

MUY3205 MAKİNE LABORATUVARI I MALZEME TEKNİĞİ

ÇENTİK DARBE DENEYİ FÖYÜ

Not: Bu deneyin bölümümüz P5 ve P6 program çıktılarını karşılaması hedeflenmektedir.

1. DENEYİN AMACI

Çentik darbe deneyinde amaç, malzemenin bünyesinde muhtemel bulunacak bir gerilim konsantrasyonunun (gerilim birikiminin) darbe esnasında çentik tabanında suni olarak teşkil ettirilip, malzemenin bu durumda dinamik zorlamalara karşı göstereceği direnci tayin etmektir.

Bu genel amacı üç başlık altında ayırabiliriz:

- Ani darbe sebebiyle malzemenin absorbe ettiği enerji miktarını ölçmek,
- Malzemenin süneklik-gevreklik özelliklerini değerlendirmek,
- Malzemenin hangi sıcaklıklarda sünek, hangi sıcaklıklarda gevrek bir davranış sergilediğini belirlemek amacıyla çentik darbe deneyleri yapılır.

2. DENEYİN PRENSİBİ

Çoğu kez metallerin metalik özellikleri hakkında fikir edinebilmek için çekme deneyi sonuçlarından yararlanılır. Çekme deneyi ile elde edilen gerilme-şekil değiştirme diyagramında iyi bir uzama gösteren metalin sünek olacağı, yani statik ya da dinamik yüklemelere plastik şekil değiştirerek karşı koyacağı, tahmin edilir. Bu tahmin YMK ya da hegzagonal sistemlerdeki metaller (demir dışı metallerin çoğu, östenitik çelikler) için genellikle doğrudur. Oysa HMK sistemindeki metallerde (ferritik çelikler) bazen çekme ve darbe deney sonuçları arasında uyumsuzluk görülür. Çekme deneyinde sünek bir davranış gösteren malzeme, çentikli darbe deneyinde gevrek bir hal gösterir. Özellikle oda sıcaklığı altındaki sıcaklıklarda bu olaya daha çok rastlanır. Darbe deneyinden elde edilen sonuçlar, o numune için bir kıyaslama değeridir. Çekme deneyi sonuçları gibi mühendislik hesaplamalarında kullanılamazlar.

Darbe deneyinde, numunenin dinamik bir zorlama altında kırılması için gereken enerji miktarı tayin edilir. Bulunan değer numunenin en küçük kesit alanına bölünmesiyle, malzemenin darbe direnci (darbe mukavemeti) elde edilir.

Bu deneyin temel prensibi Şekil 1'de şematik olarak gösterildiği gibi, L uzunluğundaki sarkacın ucundaki belli bir W ağırlığına sahip çekicinin, bir h yüksekliğinden numuneyi kırması için serbest bırakılmasıdır. Serbest bırakılmadan önce çekicinin potansiyel enerjisi $W.h$ iken numune kırıldıktan sonra belli bir h' yüksekliğine çıkan çekicinin potansiyel enerjisi $W.h'$ olur. Bu durumda Kırılma Enerjisi (iş)(K.E.) $=W.h-W.h'$ olarak ifade edilir. Buna göre kırılma enerjisi:

$K.E.=W(h-h')=m.g.L.(Cos\beta-Cos\alpha)$ olarak ifade edilir.

Burada L sarkaç boyu, α düşme açısı ve β yükselme açısıdır. Buradan, β açısı ve h' yüksekliği ne kadar az olursa kırılan malzemenin o kadar çok darbe direnci ya da yüksek tokluk gösterdiği anlaşılır. Kırılma enerjisi birimi kgm veya $J.m$ 'dir

W = Sarkacın ağırlığı (kg),

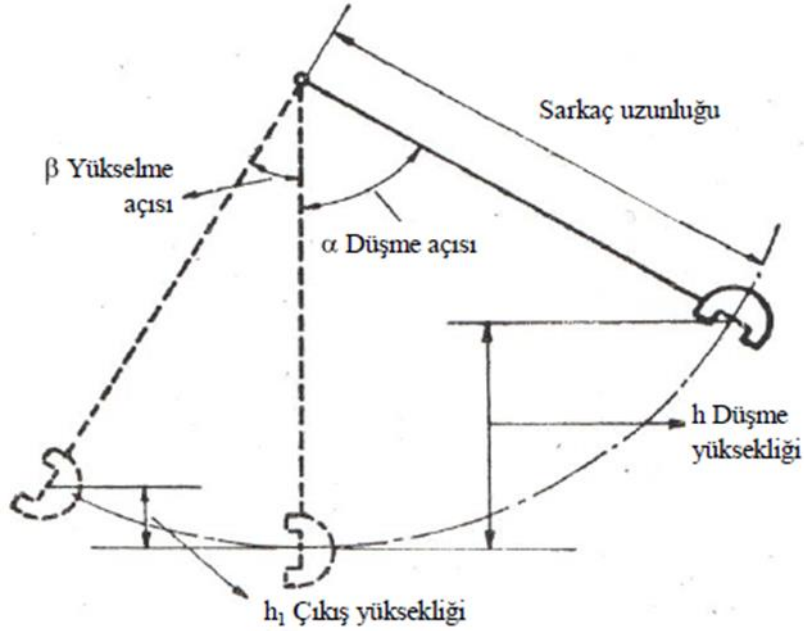
L = Sarkacın ağırlık merkezinin sarkacın salınım merkezine uzaklığı (m),

h = Sarkacın düşme yüksekliği (m),

h_1 = Sarkacın yükselme mesafesi (m),

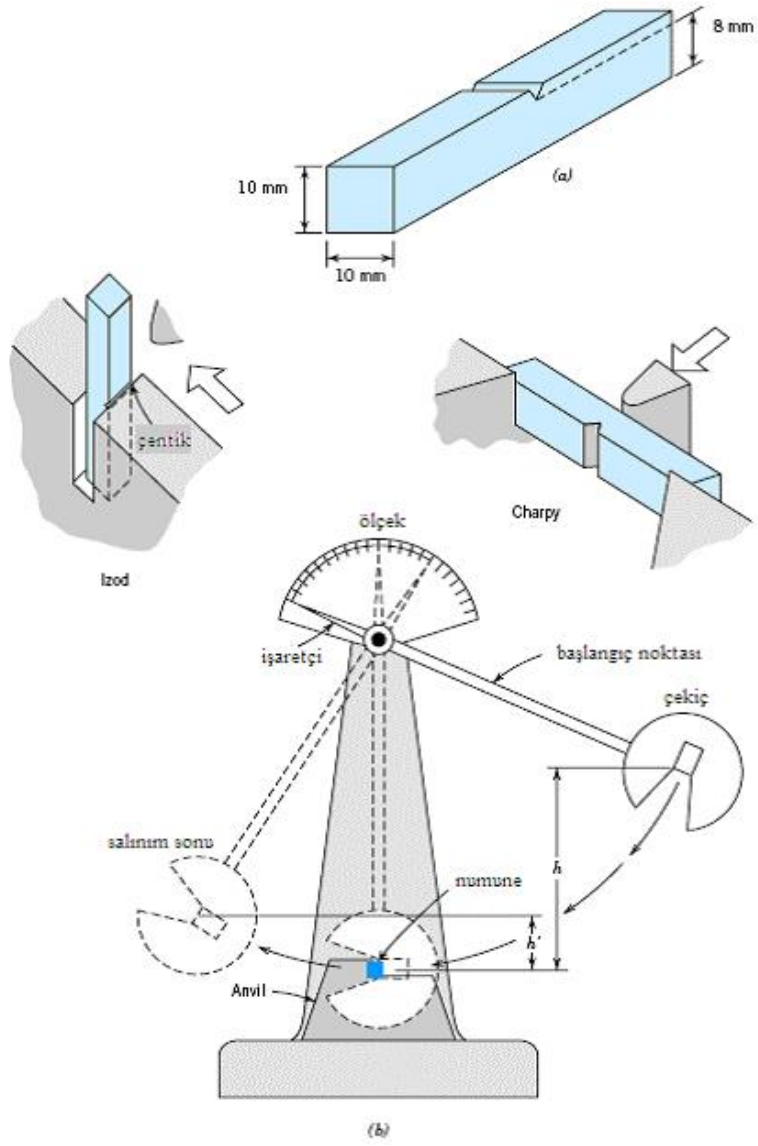
β = Yükseliş açısı (derece)

α = Düşme açısı (derece)

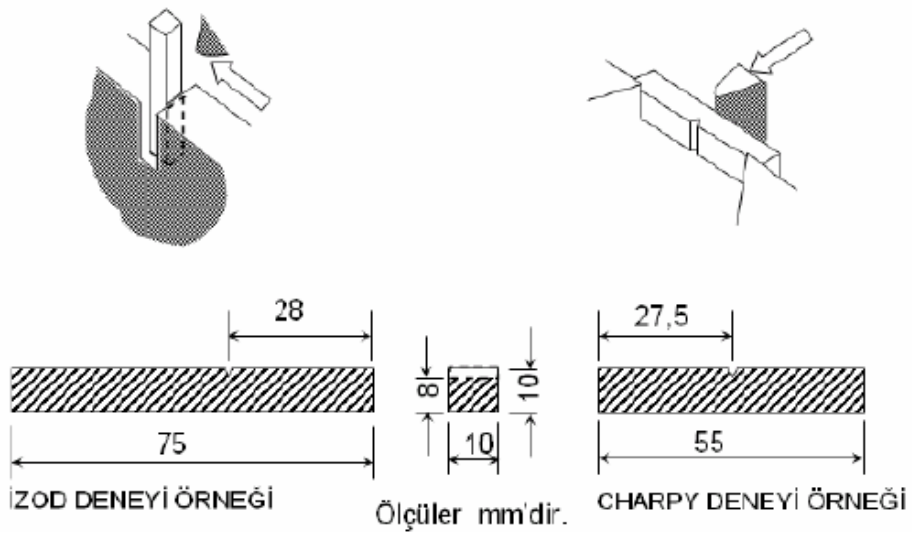


Şekil 1 Darbe deneyi cihazının çalışma prensibine ait şema

Charpy ve İzod olarak iki tür darbe deney yöntemi vardır (Şekil 2). Temel prensip aynıdır. İzod ve Charpy deneyleri arasındaki fark, deney numunesinin boyutu (Şekil 3), mesnetlenme ve yüklenme şeklidir. Charpy deney numunesi yatık olarak, İzod deney numunesi dik olarak darbe deney cihazına yerleştirilir.



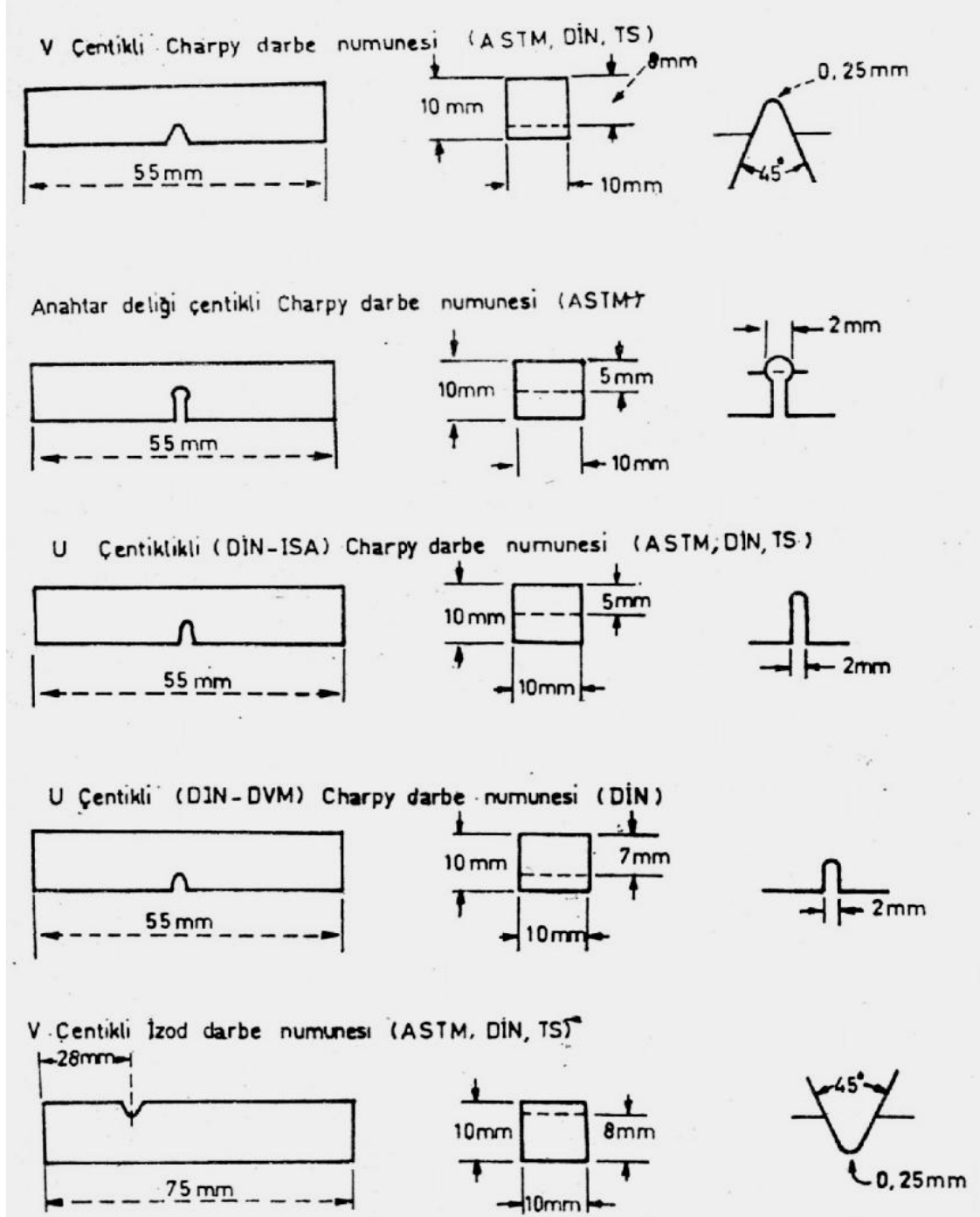
Şekil 2. Darbe deneyi cihazının çalışma prensibi ve standart numuneler.



Şekil 3. Charpy ve İzod deney numune boyutları.

3. ÇENTİKLİ DARBE DENEYİ NUMUNELERİ

Bir darbe deney numunesi standartlara (TS EN ISO 148 veya ASTM E23) göre hazırlanmalıdır. Darbe deneylerinde kullanılan numunelere genellikle Şekil 4'te gösterilen çentikler açılmaktadır. Gri dökme demir numunelerinde malzemenin bünyesindeki grafit levhaları çentik etkisi yaptığından, bu numunelere ayrıca çentik açmak gerekmez.



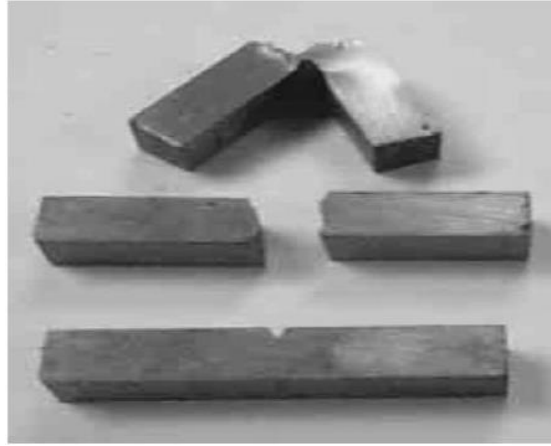
Şekil 4. Çeşitli standartlara göre hazırlanmış darbe deneyi numuneleri.

Çentikli bir numune zorlandığı zaman, çentiğin tabanına dik bir gerilim meydana gelir. Kırılmanın başlaması, bu gerilimin etkisi ile olur. Numunenin kırılması için bu dik gerilimin, kristalleri bir arada tutan veya kristallerin kaymasına karşı koyan kohezif dayanımdan fazla olması gerekir. Numune

plastik şekil değiştirmeye fırsat bulamadan bu hal meydana gelirse, buna **gevrek** kırılma denir. Burada kırılan yüzey düz bir ayrılma yüzeyidir.

Deney esnasında çoğu zaman numune kırılmadan önce plastik şekil değişimine maruz kalır. Uygulanan kuvvet etkisi ile dik gerilime ilaveten, bununla yaklaşık 45° farklı bir kayma gerilimi etki etmeye başlar. Kayma gerilimi kayma dayanımını aştığı an elastik özellik sona erer ve plastik şekil değiştirme başlar. Bu durumda önce plastik şekil değiştirme daha sonra kırılma meydana gelir. Buna **sünek** kırılma hali denir ve kırılma yüzeyi girintili çıkıntılı görünümündedir.

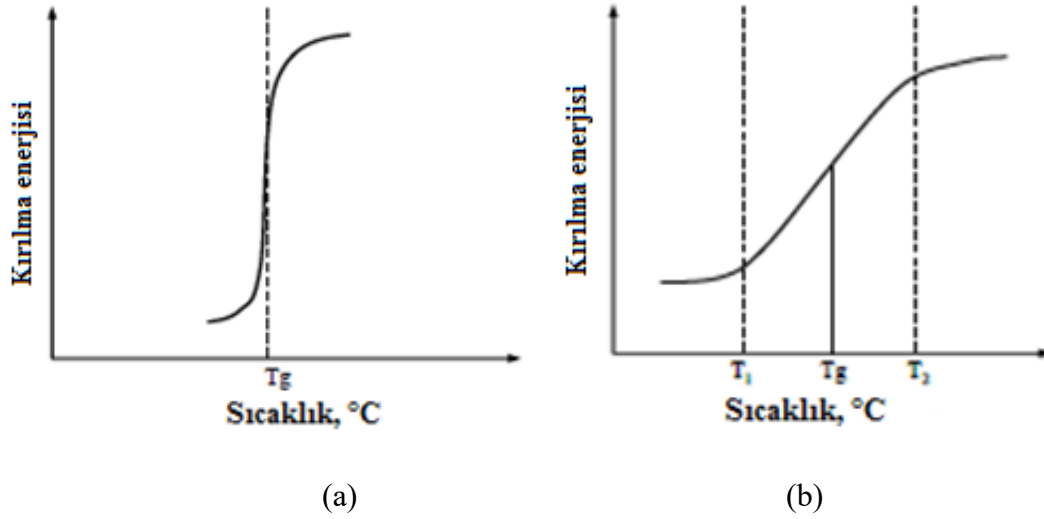
Test edilen numune darbe etkisi ile, bazen kopabilir, bazen de tamamen iki parça haline gelmeyebilir (Şekil 5).



Şekil 5. Darbe deneyi öncesi ve sonrası numuneler

4. DARBE DİRENCİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Belirli bir malzeme için değişik sıcaklıklarda yapılan darbe deneyleri, o malzemenin darbe direnci hakkında daha anlamlı bir netice sunar. Örneğin, sıcak iklim şartlarında kullanılacak şekilde tasarlanmış bir petrol tankeri Kuzey Buz Denizi'nde dalgaların veya rüzgârın oluşturduğu darbe etkisiyle hasar görebilir. Sıcaklığın darbe direncine etkisini belirlemek amacıyla çeşitli sıcaklıklarda darbe deneyleri yapılır. Sıcaklık azaldıkça, malzeme süneklikten gevrekliğe geçiş gösterir. Darbe direncinde düşme aniden (Şekil 6a) olabildiği gibi, Şekil 6b'de görüldüğü gibi bir sıcaklık aralığı boyunca da olabilir. Darbe direncinin aniden düştüğü sıcaklığa geçiş sıcaklığı (T_g) adı verilir. Şekil 6.b'dekine benzer bir eğri üzerinde bu sıcaklığı tayin etmek oldukça güçtür. Bu durumlarda tek bir sıcaklık yerine T_1 ve T_2 gibi sıcaklıklar arasında kalan bir geçiş sıcaklığı tarif edilir.



Şekil 6. Darbe direncinin sıcaklıkla değişimi.

T_1 sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda malzeme gayet gevrek bir davranış gösterir. Kırılma, klivaj düzlemleri boyunca olup, kırılma yüzeyi kristalin (granüler) bir görünüştür. Bu sıcaklıklarda darbenin tesiriyle ilk çatlak kolayca meydana gelir ve çatlak malzeme içinde yüksek hızla ilerler.

T_2 sıcaklığının üstündeki sıcaklıklarda ise malzeme sünek davranış gösterir. Bu sıcaklıklarda darbenin tesiriyle malzemede, önce bir plastik şekil değişimi, daha sonra da kopma meydana gelir. Sünek davranıştan dolayı malzemede çatlak oluşumu güçleşir ve çatlak yayılma hızı yavaşlar. Bu durumda kopma yırtılma şeklinde olup kopma yüzeyi lifli bir görünüm arz eder.

Geçiş aralığında her iki davranış (sünek+gevrek) birden görülür. Deney sıcaklığı T_1 sıcaklığına yaklaştıkça gevrek davranış duruma hakim olur. Mühendislik uygulamalarında geçiş sıcaklığı T_1 ve T_2 sıcaklıkları arasında bir değer olarak alınır.

T_g sıcaklığının tespitinde üç kriterden yararlanılır. Bunlar;

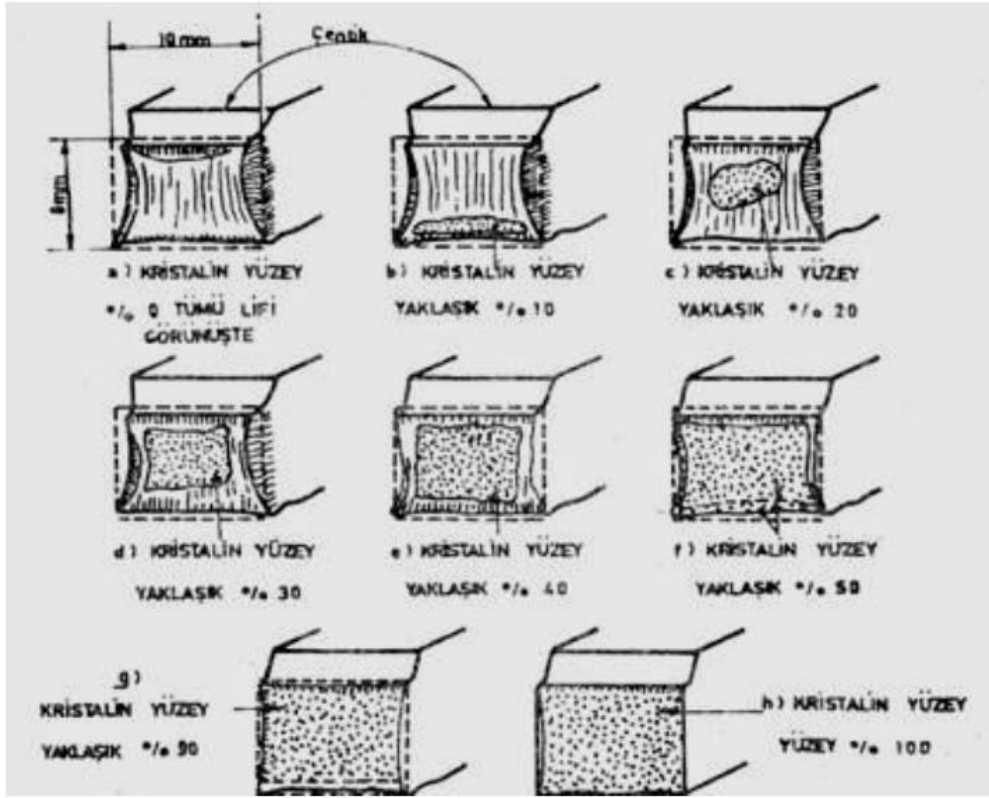
- Kırılma enerjisi,
- Kırılma yüzeyinin görünüşü,
- Kırılmadan sonra çentik tabanında meydana gelen enlemesine büzülme miktarı.

Kırılma enerjisi kriter olarak seçildiğinde, genellikle 27 J'lük kırılma enerjisine tekabül eden sıcaklık, geçiş sıcaklığı olarak kabul edilir.

Kırılma yüzeyi görünüşü kriter olarak alındığında, kırılma yüzeyinde kristalin olarak görülen bölgenin tüm kesit alanına oranı tespit edilmeye çalışılır. Şekil 7'de kırılma sonrası çeşitli kesit yüzeyleri görülmektedir. Kesitte %50 kristalin görünüşü veren sıcaklık geçiş sıcaklığı olarak alınabilir.

Şekil 7 incelendiğinde Şekil 7.a-b şekilleri sünek davranış halinde çentik tabanında belirli miktarda enlemesine büzülme görülür. Gevrek davranış halinde ise (Şekil 7.h) plastik şekil değişimi olmadığından çentik tabanında enlemesine büzülme görülmez. Bu büzülme miktarı kriter olarak seçildiğinde, %1 mertebesinde büzülme gösteren sıcaklık geçiş sıcaklığı olarak kabul edilir. Malzemenin geçiş sıcaklığı mühendislik uygulamalarında özellikle malzeme seçimi esnasında

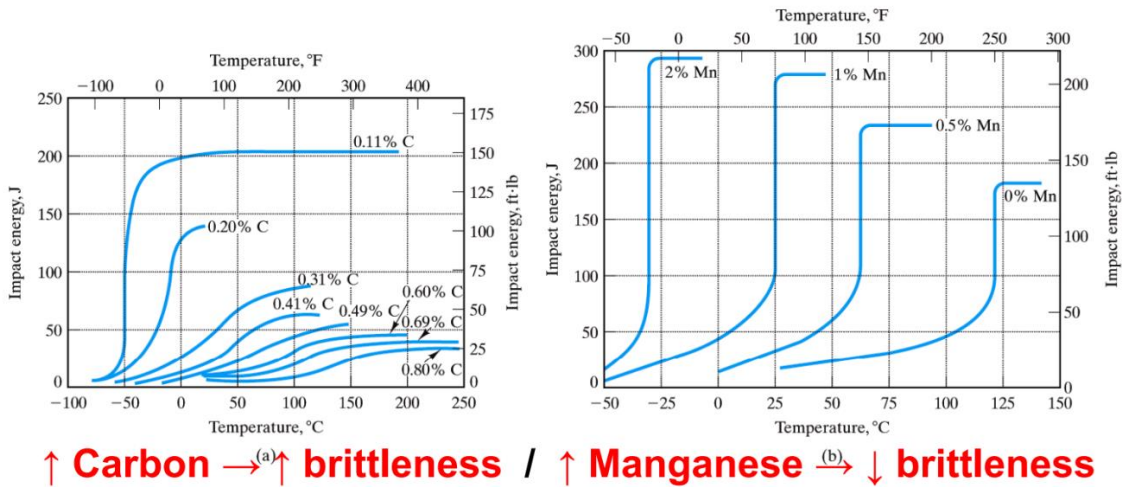
oldukça önemlidir. Geçiş sıcaklığı düşük olan malzemeler daha çok tercih edilir. Düşük sıcaklıklarda çalışacak malzemelerde bu özellik büyük ölçüde önem taşır.



Şekil 7. Geçiş aralığında kırılma yüzeylerinin değişik görünümleri.

Geçiş sıcaklığı malzemeden malzemeye değişebileceği gibi, aynı tip malzemede kimyasal bileşim, tane boyutu, mikroyapı, soğuk işlem derecesi gibi faktörlerle de değişebilir.

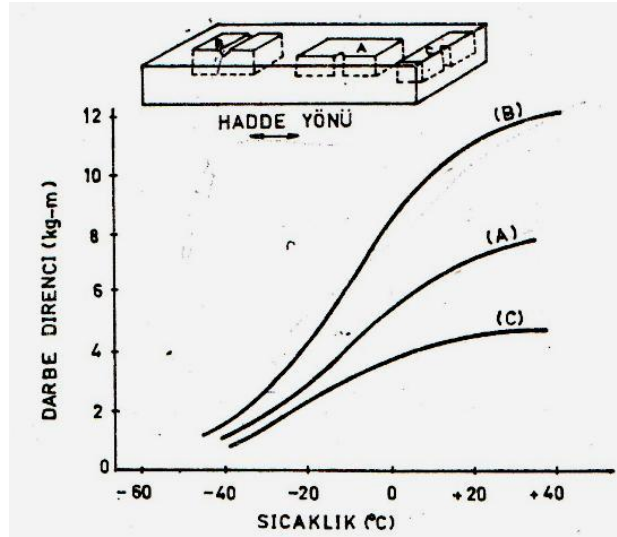
Çeliklerde karbon ve diğer alaşım elementleri belirli bir sıcaklıkta çentik tokluğunu etkiledikleri gibi geçiş sıcaklığını da etkilerler (Şekil 8). Karbon miktarı arttıkça süneklik azalmakta, geçiş sıcaklığı artmaktadır. Diğer alaşım elementlerinden manganezin etkisi ise artan mangan miktarı ile geçiş sıcaklığının düşmesidir.



Şekil 8. Çelikte karbon ve manganın darbe geçiş sıcaklığına etkisi

Haddelenmiş veya dövülmüş malzemelerde çentikli darbe direnci çubuğun veya levhanın değişik yönlerinde farklı değerlerde olur. Şekil 9’da bir levhadan haddeleme yönünde ve haddelemeye dik yönde çıkarılan numunelerin darbe direnci-sıcaklık eğrileri görülmektedir. A ve B numuneleri haddeleme yönünde alınmıştır. Ancak A numunesinde çentik levhaya diktir, B numunesinde ise levha yüzeyine paraleldir. Bunlar arasında A tipindeki numuneler daha çok tercih edilir. C numunesi haddelenmeye dik yönde alınmış olup çentik levhaya dik gelecek şekilde seçilmiştir. Gerilim dağılımının numunenin haddeleme yönüne paralel çatlaklar oluşturabileceği durumlarda C tipi numuneler kullanılır.

Şekil 9 incelenecek olursa, nispeten yüksek sıcaklıklarda değişik yönlerde alınmış numunelerin kırılma enerjileri birbirinden çok farklıdır. Düşük sıcaklıklarda ise bu fark ihmal edilecek kadar azdır. Geçiş sıcaklığı düşük sıcaklıklar bölgesinde olduğundan, bu sıcaklığın tayininde değişik yönlerde alınmış numunelerin kullanılması büyük bir sakınca oluşturmaz. Ancak malzemeler nispeten yüksek sıcaklıklardaki özellikler açısından incelendiğinde, numunenin alındığı yönün etkisi büyüktür.



Şekil 9. Haddelenmiş bir levhada değişik yönlerde alınmış numunelerin kırılma enerjisi-sıcaklık eğrileri.

5. DENEYİN UYGULANMASI

Charpy Çentik-Darbe deneyi test prosedürü sırasıyla:

1. Standarda (10mm×10mm×55 mm boyutlarında, 2 mm derinliğinde 45° açılı V çentikli) uygun numune hazırlanır,
2. Numunenin darbe deney cihazına yerleştirilmesi: Çekicin, çentiğin tam arkasından çarpması için numune yerleştirirken cihazda bulunan bir aparatın kullanılarak numune cihaza hassas bir şekilde yerleştirilir. Daha sonra sarkaç, cihazdaki kol yardımıyla önceden tespit edilen potansiyel enerjiye sahip olabileceği bir yükseklığe çıkarılır.
3. Numune ve sarkaç hazır konuma getirildikten sonra kırılma enerjisinin okunacağı kadranın göstergesi başlangıç konumuna getirilir ve sarkaç düzgün bir şekilde serbest bırakılır. İlk salınımdan sonra kırılma işi joule olarak kadrandan okunur.

4. Okunan değer numune kesatine bölünerek darbe dayanımı hesaplanır.
5. Deneyden sonra kırılma yüzeyleri incelenerek kırılma türüne karar verilir.

RAPOR

V  entikli charpy deney numunesi ile yapılan deney sonucunda, gruba deney sonuçlarından elde edilen verileri sorgulayan bir adet soru kağıdı verilir. Tüm grubun ortak çalışması sağlanarak soruların cevaplanması beklenmektedir. Bu sayede öğrencilerin grup içinde etkin olarak çalışması ve rol alması amaçlanmaktadır.