

# KAYNAK UYGULAMASI

## DİFÜZYON KAYNAĞI

Sertlehimlemenin yakını sayılabilecek bu süreç(\*), aynı ölçüde Zr parçalarının birleştirilmelerine uygundur. Bunda herhangi bir sertlehim ilâve metali akmaz; birleştirilecek alanlar galvanik ya da kimyasal olarak ince bir element tabakasıyla kaplanır, bu tabaka ana metalla alçak ergimeli bir ötektik oluşturur. Zr için özellikle Fe, Cu, Cr ve de Mn ve Si uygun düşmektedir. Nikel de metalürjik açıdan uygun düşmekteyse de, reaktör alanında, hidrojen absorpsiyonunda katalizör rolü oynaması itibariyle sakıncalı olmaktadır. Fe ve Cr için difüzyon sıcaklığı 980°C mertebesinde olup bastırma süresi yakl. 2 dak., basıncı yakl. 10 kp/mm<sup>2</sup> kadardır.

Zircaloy ile paslanmaz çeliğin difüzyon kaynağı, zircaloyun yüksek fiatı dolayısıyla malzemeden tasarrufu amaçlayan endüstrileri ilgilendiren bir süreçtir. Nükleer endüstri, özellikle artıkların yeniden işlendiği fabrikalarda, bu birleştirme sorunuyla karşı karşıya bulunmaktadır.

Zircaloy/çelik birleştirmeleri sıvı faz halinde difüzyon kaynağı yoluyla, halen geliştirilmekte olup 1000°C'in hafifçe üstünde sıcaklıklarda Fe-Zr ötektiği oluşmaktadır.

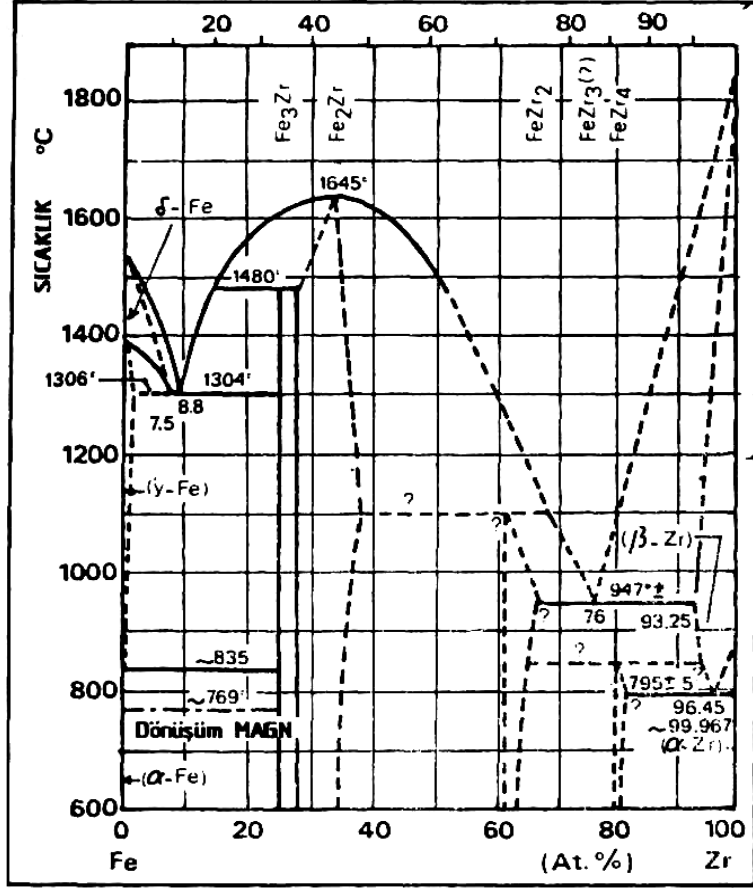
Bununla birlikte, difüzyon bölgelerinde kırılğan metallararası kalın birleşim tabakaları da oluşur. Bu tür bğlantıların çekme mukavemeti yakl. 150 MPa olmakla birlikte birbiri üzerine sıcak geçmiş konik çelik (dişi) ve zircaloy parçalarının bütünüyle iyi bir mukavemet ( $R_m = 545$  MPa) arzettikleri görülür.

Difüzyon kaynağıyla oluşan metallararası birleşiklerin kalınlığını sınırlamak ve dolayısıyla de birleşmelerin mekanik karakteristiklerini artırmak olanağı vardır. Fe-Zr ötektiği oluşmasıyla elde edilenden daha dayanıklı birleştirmeler sağlanırken de zircaloyun dokusal dönüşümünden kaçınmayı amaçlayan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir (Paslanmaz çeliğin bileşimi: C = 0.028; Cr = 18.09; Ni = 9.2):

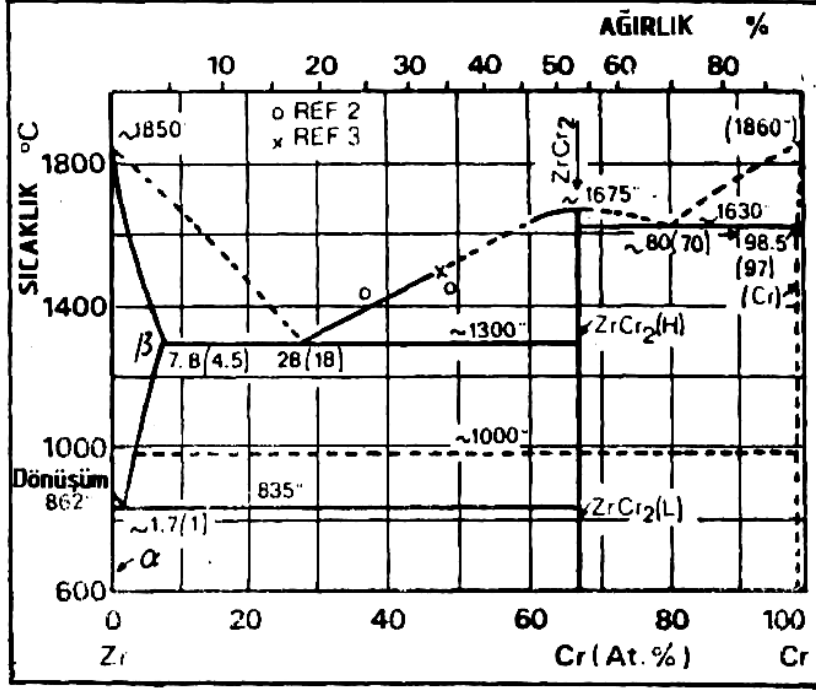
Yüzeyler alümin 24 h veya zımpara bezi 1200 ile parlatılmadan sonra bir flüonitrik eriyik içinde bir kimyasal dekapaj yapılmış (fiziksel temasın teessüsünü kolaylaştırmak için).

Oda sıcaklığından 750°C'a kadar ısıtma süresince 50 MPa'lık bir fazla basınç uygulanmış; 750°C'a varılınca (kaynak  $\theta > 850^\circ\text{C}$ 'ta yapılmışsa) basınç 2 MPa'a; veya (kaynak  $\theta \leq 850^\circ\text{C}$  de yapılmışsa), 10 MPa 'a indirilmiş ve işlemin sonuna kadar bu değerde tutulmuş.

Kaynak sıcaklığı zircaloyun ya  $\alpha$  alanında (750 ve 800°C), ya da iki fazlı  $\alpha + \beta$  alanında (850 ve 920°C) olmuş. Sıcaklıkta isotherm tutma süresi 1 dak. dan 6 saata kadar değişmiş



Şekil: 302 a — Fe-Zr denge diyagramı.



Şekil: 302 b — Cr-Zr denge diyagramı

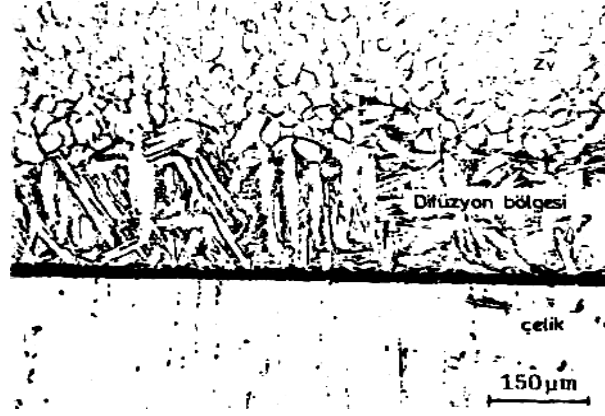
Fe-Zr denge diyagramı (Şekil 302 a) bir  $ZrFe_2$  metallararası bileşikle  $800^\circ\text{C}$  civarında bir ötektoid dönüşümü öngörüyor. Cr-Zr diyagramı da bir  $ZrCr_2$  metallararası bileşiği öngörüyor. Fe, Cr, Ni, Zr elementlerinin üçlü ve dördlü diyagramları bilinmediğinden, difüzyon bölgesinin mikro yapısal bileşenlerinin saptanması her zaman mümkün olmayacaktır.

Tetkik edilmiş sıcaklık aralığında zircaloy, malzemenin mekanik karakteristiklerine zarar verici yapısal değişmeye ( $\beta$  alanına geçiş) uğramaz.

$800^\circ\text{C}$ 'ta veya bundan aşağı sıcaklıklarda yapılmış kaynakların mikroskopik analizinde, iki ana metal arasında mahiyeti belirlenemeyen çok ince (1-2  $n$ ) bir şerit görülüyor. Bu sıcaklığın üstünde yapılmış kaynaklarda ise şunlar görülür:

—Çeliğe bitişik, bundan öncekinden daha kalın ve daha muntazam bir şerit;

—Kaba  $\alpha_{Zr}$  iğnelerinden ve soğuma sırasında  $\beta_{Zr}$ 'in dönüşümü sonucu ötektoidden oluşmuş bir Widmanstatten dokusu  $\alpha$  fazı oranı,  $\alpha$  eşiteksenli tane dokusunu muhafaza etmiş olan zircaloya doğru, şeritten itibaren artar (Şekil: 303).



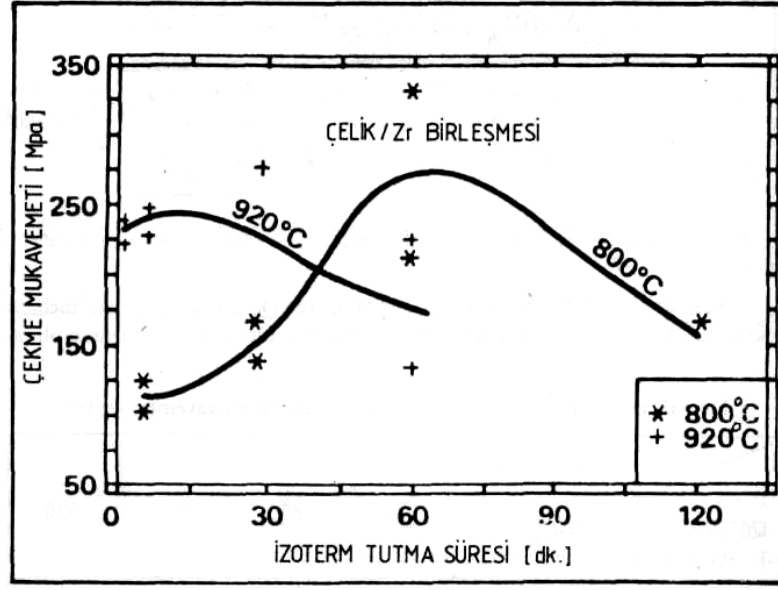
Şekil: 303 — 1 sa süreyle 900°C'ta kaynak edilmiş bir birleştirmede oluşan difüzyon bölgesinin mikrofrafisi.

Aşağıdaki tabloda 750 ile 920°C arasında gerçekleştirilmiş birleştirmelerin çekme mukavemeti ölçü sonuçları görülür. Kopma, ölçülebilir bir uzama olmadan muhtemelen iki metallerarası birleşimin yüzeyarasında vaki oluyor zira kopmuş yüzeylerin herbirinin bileşimleri farklıdır. Birleştirme az sünek olup keyfiyet, sonuçların dağınıklığını izah ediyor.

Kaynak koşullarına göre birleştirmelerin çekme mukavemeti (MPa)

İZOTERM TUTMA SÜRESİ	SICAKLIK °C			
	750	800	850	920
30 dak.				224-240
5 dak.		123-107		230-250
30 dak		144-164	252-189	278-167
1 sa.	230-154	215-330	247-143	135-220 170-230
2 sa.		164		
6 sa.				200-140

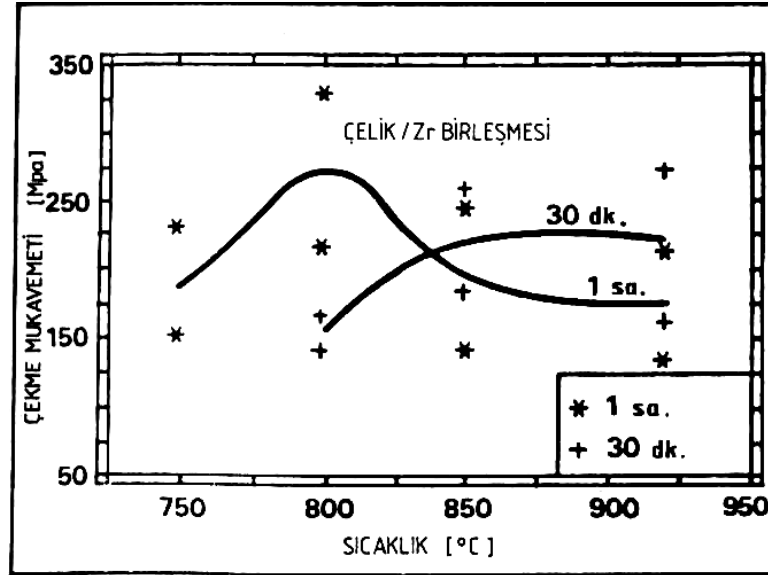
Şekil 304, 800 ve 920° C sıcaklıkları için izoterm tutma süresinin fonksiyonu olarak birleştirmelerin çekme mukavemetinin gelişmesini gösterir. Her eğri, kaynak süresinin alçaklığı oranında daha uzun bir süreye tekabül eden bir optimum arzeder: 920°C'ta yakl. 5 dak.; 800°C'ta, 1 sa.



Şekil: 304 — 800 ve 920°C sıcaklıklarda izoterm tutma süresinin fonksiyonu olarak çekme mukavemetinin gelişmesi.

Bu optimum, kaynak sırasında aynı anda müdahale eden iki olgunun birbirleriyle yarışmasından meydana gelmiş gibidir:

- Yüzeylerin başlangıç pürüzlülüğünden hasil olan bakiye kusurların giderilmesi,
- Metallarası birleşiklerin kalınlığının difüzyon yoluyla artması.



Şekil: 305 — Kaynak sıcaklığının fonksiyonu olarak çekme mukavemetinin gelişmesi (t = 30 dak. ve 1 sa.)

Gerçekten, optimal isoterm tutma süresinin altında, geriye kalmış (bakiye) kusurların difüzyon yoluyla giderilmesi yetersiz olup bu değerin üstünde ise, metallararası birleşiklerin büyümesi, birleştirmelerin çekme mukavemetinin azalmasına götürür.

Şekil 305'de, kaynak sıcaklığının fonksiyonu olarak birleştirmelerin çekme mukavemetlerinin gelişmesi görülür. Bu gelişme 30 dak. ve 1 sa. tutma süreleri için verilmiştir. Sadece 1 sa.'lik süreye tekabül eden eğri, belirgin bir optimum arz ediyor ki bu, yukarda olduğu gibi izah edilebilir.

Optimal kaynak koşullarında (1 sa. 800°C, 50 → 10 MPa veya 5 dak. 920°C, 50 → 2 MPa), birleştirmelerin elde edilen ortalama çekme mukavemeti değeri 240-270 MPa mertebesinde olup bu değer, paslanmaz çeliğin elastik sınırına ( $R_e \sim 270$  MPa) az çok tekabül eder. Birleştirmelerin mukavemeti bu değeri aşamaz gibidir. Gerçekten difüzyon bölgesinde mevcut kusurlar, gerilme yoğunlaşmaları hasıl ederler; ayrıca zircaloy çelik ve difüzyon bölgesinin çeşitli mikroiyapısal tabakalarının elastikiyet modüllerinin tutmazlığı nedeniyle gerilmelerin dağılımı ve şekil değiştirme homogen değildir.