

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

İNŞAAT TEKNOLOJİSİ

ÇELİK YAPI İMALAT KONTROL

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	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ – 1	3
1. DETAY BİRLEŞİM NOKTALARI KONTROL	3
1.1. Muayene Çeşitleri	3
1.2. İmalat Kontrolünde Genel Kurallar	4
1.3. Sertifikalar.....	5
1.4. Fabrika Aşaması.....	6
1.5. Detay Noktaları Kontrolü.....	9
1.6. Birleşim Gereçleri Kontrolü.....	13
1.6.1. Kaynak Kontrolü	13
1.6.2. Kaynak Hataları.....	15
1.6.5. Tolerans Kontrolü.....	18
1.6.6. Boya Kontrolü	19
1.7. Testler	25
UYGULAMA FAALİYETİ	33
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	35
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2	37
2.1. İmalat Elemanları Kontrolü	37
2.2. Bağlantı Bulon Sayısı Kontrolü	43
UYGULAMA FAALİYETİ	45
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	47
MODÜL DEĞERLENDİRME	48
CEVAP ANAHTARLARI.....	49
KAYNAKÇA	50

AÇIKLAMALAR

KOD	582YİM221
ALAN	İnşaat Teknolojisi Alanı
DAL/MESLEK	Çelik Yapı Teknik Ressamlığı
MODÜLÜN ADI	Çelik Yapı İmalat Kontrol
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, çelik yapı imalat kontrollerini; detay birleşim noktaları, genel imalat kontrolünü, yönetmelik ve standartlara uygun yapabilme yeterliliğini kazandırmak için hazırlanan bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32 (+40/32 Uygulama tekrarı yapmalı)
ÖN KOŞUL	Çelik Yapı Teknik Ressamlığı 11. sınıf modüllerini başarmış olmak.
YETERLİK	Çelik yapı imalat kontrollerini yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında, çelik yapı imalat kontrollerini yetkili mühendis ile birlikte yönetmelik ve standartlara uygun yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Detay birleşim noktaları kontrolünü yapabileceksiniz. 2. Genel imalat kontrolü yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Kumpas, detay projeleri, metal çekiç, tork anahtarı projeler, metre, nivo, şakül, penetrasyon takımı, mikro metre, ayarlı gönye, kaynak kumpası, termometre, çelik cetvel, demirci gönyesi, master
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içerisinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra, test, boşluk doldurmalı ve doğru yanlış şeklinde verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ölçerek değerlendirebileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül, İnşaat Teknolojisi alanında yer alan Çelik Yapı Teknik Ressamlığı dalı içerisinde “Çelik Yapı İmalatı Kontrol ” modülü adı altında sizleri bilgi ve beceri sahibi yapacaktır.

Birçok yapıların ve binaların çelik yapı olarak tasarlanıp uygulanması ve çeliğin inşaatta vazgeçilemez bir malzeme olması, imalat kalitesinin standart olarak yapılabilmesi dolayısıyla tercih edilen malzemeyi tasarlayıp uygulama tercihini yaptığınız için sizi tebrik ederim.

Bu modülle; detay birleşim noktalar kontrolü, detay noktaları kontrolü, birleşim gereçleri kontrolü, tolerans kontrolü, birleşim levhaları kontrolü, genel imalat kontrolü, imalat elemanları kontrolü ve bağlantı bulon sayısı ilgili bilgi ve beceri sahibi olacaksınız.

Bu yeni ve son derece geniş kapsamlı dalı seçtiğiniz için sizleri tebrik eder başarılarınızın sürekli olmasını dilerim.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 1

AMAÇ

Öğrenci, okul içi gerekli ortam, okul dışı araştırma yapabileceği kuruluşlar belirtildiğinde çelik yapı imalat kontrollerini yetkili mühendis ile birlikte yönetmelik ve standartlara uygun yapabilecektir.

Uygun ortam sağlandığında, detay birleşim noktalar kontrolü konusunda; detay noktaları kontrolü, birleşim gereçleri kontrolü, tolerans kontrolü yapma yeterliliğine sahip olabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken ön çalışma ve incelemeler şunlardır:

- Örnek bir çelik yapı projesi alarak, detay resimlerini dikkatlice inceleyiniz. Fabrika imalat aşamasında ve şantiye montaj aşamasında yapılan birleşim işlemleri ve metotlarını (kaynaklı veya civatalı) projede verilen şekliyle takip edin ve imalat kontrollerinin hangi aşamalarda nasıl yapıldığını belirleyiniz.
- Mümkünse, bir çelik yapı imalat fabrikasına ve şantiyesine fotoğraf makineniz veya kameranızla giderek montaj yapma işlem ve sırasıyla imalat kontrollerinin hangi aşamalarda nasıl yapıldığını görüntüleyiniz. Görüntüleri sınıfınızda arkadaşlarınızla paylaşınız

1. DETAY BİRLEŞİM NOKTALARI KONTROL

1.1. Muayene Çeşitleri

Çelik yapının imalat kontrolü, malzemenin fabrikadan çıkışında başlayıp yapının montajını tamamlayarak müteahhit firmaya teslimine kadar devam eden bir süreçtir. İmalat kontrolü tahribatsız ve tahribatlı muayene yöntemiyle yapılmaktadır. Bu metotlar:

- Tahribatsız muayene (Resim 1.1).
 - Göz kontrolü
 - Penetrasyon
 - Radyografi (Röntgen, alfa beta ve gama ışın demeti)

- Manyetik partekül
 - Ultrasonik
 - Kalınlık kontrolü
- 2.Tahribatlı muayene (Mekanik)
- Çekme
 - Kopma
 - Gerilme

En çok kullanılan metot, tahribatsız muayene yönteminden gözle kontrol, penetrasyon ve röntgen metodudur.

Kullanılacak tüm çelik malzemelerin haddehane test raporlarının kopyaları imalatçı adını ve yerini içerecek şekilde imalat atölyesine sunulur.

Çelik yapıda kullanılacak malzemeler mutlaka belgeli malzemeler olması gerektiğinden, çelik fabrikası ürettiği her malzemenin sertifikasını vermek durumundadır. Bu sertifikalar testlerin imalatçı veya başka bir laboratuvar tarafından gerçekleştirildiğini ve malzemenin kimyasal ve fiziksel yapısını belirtir. Analiz raporunda çelikte kullanılan madenlerin isimleri ve oranları yazılarak tescillenmektedir.

Detay noktaları kontrolü; proje detayları alınarak her detay için, parçaların doğru açıda, doğru kesitteki malzemelerle, doğru levhalara birleştirilip birleştirilmediğine bakılır.

1.2. İmalat Kontrolünde Genel Kurallar

- Çelik yapı, detaylı projesine uygun olarak imal ve monte edilmelidir.
- İmalatı yapan firma, projede öngörülen bütün çelik yapı elemanlarının ölçülerinin doğruluğunu, bu elemanların aralarındaki bağlantılarını, montaj işlerini imalat süresince kontrol eder.
- İmalatı yapan kuruluş, projede öngörülmeyen bütün atölye ve montaj bağlantılarının mukavemetinden sorumlu tutulur.
- Çelik yapının imalat ve montajı, gelişmiş teknik ve mekanize yöntemlerle, sevk elemanları toplanarak ve montajda toplanmasına olanak sağlayacak şekilde yapılır.
- İmalat ve montajın aşağıda belirtilen aşamalarında kontrolleri yapılır.

- Detayların imalatı
 - Yapı elemanlarında ve konstrüksiyonda kaynaklama ve bulon takma işlemleri
 - Genel veya kontrol montajı
 - Yüzeylerin astar öncesi hazırlığı, astarlama ve boyama işlemleri
 - İşverence istenmesi durumunda, konstrüksiyonun test edilmesi
- Kontroller sırasında tespit edilen bütün hususlar, bir tutanak defterine işlenir.
- Çelik yapının imalat ve montajında, projeye uygun olarak kullanılan malzemenin kalitesi, ilgili standart ve teknik şartlarda belirtilen özelliği taşıyacak ve fabrika belge veya sertifikasına sahip olmalıdır. Bu sağlanamıyorsa, kullanılacak çelik malzeme analizi yapılmak üzere üniversite laboratuvarına gönderilerek belgesi düzenlenir veya çelik elemanın montajına izin verilmez.

1.3. Sertifikalar

Kullanılacak tüm bağlantı elemanlarının (ankraj, cıvata, somun, pul, kaynak elektrodları vs.) test raporlarının kopyaları, imalatçı adını ve yerini içerecek şekilde imalat atölyesine verilir.

İmalatta ve şantiyede çalıştırılacak olan kaynakçıların gerekli sertifikalara sahip olmaları gerekir. Yapılan kaynak işlerinde kaynak kalitesinin düşmesi durumunda kaynakçı yeniden teste tabi tutulabilir.

Tahribatsız muayene araçlarından bazıları: Yaş/kuru termometre (çiğ noktası tayini için), termometre (metal sıcaklığını ölçer), ayarlı gönye, kaynak kumpası (alın kaynağında tepe noktasını ölçer), mikrometre (metalin boya kalınlığını ölçer), penetran sıvıları. Bunlar Resim 1.1’de gösterilmiştir.



Resim 1.1: Tahribatsız muayene araçlarından bazıları

İmalat kontrolünü fabrikalarda imalat aşaması, şantiyelerde birleştirme ve imalat sonrası şantiye aşaması olarak ikiye ayırabiliriz. Faaliyet 2' de şantiye ortamındaki imalat kontrolüne değineceğiz.

1.4. Fabrika Aşaması

Sertifikalı olarak gelen malzemeler fabrikaya girişinde öncelikle sipariş formundaki malzemenin gelip gelmediği noktasında karşılaştırma yapılır. Sipariş formunda malın cinsi, ölçüleri, ebatları, adedi, ağırlığı, varsa özellikleri kontrol edilir. (Resim 1.2.) Bunun yanında malzemenin gönye kontrolü (düzgünlüğünün kontrolü) masterla veya gözle yapılır. Bu bilgilere malzemenin üzerine yazılmış bilgilerden (Resim 1.3-1.4.) ve her parti malla gelen etiketlerden ulaşabiliriz.

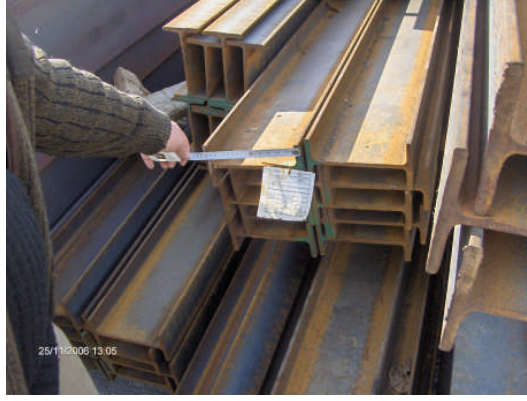
Çelik malzeme kapalı yerlerde düzgün olarak istif edilir. Nakliye işleri yapılırken, kalıcı deformasyonlar ve ezilmelerin oluşmalarını engelleyecek önlemler alınmalıdır.



Resim 1.2, Resim 1.3: Düzgün istif edilmiş ve üzerinde özellikleri yazılmış çelik malzeme



Resim 1.4: Etiketli malzeme



Resim 1.5: Malzemenin sipariş formuna ve etikete ebat kontrolü yapılması



Resim 1.6: Malzemenin sipariş formuna göre kontrolünün yapılması



Resim 1.7: Malzemenin sipariş formuyla etiket bilgilerinin karşılaştırılması

Malzemenin sipariş formuna uygunluğu kontrol edildikten (Resim 1.6–1.7) sonra malzeme kumlama ünitesine alınır. Kumlama yapılacak malzemenin yüzey hazırlığı yapılır ve malzemenin yüzey pürüzlülüğü kontrol işlemi yapılır. (Resim 1.8-1.9)



Resim 1.8-9: Kumlama ünitesinden çıkan malzeme



Resim 1.10-11: Malzemenin astar kalınlığı mikrometre ile kontrol edilmesi

Kumlama yapıldıktan sonra zaman geçirmeden astarlama işlemi yapılır. Astarlamadan çıkan malzemenin astar kalınlığı mikrometre ile kontrol edilir. (Resim 1.10–1.11)



Resim 1.12-13: Astarlamadan çıkmış, astar kalınlığı kontrol edilmiş malzeme

1.5. Detay Noktaları Kontrolü

İmalatlar, imalat müdürünün veya görevlendirdiği bir teknik elemanın imalat teknik resimlerine vurduğu “İmalata uygundur” kaşeli teknik resimler üzerinden yapılır. Üzerinde söz konusu kaşe veya paraf olmayan resimler hiçbir suretle imalat için kullanılmamalıdır.

İmalata alınan boy malzemenin uygun yerine soğuk damga ile malzeme kompleksinin kodu, boya işlemi bittikten sonra rahatlıkla okunabilecek şekilde vurulur. Soğuk damgası vurulan malzeme tezgâhtan kaldırılır ve kalite kontrol birimine teslim edilir.

İmalat ustası, parça hazırlama bölümünden gelen malzemeyi ve ana malzeme kesim ölçülerini kontrol edip, kesimdeki hataları kalite kontrol sorumlusuna rapor eder. Aksi hallerde söz konusu parça kullanılamaz. Kaplama kalınlığı uygun bulunan malzemeler kesim için kesim tezgâhına gönderilir. (Resim 1.14) Burada projede belirtilen parçaların profil boy kesimleri düz veya açılı olarak baş kesimleri yapılır.

Kesim yapılan profiller markalanarak düzenli istifleme yapılır. (Resim 1.15) Kalite kontrol birimi tarafından boyları ölçülerek kontrol yapılır. Seri olarak çok imalat parçalarında ilk parti için bütün parçalar tek tek ölçülerek kontrolü yapılır. Sonraki kesilen ürünlerde yapılan imalatlardan, karışık olarak seçilerek kontrolleri yapılır.



Resim 1.14: Kesim tezgâhı



Resim 1.15: Boyları ölçülerek control yapılan malzemeler

Kesilecek parçalardan levhaların kesimi; düz yapılacaksa giyotin makinesiyle (Resim 1.18-1.19), farklı şekillerde olacaksa gaz kaynağı tezgahında veya lazerle milimetrik ve istenilen şekilde kesim yapabilen CNC tezgahlarda yapılmaktadır. (Resim 1.16-1.17)



Resim 1.16-17: Lazerle milimetrik kesim yapabilen CNC tezgâh



Resim 1.18: Giyotin makinesi



Resim 1.19: Giyotin makinesiyle kesilmiş levhaların kesimi

Plaka kesim tezgâhlarında da seri yapılan imalatlarda imalatın başlangıç aşamasında ölçü kontrolleri (en, boy ve kalınlık ölçüleri) ve markalama yapılarak imalatın doğru olarak devam etmesi sağlanır.

Projedeki ebatlarına göre kesilen parçalar üzerinde açılacak delikler varsa delik açma ekibi tarafından işin durumuna göre parçalar birleştirilmeden (fabrika imalatlarında aksi belirtilmediyse bütün birleştirmeler kaynaklı birleşim olarak yapılır) açılır. Eğer parça birleştirildikten sonra ayrılmayacaksa, bulon delikleri birleştirilmiş parça üzerinde açılır.



Resim 1.20: Projeye göre hazırlanmış delik şablonu

Delikler projeye göre hazırlanmış şablonların parça üzerine konulduktan sonra delik akslarının parça üzerine işaretleme kalemı ile işaretlenir. (Resim 1.20) İşaretlenen akslar yatay matkap tezgâhına konulur ve matkabin ucu işaretlenen aks çizgisine konularak uygun delik çapında açılır.

Kontrol işlemi bu aşamada açılan deliklerin doğru parça üzerine açılıp açılmadığı, doğru çapın açılıp açılmadığı ve delik çaplarının akslarının doğruluğunun kontrolü şeklinde yapılır. (Resim 1.21–1.22)



Resim 1.21-22: Delik çaplarının ve akslarının doğruluğunun kontrolü

Delik imalatı doğru olarak yapılan parçalar birleştirilmek üzere birleştirme tezgâhlarına gönderilmektedir. İmalatla ilgili teknik resimde yer alan tüm pozlar çatıma başlanmadan sac hazırlama ve delik ekibinden teslim alınır ve eksiksiz olarak çatım tezgâhının uygun bir yerine istif edilir. Pozlarda, ana malzemede gerekli temizlik, kontrol ve doğrultmalar yapılır. Aksi halde imalata başlanmamalıdır.

Ana malzeme üzerinde her pozun yeri tek referans noktası kullanılarak işaretlenir ve poz boyunca çizilir. Ayrıca taşıma ile yerleştirilecek pozlar için taşıma çizgisi belirgin biçimde çizilir.

Delikli plakalar üzerinde yatay ve düşey doğrultuda delik eksenleri plakanın ana malzemeye bağlanacak noktasına belirgin bir şekilde taşınır. Ana malzeme üzerinde delikli plakaların delik eksenleri işaretlenir. Plaka delik eksen ve ana malzeme üzerinde işaretlenen delik eksen noktası çakıştırılır. Daha sonra gönye kontrolü yapılır.

Ana malzeme üzerinde tüm plaka ve diğer elemanlar, ölçü referans noktasından itibaren, işaretlenen yerlerine sırayla yerleştirilir. Bu işlem ana malzeme üzerinde her farklı yüzey için ayrıca yapılır. Yerleştirme sırası ölçü referans noktasından yakından uzağa doğru yapılır.

Delikli plakalarda delik eksen ölçü toleransı ± 2 mm 'dir. Tolerans dışı imalatlar uygunsuz olarak değerlendirilir. Delikli plakalar için belirtilen tüm şartlar ana malzeme üzerindeki delikler içinde geçerlidir.

Yani delikler tek referans noktasından hesaplanarak markalanır, eksen çizgisi ve delik markası delme işlemi sırasında karışıklığa meydan vermeyecek şekilde belirgin olmalıdır. Ölçü toleransı ± 2 mm'dir.

Bütün imalat bittikten sonra imalat ustası tarafından tekrar kontrol edilir ve kalite kontrol sorumlusuna haber verilir. Onaylanan malzeme puntoları sağlamlaştırıldıktan sonra tezgâhtan kaldırılır.

Yapılacak imalat adedi fazla ve imalat özel bir imalatsa imalatın kalıbı oluşturulur ve imalat kalıba göre yapılır. Kalıbın ölçülerinin ve gönyesinin doğruluğu imalat kontrol elemanı tarafından kontrol edilir (Resim 1.23–1.24) ve onaylandıktan sonra puntolama işlemi yapılarak kaynakla birleştirme işlemine hazırlık yapılır.



Resim 1.23-24: Kalıbın ölçülerinin ve gönyesinin doğruluğunun imalat kontrol elemanı tarafından kontrol edilmesi

Kalıpta puntıyla birleştirilen çelik elemanalar kaynak tezgâhlarına getirilir. Kaynakları yapılan parçalar önce gözle yapılan muayenelerden geçirilir. (TS 3357' ye göre gözle muayene yöntemi) “Kaynakta kabarma, çapaklanma, köpürme çatlama var mı, kaynak boyu, kaynak açısı, derinliği yeterli mi?” gibi yüzeysel muayeneler yapılır. Ayrıntılı muayeneler penetran testi, kaynakta yapısal çatlakların tespiti için röntgen yöntemleri ayrıca istenirse yapılır. Bu deneyler şantiye ortamında denetim firmaları tarafından muayene firmalarına yaptırılır.

1.6. Birleşim Gereçleri Kontrolü

1.6.1. Kaynak Kontrolü

1.6.1.1. Kaynak Yapım Kuralları

İmalatı ve montajı yapılacak çelik konstrüksiyonun kaynaklanmasında, aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir:

- Kaynak bitim yerlerinde açık krater bırakılmayacak şekilde elektrod kaynak bitim noktasından en az 1 cm geri çekildikten sonra kaldırılır.
- Eğer kaynak tek taraflı yapılacak olursa başlangıçta metal kalınlığının %15'i kadar bir kısım kaynatılmış bölge olarak kalabilir. Eger metal kalınlığı 20 mm'den fazla olursa bu miktar 3 mm'den fazla olamaz.
- 16 mm'den kalın parçalardaki kaynakların ilk pasolarında bazik tipi elektrod kullanılır.
- İki taraflı kaynakta curuf veya boşluk kalınlığı, kaynatılacak metal kalınlığının % 10'unundan veya 2 mm'den fazla olmayacak, tek taraflı kaynakta ise metal kalınlığının % 15'inden veya 3 mm'den fazla yapılmamalıdır.
- Bir kaynakta 400 mm uzunlukta yapılan bir kontrol hatalı çıkarsa o kısım yenilenir. Ancak aynı kaynakta ikinci bir 400 mm'lik bir kısım hatalı çıkarsa bütün kaynak yenilenir.
- Kaynakta hiç bir çatlak kabul edilmez.
- Kaynak dikişleri, sürekli ve kesintisiz olmalıdır.
- Çelik yapı elemanları projeye uygun olarak kesilip, projeye göre teşkil edilerek, puntolanır, kaynak planına göre kaynak yapılır ve kalite kontrolü yapılmış olarak imalattan çıkarılmalıdır.
- Kaynak kontrolü göz, mercek ve röntgen ile yapılır.
- Tozaltı kaynak işleminden sonra, kaynaklama sebebi ile meydana gelebilecek ek gerilmelerin elemanda eğilme veya distorsiyona sebep olmaması için

kaynaklama sırasında işin kontrolü, kaynağın yapılış şekli gibi hususlara azami itina gösterilir ve bu hususlar yerine getirilmediği takdirde, tavlama yaparak eleman bu ek gerilmelerden kurtarılmalıdır.

- Kaynakların tümü (100%) gözle kontrol edilecektir.
- Atölyede imal edilen çelik konstrüksiyonun 10 %'u kontrol firması tarafından belirlenecek bir Üniversitenin Yapı laboratuvarında ultrason deneyine tabi tutulur.
- Şantiyede montajı yapılmış tüm çelik konstrüksiyonun düğüm noktalarının ve çelik makas kaynaklı ek yerlerinin 100%'ü kontrol firma tarafından belirlenecek bir Üniversitenin Yapı laboratuvarınca ultrason deneyine tabi tutulur.
- Çelik konstrüksiyonda ölçülerde $\pm 1\text{mm}$ 'ye tolere edilir.



Resim 1.25-26: Gözle muayeneden geçmiş kaynak örnekleri-1



Resim 1.27: Gözle muayeneden geçmiş kaynak örnekleri-2

1.6.2. Kaynak Hataları

Aşağıdaki özellikler kaynak hatası olarak nitelendirilir:

- Yanma oluğu
- Curuf kalıntısı
- Yetersiz erime
- Nüfuziyet azlığı
- Kaynak dikişi akması
- Kaynak metali sıçraması
- Parça üstünde ark tutuşturma
- Yüzeydeki taş, keski kalem yaraları
- Tungsten kalıntısı (özellikle kritik işlerde)
- Gözenek (düzenli dağınık, kümelenmiş, çizgisel)
- Kaynak metali taşması (birleşme olmadan) veya azlığı
- Kaynak profil hatası (fazla içbükeylik veya dışbükeylik)
- Metalurjik çentikler (yapı farklılığından ortaya çıkabilir)
- Uygun olmayan kaynak dikişi boyutu (çok büyük veya küçük)
- Kaynaklı parçanın tolerans dışı ölçüleri, açısal distorsyonu, eksen kayması
- Çatlaklar (enine, boyuna, yıldız, krater, dağınık, dallı, ısının tesiri altındaki bölgede (ITB), esas metalde, kaynak metalinde)

Kaynak hatalarının tanımı için DIN 8524 P.1 geçerlidir. Kaynak hatalarının önlenmesi için ana metalin kimyasal bileşimi, temizliği (pas, yağ, boya vs.' den arı), mekanik özelliği ve boyutları, yapılan kaynağın sırası, ısı işlemleri uygun yapılmalıdır.

Kritik işlerde tungsten elektrod kullanılmayacak veya zorunlu olursa zirkonyum tungsten elektrod kullanılmalıdır. Onarılacak kısım uygun bir şekilde işaretlenir. İşaretleme açık, atölye personeli tarafından rahat tanınabilir, rahat görülebilir bir renkte ve onarımın bitimine kadar kalıcı olmalıdır.

Hatalı olduğu belirlenerek işaretlenen bölgelerdeki kaynaklar taşlanarak çıkarılır ve kaynak işlemi yeniden yapılır. Bu onarım yapılan bölgeler onarımın tamamlanmasının ardından tekrar kontrol firmanın onayına sunulur.

Kaynakta gözle muayene yöntemiyle karşılaşılan hatalardan bazıları Resim 1.28, Resim 1.29, Resim 1.30 ve Resim 1.31’de gösterilmiştir.



Resim 1.28 :Kaynak öbeklenmesi



Resim 1.29 : Kat kat düzgün olmayan dağılım



Resim 1.30: Yüzey temizliği yapılmadan kaynak



Resim 1.31: Üst kabuğu kaldırılmamış ikinci kat kaynak uygulaması

Kaynak kontrolü tamamlanan çelik elemanlar, çapakların temizlenmesi, kaynak fazlalıklarının temizlenmesi ve düzgün bir yüzey elde etmek için taşlama kısmına götürülür.

Taşlama kontrolü gözle muayene yöntemiyle çapakların düzgün temizlenip temizlenmediğine, yüzeyin düzgünlüğüne ve kaynak kalınlığında herhangi bir inceleme varsa toleranslar arasında olup olmadığına bakılır (Resim 1.32–1.33).



Resim 1.32-33: Taşlama kontrolü yapılmış çelik malzeme

Taşlamadan çıkarılan çelik elemanlar boyamada yüzey hazırlığı için boyahaneye gönderilir. Boyahanede yüzey hazırlığı tamamlanmış elemanların kontrolü yapılır. Burada kriterler; yüzey düzgünlüğü, kaynaklamadan ve taşlamadan oluşabilecek çapakların temizliği, yüzey düzgünlüğü ve yüzeyin yağlardan, tozlardan temizlenip temizlenmediğidir.

Ayrıca boya için malzemenin sıcaklığı ölçülerek boyama için uygun hava koşullarının oluşup oluşmadığı da kontrol edilir. (Resim 1.34)



Resim 1.34: Boya için malzemenin sıcaklığının ölçülmesi

1.6.3. Bulon Kontrolü

Açılan deliklere uygun bulonlar yerleştirilerek sıkma işlemi anahtarlarla, havalı tabancayla veya tork anahtarı ile yapılır. Tork anahtarı bulonu üzerindeki ayarlar vasıtasıyla belirli bir kuvvetle sıkmaya ve bu noktaya kilitlemeye yarayan bir el aletidir. (Resim 1.35) Tork anahtarı ile yapılan sıkmalar daha sağlıklı olacağından sıkma işlemi için tork anahtarı tercih edilmelidir. Kontroller her bulon için ayrı ayrı yapılır. (Resim 1.36)



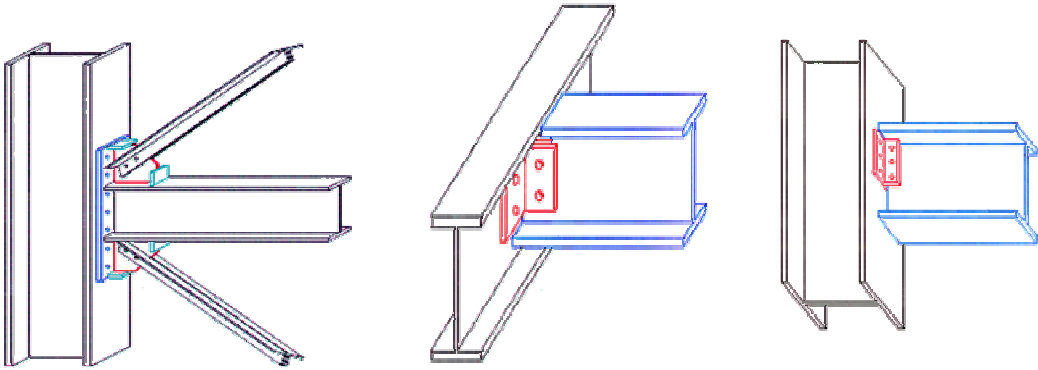
Resim 1.35: Tork anahtarı



Resim 1.36: Bulonların tabancayla sıkılması

1.6.4. Birleşim Levhaları Kontrolü

Birleşim levhalarının kontrolleri, malzeme kesim aşamasında ve parçaların birleştirilmesi aşamasında birleştirme yapılmadan önce yapılır.



Şekil 1.1: Detay resimlerinde gösterilen birleşim levhaları

1.6.5. Tolerans Kontrolü

Birleşimlerin verilen toleranslara uygunluğu yapılan kontrollerde belirlenir. Verilen toleranslara uygunsa uygunluk onayı verilir. Toleransların dışında ise rapor tutularak uygunluğu için gerekli işlemlerin yapılması istenir.

1.6.6. Boya Kontrolü

1.6.6.1. Çelik Yüzeylerin Sınıflandırılması

Çelik yüzeyler doku analizi yöntemleri ile incelenir, yüzey özellikleri yardımı ile çelik yüzey üzerindeki pas derecesi belirlenmiştir.

Çelik, günümüzde köprü ve benzeri yapılarda en çok kullanılan metaldir. Özellikle nemli ortamlarda çeliğin paslanması, yüzeyinin devamlı olarak temizlenmesini gerektirmektedir. Bakım işlemi insan için elverişsiz koşullarda yapıldığı için, bu işlemi otomatik olarak gerçekleyecek bir robotun yapılması düşünülmüştür. Çelik yapıların bakımının otomatik olarak yapılabilmesi için, yüzey özelliklerinin bulunması gerekir.

Pas durumuna göre çelik yüzeyleri dört gruba ayırabiliriz:

- Pas derecesi A
- Pas derecesi B
- Pas derecesi C
- Pas derecesi D

Bu yüzeylerin temizlenmesi kumlama adı verilen yöntemle yapılmaktadır. Yukarıda verilen pas derecelerinin her birinden kumlama sonucu elde edilen yüzey de farklı olacaktır. Bu yüzeyleri de sırasıyla;

- Kumlanmış A
- Kumlanmış B
- Kumlanmış C
- Kumlanmış D olarak verebiliriz.

Çelik yapıların yüzey özellikleri, doku analizi yöntemleri kullanılarak elde edilmiştir.

1.6.6.2. Yüzey Hazırlama (Kumlama)

Tüm çelik konstrüksiyon kaynak kontrolünün tamamlanması ve boya ile koruma yapılmasından önce kumlama işlemine tabi tutulur. Metal yüzeyi paslı kısımlarından, oksitlenmiş bölgelerden, varsa boya, kir, gres yağ, yapıştırıcı malzemeler vb. gibi metal yüzeyinde bulunan yabancı maddelerden kumlama ile arındırılır.

- Kumlama işlemi ISO 8501-1 SA2½ Standardı kalitesinde yapılır.

- SA 2 ½ Standardına göre çelik yüzeyinin her tarafının en az % 95'i, görünen yağ, gres, kir, pas, oksit, pas türevleri, toz ve diğer yabancı maddelerden tamamen arındırılmış ve temizlenmiş olmalıdır. Geri kalan kısımlar sadece hafif renk değişimleri, hafif gölgelenmeler ve üretimden kaynaklanan oksitlenme izleri, çukur noktaların diplerinde kalan pas ve boya kalıntıları ile sınırlı olmalıdır.
- Kumlama işlemi, uygun nem oranına sahip, yeterli aydınlatmaya ve kumlama için hazırlanmış özel korunmuş mahale sahip kapalı atölye ortamında, fabrikada gerçekleştirilir.
- Kumlamada kullanılan kum malzemesi SA 2½ kalitesinde kumlama yapılmasına uygun malzeme olmalı veya mevcutsa kumlama işlemi özel bilyeli kumlama makinalarında yapılmalıdır.
- Kumlama yapıldıktan sonra zaman geçirilmeksizin, en az 2 saat içinde astar boya ile yüzey koruması yapılır. Kumlanan yüzeyler neme, kondansasyona, yağlanmaya ve kirlenmeye maruz bırakılmamalıdır.
- Sahada mevcut bir strüktürün bulunması vb. gibi zorunlu görülen hallerde, inşaat sahasında yapılması gereken kumlama işlemlerinin standardı ve yöntemi, projenin niteliğine göre belirlenir ve kontrol firmanın onayı ile uygulanılır.

1.6.6.3. Boya Yaparken Dikkat Edilecek Hususlar

İmalatı ve montajı yapılacak çelik konstrüksiyonun boyanmasında aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilerek yapılır:

- Çelik konstrüksiyonunun boya işlemi epoksi ve/veya yağlı boya ile yapılır.
- Yer montajı, kaynakları yapılmış ve montaja hazır kumlama işlemine tabi tutulmuş çelik konstrüksiyonun yüzeyleri her türlü yabancı maddeden temizlenir.
- Çelik konstrüksiyon yüzeylerinde hadde kalıntıları var ise, bu kalıntılar mekanik aletlerle çıkarılır. Çıkarılacak kalıntıların altında bulunan yüzeyin spiral fırçalarla ve kumlama ile iyice temizlenir.
- Boya, imalatçının hazırladığı şekilde inceltilmeden kullanılır, ancak püskürtme yapılıyorsa ve inceltmek gerekiyorsa, imalatçının önerdiği oranlarda tiner ile inceltir. (Toplam boya kalınlığının minimum kalınlığı karşılması şartı ile)
- Malzeme ve imalatın temizlenmesi için gerekli teçhizat kullanılır. Ayrıca, boyanacak yüzeyde yağ bulunması halinde, bu kısımlar sentetik tinerle silinerek temizlenir.

- Yağlı boya kullanılması durumunda çelik taşıyıcı elemanların temizlenmiş yüzeylerine 2 kat astar boya, (çinko-kromat veya eşdeğer antipas boya), 2 kat son boya yapılır. Boya kalınlığı minimum 160 mikron kalınlığı sağlayacak şekilde yapılır (Kuru film kalınlığı her kat için min. 40 mikron kalınlıkta olmalıdır. Son iki katın toplam kuru film kalınlığı 80 mikron olmalıdır) Boya kalınlığının tayini için gerekli testleri müteahhit nezaretinde yapar, raporlarını teslim eder. Boya kalınlığının tespiti için gerekli ekipmanlar işyerinde bulundurulur.
- Epoksi boya kullanılması durumunda çelik taşıyıcı elemanların temizlenmiş yüzeylerine Zinc içeren 1 kat antikorozyon epoksi astar boya, 2 kat solvent içerikli epoksi boya yapılır. Boya kalınlığı minimum 150 mikron kalınlığı sağlamalıdır. (Kuru film kalınlığı her kat için min. 50 mikron kalınlıkta olacaktır. Son iki katın toplam kuru film kalınlığı 100 mikron olacaktır) Boya kalınlığının tayini için gerekli testler, müteahhit firma nezaretinde yapılır, raporlarını teslim edilir.
- Montaja başlamadan önce, parçalar astar boya ile bir kat boyanmış olacaktır. Montajda birbirine değen, sonradan boya görmeyecek yüzlere ikinci bir kat astar vurulacaktır. Zedelenen astar boya yenilenmeden boyaya geçilmez. Bulon dışlarına gayet az astar sürülür; boyasız bulon sıkılaşma yapılmamalıdır. Sonradan kaynak yapılacaksa, kaynak dikişinin her iki yanındaki 100 mm genişlikte şeride önceden boya vurulmamalıdır. Boyası temizlenmemiş yüzeylere yapılacak kaynaklar gözenekli olacağından kabul edilemez.
- Boyası temizlenen kısma yapılan montaj kaynaklarından sonra kaynağın termik bölgesi içinde kalan boya tabakaları iyice temizlenir. Bu kısımlar madde 6'da belirtilen miktar ve sırayla yeniden boyanır.
- Boya tatbikatı spreyle yapılabilirdi gibi normal boya fırçasıyla yapılabilir. Boya tatbik edilecek yüzeylerin rutubetli olmamasına azami dikkat edilir.
- Astar ve boya işleri toz ve topraktan etkilenmeyen ahşap destekler üzerinde yapılmalıdır. Astar ve boya yapılırken konstrüksiyonlar bu destekler üzerinde döndürülmelidir.
- Normal boyalar kullanılmadan önce iyice karıştırılır ve kademeli ince tel süzgeçten geçirilir. Astar ve boya işleri $> 0^{\circ}\text{C}$ çevre sıcaklığında ve çelik sıcaklığının en az $+5^{\circ}\text{C}$ %70'ten az nem oranının olduğu ortamda yapılır.
- Gerek astar, gerek son kat boyalarda, boya katları arasında boyanın kuruması için üreticinin belirlemiş olduğu bekleme sürelerine mutlaka uyulmalıdır.
- Sac kapı kanadı, kapı ve pencere kasaları vb gibi imalatların boyanması için önce yüzey temizliği yapılır, daha sonra yüzey bozukluklarının giderilmesi amacıyla her m^2 'si 0.50 kg macunlanarak düzgün hale getirilir, üzerine beher m^2 'ye 0.420 kg sülyen ve 0.220 kg yağlı boya ile boyanır.

1.6.6.4. Son Kat Boya Kontrolü

Yüzey hazırlığı tamamlanan çelik elemanların uygun hava koşulları sağlandığı durumda boyama işlemine geçilir. Boyaması yapılan çelik elemanlar gözle muayene yönteminde belirlenebilecek hataların kontrolü yapılır.

Bu kontrollerde;

- Dalgalanma olup olmadığı,
- Boyanın örtücülüğünün kontrolü,
- Boyada aynı alana fazla boya püskürtülmesinden dolayı akma olup olmadığı,
- Boyada kavlama olup olmadığı,
- Nakliye sırasında malzemelerin birbirine sürtmesinden dolayı boyanın kazınıp kazınmadığı

Mikrometre ile boya film tabakasının kalınlığı da kontrol edilir. (Resim 1.37-1.38))

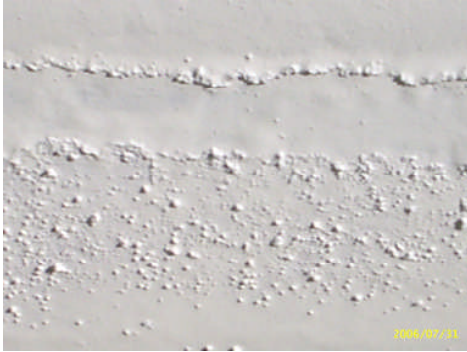


Resim 1.37-38: Mikrometre ile boya film tabakasının kalınlığının kontrol edilmesi

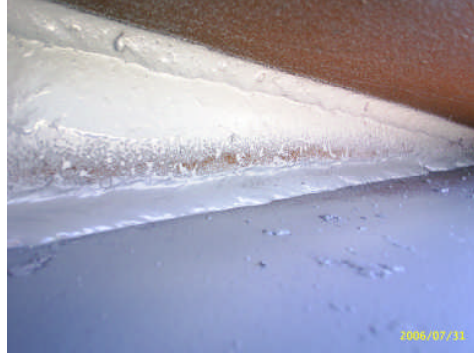
Boyada gözle muayene yöntemiyle karşılaşılan hatalardan bazıları Resim 1.39–1.40-1.41-1.42-1.43-1.44-1.45-1.46-1.47-1.48-1.49 ve 1.50’de gösterilmiştir.



Resim 1.39-40: Boyanın kurumadan yağmur veya neme maruz kalması sonucu oluşan korozyon



Resim 1.41-42: apaklar temizlenmeden yapılan boya



Resim 1.43-44: Yüze tam nüfus etmemiř boya



Resim 1.45-46: Kalın vurulan boya ve kurumadan yapılan istiflemeyen kaynaklanan hatalar



Resim 1.47-48: Yüzey temizliği iyi yapılmamış malzeme

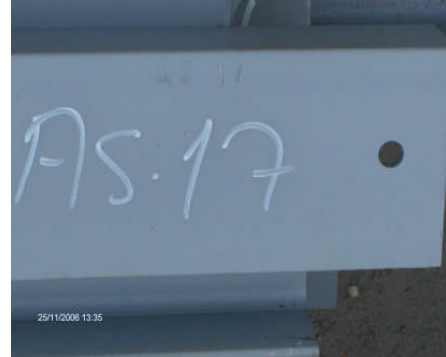
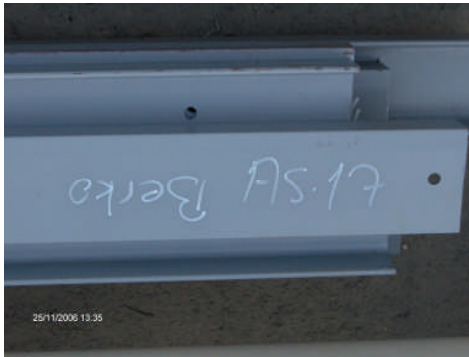


Resim 1.49: Yanlış istifleme ve nakliye



Resim 1.50: Yanlış yapılan macunlama

Boya kontrolleri yapılan çelik elemanlar sevkiyat için markalanır, gruplandırılır, paketlenir ve nakliye için hazır hale getirilir. Markalanan elemanların gruplandırılması ve paketlenmesi proje ve montaj sırasına göre yapılır. Markalama proje üzerindeki o parça için yazılmış kodun parça üzerine yazılması şeklinde yapılır (Resim 1.51–1.52). Sevkiyat elemanlar araçlara yüklenirken son kontrollerini yapar ve araçların şantiyeye gitmek için çıkışına izin verir (Resim 1.53–1.54).



Resim 1.51-52: Markalaması yapılmış malzemeler



Resim 1.53-54: Gruplandırılarak istiflenmiş nakliyeyle hazır hale getirilen çelik malzemeler

1.7. Testler

Malzeme testleri kontrol firmasının belirlenen bir üniversitesinin Malzeme Laboratuvarında ya da yetkin, muadil bir laboratuvarla ilgili standartlar çerçevesinde yapılır.

- Kullanılan çelik profil ve plakalar proje kriterlerine uygunlukları açısından testlere tabi tutulur.
- Her kalınlıktaki ve partideki plaka ve profillerden çekme deneyi için numune alınır. Bu numuneler belirtilen üniversite laboratuvarlarında test edilir.
- Uygunsuz olan malzemeler kesinlikle kullanılmayacaktır.
- 30 mm' den kalın plakalar laminasyon testine tabi tutulur.
- Test edilecek numune sayıları müteahhit tarafından arttırılabilir.

Aşağıda örnek bir kalite formu sunulmuştur. Bu örnek formda imalat kontrol kıstasları ayrı ayrı ele alınmıştır.

Ek 1	Tedarikçi Anket Formu
Taşıeron	
Firma	<u>.....CELİK KONSTRUKSİYON SAN. VE TİC. LTD.</u> <u>ŞTİ.</u>
Adres	
Telefon	
Telefax	
	İdare
	Üretim
	Kalite Güvenlik (K.G.)
Üretim Programı	

Form 1.1: Tedarikçi anket formu

KONTROL FİRMASI	KALİTE SİSTEM
İletişim kurulacak kişi	Tel- Dahili Tlf.
Yönetim K. G. Yönetimi _____ Satış İdaresi _____ Kalifiye Kaynak Müh. _____ İşletme Müh. _____ Yönetim Satınalma _____ İş Yönetimi _____	
Mevcudiyet Evet Hayır	
K. G. Sistemi firmanıza dahil edilmiş durumda mıdır?	☐ Evet ☐ Hayır
K.G. Kılavuzu / Programı mevcut mudur?	☐ Evet ☐ Hayır
K. G. Sistemi tasdik edilmiş midir?	☐ Evet ☐ Hayır

Form 1.2: Tedarikçi anket formu 2

KONTROL FİRMASI	KALİTE SİSTEM
-----------------	---------------

Hangi ehliyet / sertifikalar geçerlidir? _____

	Evet	Mevcudiyet	Hayır
Kaynakçılar EN 287'ye göre ehliyetli midirler ?	☐		☐
Diğer standartlara göre ehliyetli midirler ?	☐		☐
Ehliyetli kaynakçıların sayısı ?	_____		☐
	_____		_____

İşlem	Malzeme Kaliteleri
_____	%100 EN 10 025'e dahil yapısal çelikler / EN 10 028 saclar
_____	%100 DIN 17 440 / EN 10 088'e uygun paslanmaz çelik
_____	% Demirsiz metal, - alaşımları (bakır alaşımı, alüminyum alaşımı gibi)
_____	% Döküm malzemesi
_____	% Plastik Malzeme Thermoplast
_____	% Plastik Malzeme Sağlamlaştırılmış Fiberglas (FRP)
_____	% Diğer malzemeler

Form 1.3: Tedarikçi anket formu 3

KONTROL FİRMASI	KALİTE SİSTEM	
Kontrat inceleme	mevcudiyet	
	evet	hayır
	☐	☐
Siparişler / satılanlar fizibilite kontrolünden geçiyor mu (kayıtlar sağlanabilir mi) ve p.o. (?) düzeltmeleri yapılıyor mu?		
Gelen mal kontrolü / Saklama		
Sipariş edilen ürün yollanan mal kontrolüne tabi tutuluyor mu?	☐	☐
a) Görsel kontrol	☐	☐
b) Boyut kontrolü	☐	☐
c) Sayı	☐	☐
d) Sertifika inceleme	☐	☐
Gelen mal kontrolü için yazılı talimatlar sağlanıyor mu?	☐	☐
Malzemeler uygun şekilde saklanıyor mu (çevresel etkilerden korunma, karbon ve alaşım çeliklerin ayrılması) ?	☐	☐

Form 1.4: Tedarikçi anket formu 4

KONTROL FİRMASI	KALİTE SİSTEM	
İbra edilen ve <u>uygun olmayan ürünler</u> açık şekilde işaretlenip belgeleniyor mu ?	☐	☐
Uygun olmayan ürünler ayrı şekilde saklanıyor mu?	☐	☐
Uygun olmayan ürünlerin ciddi işleme ve tamiratları olması durumunda müşteri bu konu hakkında bilgilendiriliyor mu?	☐	☐
İşlem kontrolü		
Kaynak operasyonları yazılı prosedürlere (WPS) uygun olarak yapılıyor mu?	☐	☐
Plastik malzeme yazılı talimatlara göre yapılıyor mu?	☐	☐
Test kontrolü		
100% Test uygulama	☐	☐
Rastgele test	☐	☐
Kalite testleri ve inceleme planları var mı?	☐	☐

Form 1.5: Tedarikçi anket formu 5

KONTROL FİRMASI	KALİTE SİSTEM	
Hatalı ürünler açık şekilde işaretleniyor mu?	☐	☐
Test personeli yeterli derecede yetkin mi?	☐	☐
Test/ölçüm aletleri düzenli ve belgeli yeniden kalibresyona tabi mi?	☐	☐
Uygun olmayan test aletleri gereken zamanda kullanımdan kaldırılıyor mu?	☐	☐
Doldurucu metaller uygun şekilde işaretlenip saklanıyor mu (kurutma fırını)?	☐	☐
Son Test / Belgeleme		
Tamamlanan ürünler son bir kontrole tabi mi?	☐	☐
Tamamlanan ürünler açık bir şekilde işaretleniyor mu?	☐	☐
Son testler belgeleniyor mu?	☐	☐
Kusurlu bileşenler ayrı bir şekilde işaretlenip saklanıyor mu?	☐	☐

Form 1.6: Tedarikçi anket formu 6

KONTROL FİRMASI	KALİTE SİSTEM
-----------------	---------------

Değerlendirme:

Ehliyet (Kalifikasyon)

Yer

den

Tarih

İsim

Form 1.7: Tedarikçi anket formu 7

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Kontrol edilecek detay noktasına ulaşmak ➤ İlgili detaya ait çizimi açmak ➤ İlgili detaya ait bulon adetlerini ve kalitesini kontrol etmek ➤ İlgili detaya ait kaynak boyları ve kalınlıklarını kontrol etmek ➤ Toleransları kontrol etmek ➤ Detayda kullanılan levhaların ebatlarını ve kalınlıklarını kontrol etmek	➤ Dikkatli olunuz. ➤ Disiplinli ve itinalı çalışınız. ➤ İş kıyafetini giyiniz. ➤ Güvenlik önlemlerini alınız. ➤ Zamanı ve malzemeyi iyi kullanınız ➤ Çevre korumasına önem verip gerekli önlemleri alınız. ➤ İnsan haklarına, demokrasinin ilkelerine ve mesleğinizle ilgili etik kurallara uygun davranınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Soru: Gerekli ortam ve şartlar (fabrika ve şantiye ortamı gibi) sağlandığında çelik yapılarda imalat kontrolü yapınız.

Aşağıdaki performans testi ile modül ile kazandığınız yeterlilikleri ölçebilirsiniz.

PERFORMANS TESTİ			
Dersin adı	Çelik Yapı İmalatları	Öğrencinin	
Amaç	Çelik yapı imalat kontrolü becerilerinin ölçülmesi	Adı soyadı	
Konu	Çelik yapı imalat kontrolü detay birleşim noktaları kontrolünü yapabilecektir.	Sınıf No	
Zaman	Başlangıç saati		
	Bitiş saati		
	Toplam süre		
Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Kontrol edilecek detay noktasına ulaştınız mı?		
2.	İlgili detaya ait çizimi açtınız mı?		
3.	İlgili detaya ait bulon adetlerini ve kalitesini kontrol ettiniz mi?		
4.	İlgili detaya ait kaynak boyları ve kalınlıklarını kontrol ettiniz mi?		
5.	Toleransları kontrol ettiniz mi?		
6.	Detayda kullanılan levhaların ebatlarını ve kalınlıklarını kontrol ettiniz mi?		
Toplam Evet veya Hayır Sayıları			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruların cevaplarını doğru ve yanlış olarak değerlendiriniz.

Dersin adı	Çelik Yapı İmalatları	Öğrencinin Adı soyadı		
Amaç	Uygun ortam sağlandığında, çelik kolon ve kiriş montajını yaptırabileceksiniz.			
Konu	KOLON VE KİRİŞ MONTAJI	Sınıf No		
SORULAR			Doğru	Yanlış
1.	İmalat kontrolünü fabrikalarda imalat aşamasında, şantiyelerde birleştirme ve imalat sonrası şantiye aşaması olarak ikiye ayırabiliriz.			
2.	Uygun olmayan kaynak dikişi boyutu kaynak hatalarından değildir.			
3.	Malzeme testleri herhangi bir laboratuarda ilgili standartlar çerçevesinde yapılır.			
4.	Markalanan elemanların gruplandırılması ve paketlenmesi boyası önce biten malzemeye göre yapılır.			
5.	Çelik konstrüksiyonda ölçülerde $\pm 1\text{mm}$ 'ye tolere edilir.			
Toplam Doğru ve Hayır cevap sayıları				

Aşağıdaki soruların doğru cevaplarını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi kaynak hatalarından değildir?
A) Yanma oluşu
B) Curuf kalıntısı
C) Yetersiz erime
D) Hepsi
2. Aşağıdakilerden hangisi sipariş formunda bulunana bilgilerden değildir?
A) Malın Cinsi
B) Ölçüleri
C) Ebatları
D) Rengi.
3. Aşağıdakilerden hangisi tahribatsız muayene çeşitlerinden değildir?
A) Göz kontrolü
B) Çekme
C) Radyografi (röntgen)
D) Penetrasyon
4. Aşağıdakilerden hangisi boya kontrolünde dikkat edilecek unsurlardan biri değildir?
A) Dalgalanma Olup Olmadığı
B) Boyanın Markası
C) Boyanın Örtücülüğünün Kontrolü
D) Boyada kavlama olup olmadığı
5. Aşağıdakilerden hangisi sevkiyat izni için gerekli şartlardandır?
A) Son Kontrollerinin Yapılması
B) Boyanın Tamalanması
C) Kaynağın Tamamlanması
D) Paketleme

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 2

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında, kafes kirişli çatı ve elemanları montajını yaptırabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırma ve çalışmalar şunlar olmalıdır:

- Örnek bir çelik yapı projesi olarak, detay resimlerini dikkatlice inceleyiniz. Şantiye montaj aşamasında yapılan birleşim işlemleri ve metotlarını (kaynaklı veya civatalı) projede verilen şekliyle takip ediniz ve montaj sonrası imalat kontrollerinin hangi aşamalarda nasıl yapıldığını belirleyiniz.
- Mümkünse, bir çelik yapı şantiyesine fotoğraf makinanız veya kameranızla giderek montaj yapma işlem ve sırasıyla imalat kontrollerinin hangi aşamalarda nasıl yapıldığını görüntüleyin. Görüntüleri sınıfınızda arkadaşlarınızla izleyiniz.

2. GENEL İMALAT KONTROL

2.1. İmalat Elemanları Kontrolü

İmalat kontrolü iki aşamalı yapılır, fabrika aşaması ve şantiye aşaması. Şantiye aşamasında imalatı tamamlanmış olan çelik yapının ölçülerinin plana uygunluğu kontrol edilir.

İmalat kontrolünün % 95'i proje, fabrika imalat ve montaj (birleştirme) aşamalarında takip edildiği için şantiyede sadece ve betonarme elemanların ölçü kontrolleri ve montaj sonrası imalat kontrolleri yapılır. İstenirse projenin büyüklüğüne göre şantiyede penetrant ve röntgen kontrolü yapılır.

Şantiyeye ulaşıldığında yerleşim projesini açılarak inşaat sahasında proje açılarak ölçüleri kontrol edilir.

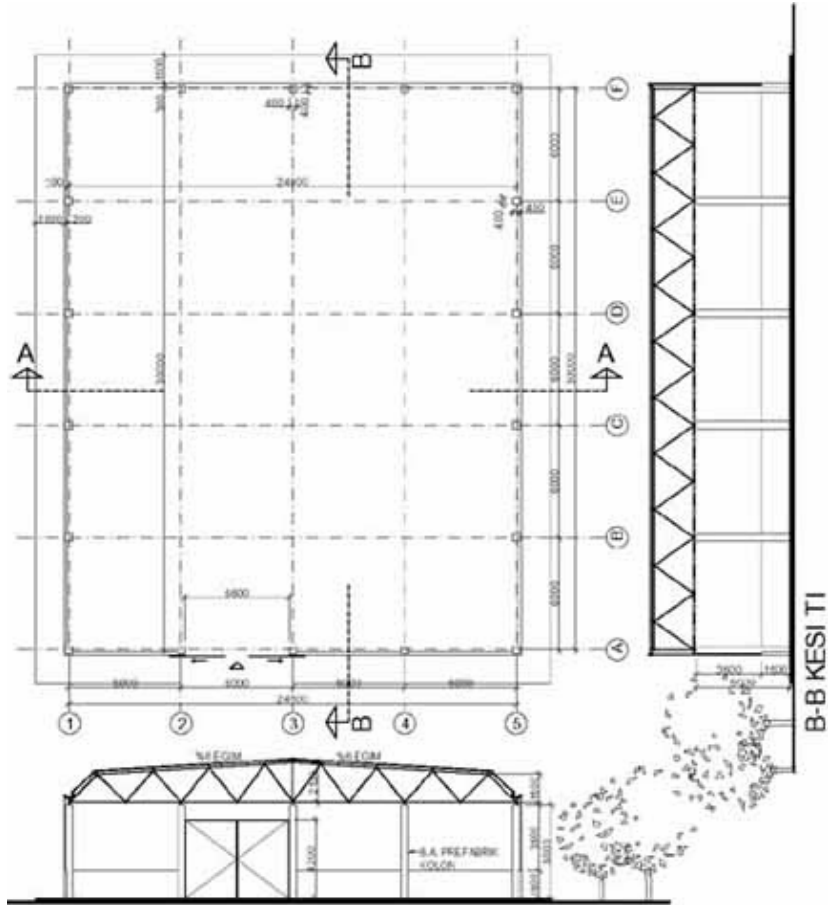
Projede,

- Binanın sınır ölçüleri
- Aks ölçüleri

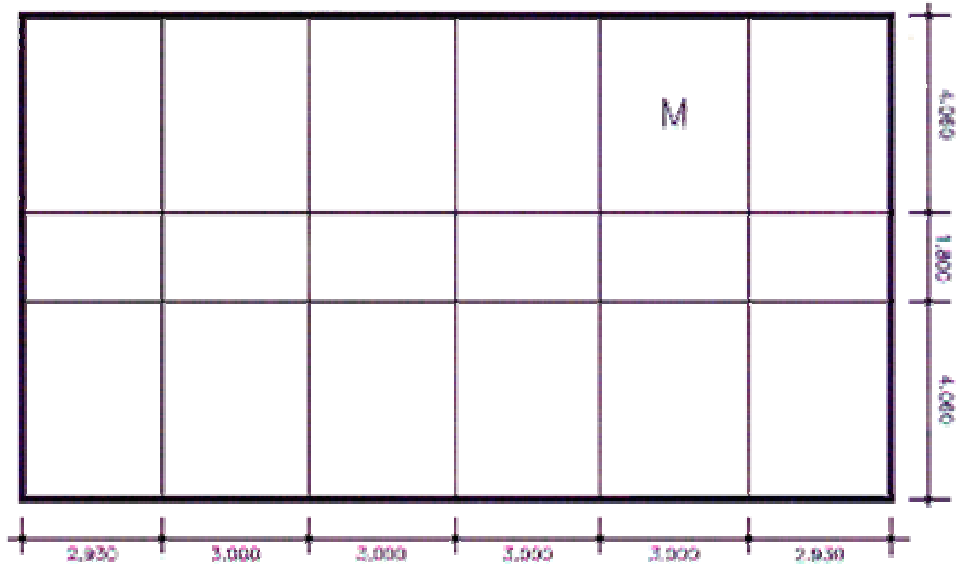
- Kolon ve kiriş ölçüleri
- Bulonların merkez ölçüleri
- Bulon adetleri ve çapları ölçülerek ve sayılarak gözle kontrol edilir.

Ayrıca nivo yardımıyla kotlar;

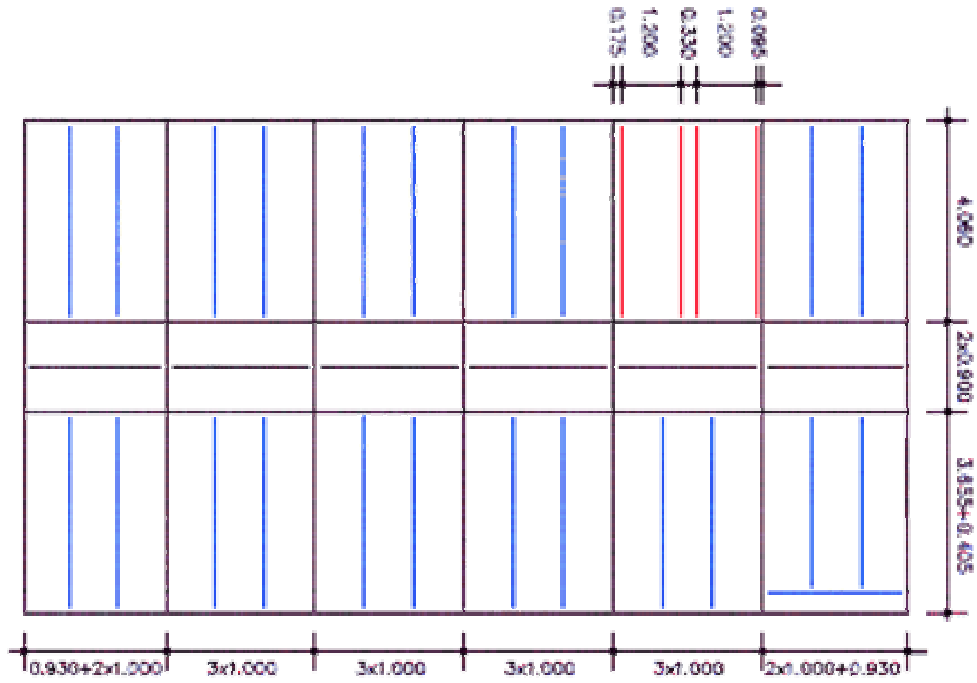
- Zemin kotu
- Kat yüksekliği
- Kolon taban kotu
- Kiriş yükseklikleri
- Çatı üst kotu kontrolü yapılır



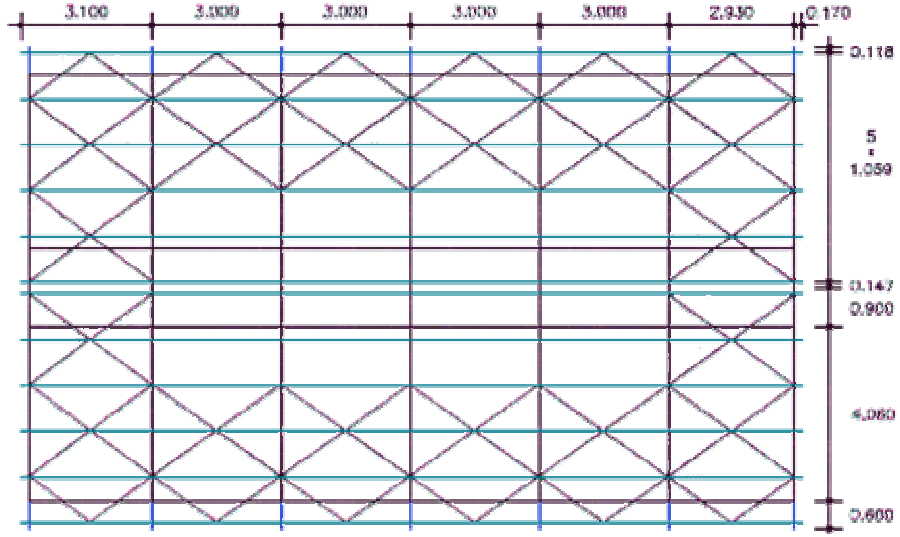
Şekil 2.1:Çelik yapı projesi görünüş ve kesitleri



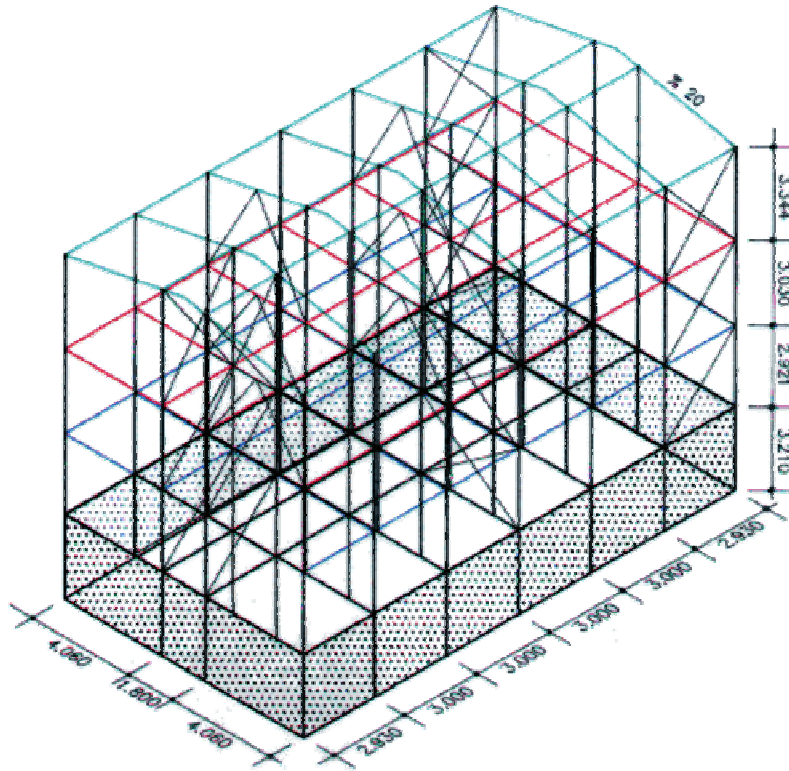
Şekil 2.2: Aksların kontrolünü yapmak için kat planı



Şekil 2.3: Aksların kontrolünü yapmak için kat planı



Şekil 2.4: Çatı bağlantılarının kontrolünü yapmak için çatı katı planı



Şekil 2.5: Kat yükseklikleri ve çatı üst kotunun kontrolü için perspektif projesi



Resim 2.1:Projenin bitmiş şeklini gösteren katı modelleme



Resim 2.2:Projenin taşıyıcı iskeletinin tamamlanmış hali

Aşağıda resimleri verilen basit çelik yapının şantiye kontrolleri yapalım.

- Aks aralıkları kontrolünü projeye göre metreyle ölçerek yapınız. (Resim 2.3)



Resim 2.3: Aks aralıkları kontrolü

- Kat yüksekliklerinin kontrolünü metreyle ve nivoyla ölçerek yapınız. (Resim 2.4)



Resim 2.4: Kat Yüksekliğinin kontrolü

- Kolon ebatlarının kontrolünü tek tek metreyle ölçerek yapınız. (Resim 2.5)



Resim 2.5: Kolon ebatlarını kontrol etmek.



Resim 2.6: Kolon taban kotlarının Kontrolü

- Kiriş ebatlarının kontrolünü metreyle ve montajını gözle muayene ile yapınız

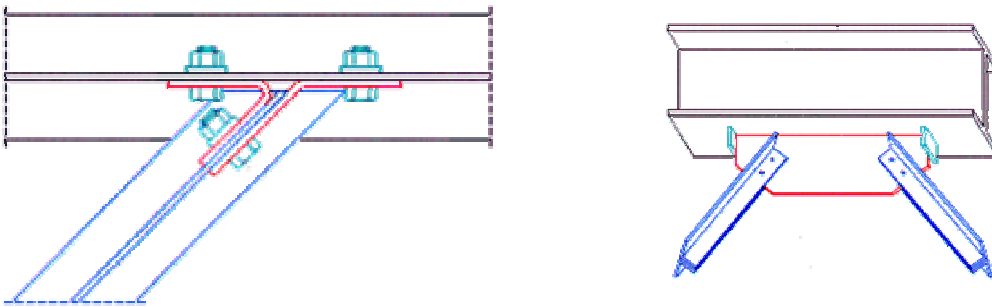


Resim 2.7: Kiriş ebatlarının kontrolü

- Kolon taban kotlarını nivo ile kontrol ediniz.

2.2. Bağlantı Bulon Sayısı Kontrolü

- Bulon adetlerinin kontrolünü projeye göre gözle sayarak yapınız.
- Bulonların sıkma kontrollerini de tork anahtarıyla yapınız.



Şekil 2.6: Detay çizimlerinde görülen bulonlar



Resim 2.8, Resim 2.9, Kolon-kiriş birleşimlerinde bulon sayılarının gözle kontrolü



Resim 2.10, Resim 2.11: Kolon-çaprazlama birleşimlerinde bulon sayılarının gözle kontrolü



Resim 2.12, Resim 2.13: Kiriş-rüzgarlık birleşimlerinde bulon sayılarının gözle kontrolü

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yapı alanına gitmek ➤ Yerleşim projesini açmak ➤ Aks aralıklarını kontrol etmek ➤ Kat yüksekliklerini kontrol etmek ➤ Kolon ebatlarını kontrol etmek ➤ Kiriş ebatlarını kontrol etmek ➤ Kolon taban kotlarını kontrol etmek. ➤ Bulon adetlerini kontrol etmek	➤ Dikkatli çalışınız ➤ Temiz ve itinalı olunuz ➤ Disiplinli olunuz ➤ İş kıyafetlerini giyiniz ➤ Güvenlik önlemlerini alınız. ➤ Zamanı ve malzemeyi kullanınız ➤ Çevreyi korumaya karşı duyarlı davranınız ➤ İnsan haklarına, demokrasinin ilkelerine ve mesleğinizle ilgili etik kurallara uygun davranınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ

Aşağıdaki performans testi ile modülle kazandığınız yeterlilikleri ölçebilirsiniz.

PERFORMANS TESTİ			
Dersin adı	Çelik Yapı İmalatları	Öğrencinin	
Amaç	Genel imalat kontrolü yapabilme becerilerini ölçebileceksiniz.	Adı soyadı	
Konu	Genel imalat kontrolü yapma	Sınıf No	
Zaman	Başlangıç saati		
	Bitiş saati		
	Toplam süre		
Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Yapı alanına gittiniz mi?		
2.	Yerleşim projesini açtınız mı?		
3.	Aks aralıklarını kontrol ettiniz mi?		
4.	Kat yüksekliklerini kontrol ettiniz mi?		
5.	Kolon ebatlarını kontrol ettiniz mi?		
6.	Kiriş ebatlarını kontrol ettiniz mi?		
7.	Kolon taban kotlarını kontrol ettiniz mi?		
8.	Bulon adetlerini kontrol ettiniz mi?		
9.	Bulon sıkma kontrollerini yaptınız mı?		
Toplam Evet veya Hayır Sayıları			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki performans testi ile modülle kazandığınız yeterlilikleri ölçebilirsiniz.

Dersin adı	Çelik Yapı İmalatları	Öğrencinin Adı soyadı		
Amaç	Genel imalat kontrolü yapabilme becerilerinin ölçülmesi.			
Konu	Genel imalat kontrolü yapma	Sınıf No		
SORULAR			DOĞRU	YANLIŞ
1.	Projede, binanın sınır ölçüleri, bulon adetleri ve çapları ölçülerek ve sayılarak gözle kontrol edilir.			
2.	Ayrıca nivo yardımıyla kotlar; zemin kotu, kat yüksekliği, kolon taban kotu, kiriş yükseklikleri, çatı üst kotu kontrolü yapılır.			
3.	Bulon adetlerinin kontrolü projeden sayılarak yapılır.			
4.	Bulonların sıkma kontrolleri açığağz anahtarla yapılır.			
5.	Kat yüksekliklerinin kontrolü metreyle ve nivoyla ölçülerek yapılır.			
Toplam Evet ve Hayır cevap sayıları				

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Soru: Sevgili öğrenci, fabrika ve şantiye ortamında, size verilen projeye göre, çelik yapının imalat kontrolünü yapınız.

Aşağıdaki performans testi ile modülle kazandığınız yeterlilikleri ölçebilirsiniz

PERFORMANS TESTİ			
Dersin adı	Çelik Yapı İmalatları	Öğrencinin	
Amaç	Çelik yapı imalat kontrolü becerilerinin ölçülmesi	Adı soyadı	
Konu	Çelik yapı imalat kontrolünden detay birleşim noktaları kontrolünü ve genel imalat kontrolü yapabilecektir.	Sınıf No	
Zaman	Başlangıç saati		
	Bitiş saati		
	Toplam süre		
Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Kontrol edilecek detay noktasına ulaştınız mı?		
2.	İlgili detaya ait çizimi açtınız mı?		
3.	İlgili detaya ait bulon adetlerini ve kalitesini kontrol ettiniz mi?		
4.	İlgili detaya ait kaynak boyları ve kalınlıklarını kontrol ettiniz mi?		
5.	Toleransları kontrol ettiniz mi?		
6.	Detayda kullanılan levhaların ebatlarını ve kalınlıklarını kontrol ettiniz mi?		
7.	Yapı alanına gittiniz mi?		
8.	Yerleşim projesini açtınız mı?		
9.	Aks aralıklarını kontrol ettiniz mi?		
10.	Kat yüksekliklerini kontrol ettiniz mi?		
11.	Kolon ebatlarını kontrol ettiniz mi?		
12.	Kiriş ebatlarını kontrol ettiniz mi?		
13.	Kolon taban kotlarını kontrol ettiniz mi?		
14.	Bulon adetlerini kontrol ettiniz mi?		
15.	Bulon sıkma kontrollerini yaptınız mı?		
Toplam Evet veya Hayır Sayıları			

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

Sorular	Cevaplar
1.	Doğru
2.	Yanlış
3.	Yanlış
4.	Doğru
5.	Doğru
6.	D
7.	D
8.	B
9.	B
10.	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

Sorular	Cevaplar
1.	Doğru
2.	Doğru
3.	Yanlış
4.	Yanlış
5.	Doğru

DEĞERLENDİRME

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

KAYNAKÇA

- AYDIN Hüseyin, **Çelik Yapı Ders Notları**, İSOV Yapı Meslek Lisesi, İstanbul, 2004, (Yayınlanmamış)
- ŞARKOĞLU Özer, **Ders Notları**, İSOV Yapı Meslek Lisesi, 2002 (Yayınlanmamış)
- ARIK Suat, **Çelik Yapı Ders Notları**, İSOV Yapı Meslek Lisesi, 2002 (Yayınlanmamış)
- YILMAZ Yusuf, **Çelik Yapı Ders Notları**, İSOV Yapı Meslek Lisesi, 2003 (Yayınlanmamış)
- YILMAZ Levent, **Çelik Yapı Ders Notları**, İSOV Yapı Meslek Lisesi, 2003 (Yayınlanmamış)
- SUGÜNEŞ Erkan, **Çelik Yapı Ders Notları**, İSOV Yapı Meslek Lisesi, 2003 (Yayınlanmamış)
- TSE 1244, **Çelik Yapılarda Boya**
- TSE 3357, **Çelik Yapılarda Kaynak Yapım ve Hesap Kuralları**
- TSE 729, **Kaynak İçin Kalite Şartları**
- ERÇİL Aytül, ÜNSALAN Cem, **Çelik Yüzeylerin Sınıflandırılması**, Boğaziçi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü