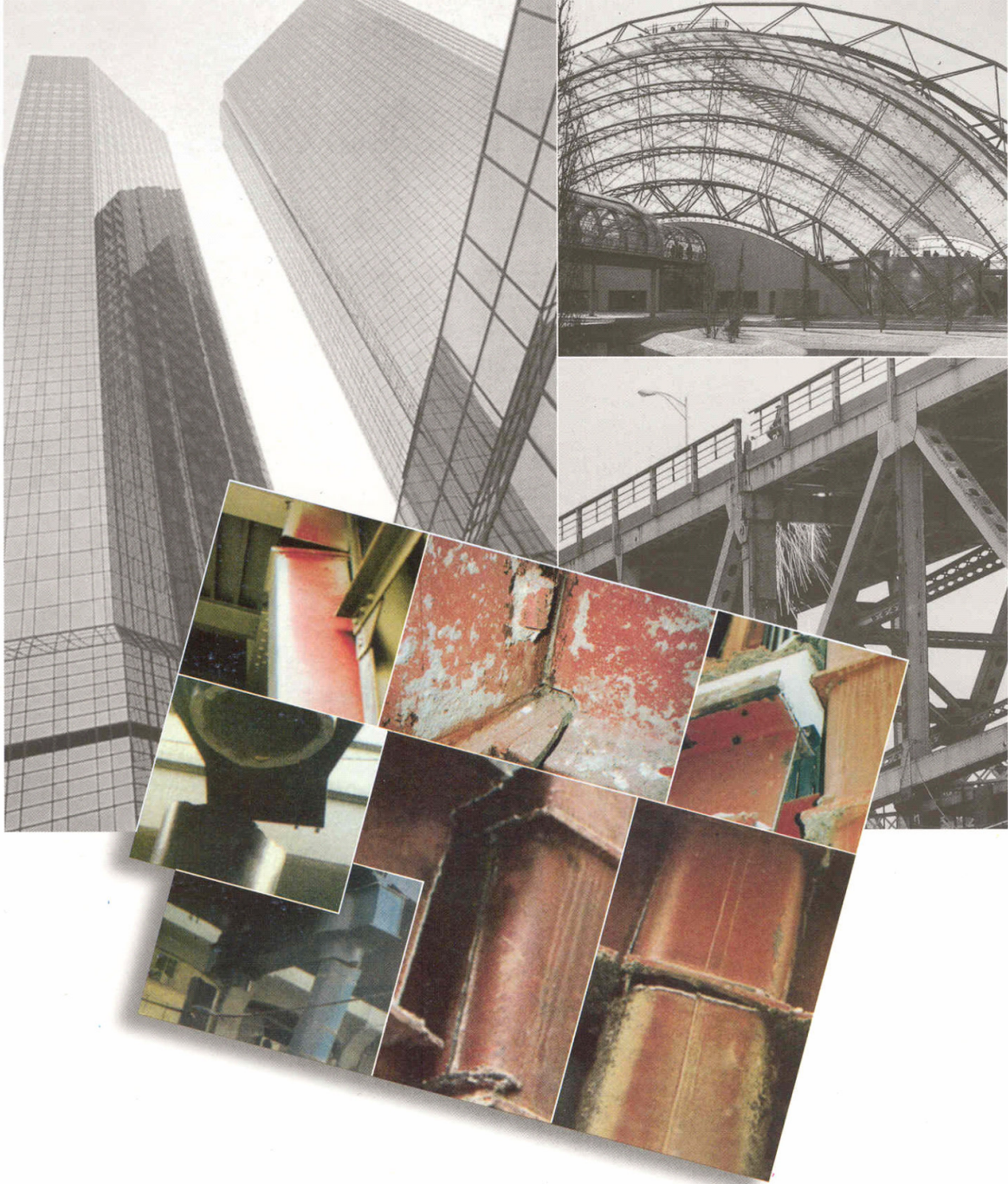


# DEPREME DAYANIKLI YAPILAR İÇİN KAYNAK UYGULAMALARI



*Oerlikon Kaynak Elektrodları ve Sanayi A.Ş.*

## ÖNSÖZ

Son aylarda ülkemizde meydana gelen depremler ve bunların neticesinde yıkılan ve hasar gören binalarımızın çokluğu, inşaat teknolojimizi ve yeterliliğimizi sorgulamamıza neden olmuştur. Kaynak malzemeleri, makinaları ve aksesuarları üreten ve dünya çapında kaynak teknolojileri geliştiren uluslararası bir şirket olan Oerlikon'un Türkiye'deki kolu olan bizler de, inşaat sektörüne, depreme dayanıklı yapılar konusunda destek olmak amacı ile çelik konstrüksiyon ve betonarme inşaatlarda kullanılan kaynaklı birleştirmelerin deprem esnasında davranışını inceledik.

Araştırmalarımız esnasında gördük ki dünyadaki gelişmiş ülkelerde meydana gelen büyük depremlerde özellikle çelik konstrüksiyon binalardaki birçok kaynaklı birleştirmeler çatlamış, kırılmış veya deformasyona uğramıştır. Tasarımdan teslim kade kadar uzanan inşaat sürecinde, MALZEME seçimi ve kalite kontrolü, KAYNAK MALZEMESİ seçimi ve sürekli kalitenin güvencesi, UYGULAMA'daki yeterliliklerin tespiti ve kontrolü ki bunlar makina-techizattan işçiye ve iş güvenliğine kadar uzanan çok geniş bir yelpazedir ve son olarak da DENETİM'in uzmanlığı ve ciddiyetidir.

Bu kitapçık, inşaatlarda kaynaklı birleştirme yapacak olan mühendislere depreme dayanımın artırılması için bazı kritik noktaları hatırlatmak veya dikkatlerini çekmek amacıyla hazırlanmıştır. Gelişmiş ülkelerin kaynak cemiyetlerinin bu konudaki yayınlarına ve Oerlikon'un uluslararası tecrübelerinden oluşturduğu geniş literatüre sahip olan teknik personelimiz, inşaatlarda kullanmayı düşündüğünüz kaynaklı birleştirmeler konusunda tasarımdan uygulamaya, eğitimden kontrole ücretsiz danışmanlık hizmeti vermektedir.

İnşaatı yapılacak bina ister küçük olsun ister büyük, insanların can ve mal güvenliğini sağlamaktan sorumlu olduğumuzu unutmamalıyız. Tecrübeler gösteriyor ki kaynaklı birleştirmeler, sismik kuvvetlere maruz kaldıklarında depremlerin ivmesine bağlı olarak binanın en dayanıksız noktaları olabilmektedirler. Binalarda kaynak uygulamaları konusunda, malzeme seçiminde, uygulama şartları konusunda ve yapılan işin kontrolü için bize danışabilirsiniz. Artık, ülkemizin hatalara tahammülü olmadığını, insanlarımızın yaz-boz tahtasına benzetilmeyi hak etmediğini düşünüyoruz.

## İÇİNDEKİLER

DEPREMLER VE İNSANLAR.....	3
1985, MEXICO CITY DEPREMİ.....	4
1994, NORTHRIDGE DEPREMİ.....	6
1995, KOBE DEPREMİ.....	6
ÇELİK YAPILARDA OLUŞAN HASARLARIN KAYNAKLA İLİŞKİSİ.....	7
MALZEME SEÇİMİ VE MALZEMENİN KAYNAK KABİLİYETİ.....	9
KAYNAK YÖNTEMLERİ.....	10
KAYNAK PROSEDÜRÜ.....	10
KAYNAK İLAVE METALLERİ .....	10
ÖN ISITMA VE PASOLARARASI SICAKLIKLAR.....	12
SON TAV.....	13
KONTROLLÜ SOĞUTMA.....	13
METALURJİK GERİLİMİ ARTTIRAN FAKTÖRLER.....	13
KAYNAK HAZIRLIĞI.....	14
KAYNAKTA KALİTE KONTROL .....	15
SONUÇ .....	18
KAYNAKÇA.....	19

## DEPREMLER VE İNSANLAR

Türkiye, 17 Ağustos 1999 sabahı tartışması aylarca sürecek olan yeni bir gündemle uyandı; DEPREM. Sabaha karşı 03:02'de yüzyıllardır Türkiye'nin doğusundan batısına kadar sürekli depremlere neden olan Kuzey Anadolu Fay Hattı, bu kez İzmit'in 11 km. güney-doğusu merkezli (Gölcük'ün batısı), Richter ölçeğine göre MW 7.4 büyüklüğünde olan ve 45 sn. süren bir depremle hareketlendi. Bu süre içerisinde merkez üssü Gölcük ve Adapazarı olmak üzere birbirine çok yakın zamanlı meydana gelen iki ayrı deprem (ikiz deprem veya çift deprem) iki ayrı sarsıntıya sebep olmuş, ilk sarsıntıda ayakta kalabilen yapılar, ikinci sarsıntıda fiziksel devamlılığını koruyamamışlardır.

Bu büyük depremden oldukça kısa sayılabilecek bir süre sonra; 12 Kasım 1999'da 18:57'de Düzce merkezli Richter ölçeğine göre MW 7.2 büyüklüğünde bir diğer deprem daha yaşandı. Bu iki büyük depremden yaşanan can kayıpları hem ulusumuzda hem de uluslararası çevrelerde büyük üzüntü yarattı.

Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın tarihsel süreçte meydana getirmiş olduğu bir çok deprem varken (Erzincan, Adapazarı v.b.) 17 Ağustos 1999 Marmara depreminin ve 12 Kasım 1999 depreminin çok fazla tartışılıyor olması, Türkiye'nin, ilgili tüm kurumlarını sorgulayarak masaya yatırmasının çok önemli sebepleri vardır. Bunlar ;

- Can ve mal kaybının çok fazla olması ki ; deprem Türkiye nüfusunun en yoğun olduğu Marmara Bölgesi'nde meydana gelmiştir.
- Türkiye ekonomisine yön veren çok önemli sanayi kuruluşlarının bu bölgede bulunması,
- Kuzey Anadolu Fay Hattı'ndaki kırılmanın batıya doğru hareket ediyor olması, bundan sonra meydana gelecek olası kırılmanın da benzer türde kayıplara neden olabileceğidir.

Depremler sonuçları gözönüne alınarak değerlendirildiğinde felaket olarak nitelendirilebilir. Zira, ülkemizde meydana gelen Marmara depreminde yaklaşık 20.000 kişi hayatını kaybederken 250.000 - 300.000 konut oturulamayacak derecede hasar görmüştür. Düzce depreminde de can kaybı 800 kişiyi aşmış, 300 bina tamamen yıkılırken binlerce bina oturulamayacak derecede hasar görmüştür.

Sadece ülkemizde değil, dünyada da tarihsel süreç içerisinde can ve mal kaybına neden olan bir çok deprem gerçekleşmiştir. Fakat, burada üzüntü verici ve düşündürücü konu; Japonya, Amerika, Tayvan ve Meksika gibi ülkelerde benzer büyüklüklerdeki depremler sonucu can ve mal kayıplarının bu kadar büyük olmayışdır.

Dere yataklarına ve uygun olmayan zeminlere yapılan çok katlı ve kısmen kaçak olarak inşaa edilen binalar ve bunların, yapıldıktan sonra projeye aykırı olarak, garaj ve mağaza olarak kullanılan alt katlarında deprem sırasında oluşan yükleri taşıyacak bazı kolon ve taşıyıcı duvarlarının kaldırılmış olması, taşıma kapasitelerini düşürerek çökmelerine ve bir

çok can ve mal kaybına sebep olmuştur. Ayrıca, inşaatlarda hatalı malzeme kullanımı, inşaat yönetmeliklerinin doğru uygulanamaması, kontrol sistemindeki eksiklikler ve hatalar da bu ölçekte kayba neden olmuştur.

Deprem esnasında ölüm ve yaralanmalar, yapıların yıkılmasından kaynaklandığına göre yapıların deprem esnasında nasıl davrandığı konusu incelenerek azaltılabilir. Bu tip bilgilerin kazanılması uzun süreli incelemeler gerektirmektedir. Çünkü, deprem oluş zamanları düzensizdir ve çoğunlukla da uzun aralıklarla gerçekleşmektedir. Bu tip incelemeler için yapılara sismik kayıt cihazları yerleştirilebilir ve deprem anında istenen bilgilere bu yolla ulaşılabilir. Bu bilgiler ışığında, depreme dayanıklı bina tasarımlarının yapılması mümkün olabilir.

Ülkemiz topraklarındaki yerleşimin ortalama %95'ine yakın bir bölümü deprem bölgesinde olduğunu düşünürsek, bizlerin felaket olarak nitelediği aslında, sel, fırtına gibi tabii afet olan depremin etkilerini ve kayıplarını en aza indirmek için uzun dönemde bu tip çalışmaların başlatılması, kısa dönemde de acil önlemler almak gerekliliği kendiliğinden ortaya çıkar. Kısa dönemde alınacak tedbirlerin başında; bundan sonra inşaa edilecek binaların, zemin etüdüleri ile belgelenmiş zeminler üzerine, inşaat mühendisleri tarafından statik ve dinamik yükler hesaplandıktan sonra doğru bir tasarım ile projelendirilip, uygun malzemeler kullanılarak, eğitilmiş personel tarafından inşaa edilmesi ve tüm bu süreçlerde kontrol sisteminin eksiksiz olarak uygulanması gelmelidir. Bu anlamda en büyük görev; uzmanlığını ispat etmiş ilgili sanayi ve denetim kuruluşlarına, üniversitelere, merkezi ve yerel yönetimlere düşmektedir. Tüm bunların yanı sıra, depremlerde can ve mal kayıplarının en aza indirilmesinin diğer bir yolu da, dünyada meydana gelen depremleri, büyüklükleri ve sonuçları itibarıyla inceleyerek, kullanılacak sistem açısından en uygun yapı modellerinin belirlenmesi ve ülkemizde uyarlanmasıdır. Bu noktada incelenmesi gereken konuların en başında betonarme ve çelik yapıların depreme karşı davranış özellikleri gelir.

Depreme dayanıklılık açısından betonarme mi, yoksa çelik konstrüksiyonların mı daha güvenilir olduğu konusu İnşaat Mühendisliği biliminin yetki alanına girmektedir. Binaların deprem sırasındaki davranışları konusunda fikir sahibi olabilmek için yakın tarihte gerçekleşen depremleri ve sonuçlarını incelemek faydalı olacaktır.

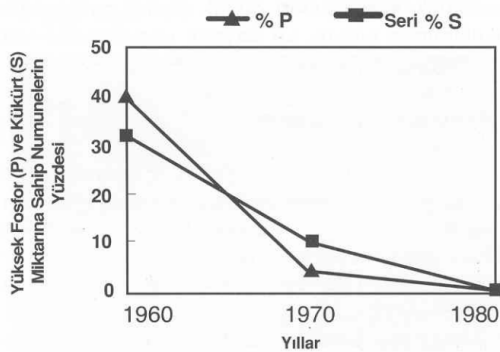
## **1985, MEXICO CITY DEPREMİ :**

19 Eylül 1985'te Richter ölçeğine göre 8.1 büyüklüğündeki depremde binlerce kişi hayatını kaybetmiş, bir çok bina yıkılmış ya da hasar görmüştür. Büyük felaketler karşısında çok kritik öneme sahip olan yerel sağlık merkezleri de bu depremde ciddi hasarlara uğramıştır. Bunların arasında 1970 yılında inşaa edilen 11 katlı Juarez Hastanesi de vardı. Bu binaların enkazında yapılan incelemelerde dört adet alın kaynaklı çelik çubuk bulunmuştur. Betonarme binaların inşaa sırasında üzerinde durulması gereken en önemli konu çelik

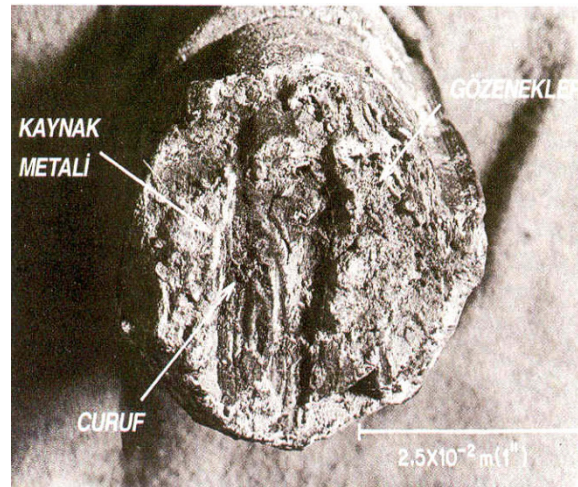


çubukların birleştirilmesidir. Ülkemizde bu tip çelik çubukların bağlantılarında kaynak kullanılmamaktadır. Bu çubukların birleştirilmesinde pek çok method olmasına rağmen bazı ülkelerde çok katlı binalarda sıkça kullanılan yöntem kaynaktır. Betonü güçlendiren çelik (inşaat çeliği) için kaynak prosedürleri pek çok ülkedeki inşaat yönetmeliklerinde bulunmaktadır. Bu şartnameler genellikle kaynağın temel konularını içerirler. Örneğin; çeliğin kimyasal kompozisyonu, kaynak ağzı tasarımı, kaynak ağzlarının hazırlığı, uygun elektrod seçimi, kaynakçı sertifikalandırması, gözetim ve kalite kontrol gibi. Bu depremde hasarın en fazla olduğu bölgede yıkılan altı binadan altmış (60) inşaat çeliği numunesi toplanmış ve kaynak teknolojisi açısından durum değerlendirildiğinde ;

1. İnşaatlarda kullanılan çeliklerin %90'ına yakın bölümünün kimyasal analizleri nedeniyle kaynak kabiliyetlerinin son derece sınırlı ve özel kaynak prosedürlerine ihtiyaç olduğu görülmüştür. Kaynak kabiliyeti üzerinde olumsuz etkileri olan fosfor ve kükürt elementlerinin inşaat çelikleri içinde bulunma miktarı yıllara göre düşüş göstermiş olsa da bu yıkımlar önlenememiştir. (Şekil 1).
2. Kaynak ağzlarının uygun hazırlanmadığı, dolayısıyla nüfuziyetin yetersiz olduğu ve kaynaktaki gözenekler oluştuğu (Resim 1),
3. Uygun ilave metalin seçilemediği,
4. Uygulamada ise cüruf kalıntılarında ve pasolar arası sıcaklıkların kontrol edilmemesinden doğan çatlakların oluştuğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, mekanik mukavemeti düşük inşaat çeliklerinin kullanılmış olduğu ve kaynak uygulamalarında kaynakçıların yeteri derecede eğitilmiş olmadığı anlaşılmıştır.



Şekil 1. Binalarda inşaa tarihlerine göre kullanılan inşaat çeliğinin içerdiği fosfor ve kükürt miktarı



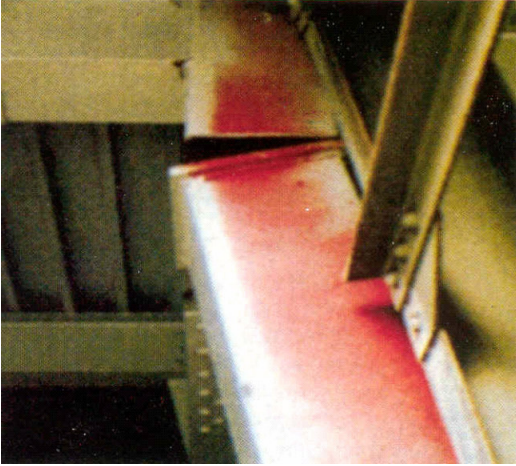
Resim 1. Kaynaktan kırılan inşaat çeliğinin yüzeyindeki curuf kalıntıları ve gözenekler (Mexico City Depremi sonrası)

## 1994, NORTHRIDGE DEPREMİ :

17 Ocak 1994'teki Northridge (Kaliforniya) depremi öncesinde, inşaat mühendisleri, özel tasarıma sahip çelik konstrüksiyonlu binaların şiddetli yer hareketlerine direnç göstereceğine ve çok sınırlı düzeyde hasar oluşabileceğine inanıyorlardı. Fakat, deprem sırasında 100'den fazla çelik iskeletli yapılarda kırılmalar oldu. Kırılmalar, iskeletin kiriş-kolon birleştirme bölgelerindeki kaynaklarda başladı. Başlangıçta kırılmaların kaynak işçiliği ile ilgili olduğu düşünüldüyse de inşaat öncesi malzeme test değerleri ve depremin hemen ardından yapılan testler, birleştirme bölgelerindeki standartlara uygun kaliteli kaynak işçiliğinin dahi kırılmaları önleyemediğini gösterdi. Zemin özelliklerinin ve yer sarsıntılarını dikkate alınarak inşaat yönetmeliklerinin hazırlandığı bölgede de pek çok binada hasar oldu. Sonuç olarak bu inşaat yönetmeliklerinin yeterliliği sorgulandı ve 1994'te acil bir yönetmelik değişikliğine gidildi.

## 1995, KOBE DEPREMİ :

Japonya'da bulunan Kobe şehrinde, 17 Ocak 1995 sabahı Richter ölçeğine göre büyüklüğü 7.2 şiddetindeki depremde yaklaşık 5.500 kişi hayatını kaybetti, 27.000 kişi yaralandı, 150.000 bina hasar gördü ve 30.000'den fazla kişi acil yerleşim bölgelerine taşındı.



Resim 2. Kolonun köşe kaynaklı bölümünde kırılma  
(Kobe depremi sonrası)

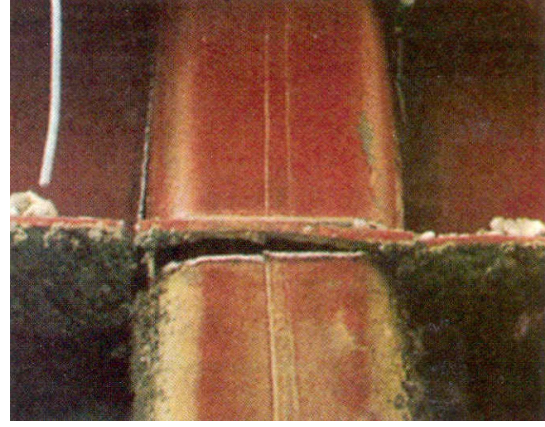


Resim 3. Tam nüfuziyetli kaynağa sahip bir kolonda kırılma  
(Kobe depremi sonrası)

Depremde, ahşap binaların dışında, betonarme ve çelik konstrüksiyon binalarda da hasarlar meydana gelmişti. Bu depremin en çarpıcı sonuçlarından biri de çelik konstrüksiyonlardaki hasarın büyük kısmının



Resim 4. Kolonun köşe kaynaklı bölümünde kırılma  
(Kobe depremi sonrası)



Resim 5. Tam nüfuziyetli kaynağa sahip bir kolonda kırılma  
(Kobe depremi sonrası)

alçak (2-5 katlı) binalarda meydana gelmesi ve yedi katın üzerindeki binalarda yıkılma olmamasıydı. Binaların yüksekliğine ve tasarımına göre kaynaklı bağlantıların şekli değişmekle birlikte, depremde hasar gören bir çok alçak binada genellikle köşe kaynakları kullanılmış olduğu görüldü.

## **ÇELİK YAPILARDA OLUŞAN HASARLARIN KAYNAKLA İLİŞKİSİ :**

Northridge ve Kobe depremleri sonrasında yapılan araştırmalarda, çelik konstrüksiyonlarda meydana gelen hasarların, kolon-kolon, kolon-kiriş ve kolon-taban bağlantılarında olduğu görüldü. Bu bağlantıların büyük bir bölümü de kaynak ile yapılmıştı. Kaynak hataları nedeniyle oluşan hasarlar aşağıdaki gibiydi;

1. İç köşe kaynaklarında kaynak boyları kısa tutulmuş ve bağlantılarda iyi bir nüfuziyet oluşmamış ve hiçbir plastik deformasyon olmadan kırılma meydana gelmişti.
2. Eski tasarıma sahip kolon-kiriş bağlantılarında daha fazla hasar olmuştu.
3. Kaynakla ilgili tüm prosedürlerin uygun olduğu hallerde bile çok yüksek plastik deformasyondan nedeniyle oluşan kırılmalar önlenememişti.
4. Ana konstrüksiyon dışında, binaya yapılan balkon, platform, çıkıntı v.b. eklerdeki kaynakların iyi kontrol edilmemesi sonucu binalarda ciddi yıkımlar meydana gelmişti. Ayrıca, diğer depremlerde olduğu gibi Kobe depreminde de kaynaklı bağlantılarda gevrek kırılmaların olduğu gözlenmiştir.

Gevrek kırılmanın oluşmasını destekleyen, deprem anında itici gücün oluşması, taşıyıcı elemanlarda çatlak başlangıcının mevcut olması ve konstrüksiyon malzemesinin sünekliğinin düşük olması gibi tüm parametreler biraraya gelerek gevrek kırılmaları hızlandırmıştır.



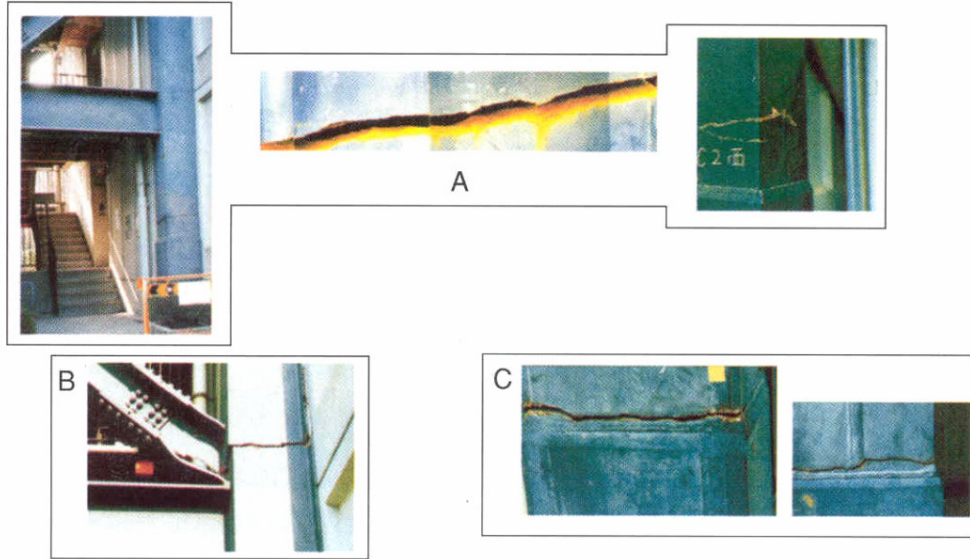


Resim 6. Bir köprünün çelik kolonu üzerinde gevrek kırılma (Kobe depremi sonrası)



Resim 7. Bir köprünün döküm kolonunda gevrek kırılma (Kobe depremi sonrası)

Amerika'da yaşanan Northridge depreminden sonra çelik konstrüksiyonlardaki hasar türleri belirlenmiştir. Bu hasar tespitlerinden sonra hasarlı binaların tamirini yaparken ve bundan sonra inşa edilecek çelik konstrüksiyonlu binaların inşaatında dikkat edilmesi gereken tüm noktaları belirlemek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu yazının amacı, kaynak uygulamalarının bulunduğu yapılarda, deprem anında kaynak bölgelerinden oluşabilecek kırılmaları önleyebilmek için, tasarımdan kalite kontrole kadar uzanan süreçte önemli bazı noktalara dikkat çekmek ve bunun yanında kaynak konusunda dikkat edilmesi gereken noktaları özetlemektir. Bu konularda daha detaylı bilgi için Oerlikon Kaynak Elektrodları ve Sanayi A.Ş.'nin bilgi bankasından ve kaynak uygulamaları konularında, uzmanlarından da yararlanılabilir.



Resim 8. Yüksek katlı bir binanın kolonlarındaki kırılmalar; A- Ana metalde kırılma, B- Diagonal güçlendiricinin bulunduğu bölümde kırılma, C- Kolon ile kolon dağılım bölgesindeki kaynakta kırılma. (Kobe depremi sonrası)

## **MALZEME SEÇİMİ VE MALZEMENİN KAYNAK KABİLİYETİ :**

Konstrüksiyon malzemeleri ve konstrüksiyon işlemleri için hazırlanan endüstriyel şartnamelerde yapı performansı için çok kritik olabilecek mukavemet, tokluk ve diğer özellikler geniş bir spektrumda değişim göstermektedir. Mekanik özelliklerde karşılaşılan bu değişkenlikler, bağlantı mukavemetinin tahminini güçleştirmektedir.

Tasarımcılar, bina inşaatı için kolay ulaşılabilir ve her yerde bulunabilir malzemeleri seçmelidirler. Hangi malzemenin süneklik, kaynak kabiliyeti ve sismik kuvvetler açısından uygun olacağını ve bu özelliklere sahip alternatif malzeme tiplerinin hangileri olduğunun da belirlenmesi gereklidir. Yatay kuvvetlere dirençli yapılarda kullanılacak pek çok yapı çeliği türü mevcuttur. Fakat, yapı çeliklerinin sismik direnç sağlaması için gereken özellikler halen tam olarak belirlenmiş değildir. Bu tip çeliklerin, deprem kuvvetlerine dirençli sistemlerde genel amaçlı kullanılması için gereken kaynak kabiliyetine ve sünekliğe sahip olup olmadığı konusunda henüz bir ispat yapılmamış olmasına rağmen, istenen kaynak kabiliyeti ve süneklik özelliklerini sağlayabileceği tahmin edilmektedir. Bu tip çeliklerin kaynaklı çelik konstrüksiyonlarda kullanımının kabul edilebilirliğini görebilmek için özel test prosedürleri ile test edilmelidir. Bu testler de, gerçek konstrüksiyonda kullanılan malzeme ve kaynak yöntemi ile yapılmalıdır.

Kaynak kabiliyetini düşüren elementlerin, örneğin fosfor ve kükürdün çelik içinde bulunma miktarları ilerleyen yıllar içinde ciddi bir biçimde azalmıştır. Karbon eşdeğerinin hesaplanması ise kaynak esnasındaki ön ısıtma ile pasolar arası sıcaklıkları belirlemek için çok önemli bir araçtır.

Her tip çeliğin kimyasal analizi malzeme standartlarında belirtilmiştir. Çelik üreticileri her dökümde kimyasal analizleri yapmaktadırlar. Bazı ürünlerde, mamul haldeki ürünün de analizi yapılabilir. Hadde test raporlarının sertifikaları da müşteriye sunulmalıdır. Yapı çeliklerinin standartlarında karbon, mangan, silis, fosfor ve kükürt miktarları için üst limitler belirlenmiştir. Aynı limitler, betonarme binalarda kullanılan inşaat çelikleri için de belirlenmelidir. Bazı çeliklerde de diğer elementler için alt ve üst limitler belirlenmiştir. Çeliğin mukavemetini, tokluğunu, kaynak kabiliyetini ve korozyon direncini arttırmak için krom, kolombiyum, bakır, molibden, nikel ve vanadyum eklenebilir. Sismik kuvvetlere maruz kalacak çeliklerin kimyasal analizi, ürün tipine ve ürünün şekline göre değişebilir.

Kullanılan çelik mamullerin, süneklik ve tokluk özellikleri uygun test standartlarına göre yapılmalı ve istenen niteliklerde olduğu garanti edilmelidir. Kullanılan çeliklerde laminasyon olup olmadığı konusunda tahribatsız test yöntemlerine başvurulmalıdır. Fazla gerilimli kaynak birleştirmelerinin lamellar yırtılmalarına neden olacağı da tasarım sırasında ve kaynak prosedürlerinin hazırlanması sırasında göz önünde tutulmalıdır.

## **KAYNAK YÖNTEMLERİ :**

Çelik konstrüksiyonların kaynakları, pek çok kaynak yöntemi ile yapılabilir. Bunlar : örtülü elektrod, gazaltı, özlü tel, tozaltı ve elektro-curuf kaynak yöntemleridir. Kaynak yapılacak parçaların formlarına, kalınlıklarına, mevcut makina parkına ve uygun kaynak ilave metallerinin bulunabilirliğine göre seçilen kaynak yöntemi, şartnamelerde belirlenen kaynağın geometrik formunu ve birleştirme mukavemetini sağlamalıdır. Çelik konstrüksiyonun birleştirme kaynakları veya tamir kaynaklarında kullanılacak kaynak yöntemleri önceden belirlenmiş olmalı ve bu sözleşmelerle sabitleştirilmelidir. Gerekliyse kaynak parametreleri konusundaki kısıtlamalar da bu sözleşmede belirtilmelidir. Tamir kaynaklarında ve birçok birleştirme uygulamalarında en çok kullanılan yöntem örtülü elektrod kaynak yöntemidir.

Hangi kaynak yöntemi seçilirse seçilsin doğru kaynak şartları altında çalışılmadığı durumlarda zayıf kaynaklar elde edilir. Bu nedenle, kaynakçı eğitimi, kaynak makinası seçimi, kaynak mahallinin sağlık ve ergonomik uygunluğu son derece önemlidir.

## **KAYNAK PROSEDÜRÜ :**

Kaynak işlemi, elektrod üreticilerinin ve Kaynak Prosedürü Şartnamesi (WPS, Welding Procedure Specification) tarafından belirlenen parametrelere uygun şekilde yapılmalıdır. Örneğin ; kaynak pozisyonu, elektrod çapı, kaynak akımı türü, akım değeri veya tel sürme hızı, voltaj aralığı, kaynak hızı, ve elektrodun iş parçasına olan mesafesi (ark boyu) WPS’de belirtilmiş olmalıdır. Bu yüksek kaliteli kaynaklar için gereklidir. Kaynak parametreleri, Proje Şartnamelerinde, Proje Çizimleri’nde, İmalat Şartnameleri’nde açık bir şekilde belirtilmelidir. Kaynak parametreleri her elektroda göre değişebilir. Aynı standarttaki elektrodların veya özlü tellerin kaynak parametreleri de üreticiden üreticiye farklılık gösterebilir. Bu nedenle, kullanılacak kaynak parametreleri, üreticinin tavsiye ettiği sınırlar içinde olmalıdır.

Alternatif olarak, kaynak prosedürünü kabul edebilmek için, ana malzeme üzerine WPS’te önerilen kaynak yöntemini, belirlenen kaynak parametreleri ile kaynak yaparak test edilmelidir. Kaynak hızı, WPS’te verilen kaynak ağzı tasarımındaki yükseklik ve genişlik değerlerini sağlayacak ve bu değerleri aşmayacak şekilde olmalıdır.

## **KAYNAK İLAVE METALLERİ :**

Çelik konstrüksiyonda kullanılan çelik türüne ve özelliklerine göre ilave metal seçimi, çelik seçimi kadar önemli bir konudur. Daha önceki yıllarda, daha düşük mukavemetli çeliklerin kaynağında düşük

hidrojenli E 7018 türü elektrodlar yoğun bir şekilde kullanılmış olsa da yüksek dayanımlı çeliklerde daha yüksek mukavemet değerlerine sahip elektrodlar kullanılmalıdır. Kullanılacak her tür kaynak malzemesinin düşük hidrojenli olması gerekir. Tamamen kapalı özlü tellerin ve tozaltı tellerinin nem alması söz konusu olmadığından, düşük hidrojenli elektrod (tel) olarak kabul edilebilir. Kenetli özlü teller bir miktar nem alabileceği için hidrojen açısından riskli olabilir.

Tam nüfuziyetli kiriş-kolon bağlantıları veya üç eksenli yüklemelerin mevcut olduğu bağlantılar, v.b. kritik birleştirme noktaları için, ilave metalden beklenen tokluk değerleri belirlenmiş olmalıdır. Kaynak ilave metali de bu tokluk değerini sağlamalıdır. Elektrodun uygunluğu konusunda yapılan tüm testler ve doğrulama sertifikaları iyi dökümanite edilmelidir. Her elektrod sınıfı, bu gruptaki her üretici ve her marka ürün için bu testler ayrı ayrı yapılmalıdır. Kullanılacak elektrodun özellikleri ve kaynak şartları ile ilgili bilgiler üreticiler tarafından sağlanmalıdır.

Northridge ve Kobe depremleri sonrasında çelik konstrüksiyonlardaki kırık yüzeylerde yapılan incelemelerde, kırılmaların uygun olmayan elektrod kullanımı ve kaynak prosedürleri ile ilgili olduğu gerçeği ortaya çıkmıştır. Diğer bariz hatalar ise; yüksek imalat hızı, standartlarda belirlenen kaynak dikiş formundan daha geniş ve daha yüksek kaynak dikişlerinin yapılmış olmasıdır. Bu tip geniş kaynak dikişleri ile sağlanan kaynak ısı girdisi ısıdan etkilenen bölgelerde tane büyümesi ve bunun sonucunda malzemenin tokluk değerinin düşmesine neden olmaktadır. Northridge depreminden etkilenen binalardaki kaynakları incelerken en önemli problemlerin kök açıklığı, kaynak bölgesine ulaşılabilirlik, elektrod çapı seçimi, elektrodun ana metale uzaklığı (ark mesafesi), kaynak pasosu kalınlığı, kaynak pasosu genişliği, kaynak hızı, tel sürme hızı, akım ve voltaj değerleri gibi kaynak parametrelerinde yapılan hatalar olduğu görülmüştür.

Bir kaynak birleştirmesinde birden fazla kaynak yöntemi veya birden fazla ilave metal türü kullanıldığında, kullanılan bu kombinasyonların birbiri ile uyumu konusunda emin olunmalıdır. Tüm bu kararlarda ciddi testler yapılması ve bu test sonuçlarının yazılı olarak belgelenmesi ve saklanması da şarttır.

Kullanılacak elektrodun çapı, kaynak pozisyonuna ve malzeme kalınlığına göre seçilmektedir. Bir elektrod çapının sağlayabileceği optimum bir kaynak dikiş genişliği vardır. Bu optimum kaynak dikiş genişliği, optimum mekanik özellikleri sağlamalıdır. Kabul edilebilir limitlerin dışındaki kaynak dikiş boyutları kabul edilemez kaynak kalitesi sonucunu verebilir. Seçilen elektrod çapı ile elde edilen kaynakların mekanik değerleri şartnamelerde istenen mekanik değerleri sağlamalıdır. Onaylı WPS'lerde tüm diğer kaynak parametreleri gibi kullanılacak elektrodların çapları da belirtilmiş olmalı ve bu parametrelerde kaynak işlemi gerçekleştirilmelidir.

Kobe depreminde meydana gelen yüksek hızlı yer hareketinin (104 cm/sn) neden olduğu sismik kuvvetler, alışılmadık dışındaydı. Bu da yapılarda dinamik dayanım sınırlarının zorlamıştır. Neticede kaynak metalinin çentik darbe dayanımının olabildiğince yüksek olması binaya böyle zor anlarda nefes

aldırabilecektir. Dolayısı ile; elektrodların mekanik değerleri standartların belirlediği alt sınırların üzerinde olsa da, mekanik özellikleri en yüksek olan elektrodlar tercih edilmelidir.

## **ÖN ISITMA VE PASOLAR ARASI SICAKLIKLAR :**

Kaynak standartlarında da belirtildiği gibi, ana metal türüne ve kalınlığına göre ön ısıtma sıcaklıkları ve şartlarına uyulmalıdır. Kaynakta veya ısıdan etkilenen bölgede oluşabilecek çatlaklar önlenmelidir. Bu tip çatlakların bir türü hidrojen çatlağıdır. Önem sırasına göre hidrojen çatlağı oluşma eğilimini azaltan faktörler şunlardır :

1. Daha düşük hidrojen miktarı içeren kaynak malzemeleri kullanmak,
2. Daha yüksek ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklıklar uygulamak,
3. Kaynak sonrası tav yapmak,
4. Soğumayı yavaşlatmak.

Sismik yüklemelere maruz yapıların tamirinde ve imalatında yalnızca düşük hidrojenli elektrodlar kullanılmalıdır. Uygun ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklıklar korunmalıdır. Ön ısıtmanın ve pasolar arası sıcaklıkların kontrolünün kaynak açısından belli amaçları ve yararları vardır. Yeni konstrüksiyonlar için standartlarda belirlenen şartlar genelde yeterlidir. Yüksek yüklerle yüklenen ön-gerilimli tamir kaynakları daha yüksek ön ısıtma seviyesine ihtiyaç duyabilirler.

Hidrojen çatlağının oluşumu için hidrojenin kontrolü, uygun ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklıkların etkisi son tav ve yavaş soğutma metodlarından daha güçlüdür. Eğer tüm parça ön ısıtma yapılmadıysa ki, yapısal uygulamalarda ön ısıtma yapmak çok zordur, yavaş soğumanın yararı ön ısıtma ile karşılaştırıldığında çok sınırlıdır. Mühendisler uygun ön ısıtma ve düşük hidrojenli elektrodların kullanımı konusunda cesaretlendirilmelidir. Eğer yapılan uygulamalar çatlağı önlemede yetersiz kalırsa, çatlamanın nedenlerini ortaya çıkarabilecek ve uygun önerilerde bulunacak kaynak mühendislerine danışılmalıdır.

Düşük hidrojenli elektrodlar kullanıldığı ve uygun ön ısıtmanın yapıldığı bazı birleştirme kaynaklarında son tav ve yavaş soğuma gerekmez. Fakat, genel kaynak uygulamalarına göre, ön tav yapılması öngörülen kaynaklarda, son tav ve yavaş soğutma uygulamaları da yapılmalıdır. Atölyede yapılan birleştirmelerde ön tav, son tav ve pasolar arası sıcaklıkları uygulamak daha kolay olsa da inşaat bölgesinde bu uygulamalara sadık kalmak oldukça zordur. Fakat konunun önemi dikkate alındığında bir gerekliliği de açıktır.

Tamir kaynakları genellikle yüksek gerilimler altında yapılmaktadır. Bu kaynaklar yapılırken mevcut yükler, başka desteklerle veya askılama gibi uygun yöntemler kullanarak dengelenmelidir. Tamir



uygulamalarında daha yüksek ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklıklar gerekebilir. Kaynak bölgesinde ön ısıtma yapmak, kırılğan faz olan martensitin oluşumunun önlenmesi ve daha sünek-tok yapıya sahip olan beynit veya ferrit/perlit oluşumu için önemlidir.

Ön ısıtma sıcaklığı, kaynak bölgesi ile aynı kalınlıktaki bir yerden ve kaynaktan en az 7-8 cm. uzaklıktan ölçülmelidir. Farklı kalınlıktaki malzemeler kaynak ile birleştirileceği zaman kalın olan malzemeye göre ön tav ve pasolar arası sıcaklık şartlarına uyulmalıdır. Kritik uygulamalarda ve onaylı WPS'lerde pasolar arası sıcaklıklar hiç bir zaman 300°C'yi geçmemelidir. Daha yüksek sıcaklıklar, ancak bu yüksek sıcaklıklarla test yapıp onaylandığında kullanılabilir.

### **SON TAV :**

Kaynak işlemi bittikten sonra, kaynak bölgesine en fazla 300°C'ye kadar sıcaklıkların uygulanmasına son tav denir. Son tav sıcaklığı ve süresi malzeme tipine, kesit kalınlığına, v.b. faktörlere göre belirlenmelidir. Son tav uygulaması bazı çatlama eğilimlerinin önlenmesi bakımından faydalı olabilir.

Son tavin amacı, kaynak bölgesinden ve ısıdan etkilenen bölgeden hidrojenin diffüzyon yoluyla çıkışını hızlandırmak ve hidrojen kırılğanlığı nedeniyle çatlamayı engellemektir. Hidrojen, 450°C'deki kaynak metalindeki diffüzyon hızı saatte 2.5 cm.'dir ve 70°C'deki kaynak metalindeki diffüzyon hızı ise ayda 2.5 cm.'dir. Birleştirme kaynaklarında son tav yapılması gerekiyorsa tüm spesifikasyonlarda son tav şartları belirtilmeli ve bu şartlara uyulmalıdır.

### **KONTROLLÜ SOĞUTMA :**

Çoğu kaynakta soğuma, radyasyon ile değil de ısı iletimi yolu ile olur. Kalın kesitli malzemelerin kaynağında, ortam sıcaklığı, hızlı soğumaya neden olarsa ve/veya yüksek yükler nedeniyle artık gerilimler oluşabilecek ise yavaş soğumanın nasıl yapılacağı şartnamelerde belirtilmiş olmalıdır.

Kaynağın soğuma süresi, istenen yalıtım seviyesi, kaynak bölgesinin (parçanın) sıcaklığına, ana metalin kalınlığına ve ortam sıcaklığına bağlıdır. Daha kontrollü soğutma yani; soğuma hızının belli bir seviyede olması, genellikle gerekmez, fakat yüksek yükler altındaki kaynaklarda ek bir avantaj sağlayabilir.

### **METALURJİK GERİLİMİ ARTTIRAN FAKTÖRLER :**

Ön ısıtma yapmadan ark ile oyma, alevle kesme, puntalama v.b. metalurjik süreksizlikleri takip eden kaynak işleminin yapılmasına kesinlikle müsaade edilmemelidir. Ark ile oyma veya alev ile kesme herhangi

bir ön tav gerektirmez fakat, bu işlemin ardından yapılan kaynak işlemi ısıdan etkilenen bölgenin yüksek sıcaklıklarda tavlınmasına neden olur ki bu da malzemenin mekanik özelliklerinde bozulmaya neden olur. Gayri ihtiyari olarak yapılan bu hasarlar, mühendisler tarafından onaylı bir yöntemle, kaynak standartlarına ve WPS'lere uygun şekilde tamir edilmelidir.

Tozaltı kaynak yöntemi ile kaynak yapılması durumu hariç, diğer durumlarda kaynak öncesinde yapılması gereken aynı ön tavin, puntalama kaynakları öncesinde de yapılması gereklidir.

Ark başlangıçları, metalurjik gerilimlere neden olabileceği için rastgele yapılmamalıdır. Kaynak metali dışında yapılacak ark başlangıçlarının, ana metal üzerinde olmasından kaçınılmalıdır. Ark başlangıcının yapıldığı yüzeyin kusursuzluğundan emin olmak için, ark başlangıçlarından kaynaklanan çatlaklar ve hatalar düzgün bir şekilde taşlanmalı, gözle kontrol edilmeli ve bu tip hataların tamiri uygun şekilde yapılmalıdır.

## **KAYNAK HAZIRLIĞI :**

Kaynak hazırlığında ve kaynakta kullanılacak kaynak ekipmanları ve termik kesme ekipmanları kaliteli kaynaklar verecek şekilde tasarlanmış ve üretilmiş olmalıdır. Kaynak ve kesme sırasında hataya neden olabilecek ve kaynak uygulayıcılarının istenen kaynak prosedürüne göre çalışmasını engelleyecek kaynak ve kesme ekipmanları kullanılmamalıdır. Kaynak makinasının istenen akım ve voltaj değerlerini kaynak süresince sağlıyor olması gerekir. Akım ve voltaj kontrolünün çok düşük düzeyde olduğu ve özellikle **kademeli şalterle** ayar yapılan kaynak transformatörleri ile kaynak nüfuziyeti her zaman kontrol edilemeyeceği için bunların kullanımından kaçınılmalıdır. Elektrik arkı ile kesme ve oyma ile ve oksigaz kesme işlemleri, malzemelerin hazırlığında kesme veya düzeltme amaçlı kullanılmaktadır. Plazma kesme en fazla kullanılan elektrik ark kesme yöntemlerinden biridir. Diğer termik kesme yöntemlerinin kullanımı, mühendislerin kontrolünde testler yapılarak olumlu sonuç alındığı durumlarda kullanılabilir. Oksigaz ile kesme, suverilmiş ve temperlenmiş veya normalize edilmiş çeliklerde kullanılamaz.

Hava sıcaklığı -18°C'den düşük olduğunda ve kaynak yüzeyleri ıslakken kaynak yapılmamalıdır. Ayrıca kaynak yapılacak metal yüzeyler, yağmura, kara veya yüksek rüzgar hızına maruzken veya çalışan kişiler bu tip hava şartlarına maruzken kesinlikle kaynak yapılmamalıdır.

Kaynak ağızları düz ve düzgün olmalı, yüzeyde, kaynak mukavemetini ve kalitesini kötü yönde etkileyecek çatlak, yırtık, gözenek veya diğer süreksizlikler olmamalıdır. Kaynak ile birleştirilecek yüzeylerde ve kaynağa yakın bölgelerde pas, kir, curuf, nem, yağ ve diğer yabancı maddeler bulunmamalıdır. Bu maddeler kaynak kalitesini kötü yönde etkiler veya zararlı dumanlar oluşturabilirler. Zımparalarla düzeltilemeyen hadde izleri, pas içeren ince kaplamalar veya sıçramaya karşı kullanılan kaynak spreyleri bazı

şartlarda yüzeyde kalabilir. Kaynak yapılacak yapı elemanın ne kadar önemli bir yapı elemanı olduğu düşünülerek, bu tip yüzey hatalarına izin verilip verilemeyeceğine de karar verilebilir.

Termik kesme yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli konular kesimin, önerilen çizgilerden yapılmış olması ve yüzey düzgünlüğünün standartlarda belirtilen ölçülerde olmasıdır. Yüzey düzgünlüğü istenen limitlerden fazla ise taşlama ile veya işleyerek yüzey düzeltilmelidir. Kesilen yüzeylerde curuf kalıntısı olmamalıdır. Kesme yaparken ortaya çıkan hatalar kaynak ile tamir edilecek ise, tamir kaynakları da uygun bir prosedüre göre yapılmalıdır.

Kaynak boyutları ve uzunlukları tasarımda belirtilen isteklere ve çizimlere uygun olmalıdır. Kaynakta veya kaynak yerinde yapılacak değişiklik, mühendisler tarafından onaylanmış olmalıdır.

Yapılacak kaynakta çarpılma ve çekmeleri en aza indirmek için önlemler alınmalıdır. Kaynak yapılacak parçaların bağlantısı yapılırken kök açıklığı ve hizalaması kaynak prosedürü şartmanelerine uygun olmalıdır. İstenen ölçülerde kök açıklığı sağlanamazsa mühendislerin kontrolü altında farklı yöntemler kullanılabilir, bu yöntemlerden bir tanesi de kaynak altlığı kullanımudur. Yaygın olarak kullanılan altlıklar seramik, bakır ve çelik altlıklardır. Hangi tip çeliklerin kaynak altlığı amacıyla kullanılabileceği kullanılan ana malzemeye bağlıdır ve standartlarda, kaynak altlığı olarak kullanılabilecek çelikler belirtilmiştir.

Puntalamada, aynı kaynak gibi yüksek kalite gerektirir. Oyulma, doldurulamamış kraterler ve gözenek gibi süreksizlikler tozaltı kaynağından önce giderilmelidir. Uygun olmayan kaynakların ve kaynak hatalarının tamiri, mühendislerin hazırlamış olduğu prosedüre göre yapılmalıdır.

Kaynakçıların kaynak bölgelerine rahat ulaşımı sağlanmalı, kaynak işlemini hiç bir olumsuzluktan etkilenmeden gerçekleştirebilmelidir. Kaynakçılar uygun iş güvenliği kıyafetleri giymeli, kaynak bölgesini daha rahat görmeyi sağlayan ve kaynak ışınlarının zararlı etkilerini önleyen özel kaynak camına sahip kaynak maskeleri kullanmalıdırlar. Baş maskelerinin kullanılması kaynak yaparken kaynakçının iki elini de serbestçe kullanabilmesi açısından avantajlıdır. Ayrıca kaynak ışınları ile otomatik kararan “solarmatik” maskeler, kaynakçının arkı yanlış noktadan başlatması ve ileride çentik etkisi yaratacak kötü başlangıç noktaları oluşturma risklerini de ortadan kaldırır.

## **KAYNAKTA KALİTE KONTROL :**

Kalite güvence, bina sahibinin imtiyazındayken ve inşaat yönetmelikleri tarafından yönlendirilmekteyken, prensipte, kalite kontrol müteahhittin sorumluluğundadır. Tüm işçiler ve kontrolörler istenen işi gerçekleştirmek için yeterli kalifikasyona sahip olmalı ve mühendisler tarafından onaylı yazılı prosedürleri gerçekleştirebilmelidirler.

Kaynaklarda kalite kontrolün sağlanabilmesi için kaynakçılar ve kaynak operatörleri kalite planları çalışmalarında ve kalite toplantılarında alınan kararlar konusunda bilgi sahibi olmalı ve belli bir seviyeye kadar kalite kontrolün içinde yer almalıdırlar. Bağlantıların yapılması öncesinde, bağlantılar yapılırken, kaynak hazırlıklarında, puntalama sırasında, kaynak yapılırken ve kaynaktan sonra gerekli tüm testler ve kontroller yapılarak, taahhüt dökümanlarında belirtilen işçilik ve malzeme ihtiyaçlarının sağlandığından emin olunmalıdır. Kaynak hazırlığını yapan kişiler ve kaynakçılar WPS dökümanlarına ve her bağlantı ve birleştirmenin teknik çizimlerine sahip olmalıdırlar. Yapılan her kaynakta, hangi kaynakçı tarafından yapıldığı konusunda belirleyici bir markalama yapılmalıdır. Kontrolörler, kontrol edilen ve kabul edilen her kaynak dikişinin kimin tarafından kontrol edildiğini ve kabul edildiğini belirleyecek uygun markalamayı yapmalıdırlar. Tahribatsız muayenelerde de her kaynak dikişini ayıracak bir markalama sistemi kullanılmalıdır. Tüm kontroller ve testler sertifikalı kontrolörler tarafından yapıldığı gibi, kaynakçıların kalifikasyonu mutlaka uygun sertifikasyon sistemi ile yapılmış olmalıdır. Tüm bu sertifikasyonlar, standartlarla belirlenen şekilde gerçekleştirilmelidir.

Kaynakların ve tüm işlemlerin kalite kontrolü konusu, çok geniş bir şekilde standartlarda belirlenmiştir. Kalite güvence ihtiyaçlarının ana hatları aşağıdaki gibidir ;

1. Kaynak kontrolörlerinin lideri mutlaka sertifikalı olmalıdır ve hatta mümkün ise yapısal çeliklerin kaynağı konusunda sertifikaya sahip olmalıdır. Kaynağı göz ile kontrol eden ve diğer kontrol işlerini liderin supervizörlüğü altında gerçekleştiren diğer kaynak kontrolörleri de uygun sertifikaya sahip olmalıdır.
2. Tüm kaynaklar standartlarda istenen şekilde kontrol edilmelidir.
3. Kaynak işlemi bittikten sonra ve kaynak soğuduktan sonra tam penetrasyonlu ve kısmi penetrasyonlu tüm kaynak dikişleri, tahribatsız muayene metodlarından o iş için en uygun olanı ile standartlarda istendiği gibi kontrol edilmelidir. Her kaynak için aşağıdaki işlemler yapılmalıdır;
  - a. Her onaylı çizim ve spesifikasyon için malzeme tanımlaması yapılmalıdır.
  - b. Kolonlarda ve kirişlerde laminasyon olup olmadığı veya en azından kaynak bölgesinin 15 cm. yarıçaplı dairesel çevresi standartlarda istendiği şekilde kontrol edilmelidir. Kontrol, kaynaktan hemen sonra yapıldığında iş kaybı daha az olmaktadır.
  - c. Onaylı bir Kaynak Prosedürü Spesifikasyonu (WPS) hazırlanmış olduğundan emin olunmalı ve bu WPS'ler her kaynakçı kaynağı yaparken kontrol edilmelidir. Her kaynak birleştirmesi için uygun WPS'lerden birer kopya bulunmalıdır. WPS'lerin tatbik edilemediği her kaynak kabul edilemez kaynak olarak düşünülmelidir.

d. WPS'lerde ve şantiye çizimlerinde, kullanılacak kaynak ilave metalleri belirtilmiş olmalıdır.

e. Kaynakçıların sertifikasyonunun ve tanımlandırılmasından emin olunmalıdır. Gerekli yeterlilik testlerinden geçilmiş olduğundan emin olunmalıdır.

f. Uygun akım ve gerilim değerlerinde çalışıldığından emin olmak için, kalibre edilmiş olan el ampermetre ve voltmetreleri ile kaynak sırasında pense ile iş parçası arasında akım ve gerilim ölçülmelidir. Uzun veya uygunsuz kablo kesitleri ile çalışıldığında kaynak esnasında istenen parametreler oluşmayabilir.

g. Gerekli her kaynakta, standartlara göre göz ile muayene yapılmalıdır. Üretim (kaynak) sırasında aşağıdaki maddelerin, çizimlerde ve onaylı WPS'lerde istendiği gibi olduğundan emin olunmalı ve aşağıdaki faaliyetler dökümante edilmelidir.

1. Kaynak hazırlığı,
2. Ön ısıtma, pasolar arası sıcaklıklar,
3. Kaynak makinası ayarları ; Gerilim, kaynak esnasında iki kutup arasından, akım kablolardan ölçülmelidir. WPS'lerde istenen parametrelerin dışında değerlerle yapılan kaynaklar, kabul edilmez olarak görülmelidir.
4. Kaynak işlemi,
5. Kaynak paso sırası ve kaynak dikişi boyutları,
6. Onaylı WPS'lerde isteniyorsa kaynağın çekiçlenmesi,
7. Kaynak altlıklarının ve kaynak başlangıç plakalarının (pabuçlarının) çıkartılması, kaynak dikişinin taşlanması ve temizlenmesi ve WPS'lerde istendiği gibi köşe kaynaklarının güçlendirilme işlemi,
8. Bitmiş kaynakların, WPS'lerde istendiği gibi son tav veya yalıtımlarının yapılması.

h. Standartlara göre ultrasonik metodlarla kaynak bölgesinin kontrolü yapılmalıdır. Mümkün olan yerlerde kaynakların iki yüzeyinde de kontroller yapılmalıdır. Aynı zamanda kiriş sonundaki flanşların hem "A" hem de "B" yüzleri kontrol edilmelidir. Kontrolörlerin, istenen noktalara güvenli şekilde ulaşabilmesi için müteahhit tarafından gerekli şartlar sağlanmalıdır. Bu inşaatı bitmiş binalarda çok problem teşkil etmese de inşaat halindeki binalarda önemli bir problemdir.



## SONUÇ :

Deprem sırasında, çelik konstrüksiyonlarda oluşabilecek hasarları en aza indirmek için uluslararası çalışmalar halen devam etmektedir. Çelik konstrüksiyonların depremlere karşı mukavemetini etkileyen pek çok faktör vardır. Bunlar; zemin özellikleri ile başlayarak tasarım, malzeme seçimi, kaynak uygulamaları gibi pek çok ana faktör altında sayısız alt parametreye dayanmaktadır. Önemli olan tüm bu parametrelerin iyi irdelenerek, bu parametrelerin hasarsızlık amacına göre seçimi, uygulanması ve uygulamalardaki kontrol aşamalarıdır.

Çelik konstrüksiyonlarda kaynaklı birleştirmelerin mukavemeti en önemli konulardan biridir. Tasarımlarda istenen birleştirme mukavemetinin elde edilebilmesi için kaynak işlemi ile her tür parametrenin seçimi, seçilen parametreler ile kaynak uygulaması ve kaynakların kalite kontrolü özenle yapılmalıdır. Çelik konstrüksiyonun sahibinden başlayan sorumluluk zinciri, inşaatı taahhüt eden kişi veya kurumlarla devam ederken, bu sorumluluk zincirinin belki de en önemli halkalarını bizzat çalışanlar tamamlamaktadır.

Depremde oluşan sismik yüklemelere maruz kalan çelik konstrüksiyonlar konusunda yapılan araştırma sonuçlarından ortaya çıkan tavsiyeler, hiç bir zaman garanti sağlayamayacağı gibi herhangi bir bağlayıcılığı olmamaktadır. Bu tip çalışmaların amacı çelik konstrüksiyon inşaatında çalışan tasarımcılara, mühendislere ve diğer çalışanlara yapılan işlerin prosedürleri, değerlendirmesi, tamiri ve modifikasyonu için bir rehberlik yaparak, depremden kaynaklanabilecek hasarları en aza indirmek olduğu göz önünde tutulmalıdır. Uygulayıcılar, bu önerileri gerçekte yaptıkları denemelerle ve bu denemelerin sonuçlarını profesyonelce inceleyerek daha iyi noktalara götürebilecekleri de açıktır.

Bir zincirin mukavemetinin en zayıf halkaları kadar olduğunu biliriz. Bu mantıkla yapılara baktığımızda, kaynağın önemini sanırım daha iyi anlarız. Kırküç yıldır, bu sorumluluğun bilinciyle araştıran, üretim yapan ve eğitimler veren firmamız, bu kritik günlerde üzerine düşen görevi icra etmek için, tüm sanayici, müteahhit ve bilim çevrelerinin hizmetindedir.

\*\*\*

## KAYNAKÇA :

1. “Turkey’s Worst Eartquake Disaster in the Twentieth Century” , <http://www.metu.edu.gov>
2. “Poverty, Code Issues Contribute to Extensive Earthquake Damage in Turkey”,  
<http://mceer.buffalo.edu/outreach/turkey2>
3. “Lessons in Welding from the 1985 Mexico City Earthquake”, Welding Journal, Cilt : 46, No:3, 1987, s :23-31
4. “USGS Response to an Urban Eartquake-- Northridge’94,” <http://www.usgs.gov>
5. “How Steel Structures Fared in Japan’s Great Earthquake”, Welding Journal, Cilt : 74,  
No : 12, 1995, s : 31-42
6. “Interim Guidelines : Evaluation, Repair, Modification and Design of Steel Moment Frames”, SAC  
Program to Reduce Earthquake Hazards in Steel Moment Resisting Frame Structures, August, 1999
7. “Seismic Design Criteria for New Moment Resisting Steel Frame Construction”  
(50% Draft) Federal Emergency Management Agency, January, 1999



**OERLIKON KAYNAK ELEKTRODLARI VE SANAYİ A.Ş.**

Halkalı Cad. No : 99, 34630, Sefaköy - İSTANBUL

Tel : 0 212 5993010 (pbx) Faks : 0 212 5989279