

İNŞAAT ÇELİĞİ VE KONTROLLÜ SU SOĞUTMA YÖNTEMİ

Devrim ÖZSOY

İzmir Demir Çelik Sanayi A.Ş.

GİRİŞ

Ülkemizde yaşanan 17 Ağustos ve 12 Kasım depremlerinden sonra, sağlam ve kaliteli inşaat kavramı günlük hayatımıza fazlası ile girmiştir. Her zaman çok önemli olan bu kavramın bir deprem ile hayatımıza girmesi üzücüdür.

Kaliteli ve sağlam inşaat için gerekenlerden birisi de, nitelikli ve kaliteli inşaat çeliği kullanımıdır. Bu yazını gerikalan kısmında inşaat çeliği ile nervürlü inşaat demiri kastedilecektir..

İnşaat çeliğinde, dünyada değişik ülkelere ait standartlara göre üretimler yapılmaktadır (tablo 1). Bu standartların gelişimi incelendiğinde, inşaat çeliğinden beklenen mekanik özelliklerin yıllar içinde yükseldiği görülecektir.

Bu beklentileri iki temel noktada toplayabiliriz

1 - Gelişmiş mekanik özellikler.

2 □ Maliyet (ekonomiklik.)

Aslında, inşaat çeliğinin mekanik özelliklerinin geliştirilmesinin temelinde de, ekonomik beklentiler yatmaktadır.

Yapıların, statik ve / veya dinamik yüke göre dizaynlarında göz önünde tutulan noktalardan birisi de inşaat çeliğinin akma dayanımıdır. Buna ek olarak, son yıllarda kullanılan demirin sünekliği ve çekme dayanımı da göz önüne alınmaktadır. Demirin mekanik özelliklerinin artırılması neticesinde inşaatlarda kullanılacak demir kesiti düşürüleceğinden, daha az demir kullanılmakta ve bunun sonucunda ağırlıktan, nakliyeden ve hacimden kazanılmakta, dolayısıyla maliyetler düşmektedir. Bu kısa açıklamalardan sonra ilerleyen bölümlerde, inşaat çeliğinin mekanik özelliklerini geliştirmenin yolları üzerinde durulacaktır.

Ülke	Standart	Kalite	Min. Akma Mukavemeti (N / mm ²)	Min. Çekme Mukavemeti (N / mm ²)	Çekme / Akma Oranı
Türkiye	TS 708 1996	III a	420	500	1.1
		IV a	500	550	1.08
İngiltere	BS 4449 1997	Gr 460B	460	-	1.08
Almanya	DIN 1986	BSt 420 S	420	500	1.05
		BSt 500 S	500	550	1.05
Norveç	NS 3576-2 1997	B500B	500	-	1.08
	NS 3576-3 1997	B500C	500	-	1.15
A.B.D	ASTM	Gr 40	300	500	-
	A615 / A616M	Gr 60	420	620	-
	1996	Gr 75	520	690	-

Tablo 1. İnşaat çeliği standartlarından bazı örnekler

MEKANİK ÖZELLİKLERİN GELİŞTİRİLMESİ

İNŞAAT ÇELİĞİNDE mekanik özellikleri arttırmanın yollarını anlatmadan önce, söz konusu özelliklerin neler olduğunun verilmesi faydalı olacaktır.

Mukavemet (akma □ çekme mukavemetleri)

Kaynaklanabilirlik

Süneklik (uzama)

Katlanabilirlik.

Üç değişik yoldan inşaat çeliğinin bu özellikleri geliştirilebilir :

A □ Kimyasal analizle,

B □ Soğuk İşlemlere tabi tutarak

C □ Kontrollü su soğutma yöntemi kullanılarak.

İlk ikisi bu bölümde incelenecek, kontrollü su soğutma yöntemi ise ayrı bir bölüm olarak ele alınacaktır.

A - Kimyasal Analiz :

Mukavemet, temel olarak bir inşaat çeliğinden beklenen özelliktir. Genel olarak, min. 420 MPa akma istenen inşaat çeliğinde bazı ülkelerde bu alt sınır, 500 MPa hatta 600 MPa dır. Maliyet göz önüne alındığında mukavemeti artırmanın temel yollarından birisi çeliğin içindeki Karbon (C) ve Mangan (Mn) oranlarını artırmaktır.

Demir içindeki C oranının artması, mukavemeti olumlu etkilerken, kaynaklanabilirlik özelliğini ters yönde etkilemekte ve malzeme kırılma eğilimindedir. Bu nedenle, bir çok inşaat demiri standardında, karbon oranının üst sınırı verilmiştir. Özel yöntemlerin kullanılmayacağı durumlarda kaynaklanabilirlik için karbon oranının % 25'den az olması (veya karbon eşdeğerinin C_{eq} % 45'den küçük olması) aranmaktadır. Kaynaklanabilirliğin önemi özellikle prefabrik yapıların imalatında çok önemlidir. Bu tür imalatlarda, hız ve ölçüsel hassasiyet nedeniyle kaynakla birleştirme kullanılmaktadır. Yine yüksek karbon oranı, malzemede gevrekliğe neden olacağından, malzeme imalat aşamasında kırılma ve bükülmelerde, çatlayacak ve / veya kırılacaktır. Doğal olarak bu, istenmeyen bir durumdur. İnşaat çeliği kullanımında, malzemenin katlanabilirliği ve bükülebilirliği, vazgeçilemeyecek bir özelliktir .

Yukarıda anlatılanlar çerçevesinde, inşaat çeliğinde salt karbon ayarlaması ile istenen özelliklere ulaşılamamaktadır . Eski yöntemlerle üretim de, yüksek mukavemette, sünek, kaynaklanabilir ve tokluğu yüksek bir inşaat çeliği için, Mangana dışında, Va, Vo, Nb vb. alaşım elementleri kullanımı gerekmektedir. Bu alaşım elementlerinin herbirinin çok pahalı olduğu düşünülürse maliyetler direkt olarak artacaktır.

B - Soğuk İşlemler

Yukarıda sayılan özellikleri artırmanın bir yolu da, sıcak haddelenmiş inşaat çeliğine daha sonradan burma, çekme gibi soğuk işlemler uygulamaktır. Bu hızlı düşük yöntemler, üretim kaybına neden olmasının yanısıra, fazladan bir işlem olması nedeniyle direkt olarak maliyeti arttırmaktadır.

KONTROLLÜ SU SOĞUTMA YÖNTEMİ

Önceki bölümlerde genel hatları ile inşaat çeliği ve inşaat çeliğinden beklenenler anlatılmıştı ve bu beklentilerin karşılanması için eski üretim şekli ile neler yapılabileceğine bakılmıştı. Bu yöntemlerle istenen özelliklere ulaşmanın, maliyetleri yükselttiği görülmüştü.

Kontrollü su soğutma yöntemi temel mantık olarak, sıcak haddelenen inşaat çeliğinin, üretim hattından hemen sonra su vermek ve daha sonrasında iç ısı ile temperlemektir (Şekil 1). Bu mantık çerçevesinde, alaşım elementleri kullanmadan ve düşük Karbon ve Mangan (% 0.13 ~ 0.17 C ve % 0.75 ~ 0.90 Mn aralığı gibi) oranları ile, istenen özelliklerde inşaat çeliği üretimi mümkün olmaktadır. Bu da, istenen özelliklerde ve düşük maliyetli malzeme anlamına gelmektedir.

Kontrollü su soğutma yönteminde, sıcak haddelenen mamul son tezgahtan çıktıktan hemen sonra, özel dizayn edilmiş su verme ünitesine girmektedir. Ünite içinde, hızlı bir soğumaya maruz kalan mamulün dışında, kalınlığı su verme süresine bağlı olarak değişen, martenzit bir kabuk oluşur.

Martenzit küçük tanecikli bir yapı olması nedeniyle, oldukça sert ve mukavimdir; ancak, kırılğan bir yapıya sahip olduğu için, ısı işleme tabi tutulması gerekmektedir. Bu noktada ani soğutulan dış kabuğun altında, hala sıcak olan merkezin ısı devreye girmekte ve ani soğumayla oluşan dıştaki martenzit kabuğu, malzeme soğutma ünitesini terk ettikten sonra, içerden dışarıya doğru temperlemektedir. Bu işlem, malzeme soğutma platformuna, ulaşmaya kadar devam eder. Soğutma platformunda yan yana dizilmiş diğer malzemelerden de etkilenerek, merkezdeki yapı, son şeklini alır. Malzemenin merkez yapısı çapa ve haddeme sıcaklığı gibi etmenlere de bağlı olarak ferrit + perlit veya ferrit + perlit + beynit bir yapı gösterebilir (Şekil 2).

Özetlemek gerekirse kontrollü su soğutma sistemini üç ana bölümde inceleyebiliriz :

1 □ Su verme (özel su verme ünitesi içinde)

2 □ Kendi kendini temperleme (soğutma ünitesi ile soğutma platformu arasında)

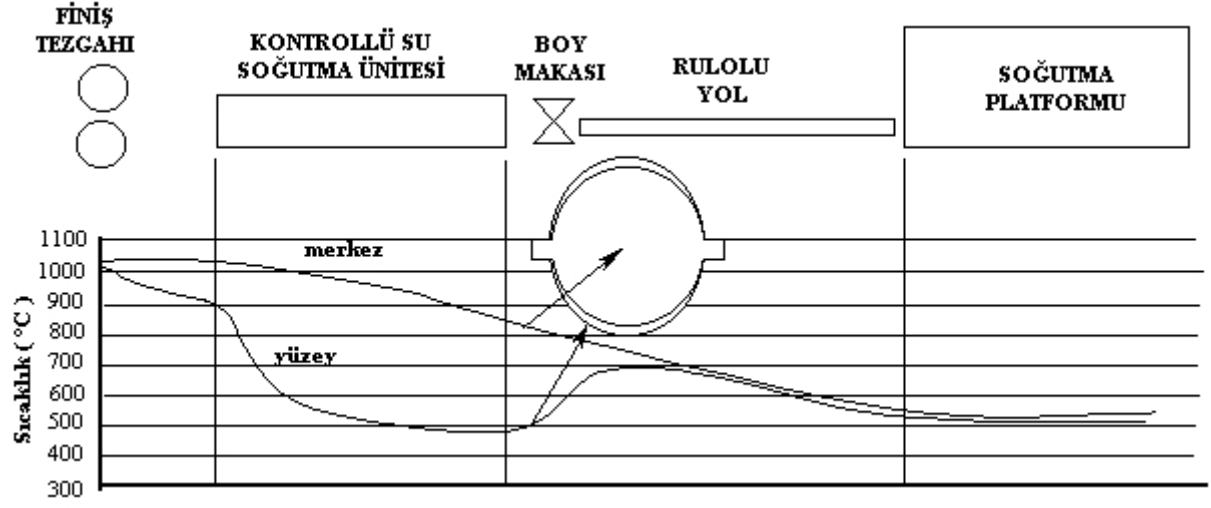
3 □ İç yapının son şeklini alması (Soğutma platformu ve daha sonrasında)

Bir çok ülkede bu yöntem, sistemi bularak geliştiren ve patentini alan iki firmanın ticari markaları ile de bilinmektedir: Tempcore, Thermex. Mantık olarak aynı olan her iki sistemde de, temelde su verme şekilleri ve düzenekleri birbirlerinden farklıdır.

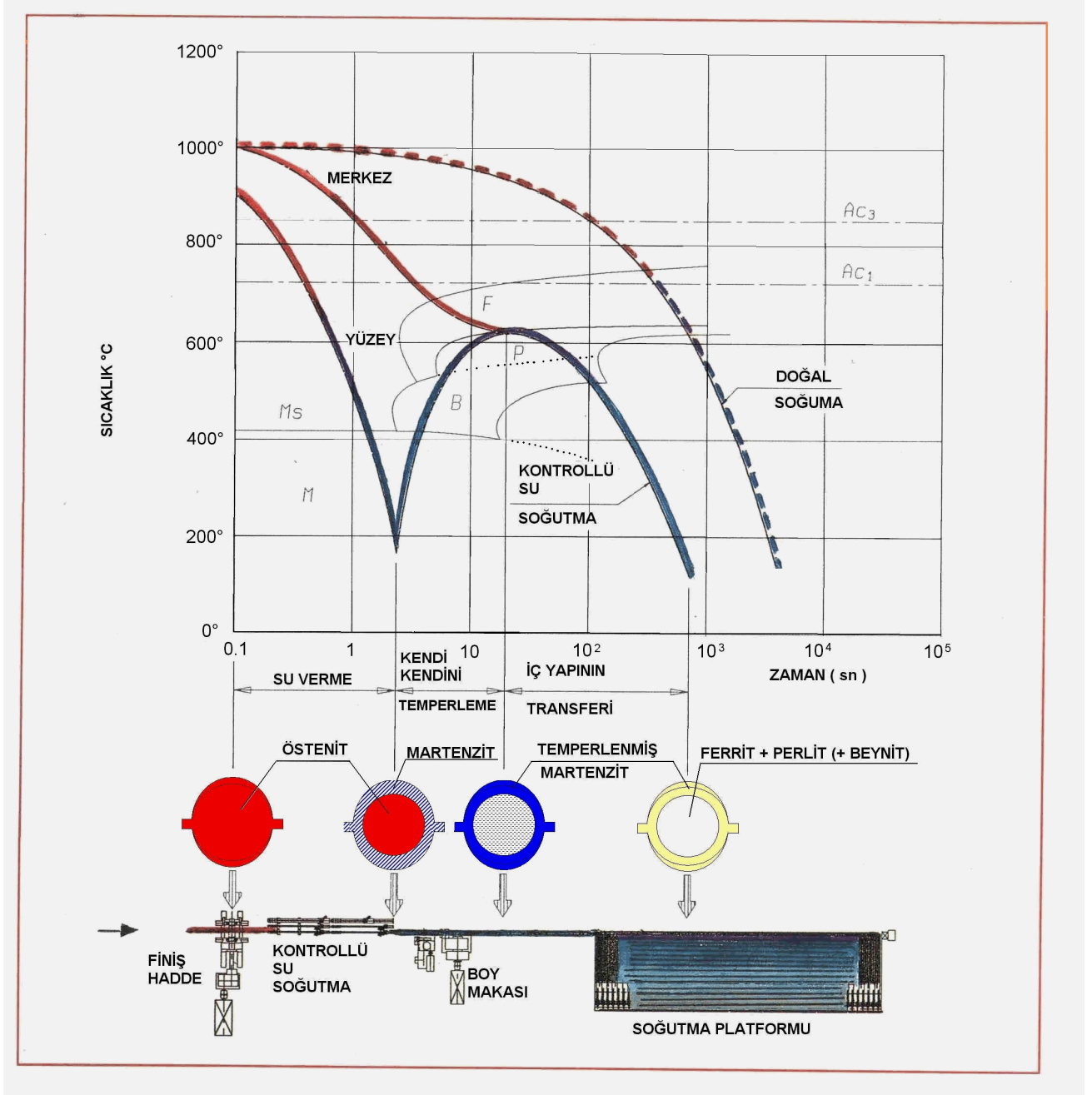
Sonuçta, düşük karbon oranları ile çalışmanın bir sonucu olarak malzeme oldukça iyi bir kaynaklanabilme özelliği göstermektedir. Dış kabukta oluşan temperlenmiş martenzit yapı sayesinde, standartlarda istenilen mukavemetler yakalanabilmekte, iç yapıdaki ferrit + perlit yapı sayesinde de sünek ve tokluğu yüksek bir malzeme olmaktadır. Daha da önemlisi, çelikhanelerden düşük karbonlu ve manganlı alaşımsız yarı mamul alınmaktadır. Standartlarda istenilen mukavemet değerleri, su verme zamanının ayarlanması ile direkt olarak haddehanede ayarlanmaktadır. Bu standart ayarlamasının haddehanede yapılması, düşük karbon ve manganlı döküm kullanılması nedeniyle, maliyetler oldukça düşmektedir, ve sürekli analiz değiştirilmemesi nedeniyle de çelikhaneler daha verimli çalışmaktadır.

SONUÇ

Daha önce de belirtildiği gibi inşaat demirinin mekanik özelliklerini geliştirmenin üç yolu bulunmaktadır. Ancak, kontrollü su soğutma yöntemi dışında kalanlarda, maliyetler oldukça yükselmektedir. Maliyet konusunda Türkiye de kesin bir araştırma yapılmamıştır. Bu noktada, halen çalışmakta olduğum İzmir Demir Çelik Sanayii A.Ş.□deki pratiklere ve kaynakça 2 ile 3□e dayanarak söyleyebilecek olduğumuz kontrollü su soğutma tekniği ile üretim yapmanın, kimyasal analiz yöntemi ile aynı sonuca ulaşmaya göre ton başına net olarak ~ 4 USD daha



Şekil 1 Kontrollü su soğutma sisteminde malzeme kesitinin tipik soğuma egrisi.



Şekil 2 Sürekli Soğuma Dönüşüm grafiğinde kontrollü su soğutma sisteminin gösterimi.

ucuz olduğudur. Pratik bir hespla, yılda 600.000 ton/yıl kapasiteli bir haddehanede, toplam rakam 2.400.000 USD olmaktadır ki, bu da ciddi bir rakamdır.

İlk aşamada yatırım maliyetinin yüksek olması ve daha sonradan işletme maliyetlerinin olmasına rağmen kontrollü su soğutma yöntemi yine de diğerlerine

göre ucuz kalmakta ve Őu anda dŐnya inşaat eliĐi Őretiminde çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Őlkemizde bu sistemi imal ederek montajını ve devreye alma iŐlerini yapabilecek firmalar mevcuttur. Halen birçok bŐyŐk inşaat eliĐi Őreticisi firma da bu sistemi kullanmaktadır. Kullanıcıların kaliteli ve daha ucuz inşaat demiri kullanımını için, bu noktalarda bilinçlenmesinin bu sistemin yaygınlaŐmasında bŐyŐk rolŐ olmuŐtur.

KAYNAKÇA

1   Tempcore YŐnteminin % 0.17 ~ 0.22 C, % 0.20 Si ve % 0.85 Mn Aralıklarında Kimyasal Kompozisyona Sahip İnşaat eliklerine UygulanabilirliĐi., Mak. YŐk. MŐh. LŐtfi ŐZSOYELLER, Dokuz EylŐl Őniversitesi, MŐhendislik FakŐltesi, Makina MŐhendisliĐi BŐlŐmŐ Doktora Tezi.

2   In-Line Thermal Treatment of Straight and Coiled Products, Alberto AUGUSTI, Orta DoĐu Demir ve elik Konferansı, 5  7 Aralık 1993, Bahreyn.

3   Tempcore, an Economical Process For The Production of High Quality Rebars, PierreSIMON, Mario ECONOMOPOULOS, Paul NILLES, MPT  Metallurgical Plant and Technology, No : 3/84, sayfa 80-93.

4  News, Rolling Mill Division, POMINI S.p.A. , Haziran 1992, sayı 29

5  News, Rolling Mill Division, POMINI S.p.A. , EylŐl 1993, sayı 34