülerde, merdiven basamaklarında veya kaldırımlarda kullanılırlar (Şekil 1.17).



Şekil 1.17: Baklavalı ve çıkıntılı levhalar

1.1.9.4. Oluklu Levhalar

İnce sactan ve çoğunlukla ince galvanize edilmiş olarak kullanılan dalgalı sac levhalardır. Dalga yüksekliğinin genişliğine oranı bakımından üçe ayrılır. Dalga genişliği yüksekliğinin iki katına eşit olanlara normal levha denir. Dalga genişliği yüksekliğinin iki katından fazla olanlar yası oluklu olup, çatı oluklu levhası adı verilir. Dalga genişliği yüksekliğinin iki katından az olan levhaya kiriş oluklu levha denir (Şekil 1.18).



Şekil 1.18: Oluklu levhalar

1.1.10. Levha Çizimleri

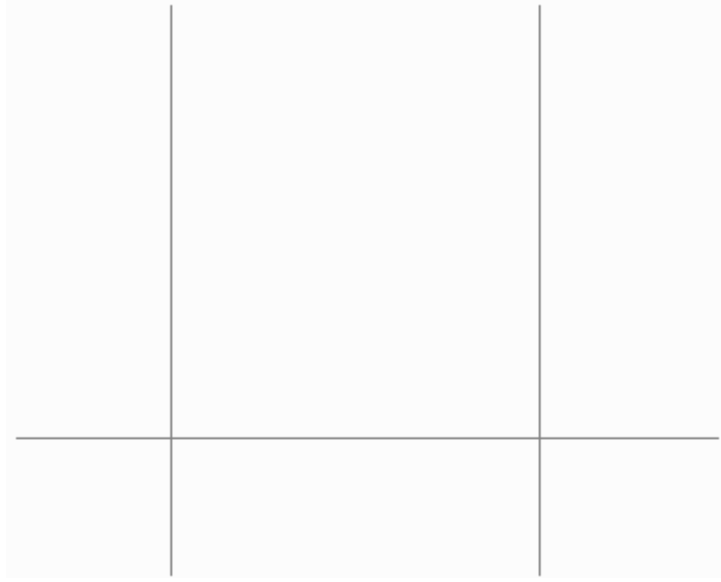
Çelik konstrüksiyon projelerinde kullanılan levhalar ve çizimleri önemli yer tutmaktadır. Öncelikle kesiti çizilecek olan levha kesitine karar verilir. Örnek olarak biz galvanizli düz levhaya ait bir çizim yapalım (Tablo 1.6).

Ölçüler (m)	Uzunluk mm(standart) 2400, 3000 ve istenilen boylarda																	
	Standart levha genişliği 1000, 1200, 1500 mm																	
Levha Kalınlığı (mm)	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,20	1,50	2,00
Ağırlık (kg/m ²)	2,48	2,71	3,10	3,42	3,81	4,21	4,60	4,99	5,38	5,78	6,17	6,56	6,95	7,33	7,74	9,70	12,05	15,97

Tablo 1.6: Levha tablosu

Levha çizimi için 2mm kalınlığında 1000 mm genişliğinde ve 800mm yüksekliğinde bir levha çizimi yapalım.

Kurşun kalem ile 1000 mm genişliğinde ve 800 mm yüksekliğinde bir dikdörtgen çizilir. Levhada birbirini kesen çizgiler uzatır (Şekil 1.19).



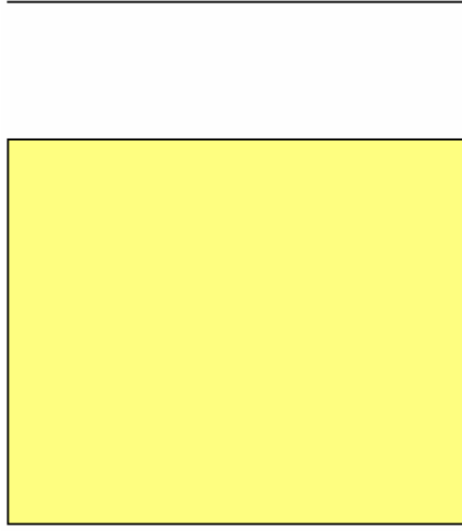
Şekil 1.19: Levhaya ait kurşunkalem çizimleri

Uzatılan bu yardımcı çizimler ile 2 mm'lik kesit çizilir (Şekil 1.20).



Şekil 1.20: Kurşun kalem ile çizimin tamamlanması

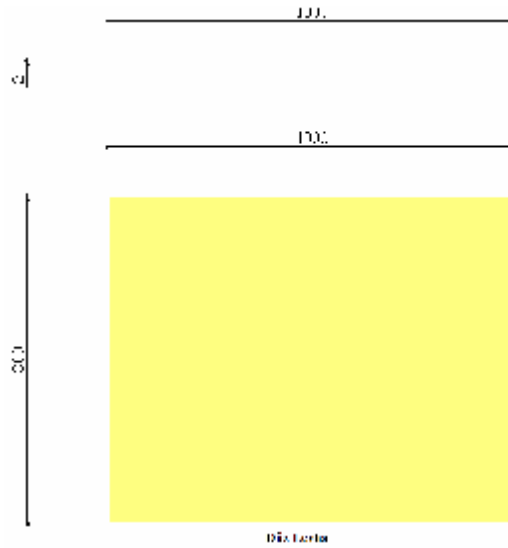
Tamamlanan kurşunkalem işlerinden sonra çizimin rapido kalem ile çizilmesi gerekmektedir (Şekil 1.21).



Şekil 1.21: Şeklin rapido kalem ile çizilmesi

1.1.11. Levha Ölçülendirilmesi

Şekli bitmiş olan levha ölçülendirilir. İki ölçü çizgisi arasında yazı yazmaya müsait alan yoksa ölçü çizgisi bir kenarından uzatılarak rakamlar yazılır. Burada 2 mm'lik profil kalınlığı için yeterli yazı boşluğu olmadığından ölçü yazısı ölçü çizgisinin yanına yazılmıştır (Şekil 1.22).



Şekil 1.22: Levhanın ölçülendirilmesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Yapmış olduğunuz çelik profil, gereçleri ve birleşim detayları çizimlerini aşağıdaki değerlendirme ölçeğine göre değerlendiriniz.

Gerçekleşme düzeyine göre evet – hayır seçeneklerinden uygun olanı kutucuğa işaretleyiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ				
Dersin adı	İnşaat Teknolojisi	Öğrencinin		
Amaç	Çelik standart, özel üretim, kapalı ve açık profil çizimleri ile levha çizimleri becerisinin ölçülmesi	Adı soyadı		
Konu	Profiller ve levhalar	Sınıfı/No		
Değerlendirme Ölçütleri			Evet	Hayır
1	Uygulamaya başlamadan önce gerekli olan kalem ve kağıtları hazırladınız mı?			
2	Çizim için gerekli araçları hazırladınız mı?			
3	Profilin eksenini çizdiniz mi?			
4	Çizim ölçeğini tespit ettiniz mi			
5	Tablodan (r) değerleri (gövdenin başlığa birleştiği kısımdaki çeyrek dairenin yarıçapı) olarak IPE 200 profilinin gövde ve baş kısmının birleşim yerinde çizdiniz mi?			
6	Profilin ölçülendirmesini yaptınız mı?			
7	Levhayı ölçülendirirken kesit kalınlığı ölçüsünü, ölçü çizgisinin yanına yazdınız mı?			
Toplam Evet - Hayır sayısı				

Değerlendirme sonucunda eksik olduğunuzu tespit ettiğiniz konuları, faaliyete dönerek tekrar ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı, aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz.

Aşağıda verilen sorularda doğru olduğunu düşündüğünüz bir seçeneği işaretleyiniz.

ÖLÇME SORULARI

- Aşağıdakilerden hangisi çelik elemanların çizim ölçeği değildir.
A) 1/1
B) 1/2
C) 1/5
D) 1/15
- İki ölçü çizgisi arasında yazı yazmaya müsait bir alan yoksa ne yapılır
A) İlgili Ölçü Çizgisi Bir Kenara Uzatılarak Bu Çizginin Üzerine Yazılır.
B) Ölçü Yazılmaz.
C) Ölçü, Ölçü Çizgisini Yanına Çizilen Daire İçine Yazılır.
D) Ölçü, Ölçü Çizgisinin Üzerine Kırmızı Kalemle Yazılır.
- Aşağıdaki ifadelerden hangisi çelik yapı elemanların çizim yöntemlerinden biri değildir?
A) Bilgisayar Programı (Cad) İle Çizim
B) Kurşun Kalem,Cetvel,Gönye,Pergel V.B. Teknik Resim Aletleriyle Çizim
C) Rapido Kalemlerle,Cetvel,Gönye,Pergel V.B. Teknik Resin Aletleriyle Çizim
D) Kırmızı Kalem Kullanarak Serbest Elle Çizim.
- Aşağıdakilerden hangisi standart profil değildir?
A) I Profili
B) U Profili
C) L Profili
D) K Profili

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Eksik olduğunuz konulara dönerek tekrarlayınız. Tüm soruları doğru yanıtladıysanız diğer faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 2

AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler doğrultusunda çelik birleşim gereçleri ve sembol çizimlerini kurallarına uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bulon, perçin ve kaynak ile ilgili tablolar var mı? Çevrede bulunan çelik yapıların projeleri hakkında öğretmeninizin rehberliğinde bilgi toplayarak sınıf ortamında bunu görsel olarak paylaşınız.

2. ÇELİK BİRLEŞİM GEREÇLERİNİ ÇIZME

2.1. Çelik Birleşim Gereçleri

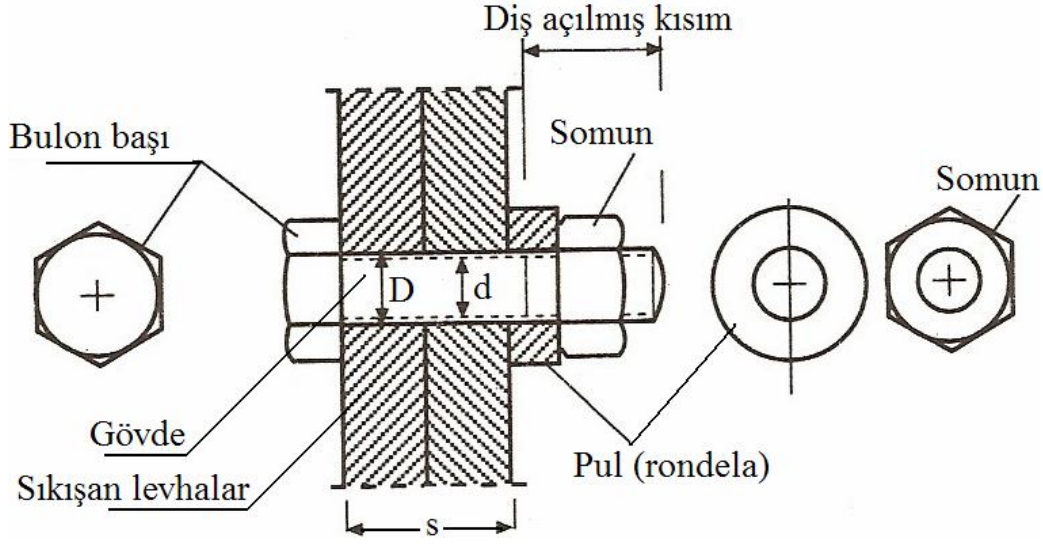
Çelik yapılar, profillerin ve levhaların birleştirme elemanları ile birleştirilmesi sonucunda elde edilir. Birleştirilen elemanların zarar vermeden sökülüp, sökülemez duruma göre ayrılabilir. Çözülebilir birleşim araçları bulonlardır. Çözülemez birleşim araçları ise perçin ve kaynaktır.

2.1.1. Bulon (Cıvata)

Bulon (cıvata) silindirik gövdeli, altı köşeli başlıklı, ucunda spiral diş açılmış kısmı bulunan bir birleşim aracıdır. Deliğine konduktan sonra diş açılmış ucuna, altına pul (rondela) konmak suretiyle somunu takılır (Şekil 2.1, Şekil 2.2).



Şekil 2.1: Bulon, somun ve pul



Şeki 2.2: Bulon, somun, pul ve sıkışan levhalar

2.1.2. Perçin

Perçin, yuvarlak çelikten presleme suretiyle elde edilen, delik çevresinde ezilme ve gövdesinde makaslama etkisiyle yük taşıyan birleştirme aracıdır. Bir daha çözülemeyecek olan birleştirmelerde kullanılır. Yerine konmamış perçinler, bir baş ve gövdeden meydana gelir. Esas perçin çapı yerine konmuş ve dövülmüş olanıdır. Çünkü yerine konmamış perçin çapı, yerine konmuş perçin çapından 1 mm küçüktür. Yerine yerleştirilen perçinin dövüldükten sonra deliği tamamen doldurmalıdır. Bu nedenle yerine konmamış bir perçin uzunluğunu yerine konduktan ve dövüldükten sonra hem deliği dolduracak ve hem de bir baş oluşturacak uzunlukta seçilmelidir,

Perçin üretiminde, ana malzemeye göre daha yumuşak kalitede çelik kullanılır. St.37 çeliği ile yapılan yapılarda kullanılacak perçin St.34, St.52 çeliği ile yapılan yapılarda ise, St.44 çeliği tercih edilir. Kopma uzamaları % 30 a yakındır (Şekil-2.3).



Şekil 2.3: Yerine konmamış perçin

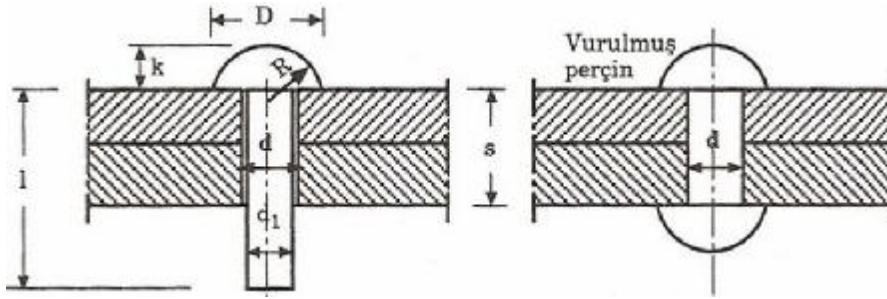
a. Biçimlerine Göre Perçin Çeşitleri

Yuvarlak başlı perçinler (Şekil 2.4).
Düz başlı(gömme)perçinler (Şekil 2.5).

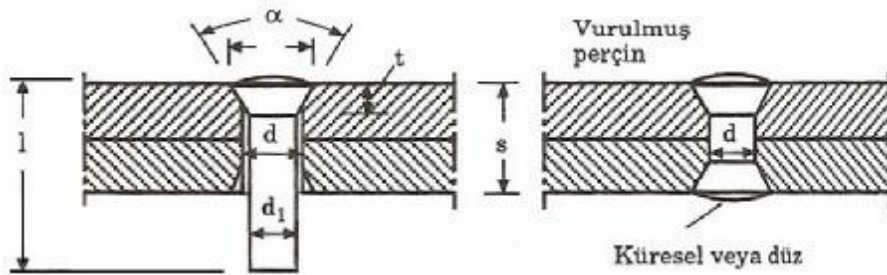


Şekil 2.4: Yuvarlak başlı perçin Şekil 2.5: Düz başlı perçin

Her iki perçin çeşidi de başlarının şekline ve çaplarına göre isimlendirilir. Çelik yapılarda en çok yuvarlak başlı perçinler kullanılır



Şekil 2.6: Yuvarlak başlı perçinle levhaları birleştirme detayı



Şekil 2.7: Gömme başlı perçinle levhaları birleştirme detayı

2.1.3. Kaynak

Aynı veya benzer alaşımli metallerin ısı tesiri altında birbirlerine birleştirilmesi işlemi olan kaynak, yapılarda, bu yüzyılın başından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. İlk defa yüksek yapılarda, sonra gemi inşaatında, daha sonra da köprü yapımında kullanılan kaynak, bugün bütün çelik inşaat ve imalat sanayinin başlıca birleştirme aracı durumuna gelmiştir. Kaynak yaparken metaller ergime derecesine kadar ısıtılarak plastik kıvama getirilir. Kaynak yapma metotları ergitme ve basınç kaynağı diye ikiye ayrılır.

2.1.3.1. Kaynak Dikişleri

Ergitme kaynağı metotlarıyla çekilen kaynak dikişleri küt kaynak dikişleri ve köşe kaynak dikişleri olmak üzere başlıca iki çeşittir.

a. Küt Kaynak Dikişleri

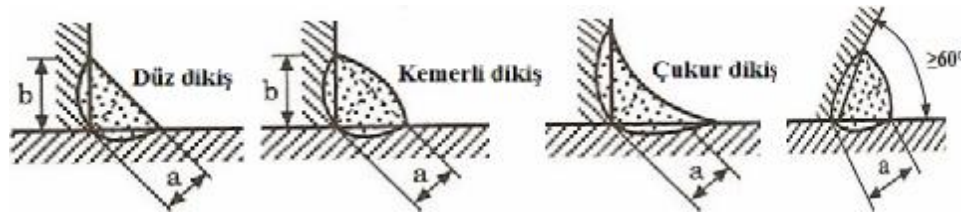
Aynı düzlemde bulunan iki levhanın, yan yana getirilerek aralarına çekilen kaynak dikişine denir. Tablo-2.1

Kaynak dikişi ismi	I Dikişi	V Dikişi	Y Dikişi	X Dikişi	U Dikişi
Levha kenarları şekli					
Kaynak işareti					
Levha t kalınlığı	≤ 5	3-20	8-20	18-40	>16

Tablo 2.1: Küt kaynak dikişleri (ölçüler mm)

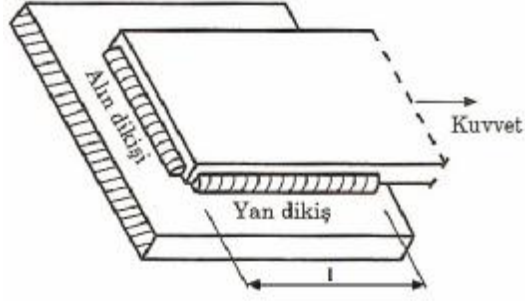
b. Köşe Kaynak Dikişleri

İki çelik elemanın birbirine dik veya en az 60° teşkil eden yüzeyleri arasındaki köşelere çekilen kaynak dikişine denir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Köşe kaynak dikişleri

Yüksek yapılarda $a=3\text{mm}$, köprülerde ise $a=3,5\text{mm}$ alınır. Her iki yapı çeşidinde de $\max a=0,7.t_{\min}$ olur. Burada t_{\min} kaynaklanan iki parçadan daha ince olanının kalınlığıdır



Şekil 2.9: Alın dikişi ve yan dikiş

Köşe kaynak dikişi, doğrultusu kuvvet doğrultusuna paralel ise yan dikiş, dik ise alın dikişi adını alır (Şekil 2.9).

2.1.4. Birleşim Gereçlerinin Projede Gösterilişi

a. Perçinlerin Projede Gösterilişi

d(mm)	11	13(e)	15	17(e)	19	21(e)	23(e)	25(e)	28	31	34	37
İşaret												

(e) En çok kullanılan perçinler

Tablo 2.2: Perçinlerin projede gösterilişi

	Bakılan taraftaki baş gömme
	Arka taraftaki baş gömme
	Her iki baş gömme
	Perçin şantiyede vurulacak
	Delik şantiyede açılacak

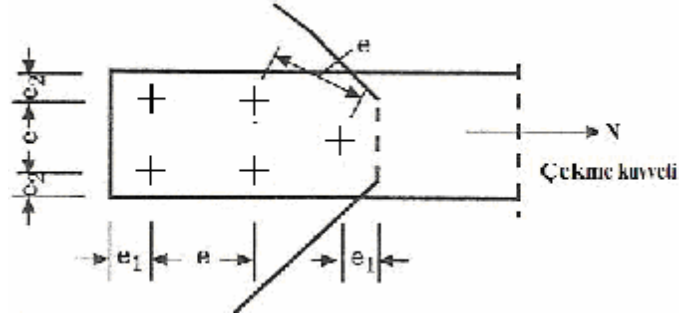
Tablo 2.3: Perçinlerin özellikleri için kullanılan işaretler

b. Bulonların Projede Gösterilişi

Bulon	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36
DIN 407'ye göre işareti										
Delik Çapı (D)mm	11	13	17	21	23	25	28	31	34	37
Kaba bulon gövde çapı d (mm)	10	12	16	20	22	24	27	30	33	36
Uygun bulon gövde çapı d (mm)	11	13	17	21	23	25	28	31	34	37
Çekirdek alanı (cm ²)	0,509	0,743	1.41	2.20	2.76	3.17	4.19	5.09	6.36	7.45

Tablo 2.4: Bulonların projede gösterilişi çapları ve çekirdek alanları

Perçin ve bulonların birleşimindeki tertibinde bazı kurallara uyulması zorunluluğu vardır. Bu zorunluluklar Tablo 2.5’de gösterilmiştir.



Uzaklık		Binalar için		Köprüler için	
		Min.	Max.	Min.	Max.
e	Perçinlerde	3d	8d, 15t	3d	6d, 12t
	Bulonlarda	3,5d	8d, 15t	3,5d	6d, 12t
e ₁		2d	3d, 6t	2d	3d, 6t
e ₂		1,5d	3d, 6t	1,5d	3d, 6t

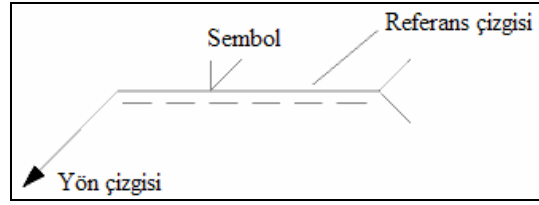
d	Birleşim aracı çapı
t	Birleşimdeki en ince kalınlık
e	Aralık
e ₁	Kuvvet doğrultusunda kenar uzaklık
e ₂	Kuvvete dik doğrultuda kenar uzaklık

Tablo 2.5: Perçin ve bulon aralıkları, kenar uzaklıkları

c. Kaynakların Projede Gösterilişi

Kaynak dikiş ismi	I Dikişi	V Dikişi	Y Dikişi	X Dikişi	U Dikişi
Kaynak işareti (DIN 1912)					

Tablo 2.6: Kaynakların projede gösterilişi



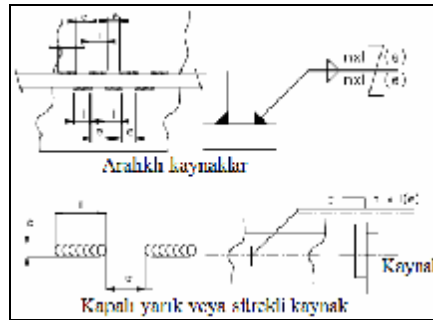
Şekil 2.10: Kaynak sembolü

Düz dikiş	Kemerli dikiş	Çukur dikiş
Görünür yüzeyde	Görünür yüzeyde	Görünür yüzeyde
Görünmez yüzeyde	Görünmez yüzeyde	Görünmez yüzeyde

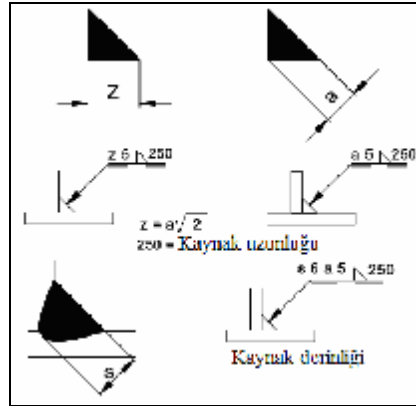
Tablo 2.7: Kaynak dikişi sembolleri

Montaj öncesi kaynak	Bütün çevresinde kaynak
Bütün çevresinde kaynak	Bütün çevresinde kaynak
İlgili yerde kaynak	

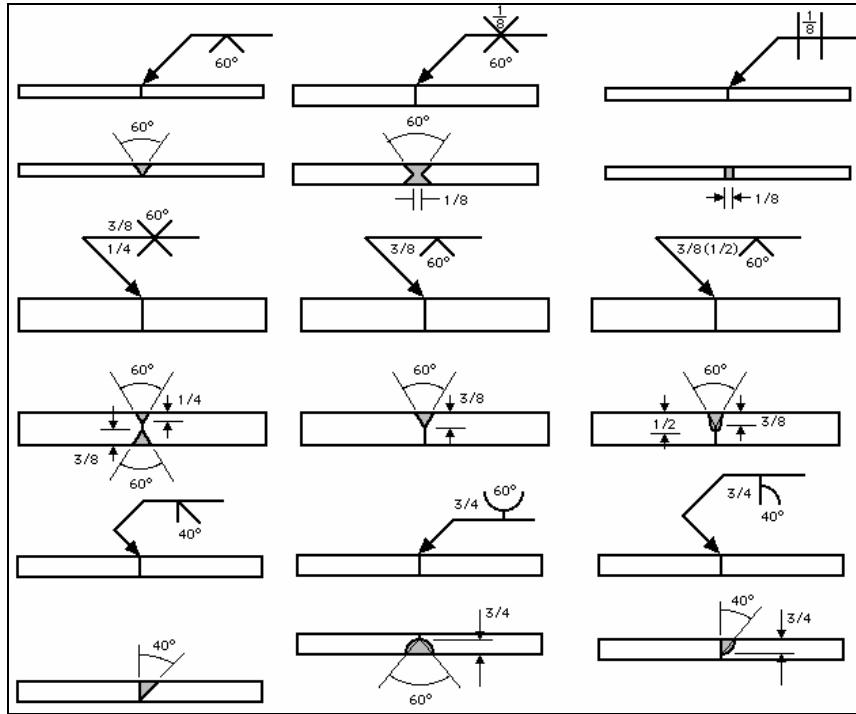
Tablo 2.8: Kaynak yapılacak yerin gösterilmesi



Şekil 2.11: Kaynakların ölçülendirilmesi



Şekil 12: Kaynak kesitlerinin ölçülendirilmesi

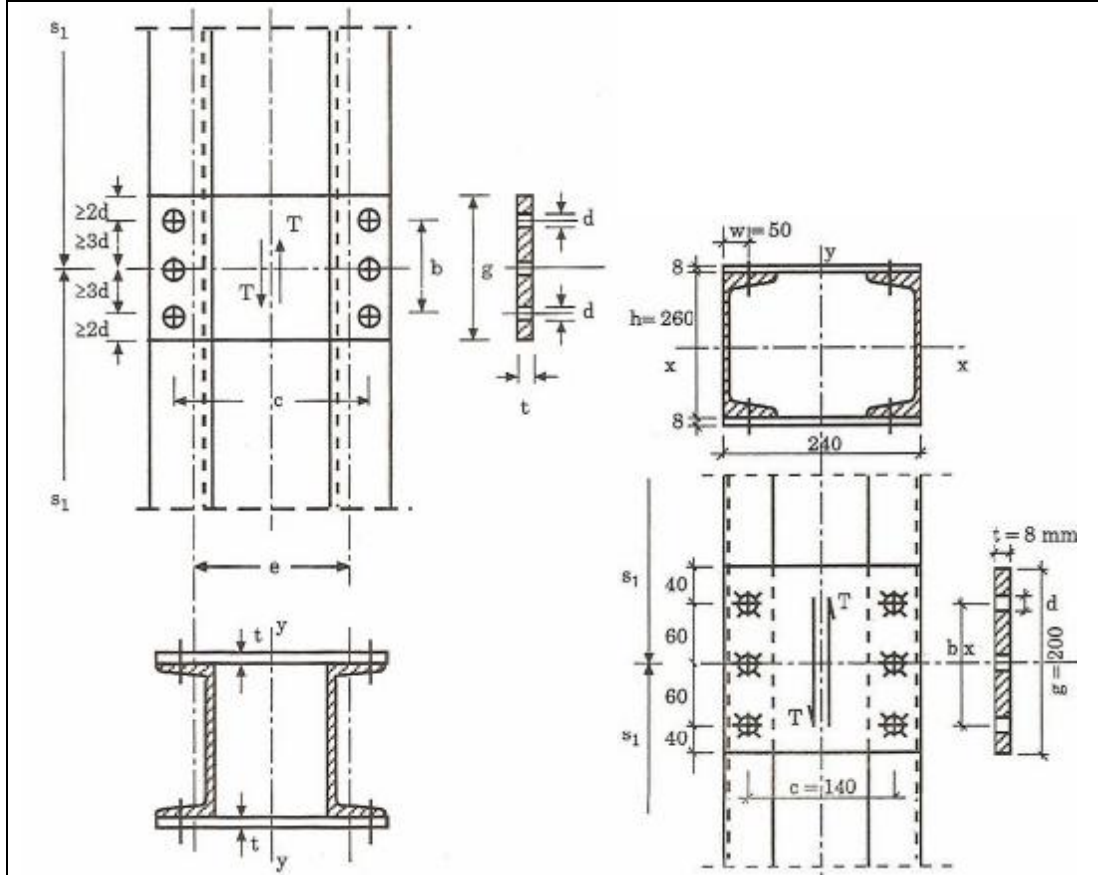


Şekil 2.13: Kaynaklı birleşimlerin projede gösterilmesi

2.2. Çelik Bağ Levhası Çizimleri

Bu tip bağlantıda, kolon profilleri dikdörtgen şeklinde kesilmiş çelik levhalar ile birbirine bağlanır. Bağ levhaları her bir profile en az iki perçin, iki bulon veya çevre dikiş kaynağı ile tespit edilmesi gerekir.

Bağ levhalarının kalınlığı en az 8 mm olmalıdır. Levhanın genişliği kolonu meydana getiren profillerin yüksekliğinin 0,8~1,0 katı alınır, ancak bu genişlik 15 cm'den az olamaz. Birleşik kesitli bir kolonda en az 3 adet bağ levhası bulunmalıdır. Bağ levhaları, olabildiğince kolonu eşit parçalara ayırmalıdır.



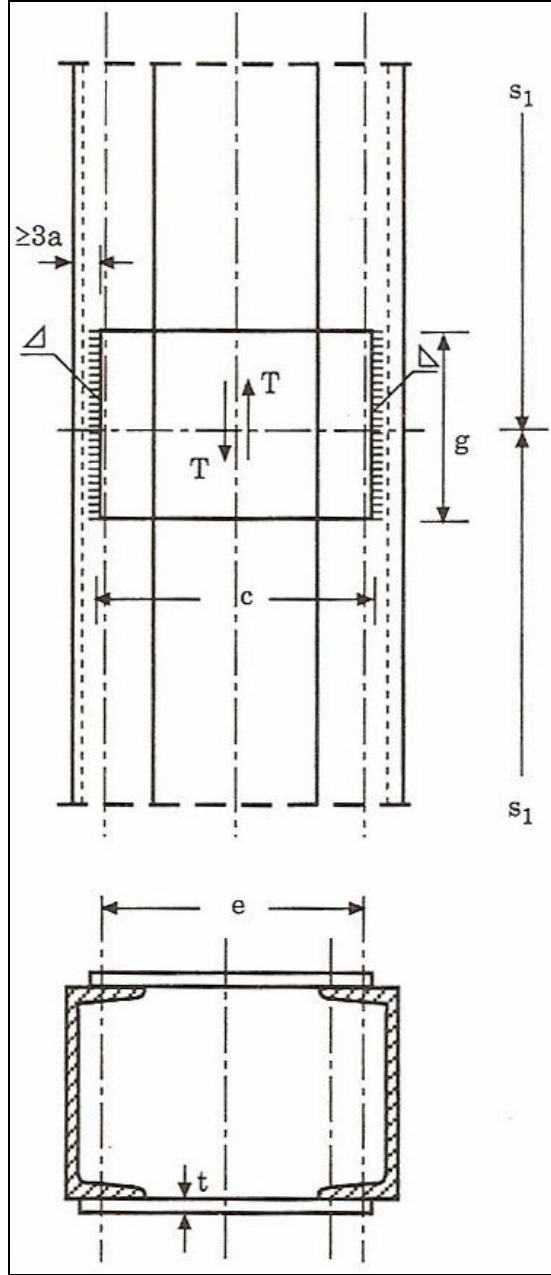
Şekil 2.14: Perçinli bağ levhaları

İki [profili ile teşkil edilmiş basınç çubuğunda profiller, çubuk boyunca s_1 aralıklı bağ levhaları ve perçinle bağlanmıştır(Şekil-2.14)

KESİT		ÖLÇÜLER						KESİT ALANI	TASARIM ÖLÇÜLERİ				YÜZEY ALANI	
	G	h	b	tw	tf	r1	r2	A	d	Ø	emin	emax	AL	AG
	kg/m	mm	mm	Mm	mm	mm	mm	cm ²	mm		mm	mm	m ² /m	m ² /t
UPN 260	37,9	260	90	10	14	14	7	48,3	200	M22	50	52	0,834	22

Tablo 2.9: UPN 260 serisi profile ait değerler (Tablo 1.3'den alınmıştır.)

Uygulama: Şekil 2.14’de sağda ve Tablo 2.9’ verilen değer değerler doğrultusunda perçinli bağ levhalarını çiziniz.



Şekil 2.15: Köşe kaynak dikişli bağ levhaları

İki [profili ile teşkil edilen basınç çubuğunda bağ levhaları ana profillere köşe kaynak dikişleriyle bağlanmıştır. Köşe kaynak dikişlerinin çekileceği köşelerin meydana gelmesi için, bağ levhası kenarı profil başlık kenarından en az 3a kadar (a=kaynak dikişi kalınlığı) geriye çekilmiş olmalıdır. Burada yalnızca çubuk profillerine paralel dikişlerle birleşim yapılmıştır(Şekil 2.15).

2.3. Çelik Birleşim Gereçleri ve Sembol Çizimleri

2.3.1. Bulon Gösterim Çizimleri

Gösterim	Altıgen başlıklar (DIN7990)	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Diş açılmış kısımda bulon çapı	d_1 (mm)	12	16	20	22	24	27	30
Diş açılmış kısmın uzunluğu	b (mm)	19.5	23	26	28	29.5	32.5	35
Diş açılmış kısımdan bulon gövdesine geçiş mesafesi	x (mm)	2.5	3	4	4	4.5	4.5	5
Somun başının köşeden köşeye uzunluğu	e_{min} (mm)	20.88	26.17	32.95	35.03	39.55	45.20	50.85
Bulon başının yüksekliği	k (mm)	8	10	13	14	15	17	19
Somun başının yüksekliği	m (mm)	10	13	16	18	19	22	24
Eğrilik yarıçapı	r (mm)	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0
Somun başının kenardan kenara mesafesi	S (mm)	19	24	30	32	36	41	46
Hesap enkesit alanı	cm^2	0.843	1.57	2.45	3.03	3.53	4.59	5.61
Bulon çekirdek (dış dibi) enkesit alanı	cm^2	0.763	1.44	2.25	2.82	3.24	4.27	5.19
Gövde enkesit alanı	cm^2	1.13	2.01	3.14	3.80	4.52	5.73	7.07
A – pulundaki delik çapı	mm	13.5	17.5	21.5	24	26	29	32

Tablo 2.10: Kaba bulon tablosu (DIN 7990)

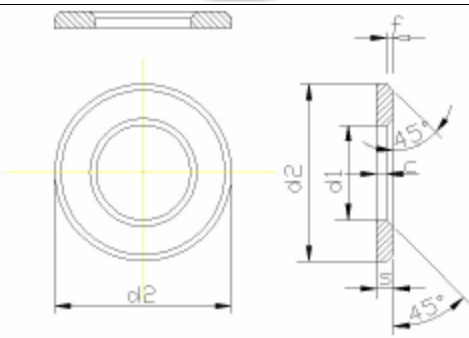
Gösterim	Altıgen başlıklı uygun bulonlar	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Dış açılmış kısımda bulon çapı	d_1 (mm)	12	16	20	22	24	27	30
Gövde çapı	d_2 (mm)	13	17	21	23	25	28	31
Dış açılmış kısmın toplam uzunluğu	b (mm)	18.5	22	26	28	29.5	32.5	35
Somun başının köşeden köşeye mesafesi	e_{min} (mm)	22.88	26.17	32.95	35.03	39.55	45.20	50.85
Bulon başının yüksekliği	k (mm)	8	10	13	14	15	17	19
Somun başının yüksekliği	m (mm)	10	13	16	18	19	22	24
Eğrilik yarıçapı	r (mm)	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0
Somun başının kenardan kenara mesafesi	s (mm)	19	24	30	32	36	41	46
B - pulundaki delik çapı	(mm)	13.5	17.5	21.5	24	26	29	35

Tablo 2.11: Uygun bulon tablosu (DIN 7968)

Dış açılmamış kısımdaki bulon çapı	d	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30
Dış açılmış kısmın boyu	1)	21	26	31	32	34	37	40
b	2)	23	28	33	34	37	39	42
c	Min	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Max	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
d _a	Max	15.2	19.2	24	26	28	32	35
d _w	Min	20	25	30	34	39	43.5	47.5
e	Min	23.91	29.56	35.03	39.55	45.20	50.85	55.37
k		8	10	13	14	15	17	19
r	Min	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	2	2
s		22	27	32	36	41	46	50

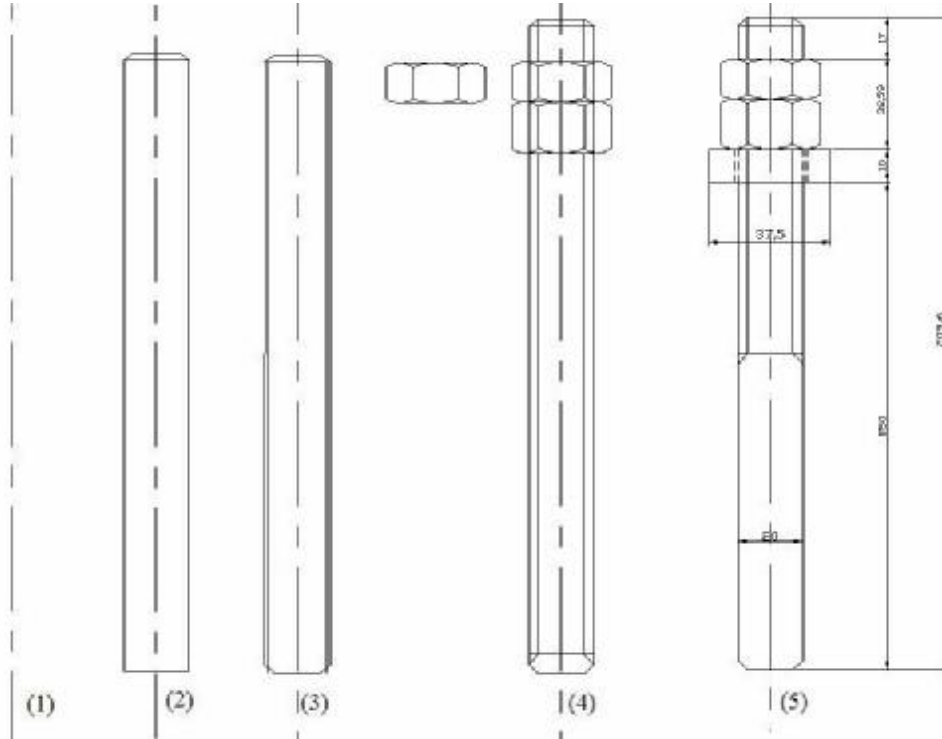
1), 2) Geçiş bölgesinin (dış kısmı açılmış kısmın ön ve arka tarafındaki geçiş bölgesinin dışında) üstünde ve altında kalan boylar için geçerlidir.

Tablo 2.12: Somun ve pul kullanılan yüksek mukavemetli bulon tablosu (DIN 6914)

Rondela (DIN 6916 / UNI 5714 / ISO 7416)	Ölçülendirmeler (mm)	d1	d2	s	c	f	Ağırlık Kg./1000
	M 12	13	24	3	1.6	0.5	7.00
	M 14	15	28	3	1.6	1	9.34
	M 14	15	28	4	1.6	1	13.50
	M 16	17	30	4	1.6	1	14.60
	M 18	19	34	4	1.6	1	18.90
	M 20	21	37	4	2	1	19.60
	M 22	23	39	4	2	1	24.30
	M 24	25	44	4	2	1	30.60
	M 27	28	50	5	2.5	1	50.20
	M 30	31	56	5	2.5	1	63.00
	M 33	34	60	5	2.5	1	75.00
	M 36	37	66	6	3	1.5	115.00
	M 39	40	72	6	3	1.5	133.00

Tablo 2.13: Rondela (pul) tablosu (DIN 6916)

Bulon Çizimi

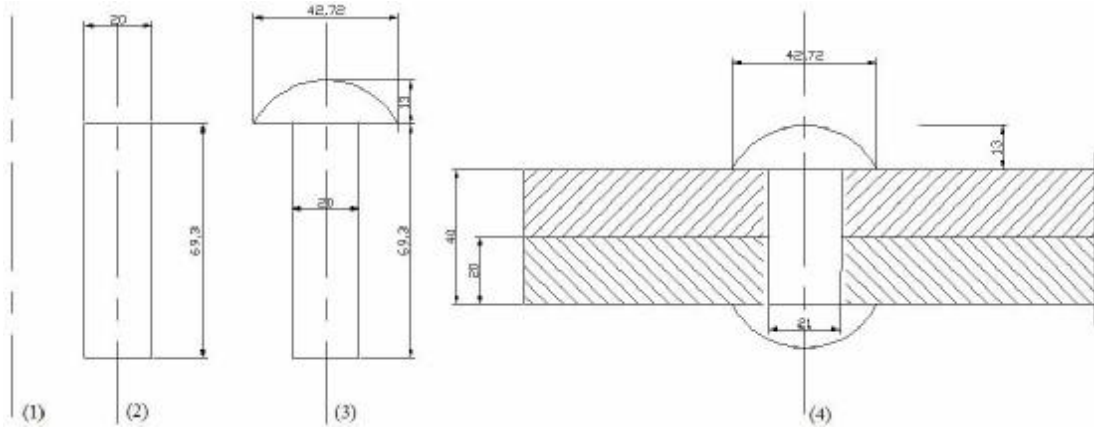


Şekil 2.16: Bulon çizim basamakları

İşlem Basamakları:

- Ø Aks çizilir
- Ø Bulon mili çizilir
- Ø Bulon miline istenen derinlikte dış açılır
- Ø Bulonun çizilmesi ve mil ile birlikte gösterilir
- Ø Şekil ölçülendirilir

2.3.2. Perçin Gösterim Çizimleri

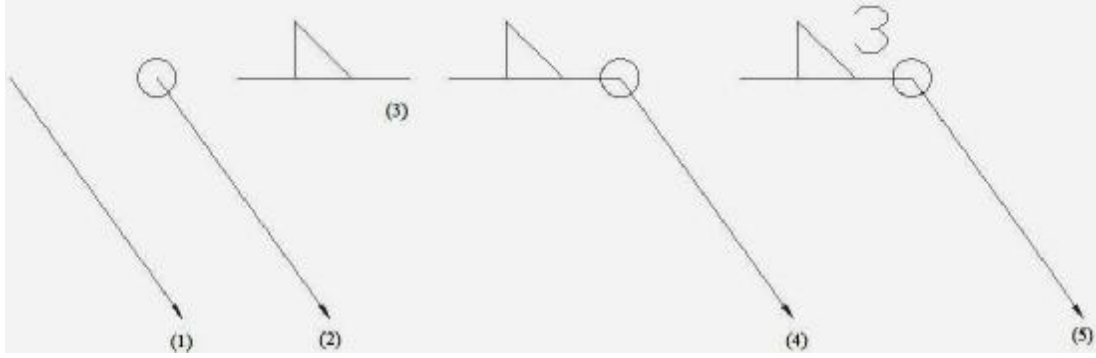


Şekil 2.17: Perçin çizim basamakları

İşlem Basamakları:

- Ø Aks çizilir
- Ø Perçin gövdesi çizilir ($l=s+4/3d$ formülü gereği $l=40+(4/3)\times 22=69.33\text{mm}$)
- Ø Başlık çizilir ($D=5.t \text{ min} - 0.2$ formülü gereği $D=5\times 2-0,2=4.272\text{cm}$)
- Ø Perçin çizilmesi ve birleştirilen levha kesitleriyle gösterilmesi (delik, perçin çapından 1mm daha geniş olur.)

2.3.3. Kaynak Gösterim Çizimleri

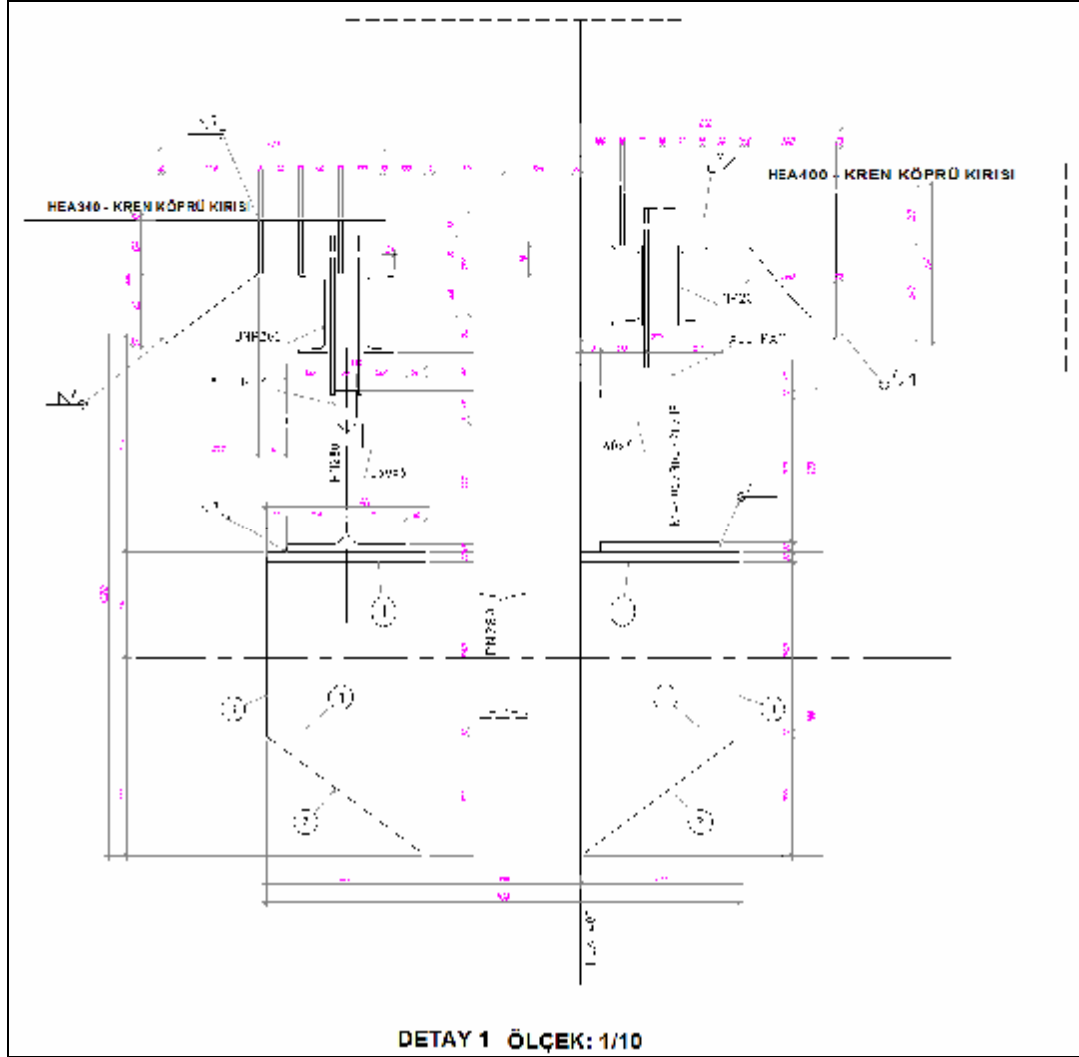


Şekil 2.18: Kaynak sembolü çizim basamakları

İşlem Basamakları:

- İşaret imleci ucundaki ok ile birlikte çizilir
- Daire şablonu ile kaynak sembolü çizilir
- Kaynak çeşidini gösteren sembolü çizilir
- Kaynak kalınlığının gösterilmesi
- Örnekte verilen köşe kaynağı sembolünün bitmiş halidir.

Örnek Çizim



Şekil 2.19: Kren kirişi birleşim detayı

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Aşağıda hazırlanan değerlendirme ölçeğine göre yaptığınız uygulamayı değerlendiriniz.

Gerçekleşme düzeyine göre evet- hayır seçeneklerinden uygun olanı kutucuğa işaretleyiniz

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ				
Dersin adı	İnşaat Teknolojisi	Öğrencinin		
Amaç	Çelik birleşim gereçleri ve sembol çizimlerini kurallarına uygun olarak çizilmesi becerisinin ölçülmesi	Adı soyadı		
Konu	Birleşim Gereçleri	Sınıfı No		
Değerlendirme Ölçütleri			Evet	Hayır
1	Uygulamaya başlamadan önce gerekli olan kalemleri, kağıtları ve çizim gereçlerini hazırladınız mı?			
2	Çizim ölçeğini seçtiniz mi			
3	Çelik birleşim gereçlerinin sembol gösterimlerini çizdiniz mi?			
4	Perçinli bağ levhalarını çizdiniz mi?			
5	Bulonu çizdiniz mi?			
6	Perçin çizdiniz mi?			
7	Kaynak gösterimini çizdiniz mi?			
Toplam Evet - Hayır sayısı				

Değerlendirme sonucunda eksik olduğunu tespit ettiğiniz konuları, faaliyete dönerek tekrar ediniz.

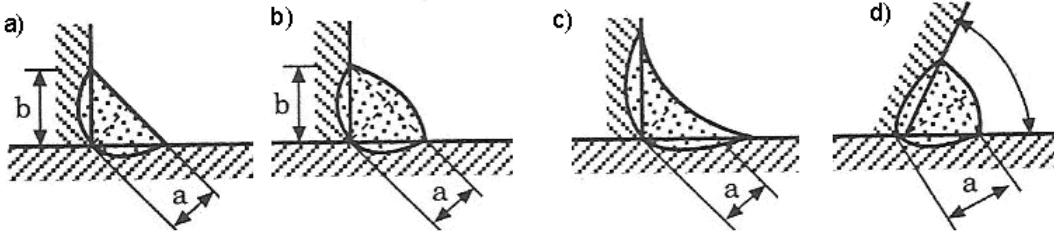
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı, aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz.

Aşağıda verilen sorularda doğru olduğunu düşündüğünüz bir seçeneği işaretleyiniz.

ÖLÇME SORULARI

1. Aşağıdakilerden hangisi kemerli köşe dikiş kaynağıdır.

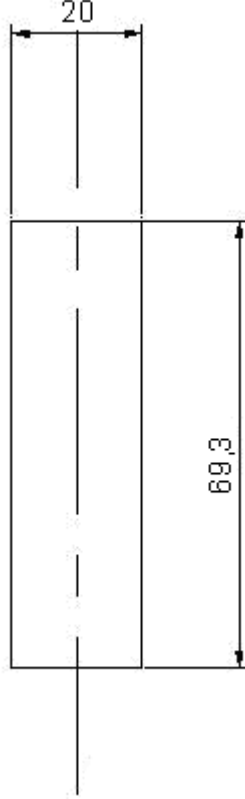


2. Aşağıda verilen bulon çizim basamağının (adımının) adıdır.?



- A) Aksın çizimi
B) Bulon milinin çizimi
C) Bulon miline istenen derinlikte açılacak dişin çizimi
D) Şeklin ölçülendirilmesi

3. Aşağıda şekli verilen perçin çizim basamağının (adımının) adıdır.



- A) Aks çizimi
B) Perçin gövdesinin çizimi
C) Başlık çizimi
D) Perçinin çizilmesi ve birleştirilen levhaların kesitleriyle gösterilmesi
4. Rondela (pul) genellikle hangi birleşim aracı ile kullanılır?
A) Perçin
B) Kaynak
C) Bulon
D) Tel

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Eksik olduğunuz konulara dönerek tekrarlayınız. Tüm soruları doğru yanıtladıysanız diğer faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 3

AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler doğrultusunda basit kesitli çelik konstrüksiyon ve birleşim detaylarını tekniğine uygun olarak çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çelik yapılarda uygulanan temel şekilleri nelerdir? Çelik kolon çeşitleri nelerdir? Çelik döşeme çeşitleri nelerdir? Bunları araştırarak sınıfta sunumunu yapınız.

3. BASİT KESİTLİ ÇELİK KONSTRÜKSİYON VE BİRLEŞİM DETAYLARINI ÇİZME

3.1. Basit Kesitli Çelik Konstrüksiyonlar

3.1.1. Çelik Temeller

Binaların sabit ve hareketli yüklerini zemine nakletmek üzere inşa edilen temeller, şekillenme ve kullanılan malzemenin cinsine göre sınıflandırılır. Çelik yapılarda genellikle betonarme temel şekilleri uygulanır. Yer altı su ve rutubetinden korunması için özel olarak üretilen çelik profil ve borular kullanılır. B.A.' ye nazaran çekme ve basınç çubuğu gerilimi fazla ve ekonomik olarak pahalıya mal olur. Genellikle münferit (tekil), ızgara girişler ve derin kazık temeller şeklinde yapılır.

a. Tekil (Münferit) Temeller

Çelik yapılarda dik doğrultuda yük taşıyan kolonların altında genellikle münferit temel yapılır. Bu temeller B.A. ve çelik malzeme kullanılarak inşa edilir. Münferit temellerde en basit olan ve az kullanılan B.A. yuvalı temel şeklindedir. Çelik kolonun yükünü nakledeceği temel yuvası, kolon kesitinden 10-20 cm daha geniş olacak biçimde hazırlanır. Çelik kolon yuvaya oturtulduktan sonra yanlarda kalan boşluk beton ile doldurulur.

Bu tip temellerde özellikle yer sarsıntısına, rüzgar gibi yatay kuvvetlere, ayrıca dinamik etkilere karşı kolon ayağının temele bağlanması gerekir. Bağlantıyı sağlamak üzere temel betonu dökülürken iki veya dört adet ankraj bulonu konur. Bulonlar gerekirse montajdan önce temel içine açılan yuvalara konularak, yüksek dozlu çimento harcı ile etrafı doldurulur.

Dış merkez yükü etkisini önlemek üzere taban levhasında ankraj bağlantı bulonları kullanılır.

b. Izgara Temeller

Kuruda inşa edilen çelik yapılarda, kolonun altına iki veya daha fazla I veya H profil yan yana getirilerek ızgara şeklinde çelik temel yapılır. Izgara profilleri düzeltilmiş, beton dökülmüş ve izole edilmiş zemin üzerine oturtulur. Çelik kolon yanlarına konulan levha ve L profillerle ızgaralar bağlanır.

Izgara temelin geniş bir yüzeye oturtulması gerektiğinde U veya I profilleri yan yana getirildikten sonra cıvata veya kaynakla birleştirilerek ızgara yapılır. Bu ızgaralar üzerine dik doğrultuda konulan çelik profiller üzerine çelik kolon oturtularak bağlanır. Çelik profillerinin su ve rutubetten korunması için etrafına koruyucu beton dökülür.

İki çelik kolonun birbirine yakın olması halinde birleşik ızgara temel yapılır. Birinci sıranın ızgara profilleri temelin enlemesine, yan yana konulduktan sonra teşkil edilen ızgaraların üstüne, iki veya daha fazla profil temelin uzunluğunca konur. Izgara için kullanılan profiller uygun yerlerinden birbirine bağlanır. Kolonların oturtulacağı yerde gerekirse taban levhası konularak bağlantı yapılır.

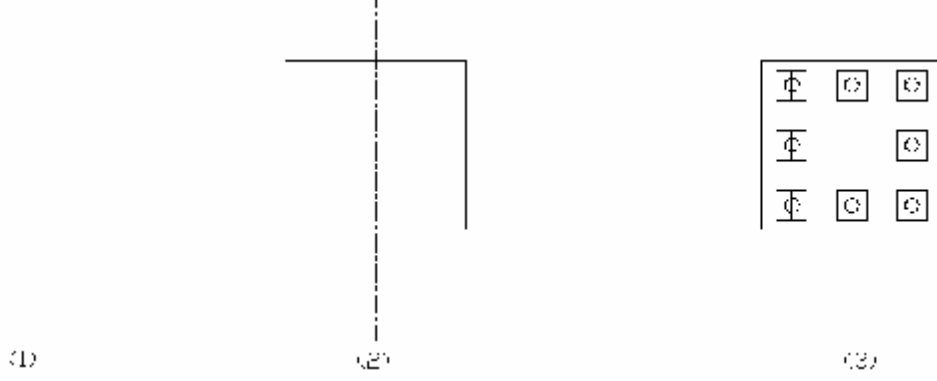
c. Kazık Temeller

Temele gelen yüklerin derinde bulunan tabakalara iletilmesi için yapılan temel şeklidir. Yer altı suyu ve rutubetten korunması için bakırlı çelikten genellikle H profili veya boru şeklinde üretilen özel malzeme kullanılır. Boru şeklinde yapılanlar silindirik veya konik şekilli, düz, vidalı veya çekme şekilli yapılır. Borular çakıldıktan sonra içleri beton ile doldurulur. Kazık temellerin üzerine çelikten veya B.A.'den temel ızgarası yapılır.



Şekil 3.1: Ankastre ayak ve BA temel birlikte görünüşü (nervürlü levha kullanılmamıştır)

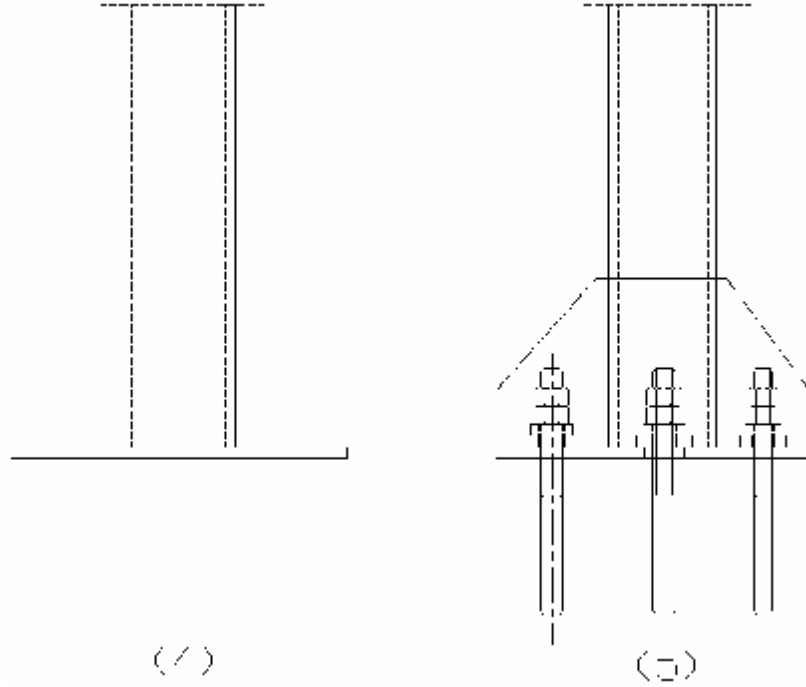
d. Çelik Temel Çizimi



Şekil 3.2: Çelik temel çizim basamakları

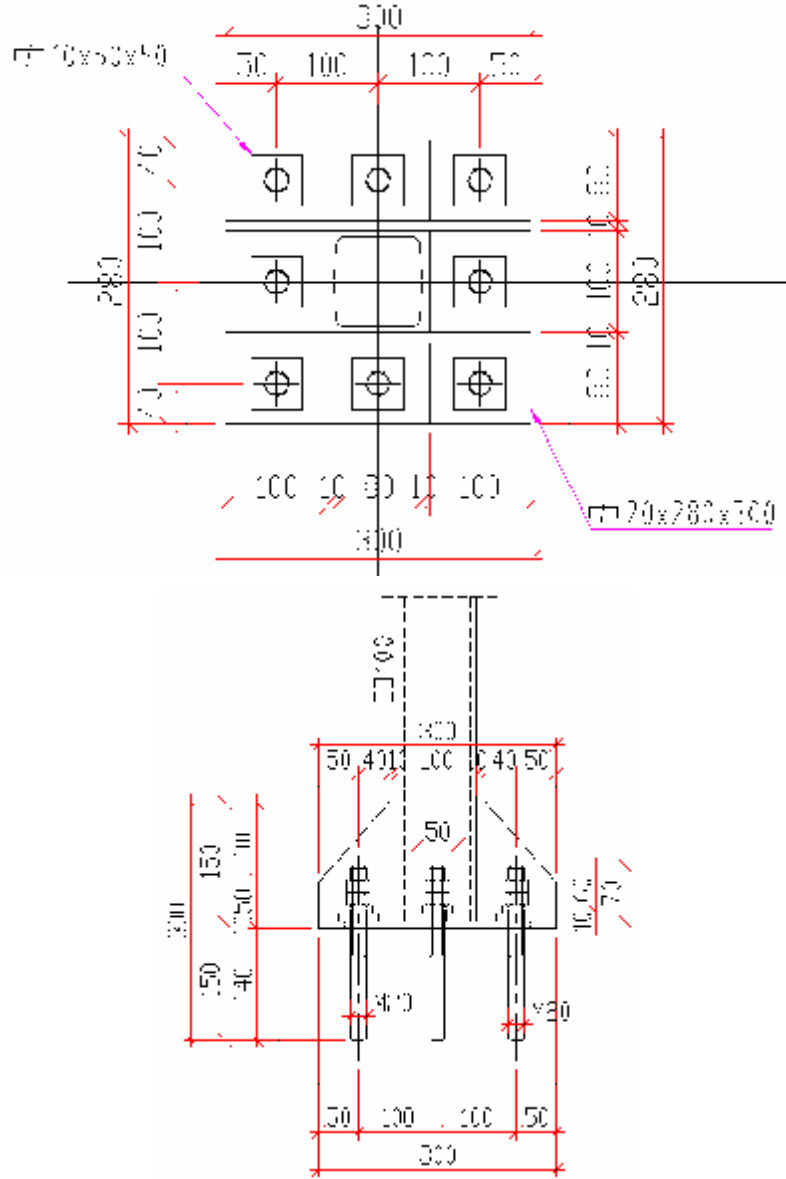
İşlem basamakları:

- Ø Aks çizilir (Şekil 3.2 (1))
- Ø Dikdörtgen taban levhası çizilir (Şekil 3.2 (2))
- Ø Bulon çizilerek yerleşimi üstten kuş bakışı olarak gösterilir. (Şekil 3.2 (3))



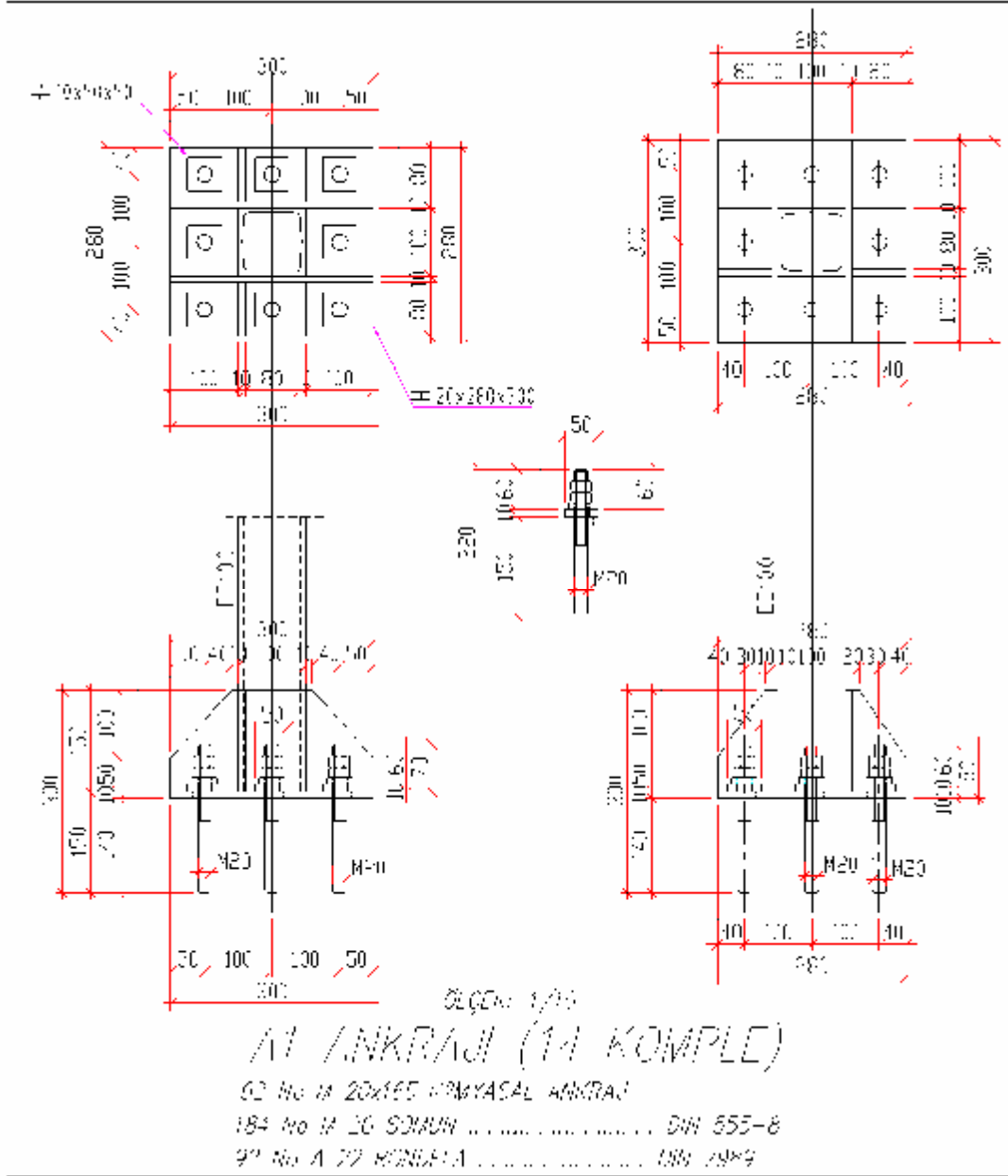
Şekil 3.3: Çelik temel çizim basamakları

- Ø Aynı aks devam ettirilerek kolon kesit görünüşü çizilir (Şekil 3.3 (4))
- Ø Hesaplarda nervür levha gerekirse kolon yanlarına nervür levha çizimleri eklenir, bulon kesit çizimleri gösterilir (Şekil 3.3 (5))



Şekil 3.4: Çelik temel çizim basamakları, şeklin ölçülendirilmesi

- Ø Ölçülendirmeler yapılır (Şekil-3.4)



Şekil 3.5: Bitmiş bulonlu ankraj birleşim detayı

3.1.2. Çelik Kolonlar

a. Basit Çelik Kolonlar

Çelik iskeletli yapılarda kesit şekli değiştirilmeden kullanılan kolonlardır. Üzerine gelen yükün durumuna göre tek bir hadde profilinden veya borudan yapılır. Çelik borular, statik bakımdan basit profillerle kıyasla daha elverişlidir. Gerektiğinde boru kolonların içine beton dökülür.

b. Birleşik Çelik Kolonlar

Kolon üzerine gelen yükün fazla olması halinde tek profil kullanılması ekonomik olmaz. Bu durumda iki veya daha fazla profil yan yana getirilerek perçin veya kaynakla birleştirilir. Gerektiğinde boy levhalar kullanılır. Küçük profillerle yapılan birleşik çelik kolonların yapılması, taşınması ve montajı kolaydır.

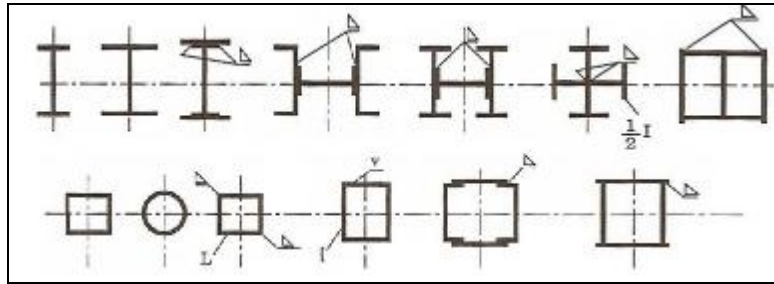
c. Çok Parçalı Çelik Kolonlar

İki veya daha fazla profille yapılan kolon elemanlarının yükü uygun bir biçimde taşımalarını sağlamak üzere birbirine bağlanır. Bağlantılar; kolon boyunca eşit aralıklarla, örgü çubukları ve bağ levhaları olmak üzere iki şekilde yapılır.

Örgü çubukları ile yapılan bağlantıda esas profiller eğik diyagonal ve yatay çubuklarla birbirlerine bağlanır. Lama veya korniyerlerden yapılan örgü çubukları kolonun iki yüküne ayrı doğrultuda konur.

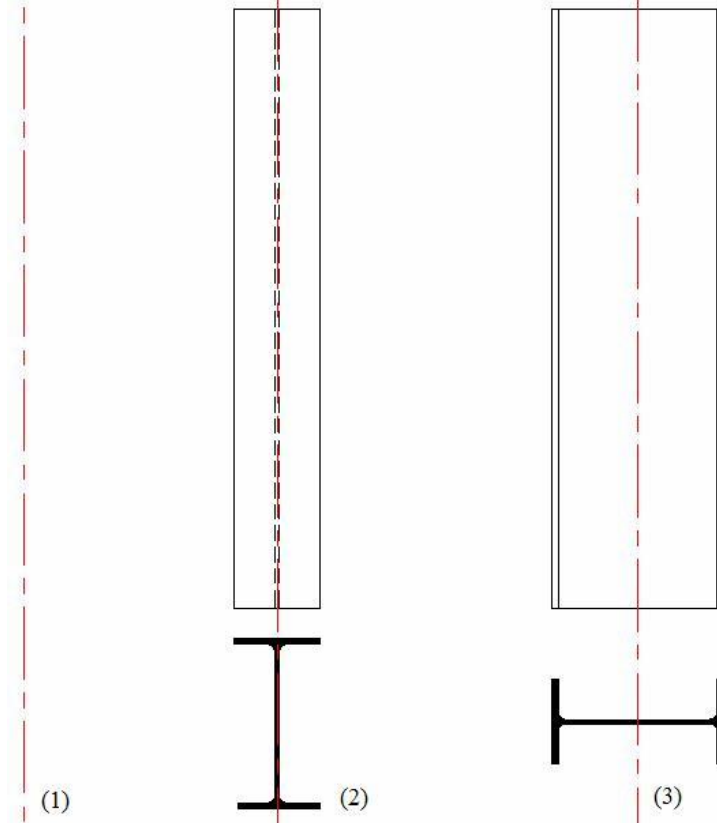
Bağ levhaları ile yapılan çok parçalı çelik kolonlarda, karşılıklı konulan çelik profiller dikdörtgen şeklinde kesilmiş çelik levhalarla aralıklı olarak birbirine bağlanır. Bu kolonlarda en az 8mm kalınlığında ve 15cm genişliğinde bağ levhalar eşit aralıklarla en az bir kolonda üç adet olacak şekilde konur.

Tek profil ile ve sürekli kaynaklanmış parçalarla teşkil edilen kolonlara ait bazı enkesit şekilleri Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6: Sürekli kaynaklanmış parçalarla oluşturulan kolonlar

d. Çelik Kolon Çizimi



Şekil 3.7: Çelik kolon çizimi işlem basamakları

İşlem basamakları:

- Ø Aks çizilir (Şekil 3.7 (1))
- Ø Profil kesiti hesaplardan çıkan değerlere göre profil tablosundan değerler alınarak (örneğin Tablo-3.1'deki değerleri alalım) çizilir. Profilin uzunluğu kadar (örneğin profil uzunluğu 265cm alalım) üstten görünüşü çıkartılır. (Şekil 3.7 (2))

KESİT		ÖLÇÜLER					KESİT ALANI	TASARIM ÖLÇÜLERİ					YÜZEY ALANI	
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _r mm	r mm	A cm ²	h _i mm	d mm	Ø	p _{min} mm	p _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
IPE 240	30,7	240	120	6,2	9,8	15	39,12	220,4	190,4	M12	66	68	0,922	30,02

Tablo-3.1: I profil serisi, IPE 240 profil tablosu

- Ø Profilin yan görünüşü için profil kesiti yan olarak gösterildikten sonra profilin uzunluğu kadar üstten görünüşü çıkartılır. (Şekil-3.7 (3))

3.1.3. Çelik Kirişler

Uzun eksenli dik doğrultuda tesir eden kuvvetler etkisinde eğilmeye çalışan yapı elemanlarına **kiriş** denir. Çelik iskeletli yapılar kiriş ve kolonların birleştirme şekillerine göre rijit ve mafsalı olmak üzere iki şekilde düzenlenir. Gerekliğinde bu iki sistemi karışımından oluşan iskelet inşa edilir.

Çelik kirişler, iskeletli yapılarda genellikle yatay konumda, üzerlerine gelen yükleri taşıyan ve oturdukları mesnetlere nakleden elemanlardır.

Çelik yapılarda kullanılan kirişleri şekillerine göre; Çelik dolu gövdeli kirişler ve çelik kafes kirişler olmak üzere iki kısma ayrılır. Bunlardan dolu gövdeli kirişleri en fazla 40m açıklığa kadar olan köprü ana kirişleri ile köprülerin enleme ve boylama kirişlerinde ve daha çok bina inşaatlarında kullanılır. Çelik dolu gövdeli kirişler, açıklık aktardıkları yükün büyüklüğü, inşaat için elde mevcut malzeme ve kullanılacak birleştirme aracına göre üç türlü teşkil edilebilirler:

a. Hadde Profillerinden Teşkil Edilen Dolu Gövdeli Kirişler

Açıklıkların fazla olması veya sürekli kiriş teşkili dolayısıyla uzun boylu profile ihtiyaç olması, elde mevcut profillerin kısıtlılığı gibi sebeplerle bu profillerin eklenmesi gerekir. Bu ek, kullanılacak birleştirme aracına göre perçinli veya kaynaklı olarak teşkil edilirler. Çelik yapılarda gerek kirişle geçilecek açıklığı küçüklüğü gerek kirişin taşıyacağı yükün azlığı ve gerekse elde mevcut veya bulunabilecek malzemenin uygunluğu gibi sebepler, dolu gövdeli kirişin, hadde profillerinden teşkilini zorunlu kılar.

b. Perçinli Dolu Gövdeli Kirişler

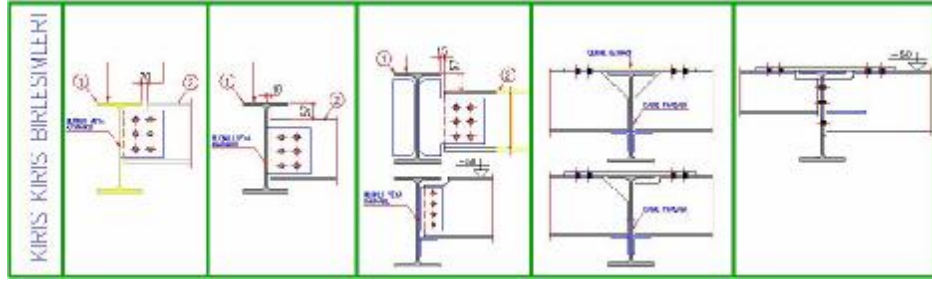
Birleşik çelik kiriş yapılırken, kirişi oluşturan parçalar perçin ile birbirlerine birleştirilir. Birleşik kiriş yapımında haddeden çekilmiş profiller, levhalar ve korniyerler kullanılır. Kirişin kullanıldığı yere göre başlık levhaları kullanılır. Normal profillerde başlık levhası kullanılması halinde perçinler kesiti zayıflatacağından, yalnız geniş başlıklı profillerde 10-12mm kalınlığında başlık levhası perçin ile birleştirilerek sağlamlaştırılır.

c. Kaynaklı Dolu Gövdeli Kirişler

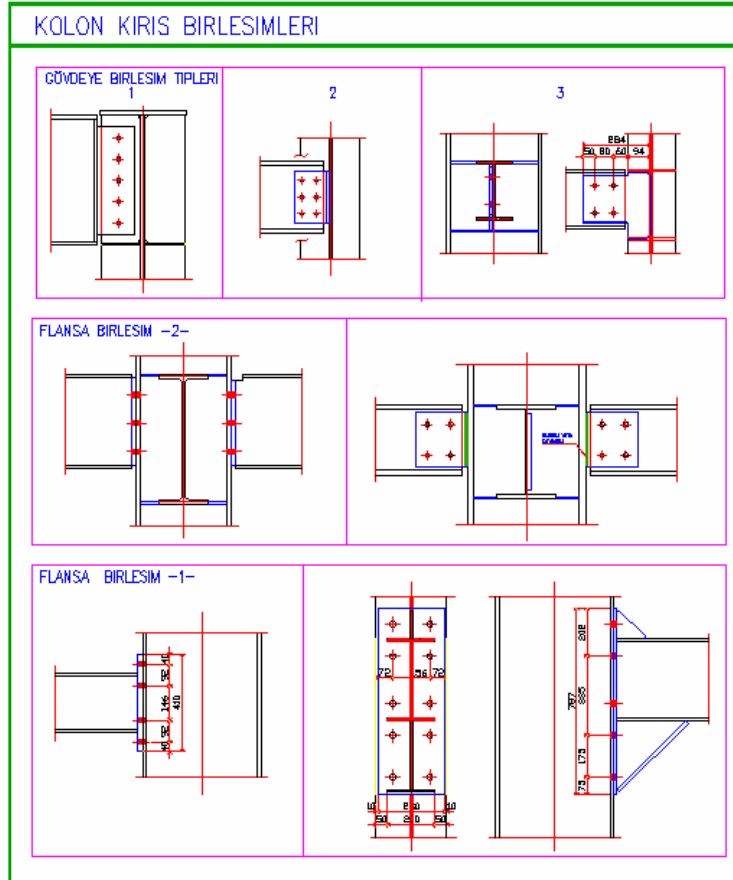
Birleşik çelik kiriş yapımında kullanılan parçalar kaynakla birleştirilerek dolu gövdeli kirişler yapılır. Normal ve geniş başlıklı ve gövde levhaları kaynakla birleştirilir.

Kullanılmış kirişin normal profillerden farklı yükseklik veya genişlikte olması gerektiğinde T ve L profilleri ile levhalar kullanılabilir. Kiriş başlıklarının yapılmasında çok sayıda ince levhaların kullanılması daha iyi sonuç verirse de kaynak işi artacağından tercih edilmez.

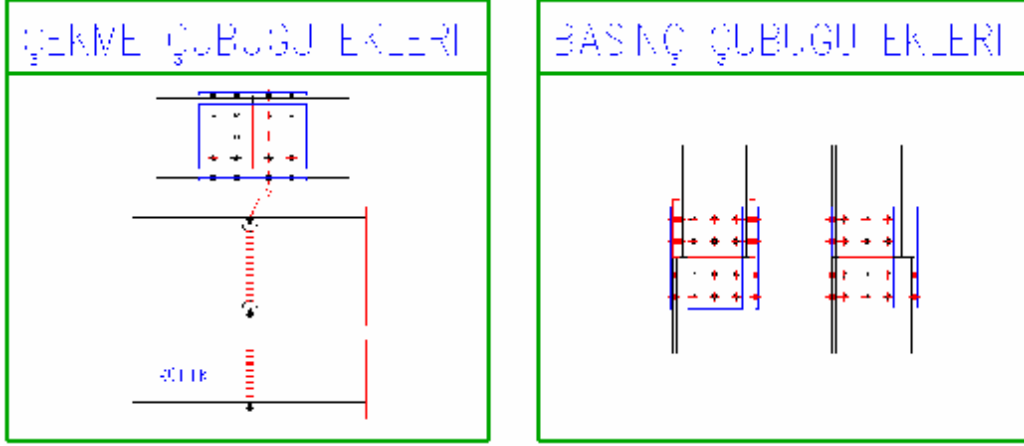
d. Çerçeve Birleşimleri



Şekil 3.8: Kiriş – kiriş birleşimleri



Şekil 3.9: Kolon – kiriş birleşimleri



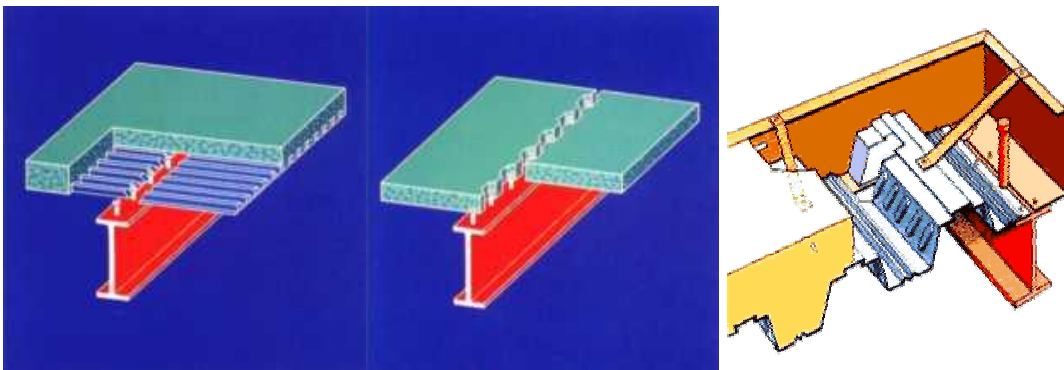
Şekil 3.10: Çekme çubuğu ve basınç çubuğu ek birleşimleri

Birleşimler İçin Genel Çizim Adımları

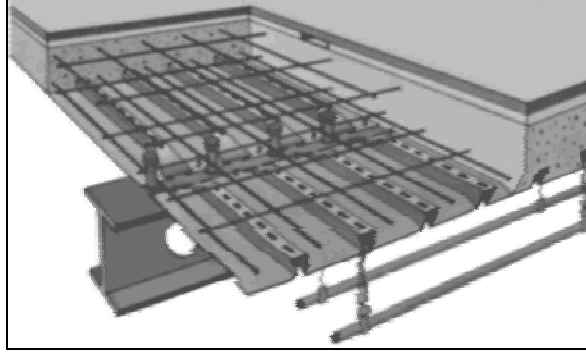
- Ø Aks sistemi çizilir
- Ø Öncelikle birleşen elemanlar (kolon – kiriş vb.) çizilir.
- Ø Birleşim araçları levhalar çizilir
- Ø Levhalar üzerine bulonlar, perçinler veya kaynaklar yönetmeliklere uygun olarak hesap sonuçlarına göre yerleştirilir.
- Ø Ölçülendirmeler pafta ölçeğine göre yapılır.

3.1.4. Çelik Döşemeler

Çelik çerçeveli yapılarıdaki döşemeler sac veya beton ile ya da her ikisi birlikte kullanılarak oluşturulmaktadır.



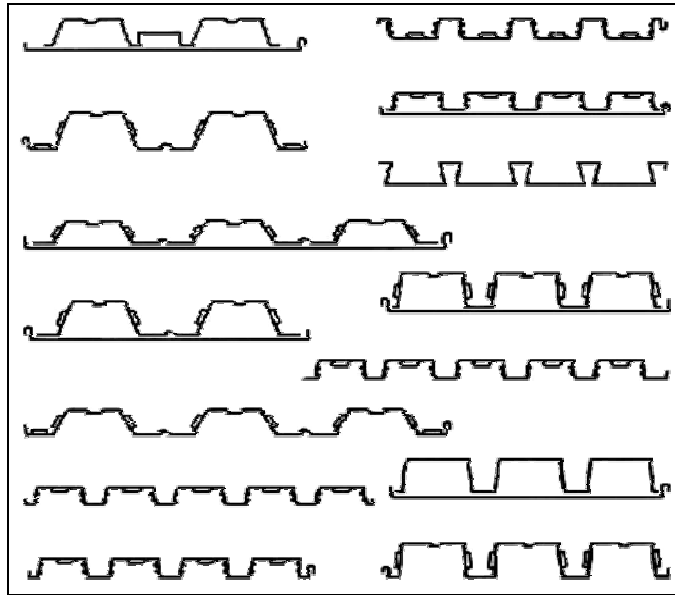
Şekil 3.11: Çelik döşemeler



Şekil 3.12: Sac ve üzerine şantiyede dökülen donatılı betondan oluşan çelik döşemeler

Çelik çerçeveli yapılarda kirişler; yatay yüklerin dağıtımında üstün diyafram özelliği olan betonarme döşemelere kirişlerin üst başlığına kaynaklanan kesme bağlayıcıları ile bağlanmaktadır. Bu bağlantı ile oluşan bileşik kesitteki çelik kirişin taşıma kapasitesi artarken ağırlığın da sağlanan ekonomi %20 ile %150 oranları arasında değişmektedir.

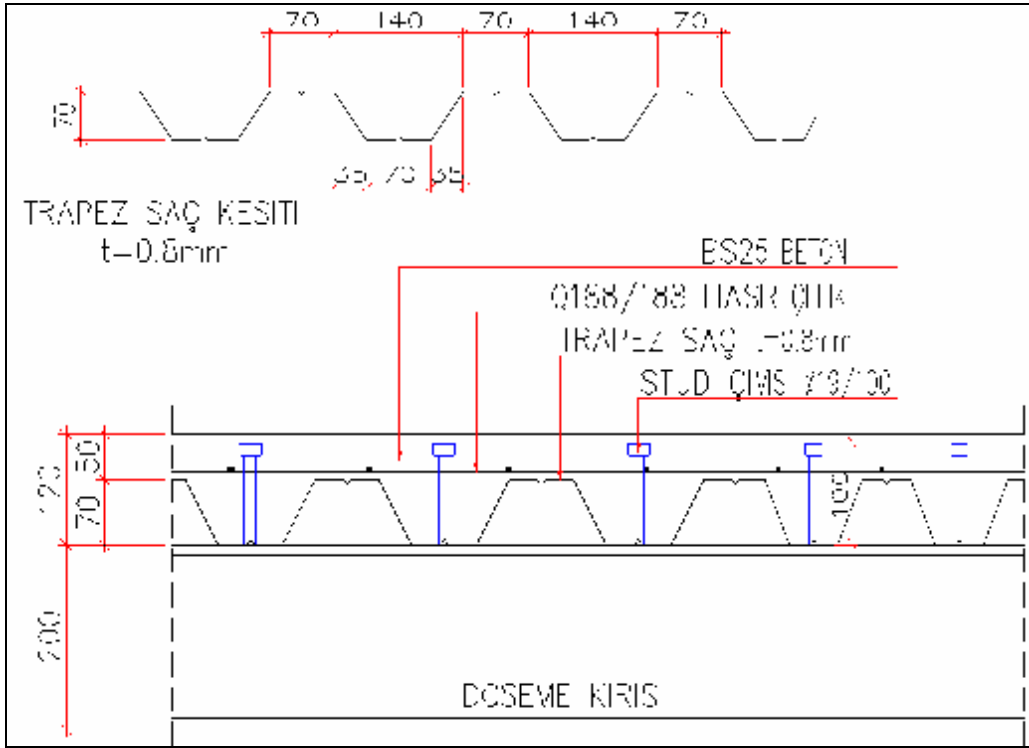
Kesme bağlayıcısı olarak genellikle özel çivi, U profil, köşebent, lama ve U veya helisel biçimli çubuklar kullanılmaktadır. Bağlantısı özel kaynak tabancaları ile fabrikada veya şantiyede kısa sürede ve kolaylıkla yapılabilen özel çiviler en yaygın olanıdır.



Şekil 3.13: Döşeme sac çeşitleri

Çelik Döşeme İçin Çizim Adımları

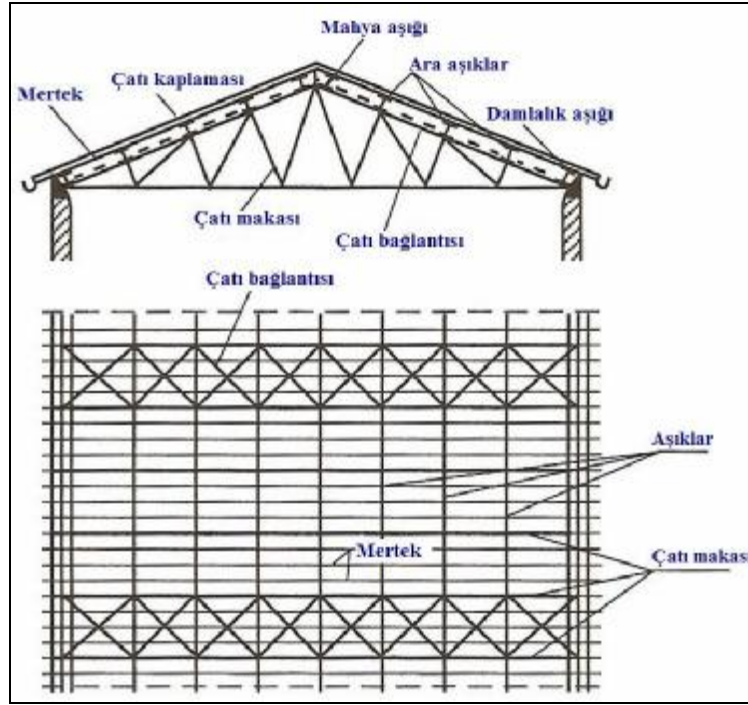
- Ø Kiriş aksı çizilir
- Ø Trapez saç kesiti çizilir
- Ø Stud çivisi çizilir
- Ø Kiriş kesiti çizilir ve aksa yerleştirilir (örneğimizde IPE 200)
- Ø Betonarme döşeme kiriş üzerine istenen kalınlıkta çizilir.
- Ø Ölçülendirmeler pafta ölçeğine göre yapılır.



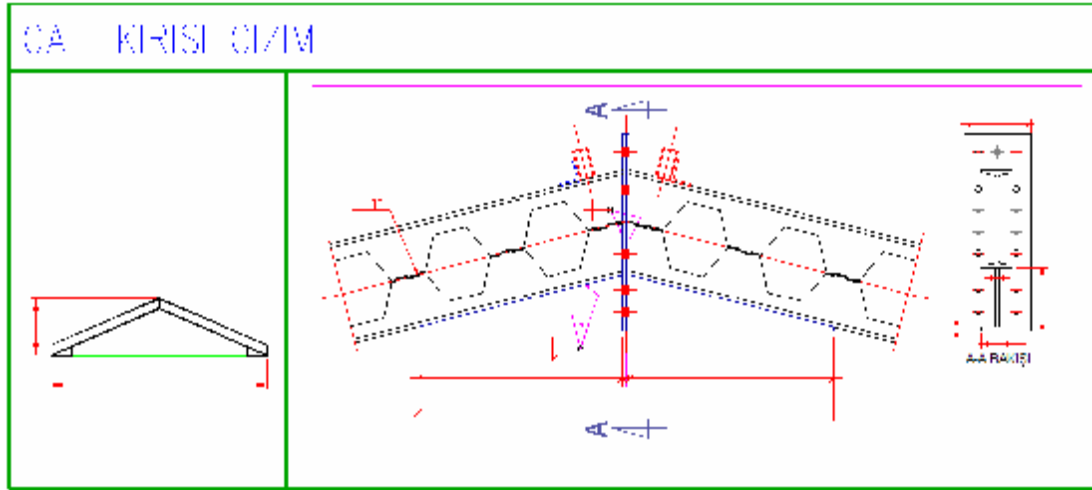
Şekil 3.14: Çelik kompozit döşeme

3.1.5. Çelik Kirişli Çatılar

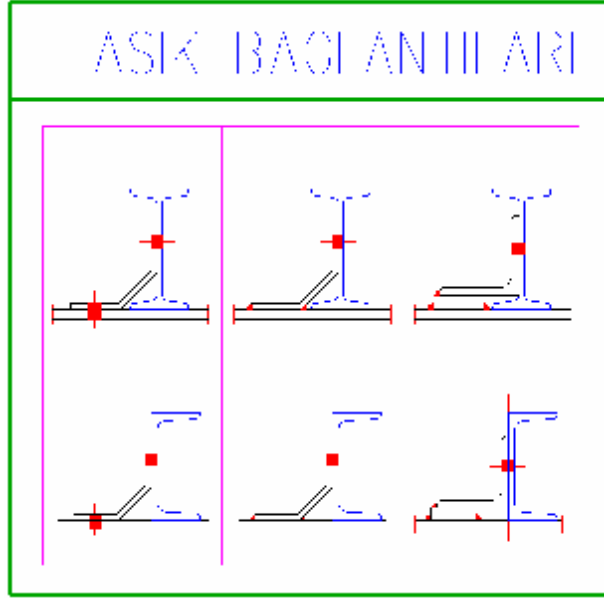
Çatılar; çatı kaplaması, mertekler, aşıklar ve çatı makasları, çatı bağlantıları ve gergi çubuklarından oluşur (Şekil 3.15)



Şekil 3.15: Çatıyı oluşturan elemanlar



Şekil 3.16: Çelik kiriş



Şekil 3.17: Çelik aşık bağlantıları

Çelik Kirişli Çatılarda Birleşimler İçin Çizim Adımları

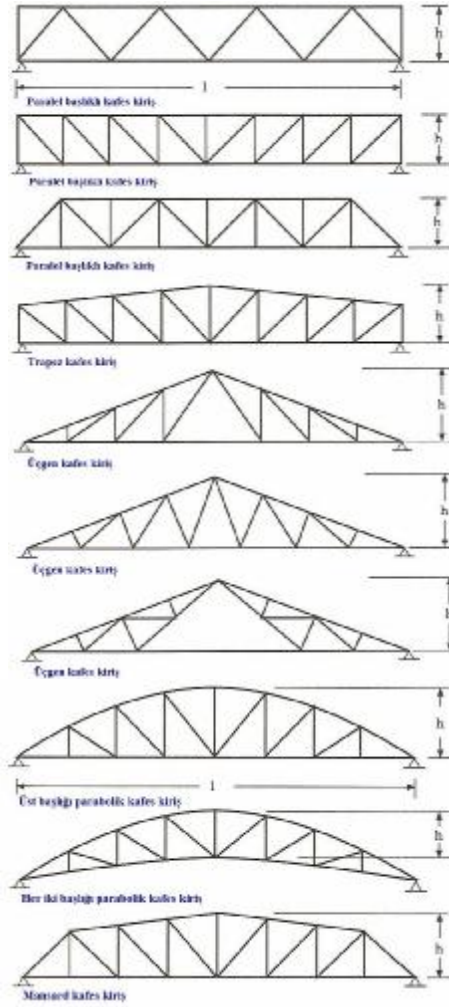
- Ø Aks sistemi çizilir, aks sistemi oluşturulurken çatı eğimi kullanılır.
- Ø Öncelikle birleşen elemanlar (kolon – kiriş vb.) çizilir
- Ø Birleşim araçları levhalar çizilir
- Ø Levhalar üzerine bulonlar, perçinler ve kaynaklar yönetmeliklere uygun olarak hesap sonuçlarına göre yerleştirilir
- Ø Ölçülendirmeler pafta ölçeğine uygun olarak yapılır.

3.2. Çelik Kafes Kirişli Çatı Tipik Birleşim Detayları

Kafes kirişler büyük açıklıkları geçmek için kullanılır. Çekme ve basınç çubuklarından oluştururlar. Üçgen, trapez, paralel başlıklı, bir taraftan ve parabolik olmak üzere çeşitli kafes kirişler mevcuttur. Bu çeşitli kafes kirişler çatı durumlarına göre seçilirler. Çelik kafes kirişler atölyelerde yapılarak inşaat sahasına taşınır ve konur. Bir kafes kirişin, bir bütün halinde çalışabilmesi için üzerine gelen yükleri birleşme noktalarına ve oradan mesnetlere dik doğrultuda nakletmesi gerekir. Çelik kafes kirişlerin üzerine yük geldiğinde veya ısı değişikliğinde kiriş boyuda değişir. Bu nedenle kafes kirişin mesnet uçlarından biri sabit, diğeri rulolu veya yatay bir yüzeyde kayabilecek şekilde, yani mesnetlerden biri hareketli olacak şekilde yapılır.

Bir kafes kirişte elemanlar numaralanır. En üsteki çubuğa üst çubuk veya üst başlık kiriş, alttakine alt çubuk veya bırakma kirişi, bunların aralarına konulan çubuklara düşey veya eğik çubuklar adı verilir. Düşey çubuklar basınca çalışıyorsa dikme, çekmeye çalışıyorsa askı ve eğik olanlara ise diyagonal denir.

Kafes kirişlerin birleşme yerlerine düğüm noktaları denir. Düğüm noktalarının mafsalsal gibi çalıştığı kabul edilir. Bu noktadaki birleşimler bulonla yapıldığında meydana gelen sürtünme kuvvetinden dolayı rijit olur. Birleşen çubuklar genellikle perçin ve kaynakla birbirlerine bağlandığından düğüm noktaları mafsalsal gibi çalışmaz. Kafes kirişleri başlık şekillerine göre isimlendirilirler(Şekil 3.18).

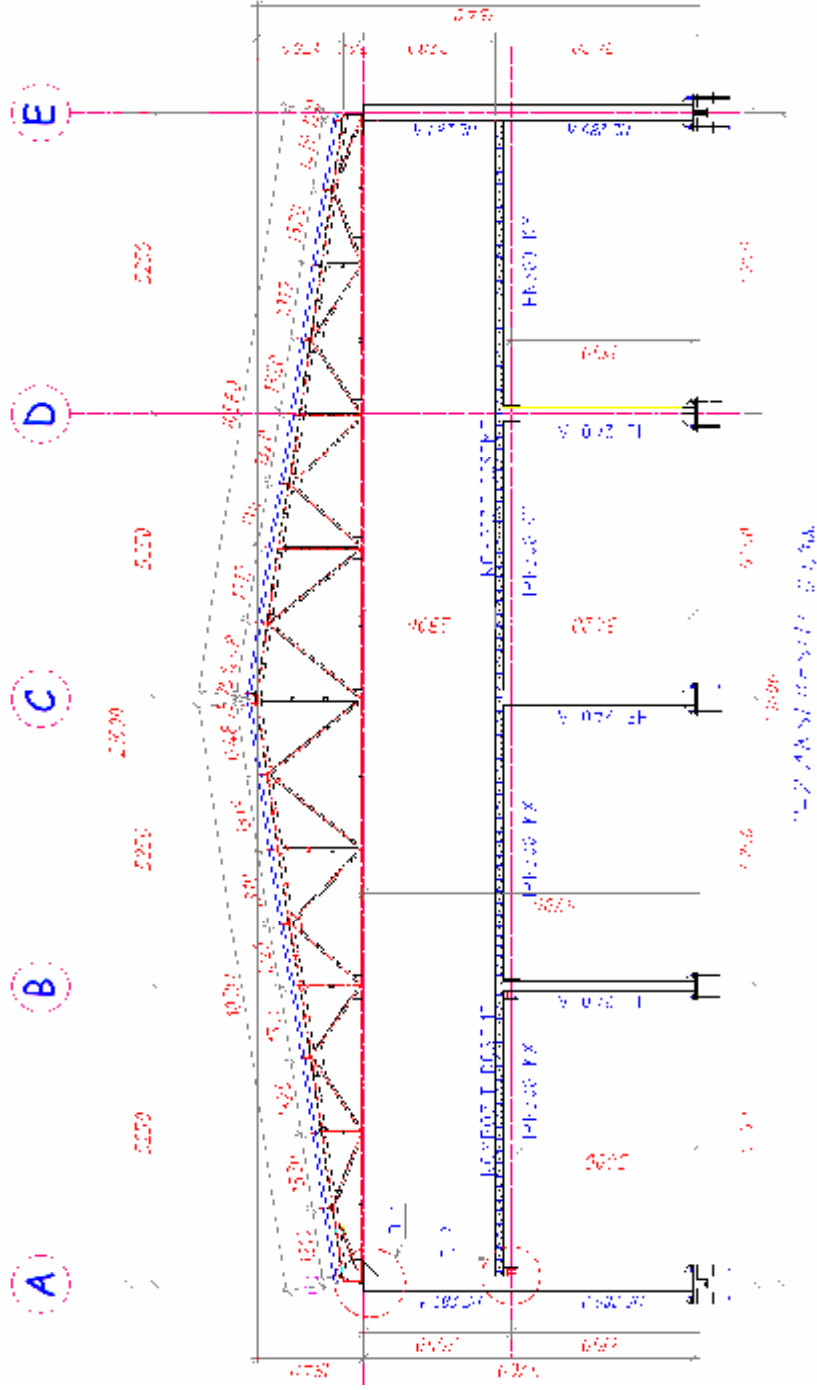


Şekil 3.18: Başlık şekillerine göre kafes kirişler

Kafes kirişler; tek gövdeli kafes kirişler ve çift gövdeli kafes kirişler olmak üzere iki türde teşkil edilebilirler. Çubukları teşkil eden parçaların birbirine bağlantısı ile çubukların düğüm noktalarındaki birleşimleri perçin veya kaynak yapılmasına göre ayrılabilir. Perçinli teşkiller günümüzde pek kullanılmamaktadır. Şekil-3.19’da kafes kirişlerin çubuk enkesit şekilleri gösterilmiştir.

Perçinli kafes kirişler		
	Tek gövdeli	Çift gövdeli
Başlık çubukları		
Örgü çubukları		
Kaynaklı kafes kirişler		
	Tek gövdeli	Çift gövdeli
Başlık çubukları		
Örgü çubukları		

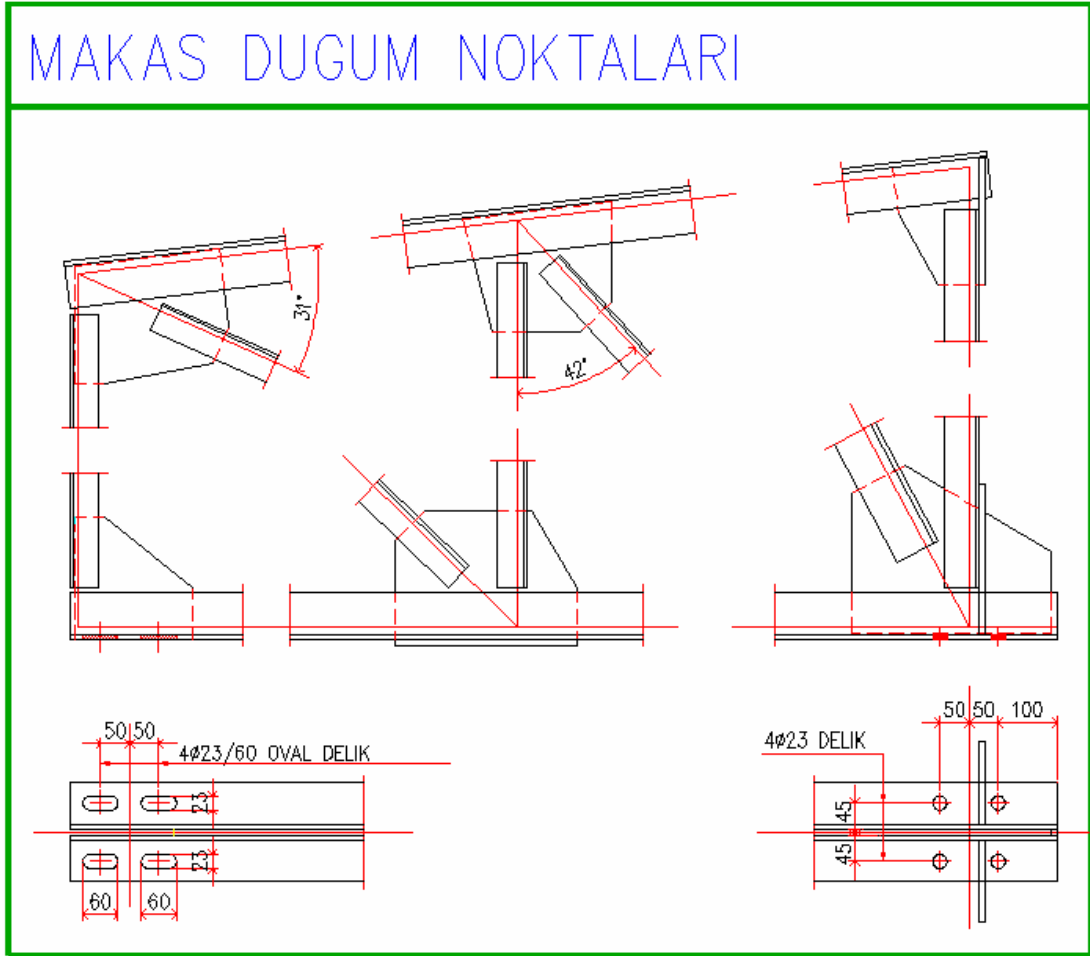
Şekil 3.19: Perçinli ve kaynaklı kirişlerin çubuk enkesit şekilleri



Şekil 3.20: Makas kesit görünüşü

Çelik Kafes Sistemler İçin Genel Çizim Adımları

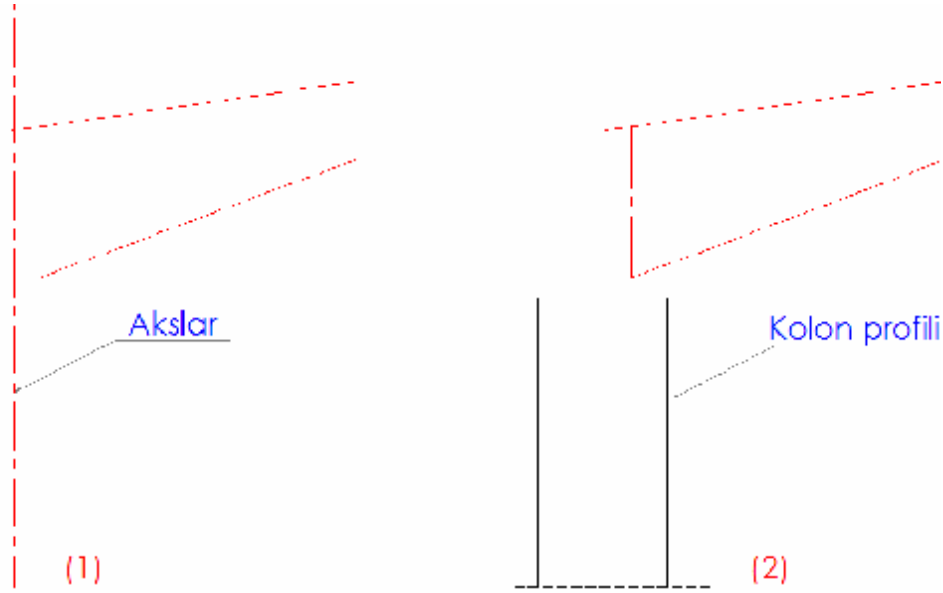
- Ø Aks sistemi çizilir. Aks sistemi çizilirken mimari planlar göz önünde bulundurulur.
- Ø Makas sistem aksları oluşturulur
- Ø Kafes sistem elemanları akslara yerleştirilir
- Ø Elemanları birleştiren levhalar, düğüm noktalarına çizilir
- Ø Makas detayındaki kaynak kalınlıkları ve levha ölçüleri çizime işlenir
- Ø Elemanlar tek tek boyları ile gösterilir
- Ø Levha kalınlıkları ve kaynak kalınlıkları çizim altına not olarak düşülür
- Ø Makas mesnet detayı istenirse makas detayına eklenebilir
- Ø Dere detayı da makas ile birlikte gösterilebilir.



Şekil 3.21: Makas düğüm noktası detayları (bulonlu ve kaynaklı detaylar)

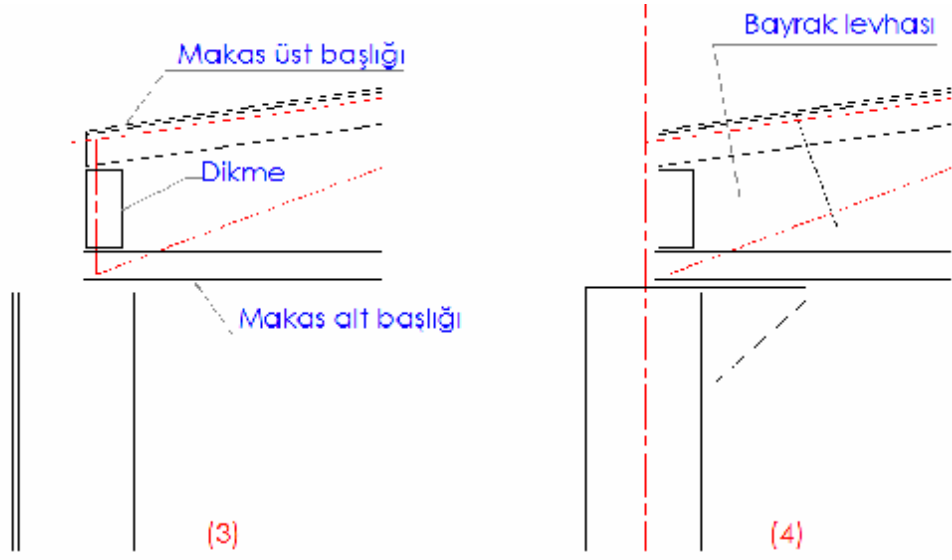
Makas düğüm noktası detayları (bulonlu ve kaynaklı detaylar) Şeki3.21’de gösterilmiştir. Makas düğüm noktalarında perçin kullanılması uygulamada tavsiye edilmez.

3.2.1. Bulonlu Birleşim Detay Çizimleri ve Ölçümlendirilmesi



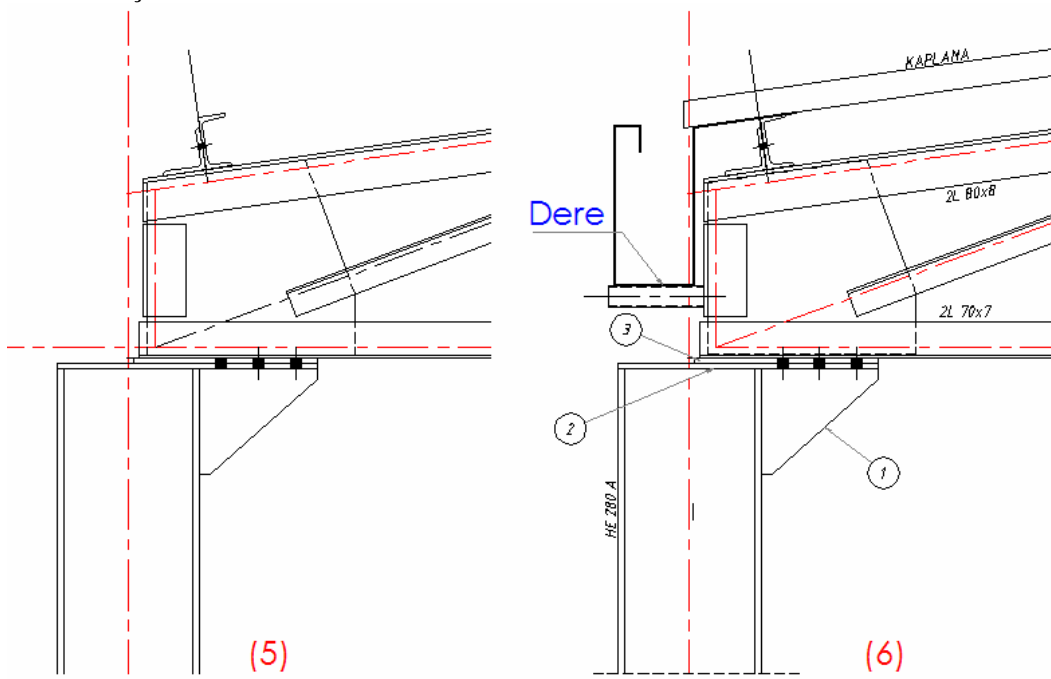
Şekil 3.22: Bulonlu birleşim detay çizim adımları (1), (2)

- Ø Aks sistemi çizilir. Aks sistemi çizilirken mimari planlar göz önünde bulundurulur. Makas sistem aksları oluşturulur
- Ø Birleştirilen profiller akslara doğru olarak yerleştirilir.

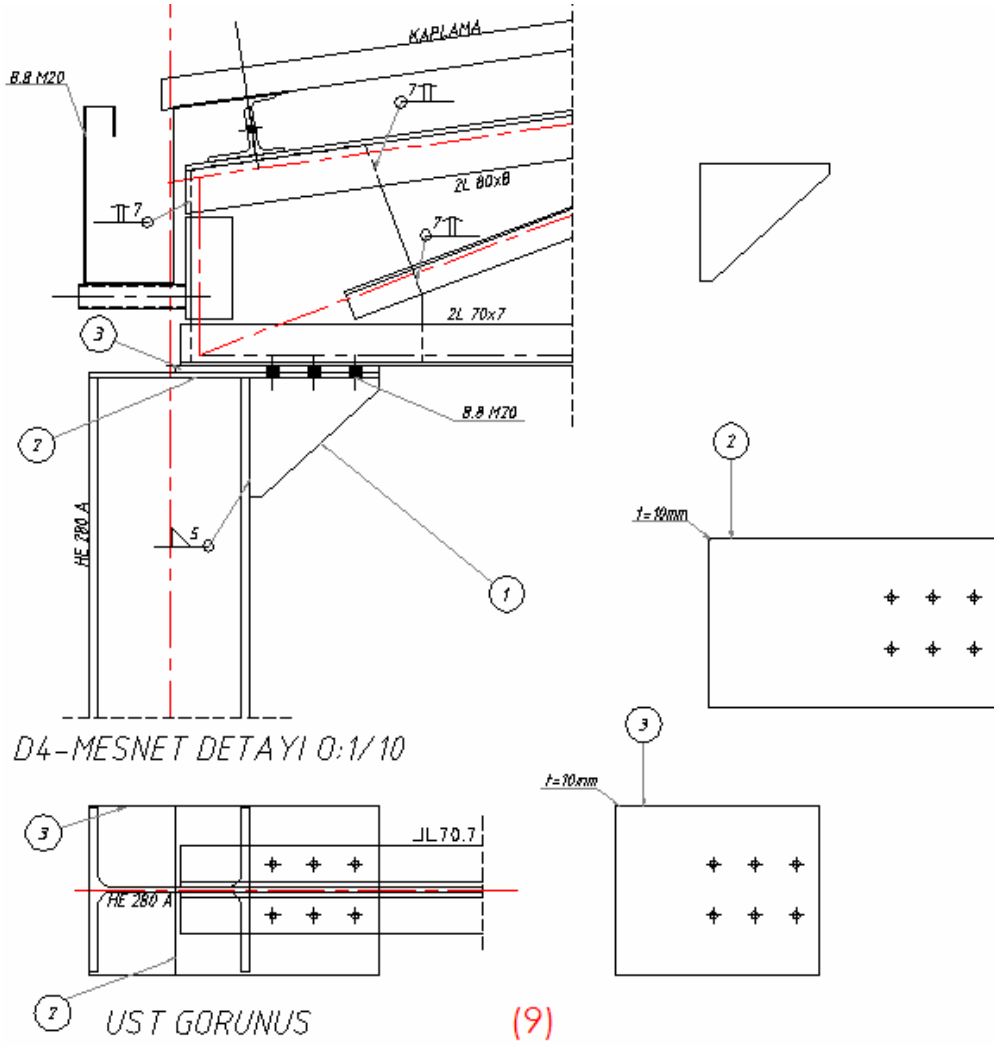


Şekil 3.23: Bulonlu birleşim detay çizim adımları (3), (4)

- Ø Birleştirilen profiller akslara doğru olarak yerleştirilir.
- Ø Birleştirilen profiller akslara doğru olarak yerleştirilip birleşim bayrak levhaları çizilir.



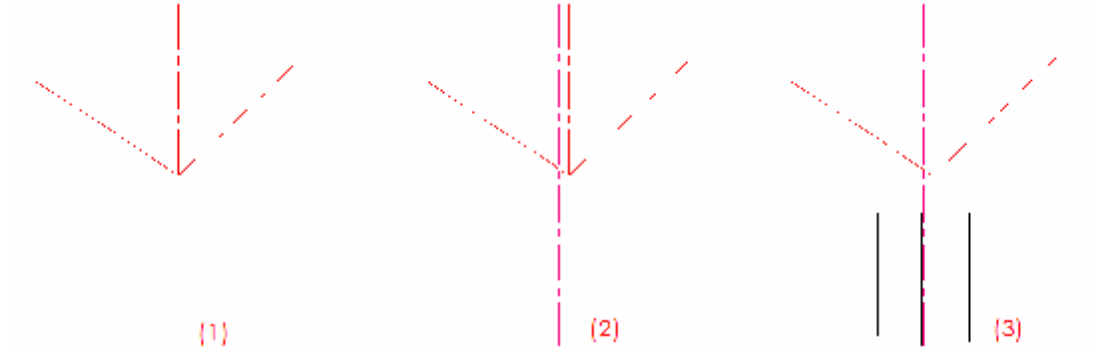
Şekil 3.24: Bulonlu birleşim detay çizim adımları (5), (6)



Şekil 3.26: Bulonlu birleşim detay çizim adımları (9)

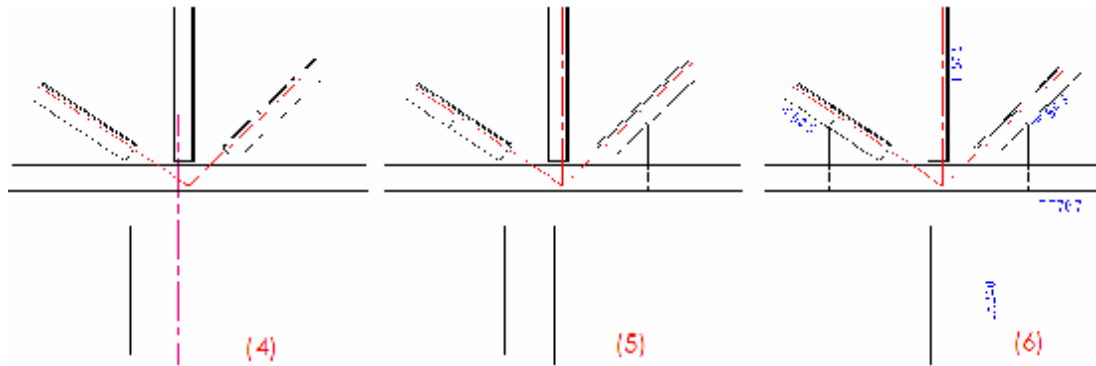
- Ø Markalandırılan levhalar detaylandırılmak üzere çizilmiştir. Levha ebatlarının doğru olarak çizebilmek için üst görünüş de çizilmiştir.

3.2.2. Kaynaklı Birleşim Detay Çizimleri ve Ölçümlendirilmesi



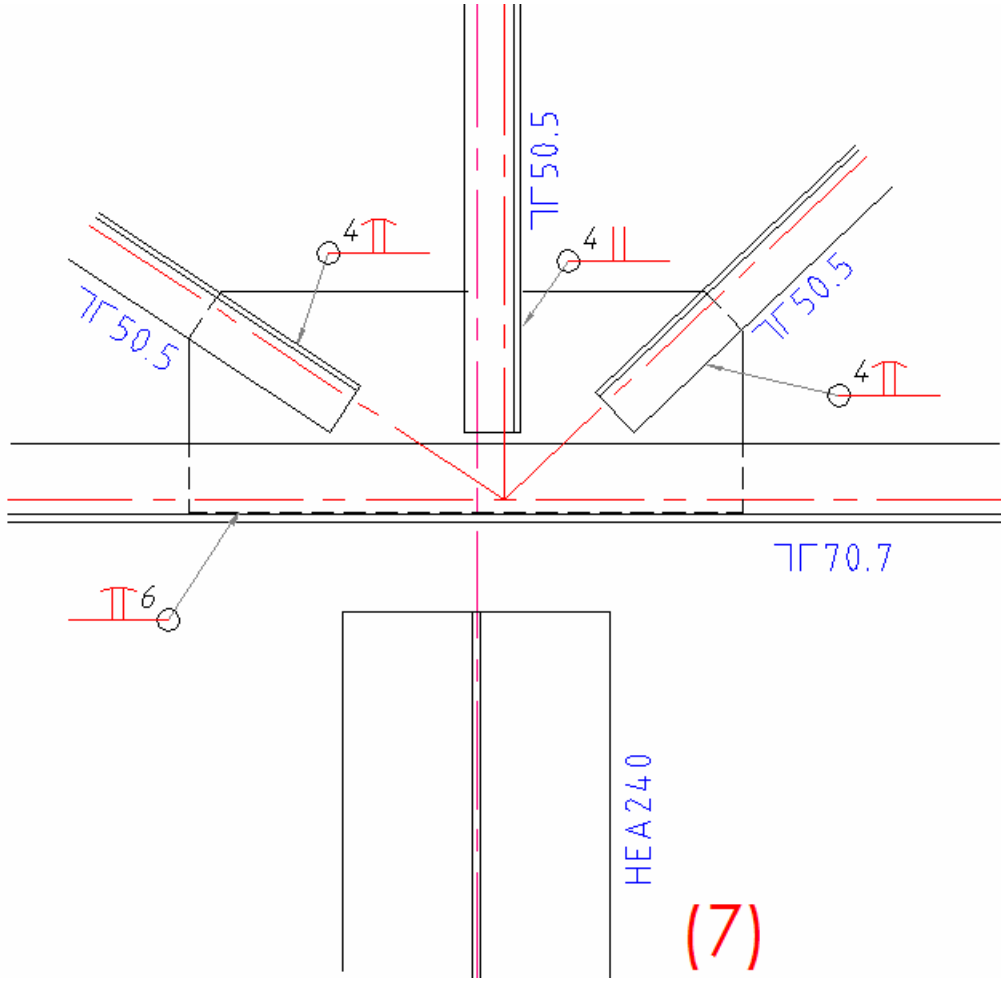
Şekil 3.28: Kaynaklı birleşim detay çizim adımları (1),(2),(3)

- Ø Aks sistemi çizilir. Aks sistemi çizilirken mimari planlar göz önünde bulundurulur. Makas sistem aksları oluşturulur
- Ø Kolon aksı çizilir.
- Ø Kolon profili yerleştirilir.



Şekil 3.29: Kaynaklı birleşim detay çizim adımları (4),(5),(6)

- Ø Birleştirilen profiller çizilir
- Ø Bayrak levhası ilave edilir.
- Ø Profil isimleri yazılır

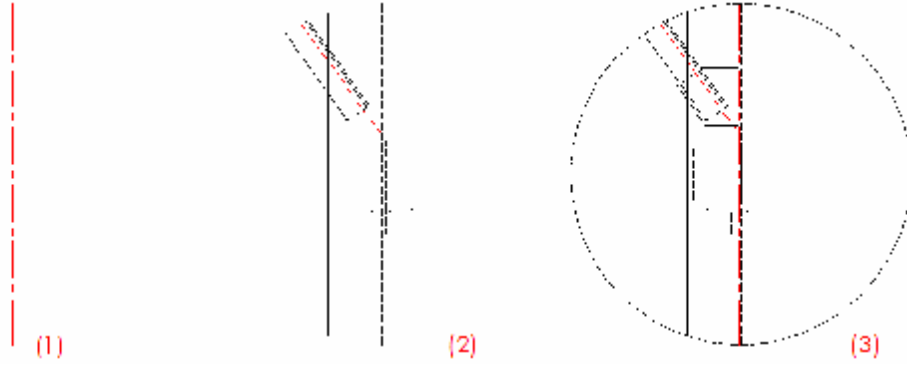


Şekil 3.30: Kaynaklı birleşim detay çizim adımları (7)

- Ø Kaynak sembolleri gösterilir.

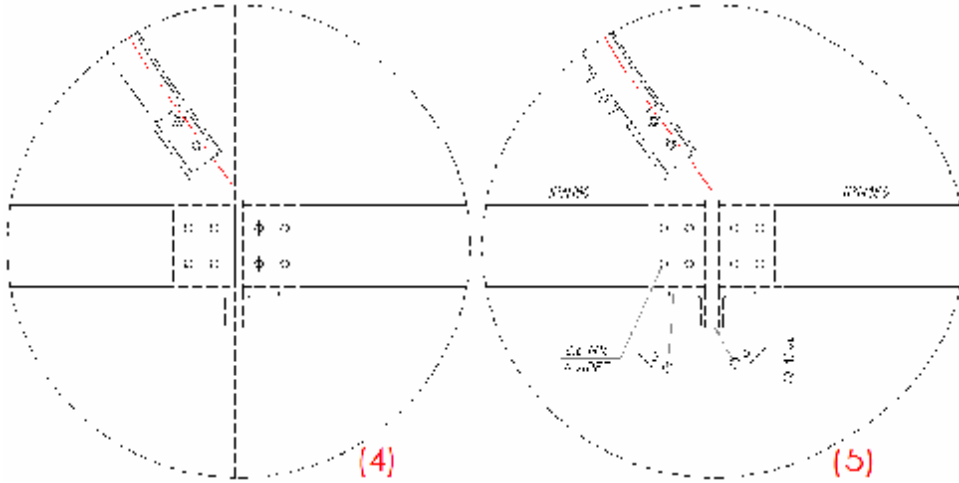
- Ø Levha markalamaları yapılır. Levha daha rahat ölçülendirilmesi için şeklin yanına ölçüleri ile birlikte çizilir. Kaynaklı birleşim detay çizimleri ölçülendirilerek şekil bitirilir.

3.2.3. Perçinli Birleşim Detay Çizimleri ve Ölçülendirilmesi



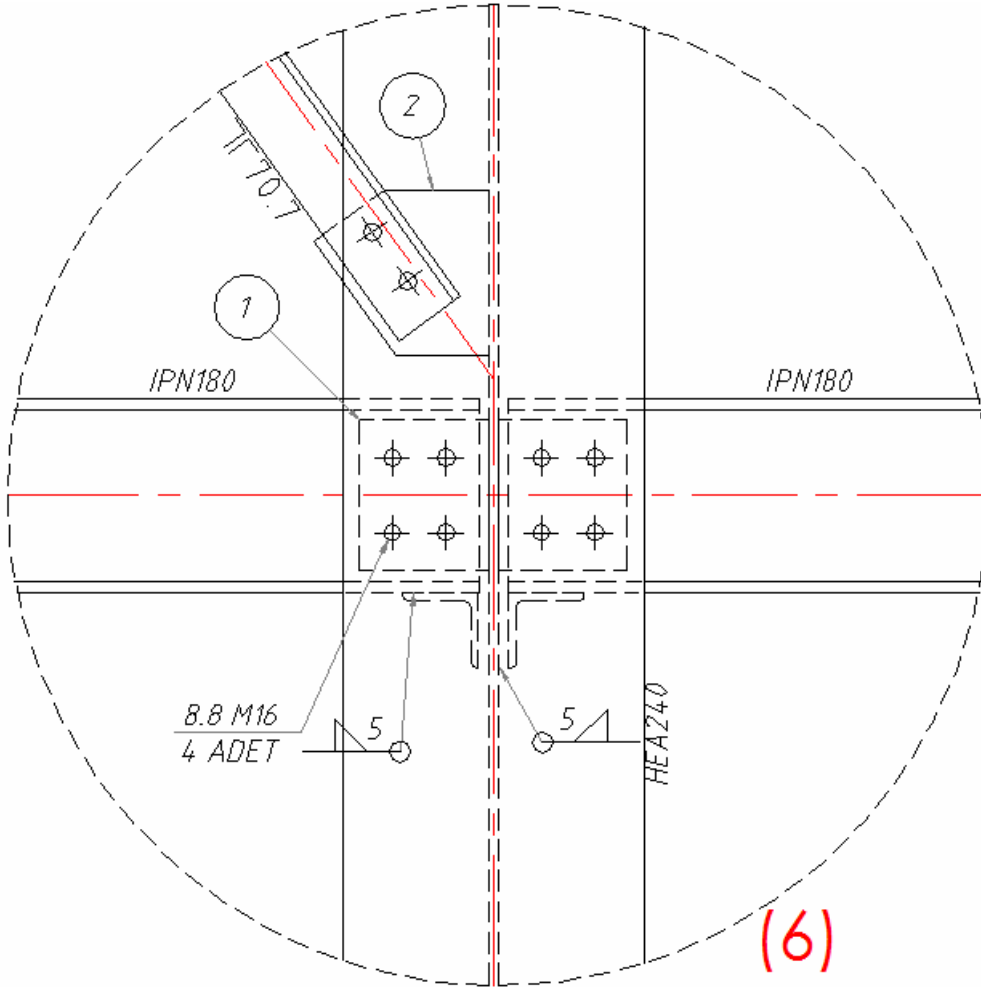
Şekil 3.32: Perçinli birleşim detay çizim adımları (1), (2), (3)

- Ø Aks sistemi çizilir. Aks sistemi çizilirken mimari planlar göz önünde bulundurulur. Makas sistem aksları oluşturulur
- Ø Birleştirilen profiller akslara doğru olarak yerleştirilir.
- Ø Bayrak levhası çizilir. Kolon giriş birleşimlerdeki montaj kolaylığı için L köşebentler de çizimde gösterilmiştir.



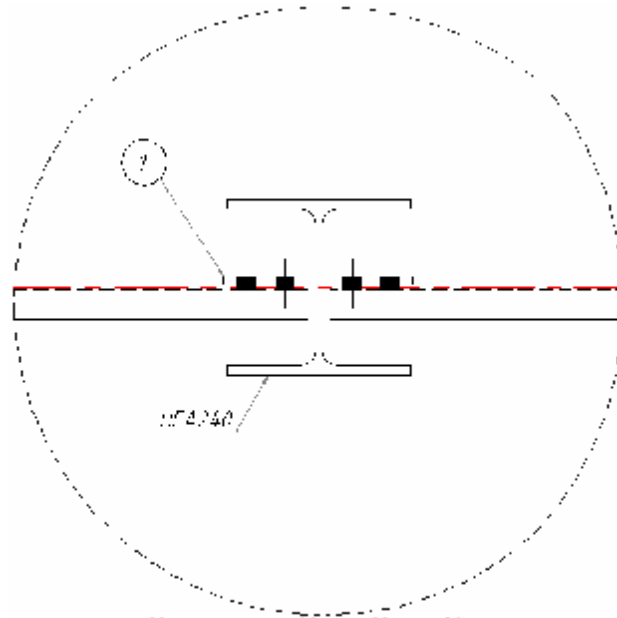
Şekil 3.33: Perçinli birleşim detay çizim adımları (4), (5)

- Ø Birleşim araçları perçinler yerleştirilir.
- Ø Kaynak sembolleri ve profil isimleri yazılır.

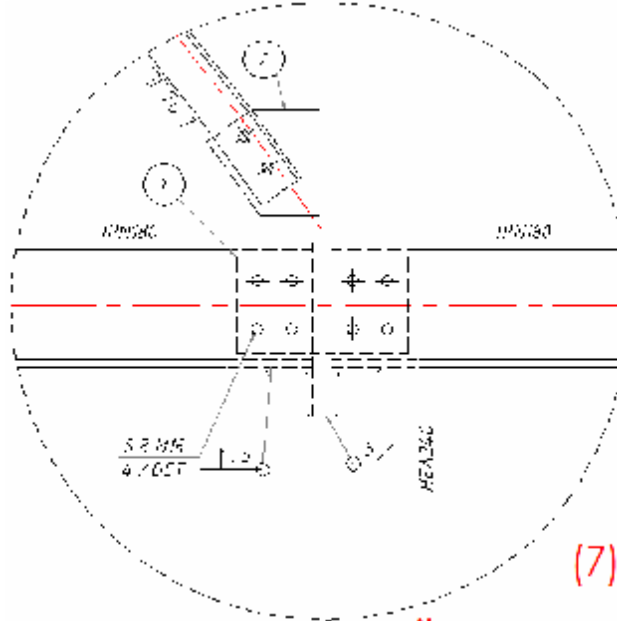


Şekil 3.34: Perçinli birleşim detay çizim adımları (6)

- Ø Detayları açılacak olan levha markalamaları yapılır.



ÜST GÖRÜNÜŞ

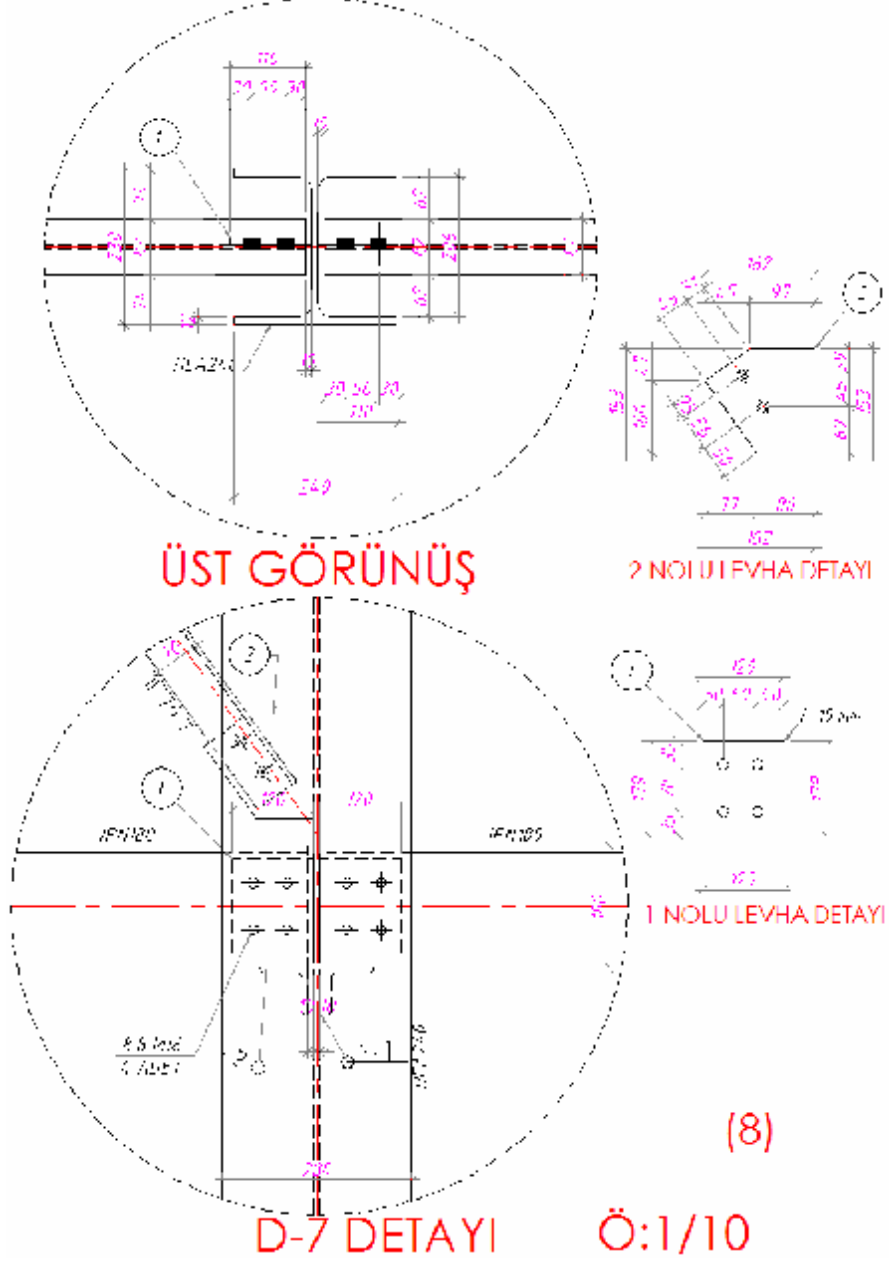


(7)

D-7 DETAYI Ö:1/10

Şekil 3.35: Perçinli birleşim detay çizim adımları (7)

- Ø Kolona birleşen kirişlerin kolona yaklaşma mesafelerini göstermek ve levha yerleşiminide görebilmek için üst görünüş çizilmiştir.



ÜST GÖRÜNÜŞ

2 NOLU LEVHA DETAYI

1 NOLU LEVHA DETAYI

(8)

D-7 DETAYI Ö:1/10

Şekil 3.36: Perçinli birleşim detay çizim adımları (8)

- Ø Levha kesim detayları açılarak, şekil ölçülendirilerek çizim bitirilir.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Aşağıda hazırlanan değerlendirme ölçeğine göre yaptığınız uygulamayı değerlendiriniz.

Gerçekleşme düzeyine göre evet- hayır seçeneklerinden uygun olanı kutucuğa işaretleyiniz

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ				
Dersin Adı	İnşaat Teknolojisi	Öğrencinin		
Amaç	Basit kesitli çelik konstrüksiyon ve birleşim detaylarını tekniğine uygun olarak çizimi becerisinin ölçülmesi	Adı soyadı		
Konu	Basit kesitli çelik konstrüksiyon ve birleşim detayları	Sınıfı No		
Değerlendirme Ölçütleri			Evet	Hayır
1	Uygulamaya başlamadan önce gerekli olan kalem ve kağıtları hazırladınız mı?			
2	Çizim için gerekli araçları hazırladınız mı?			
3	Çizim ölçeğini seçtiniz mi			
4	Çelik temel aksların çizdiniz mi?			
5	Çelik temeli ölçülendirerek adı ve ölçeğini yazdınız mı?			
6	Çelik kolon aksı çizdiniz mi?			
7	Çelik kolon için profil tablosunu kullandınız mı?			
8	Çelik kolonun üstten görünüşünü çizdiniz mi?			
9	Çelik döşeme kiriş aksını çizdiniz mi?			
10	Çelik döşeme için trapez saç kesitini çizdiniz mi?			
11	Çelik döşeme için stud çivisini çizdiniz mi?			
12	Çelik döşeme ölçülendirmesini kurallara uygun olarak çizdiniz mi?			
Toplam Evet - Hayır sayısı				

Değerlendirme sonucunda eksik olduğunu tespit ettiğiniz konuları, faaliyete dönerek tekrar ediniz.

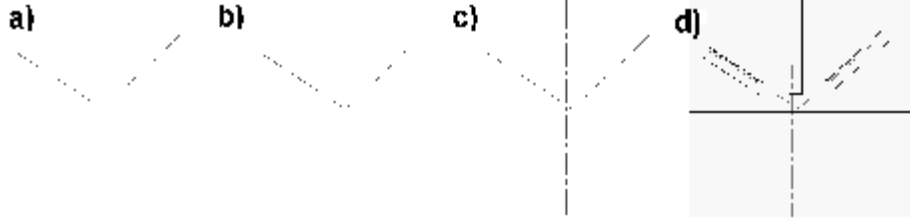
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı, aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz.

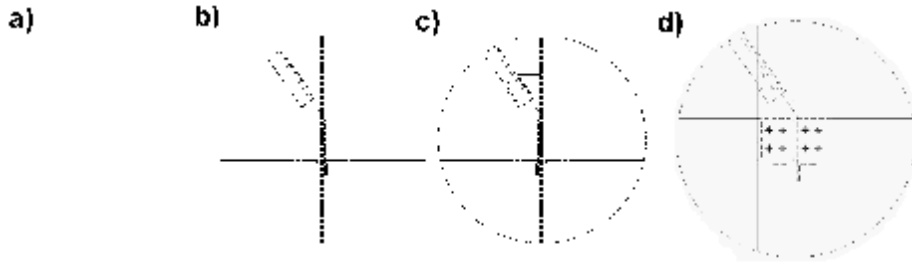
Aşağıda verilen sorularda doğru olduğunu düşündüğünüz bir seçeneği işaretleyiniz.

ÖLÇME SORULARI

- Çelik yapılarda uygulanan temel şekilleri hangileridir?
A) Tekil (münferit) temeller
B) Izgara temeller
C) Kazık temeller
D) Hepsi
- Uzun eksenli dik doğrultuda tesir eden kuvvetler etkisinde eğilmeye çalışan yapı elemanlarına ne denir?
A) Kiriş denir
B) Kolon denir
C) Temel denir
D) Perçin denir
- Aşağıda çizimi verilen kaynaklı kolon birleştirme detaylarından hangisi *kolon profili yerleştirilir* çiziminin adıdır.



- Aşağıdakilerden hangisi perçinli birleştirme detay çizimlerinin ilk adıdır.



Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Eksik olduğunuz konulara dönerek tekrarlayınız. Tüm soruları doğru yanıtladıysanız diğer faaliyete geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki performans testi ile modülle kazandığınız yeterliliği ölçebilirsiniz. Gerçekleşme düzeyine göre evet – hayır seçeneklerinden uygun olanı kutucuğa işaretleyiniz.

PERFORMANS TESTİ				
Dersin adı	İnşaat Teknolojisi	Öğrencinin		
Amaç	Çizim kuralına uygun olarak çelik proje temel çizimler becerisinin ölçülmesi	Adı soyadı		
Konu	Çelik Proje Temel Çizimler Yapabilme	Sınıf No		
Zaman	Başlangıç saati			
	Bitiş saati			
	Harcanan süre			
Değerlendirme Ölçütleri			Evet	Hayır
1	Uygulamaya başlamadan önce gerekli olan kalem ve kağıtları hazırladınız mı?			
2	Çizim için gerekli araçları hazırladınız mı?			
3	Çizim ölçeğini belirlediniz mi			
4	Profilin eksenini çizdiniz mi?			
5	Tablodan (r) değerleri (gövdenin başlığa birleştiği kısımdaki çeyrek dairenin yarıçapı) olarak IPE 200 profilinin gövde ve baş kısmının birleşim yerinde çizdiniz mi?			
6	Profilin ölçülendirmesini yaptınız mı?			
7	Levhayı ölçülendirirken kesit kalınlığı ölçüsünü, ölçü çizgisinin yanına yazdınız mı?			
8	Çelik birleşim gereçlerinin sembol gösterimlerini çizdiniz mi?			
9	Perçinli bağ levhalarını çizdiniz mi?			
10	Bulon çizdiniz mi?			
11	Perçin çizdiniz mi?			
12	Kaynak gösterimini çizdiniz mi?			
13	Çelik temel akslarını çizdiniz mi?			
14	Çelik temeli ölçülendirerek adı ve ölçeğini yazdınız mı?			
15	Çelik kolon aksı çizdiniz mi?			
16	Çelik kolon için profil tablosunu kullandınız mı?			
17	Çelik kolonun üstten görünüşünü çizdiniz mi?			
18	Çelik döşeme giriş aksını çizdiniz mi?			
19	Çelik döşeme için trapez sac kesitini çizdiniz mi?			

19	Çelik döşeme için stud çivisini çizdiniz mi?		
20	Çelik döşeme ölçülendirmesini kurallara uygun olarak çizdiniz mi?		
Toplam Evet - Hayır sayısı			

Performans testi değerlendirmesi sonucunda eksik olduğunuz konuları yeniden tekrar ederek eksik bilgilerinizi tamamlayınız. Kendinizi yeterli görüyorsanız bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞREMNE FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	D
4	D

ÖĞREMNE FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	B
4	C

ÖĞREMNE FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	C
4	A

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz.

Eksik olduğunuz konulara dönerek tekrarlayınız. Tüm soruları doğru yanıtladıysanız diğer faaliyete geçiniz.

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Ø Çelik proje şirketleri:
 - <http://www.dkproje.com> (Türkçe)
 - <http://www.mnsproje.com> (Türkçe)
 - <http://www.goksa.com.tr> (Türkçe)
- Ø Kaynak Gösterimleri
 - http://www.welding.com/weld_symbols_welding_symbols.shtml (İngilizce)
 - <http://www.tech.volvo.se/standard/docs> (İngilizce)
 - <http://www.aussieweld.com/index.htm> (İngilizce)
 - http://www.roytech.co.uk/Useful_Tables/Drawing/Weld.html (İngilizce)
- Ø Perçin Gösterimleri
 - <http://www.sapphireproducts.co.uk/din124.htm> (İngilizce)
- Ø Neden çelik yapı?
 - <http://fatihakbay.tripod.com/index.html> (Türkçe)
 - <http://spaces.msn.com/yukselgungor/> (Türkçe)
- Ø Uluslar arası Çelik Standartları
 - http://www.cemtas.com.tr/yeni/uls_clk_std.htm (Türkçe)
- Ø Tuca - Türk Yapısal Çelik Derneği Porteli
 - <http://www.tucsa.org/tuc30/default.asp> (Türkçe)
- Ø Türkiye'nin Çelik Yapı Portalı
 - <http://www.celickiler.com/> (Türkçe)
- Ø American Iron & Steel Institute (Amerikan çelik enstitüsü)
 - <http://www.steel.org//AM/Template.cfm?Section=Home> (İngilizce)



Çelik Yapılar İle İlgili Türk Standartları

No	Standart	Standartın Adı
01	TS 498	Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri Design Loads for Buildings
02	TS 498/T1	Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri Design Loads for Buildings
03	TS 7046	Yapıların Tasarımı İçin Esaslar Bases for Design of Structures – Determination of Snow Loads of Roofs
04	TS 4561	Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre hesap Kuralları Rules for Plastic Design of Steel Structures
05	TS 648	Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları Building Code for Steel Structures
06	TS 3357	Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları Building Code for the Design and Execution of Welded Connections in Steel Structures
07	TS 11372	Çelik Yapılar – Hafif – Soğukta Şekil Verilmiş Profillerle Oluşturulan – Hesap Kuralları Light Weight Steel Structures – Composed of Cold Formed Steel Members – Design Rules
08	TS 11590	Boyalar Epoksi reçine Esaslı – Çelik Yapılarda Kullanılan Paints – Epoxy Resin Based – Used for Steel Structures
09	TS 4359	Koruyucu Kaplamalar – Atmosfer Etkisinde Kalan Çelik Yapılar İçin Protective Coating – for Atmospheric Corrosion on Steel Structures
10	TS EN 20898	Bağlama Elemanlarının – Mekanik Özellikleri Kısım 7: Anma Çapları 1 mm – 10 mm Olan Civatalar İçin Burulma Deneyi ve En Küçük Momentler Mechanical Properties of Fasteners – Part 7: Torsional Test and Minimum Torques for Bolt and Screws with Nominal Diameters 1 mm to 10 mm
11	TS ENV 1090-1	Çelik Yapılar – Bölüm 1: Genel Kurallar ve İnşa Kuralları Execution of Steel Structures; Part 1: General Rules and Rules for Buildings
12	TS ENV 1993-1-1+AC+A1+A2	Eurocode 3: Çelik Yapıların Projelendirilmesi Bölüm 1-1: Genel Kurallar ve Bina Kuralları Eurocode 3: Design of Steel Structure: Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings
13	TS ENV 1993-1-2	Eurocode 3: Çelik Yapıların Projelendirilmesi Bölüm 1-2: Genel Kurallar -Yapısal, Yangın Projelendirilmesi Eurocode 3: Design of Steel Structures; Part 1-2: General Rules – Structural Fire Design
14	TS ENV 1993-1-3	Eurocode 3: Çelik Yapıların Projelendirilmesi Bölüm 1-3: Genel Kurallar – Soğukta Biçimlendirilmiş İnce Ölçülü Elemanlar ve Saçla Kaplama için Eurocode 3: Design of Steel Structures; Part 1-3: General Rules – Supplementary Rules for Cold Formed Thin Gauge Members and Sheeting
15	TS ENV 1993-1-4	Eurocode 3: Çelik Yapıların Projelendirilmesi Bölüm 1-4: Genel Kurallar – Paslanmaz Çelik için Ek Kurallar Eurocode 3: Design of Steel Structures; Part 1-4: General Rules –Supplementary Rules for Stainless Steel
16	TS ENV 1090-3	Çelik Yapılar – Bölüm 3: Yüksek Dayanımlı Çelikler için Ek Kurallar Execution of Steel Structures; Part 3: Supplementary Rules High Yield Strength Steel
17	TS EN ISO 12944-1	Boyalar ve Vernikler – Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriye Korozyona Karşı Korunması – Bölüm 1: Genel Bilgiler Paints and Varnishes- Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems Part 1: General Introduction
18	TS EN ISO 12944-2	Boyalar ve Vernikler – Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriye Korozyona Karşı Korunması – Bölüm 2: Çevrenin Sınıflandırılması Paints and Varnishes- Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems Part 2: Classification of Environmental
19	TS EN ISO 12944-3	Boyalar ve Vernikler – Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriye Korozyona Karşı Korunması – Bölüm 3: Tasarım Paints and Varnishes- Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems Part 3: Design Considerations
20	TS EN ISO 12944-4	Boyalar ve Vernikler – Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemleriye Korozyona Karşı Korunması – Bölüm 4: Yüzey Tipleri ve Yüzey Hazırlama Paints and Varnishes- Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems Part 4: Types of Surface Preparation

No	Standart	Standardın Adı
21	TS EN ISO 12944-5	Boyalar ve Vernikler – Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemlerine Korozyona Karşı Korunması – Bölüm 5: Koruyucu Boya Sistemleri
		Paints and Varnishes- Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems Part 5: Protective Paint Systems
22	TS EN ISO 12944-6	Boyalar ve Vernikler – Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemlerine Korozyona Karşı Korunması – Bölüm 6: Laboratuvar Performansı Deney Metotları
		Paints and Varnishes- Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems Part 6: Laboratory Performance Test Methods
23	TS EN ISO 12944-7	Boyalar ve Vernikler – Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemlerine Korozyona Karşı Korunması – Bölüm 7: Boyama İşlemlerinin Uygulanması ve Denetimi
		Paints and Varnishes- Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems Part 7: Execution and Supervision of Paint Work
24	TS EN ISO 12944-8	Boyalar ve Vernikler – Çelik Yapıların Koruyucu Boya Sistemlerine Korozyona Karşı Korunması – Bölüm 8: Yeni Çalışma ve Bakım İçin Özelliklerin Geliştirilmesi
		Paints and Varnishes- Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems Part 8: Development of Specification for New Work and Maintenance
25	TS EN 12495	Katodik Koruma – Kıyıda Uzak Sabit Çelik Yapılar
26	TS EN 13173	Katodik Koruma – Kıyıda Uzak Yüzen Çelik Yapılar
		Cathodic Protection for Steel Offshore Floating Structures
27	TS ENV 12837	Boyalar ve Vernikler – Koruyucu Boya Sistemleri İle Çelik Yapıların Korozyona Karşı Korunması – Denetçilerin Nitelikleri
		Paints and Varnishes – Qualification of Inspectors for Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems
28	TS ISO 13819	Petrol ve Doğal Gaz Sanayii – Açık Deniz Platformları – Bölüm 2: Sabit Çelik Yapılar Direktif: 89/686/EEC
		Hearing Protectors – Testing – Part 2: Acoustic Test Methods Instructions: 89/686/EEC
29	TS 11590/T1	Boyalar Epoksi Reçine Esaslı – Çelik Yapılarda Kullanılan
		Paints – Epoxy Resin Based – Used for Steel Structures
30	TS 11590/T2	Boyalar Epoksi Reçine Esaslı – Çelik Yapılarda Kullanılan
		Paints – Epoxy Resin Based – Used for Steel Structures
31	TS 11590/T3	Boyalar Epoksi Reçine Esaslı – Çelik Yapılarda Kullanılan
		Paints – Epoxy Resin Based – Used for Steel Structures

KAYNAKÇA

- Ø (Prof.Dr.) DEREN Hilmi, (Prof.Dr.) UZGİDER Erdoğan, (Doç.Dr.) PİROĞLU Filiz, **Çelik Yapılar**, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 2002
- Ø (Prof.Dr.) ERŞEN Necati, **Çelik Yapılar ve Çözömlenmiş Problemler**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1998
- Ø GÜNGÖR Yüksel, **CPM İle Köprü İnşaat Analizi Yüksek Lisans Tezi**, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1996
- Ø GÜNGÖR Yüksel, **Çelik Yapı Ders Notları**, Bursa, 2005
- Ø (Prof.Dr.) ÖZTÜRK A. Zafer, **Çelik Yapılar**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2002
- Ø KARACA, Ali Rıza, **Çelik Yapılar Lisans Tezi**, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 2001
- Ø KUTLU Şahin, **Çelik Yapılar**, M.E.B. Yayınları, Ankara, 2001