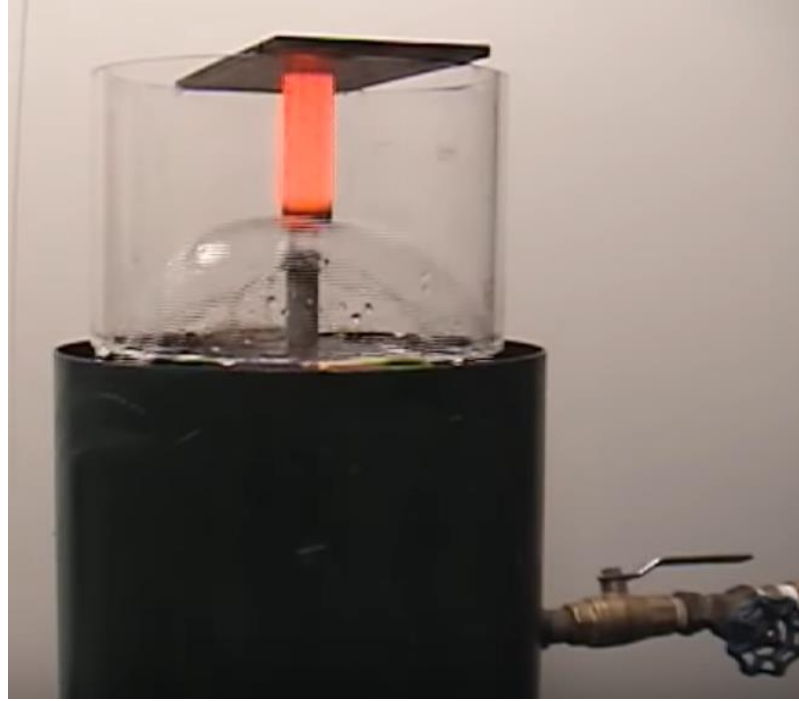


# JOMINY ALINDAN SU VERME DENEYİ



**Prof.Dr. Cemal Meran**

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü



# **DENEY DÜZENEĞİ VE DENEYİN YAPILIŞI**

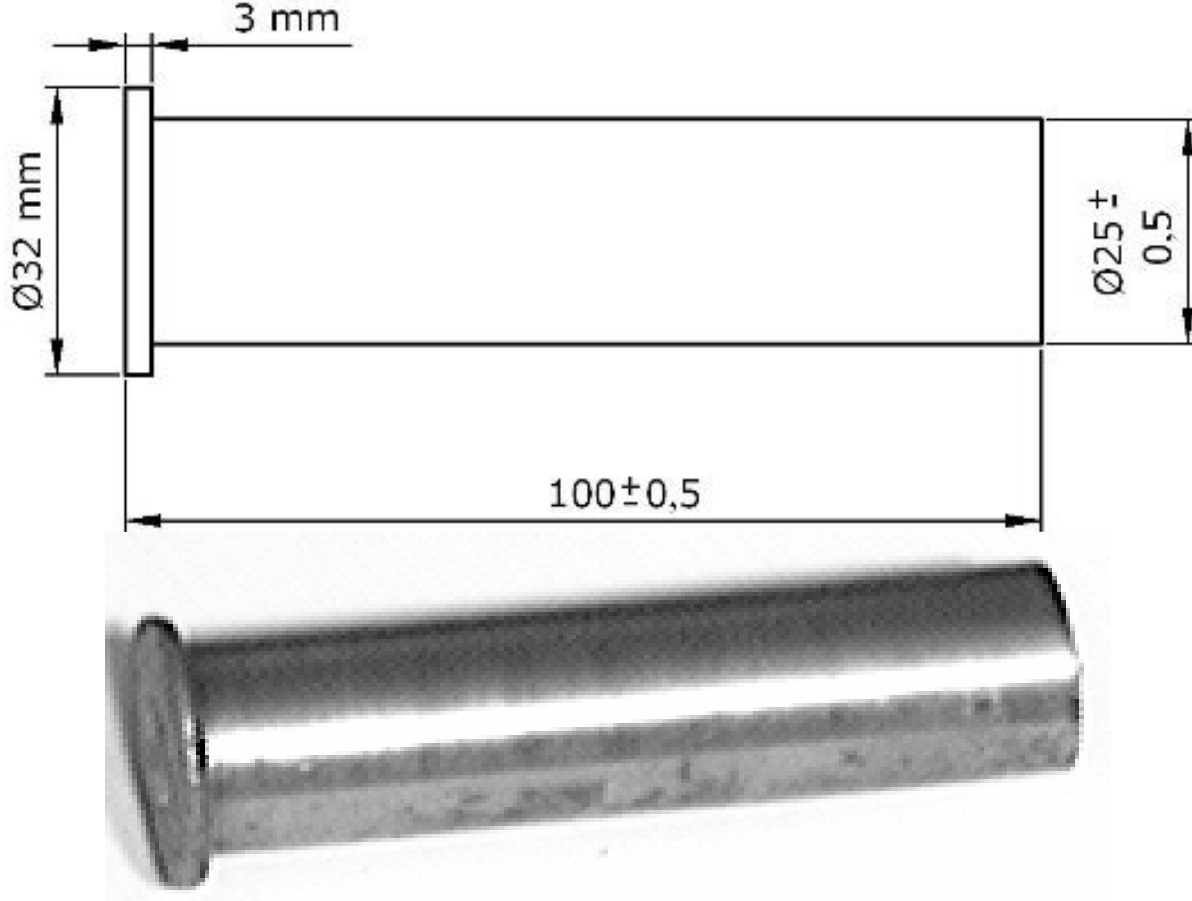
# Deney Aşamaları

**İlgili Standart :** ASTM A255 - Standard Test Methods for Determining Hardenability of Steel, American Society for Testing and Materials, (1999).

1. Numunelerin standartta verilen geometrilere **talaşlı imalatı**
2. Isıl işlemlerinin yapılması (**Ostenitleme**, yaklaşık 30 min)
3. Alından **su verme** (En az 10 min)
4. Alt ve Üst yüzeyden 0,4 mm derinliğinde **taşlama**
5. Alından itibaren standartta verilen mesafelerde **sertlik ölçümü**
6. Ölçülen sertliklerin **grafiğe aktarılması**

# Deney Aşamaları

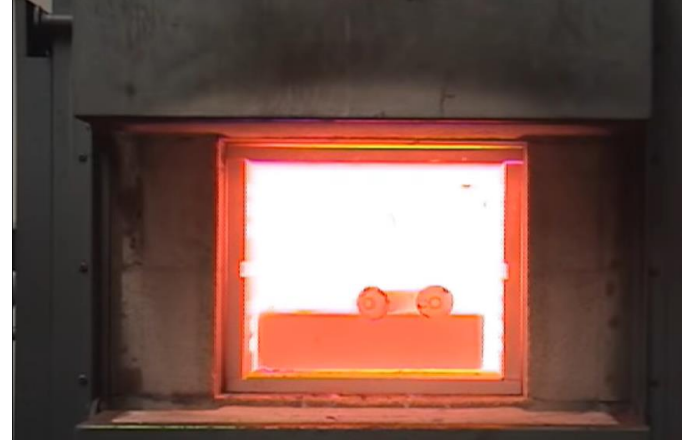
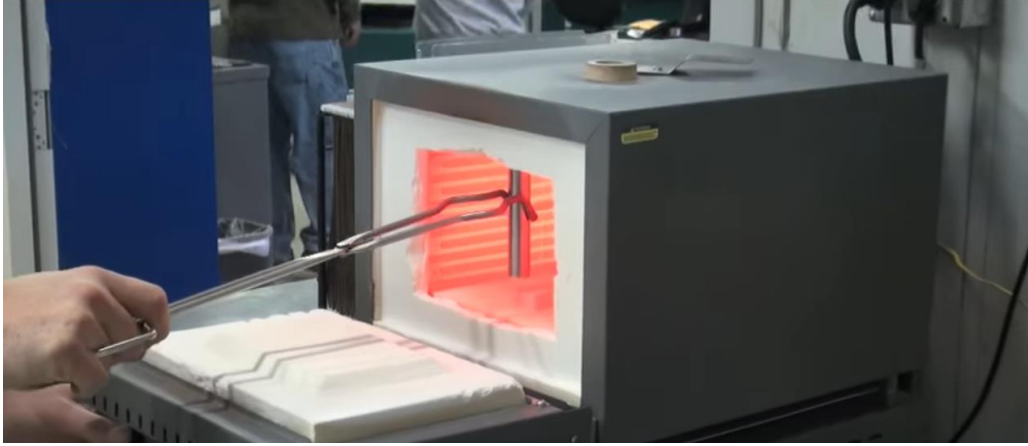
## 1. Numunelerin standartta verilen geometrilere talaşlı imalatı



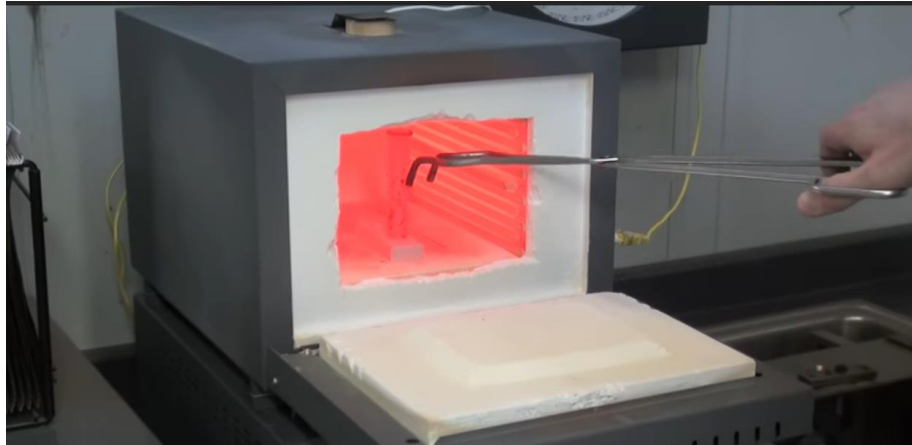
**Not:** Alında punta deliği kalması istenmez. Bu sebeple ayna ve punta arasında talaşlı işlemi için yarı mamül numunenin biraz daha uzun kestirilmesi önerilmektedir.

# Deney Aşamaları

## 2. Numunelerin Isıl İşlemi (Ostenitleme)

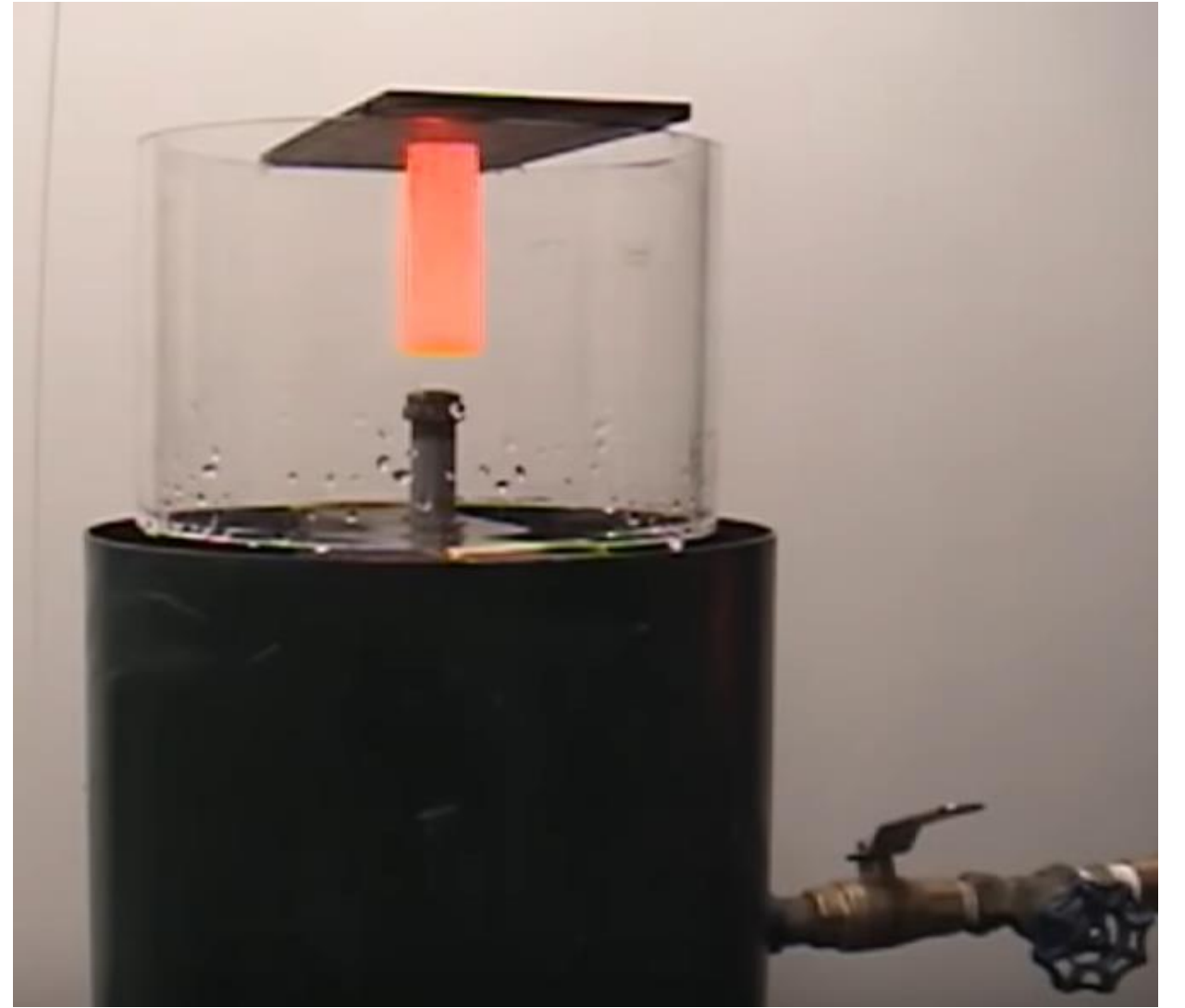
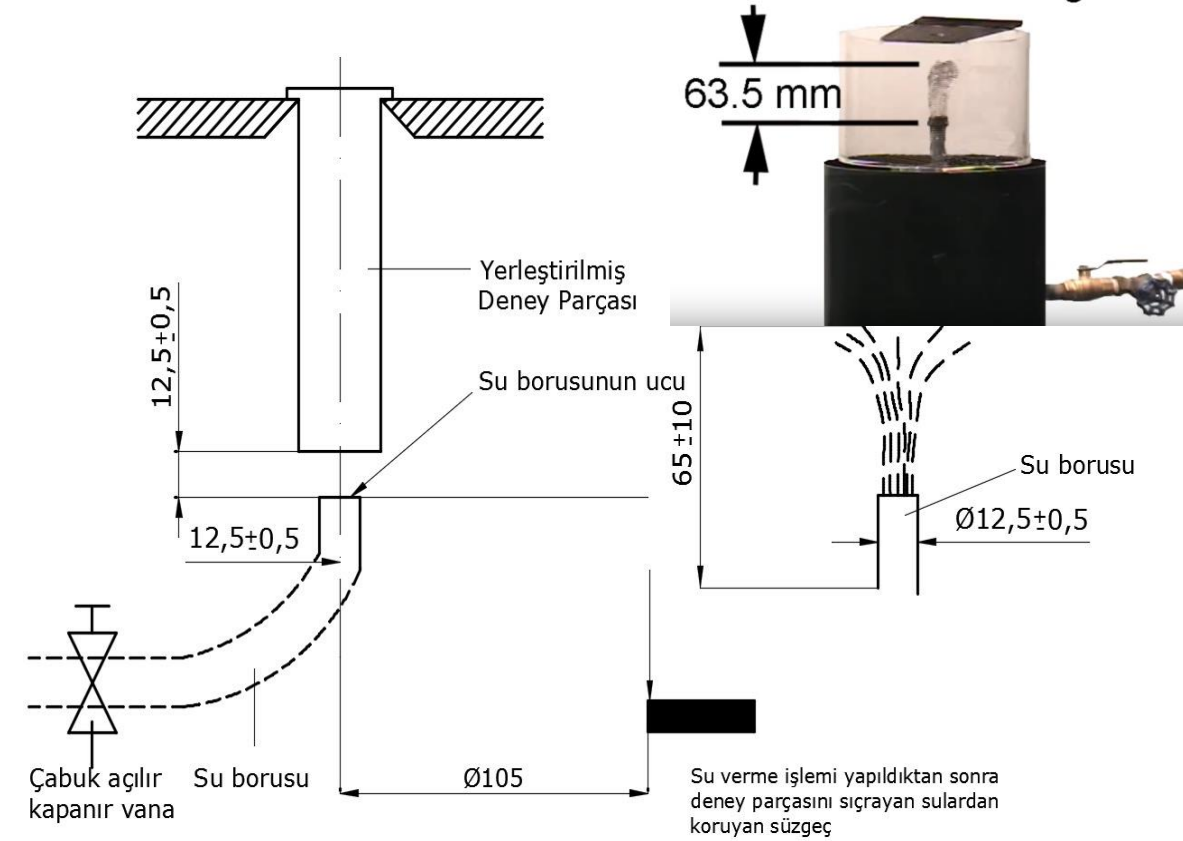


**Not:** Numunenin fırında karbon oranına göre standartta verilen sıcaklıkta (örneği % 0,4 C'lu çelikte bu sıcaklık 850 °C) yaklaşık 30 min bekletilmesi, sonrasında fırından alınıp 5 s içinde alından su verme düzenneğine yerleştirilip alından su vermeye başlanması gerekmektedir.



# Deneyin Aşamaları

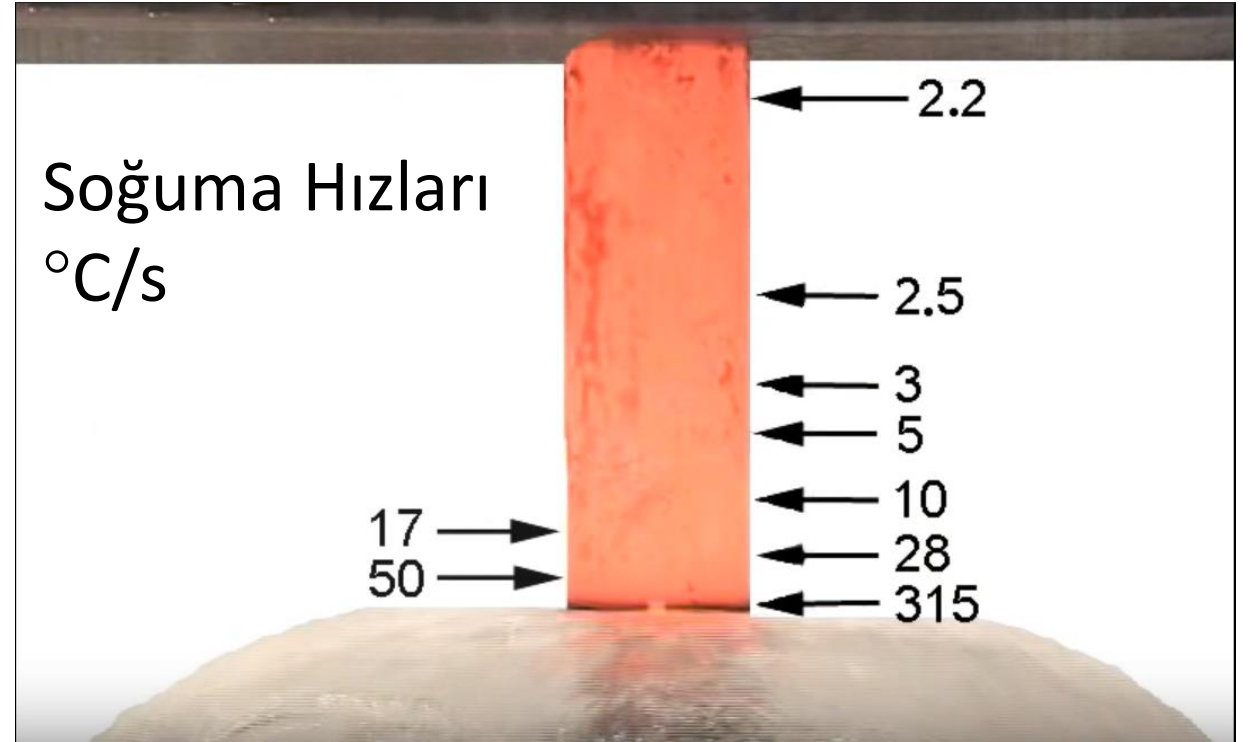
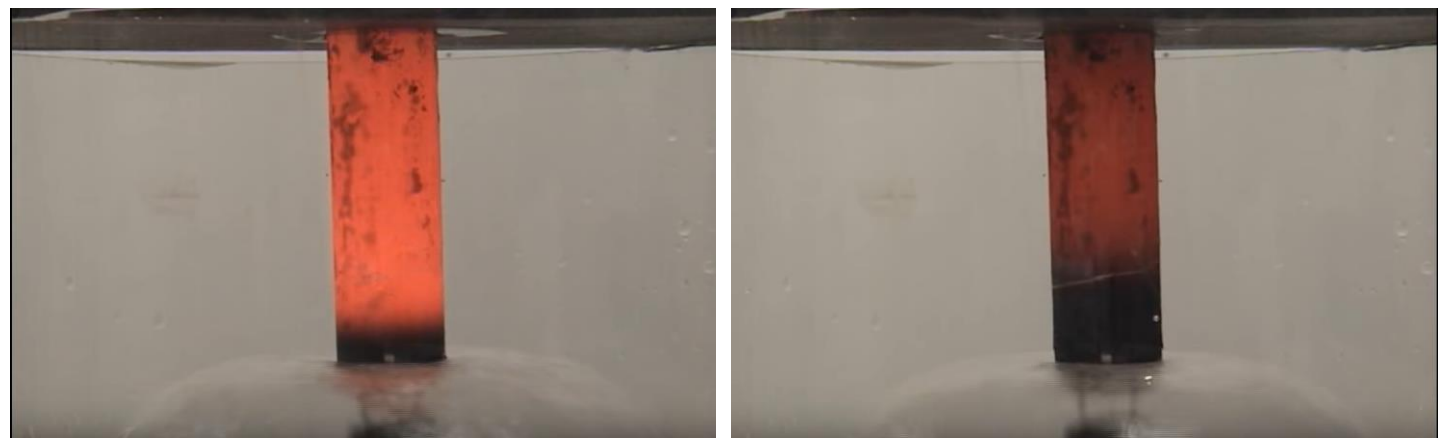
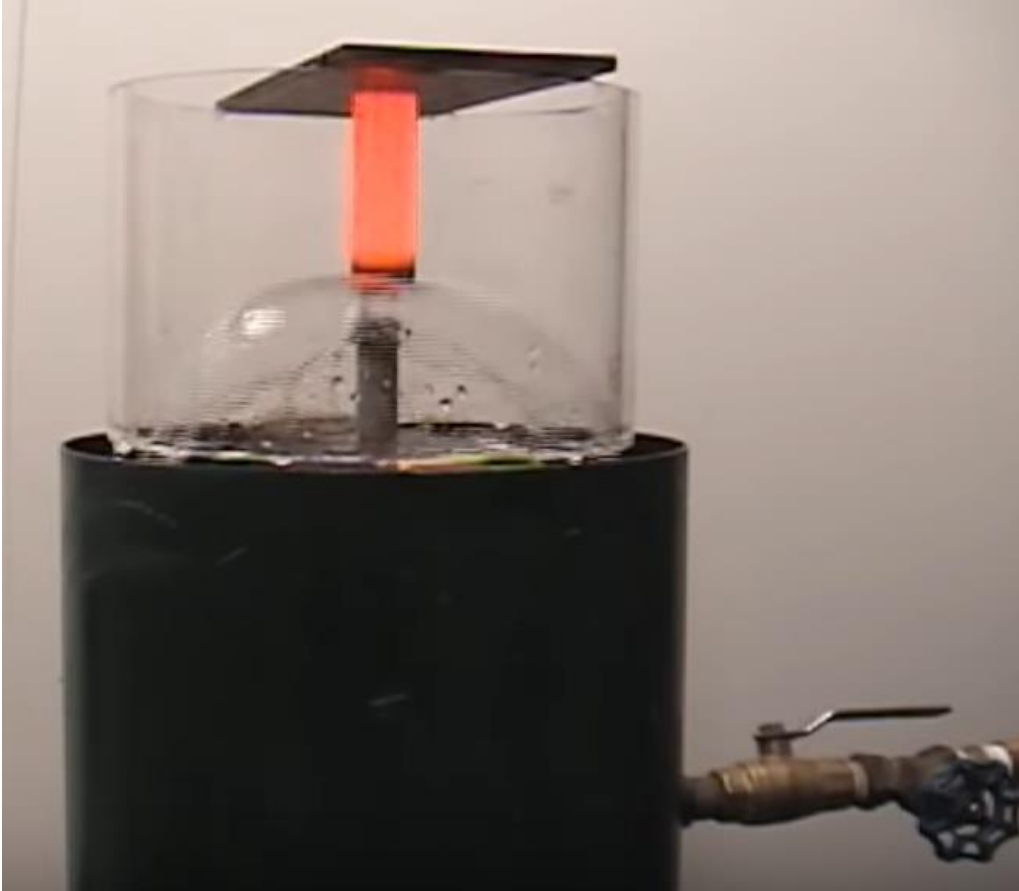
## 3. Alından Su Verme



Numunenin sağından solundan su ile temas etmemesi için önce numunenin su verme düzeneğine yerleştirilip sonra hızlı aç kapa vanasından standartlarda verilen miktarda oda sıcaklığındaki su ile en az 10 min alından su verilmesi sağlanmalıdır.

# Deneyin Aşamaları

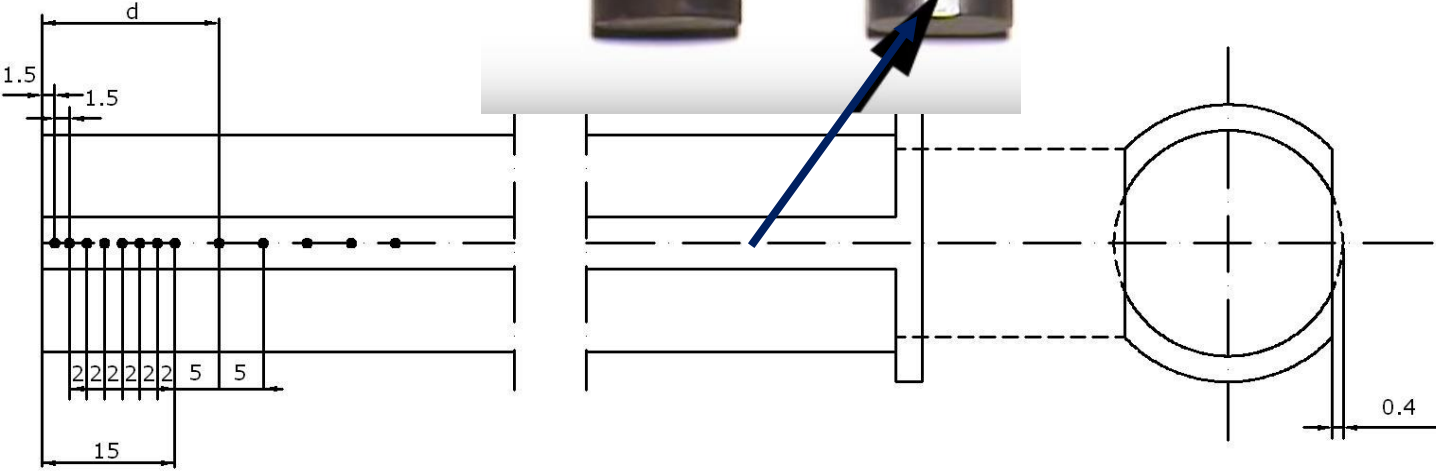
## 3. Alından Su Verme (devam)



Çeliğin başta karbon miktarı olmak üzere içerdiği alaşım elementlerinin türü ve miktarına bağlı olarak suyun ilk temas ettiği alından içeriye doğru farklı soğuma hızlarından dolayı farklı sertlikler ortaya çıkacaktır.

# Deneyin Aşamaları

## 4. Taşlama



Numunenin alından su verme sonrası önce alt ve üst yüzeyden 0,4 mm derinliğinde bir taşlama tezgahında taşlanması (freze ile yapılan işlem hatalı sonuçlara yol açabilir) ve sonrasında ise standartlarda verildiği üzere 1,5-3-5-7-9-11-13-15-20-25-30-35-40-45-50 mm mesafelerden işaretlenir

# Deneyin Aşamaları

## 5. Sertlik Ölçümü

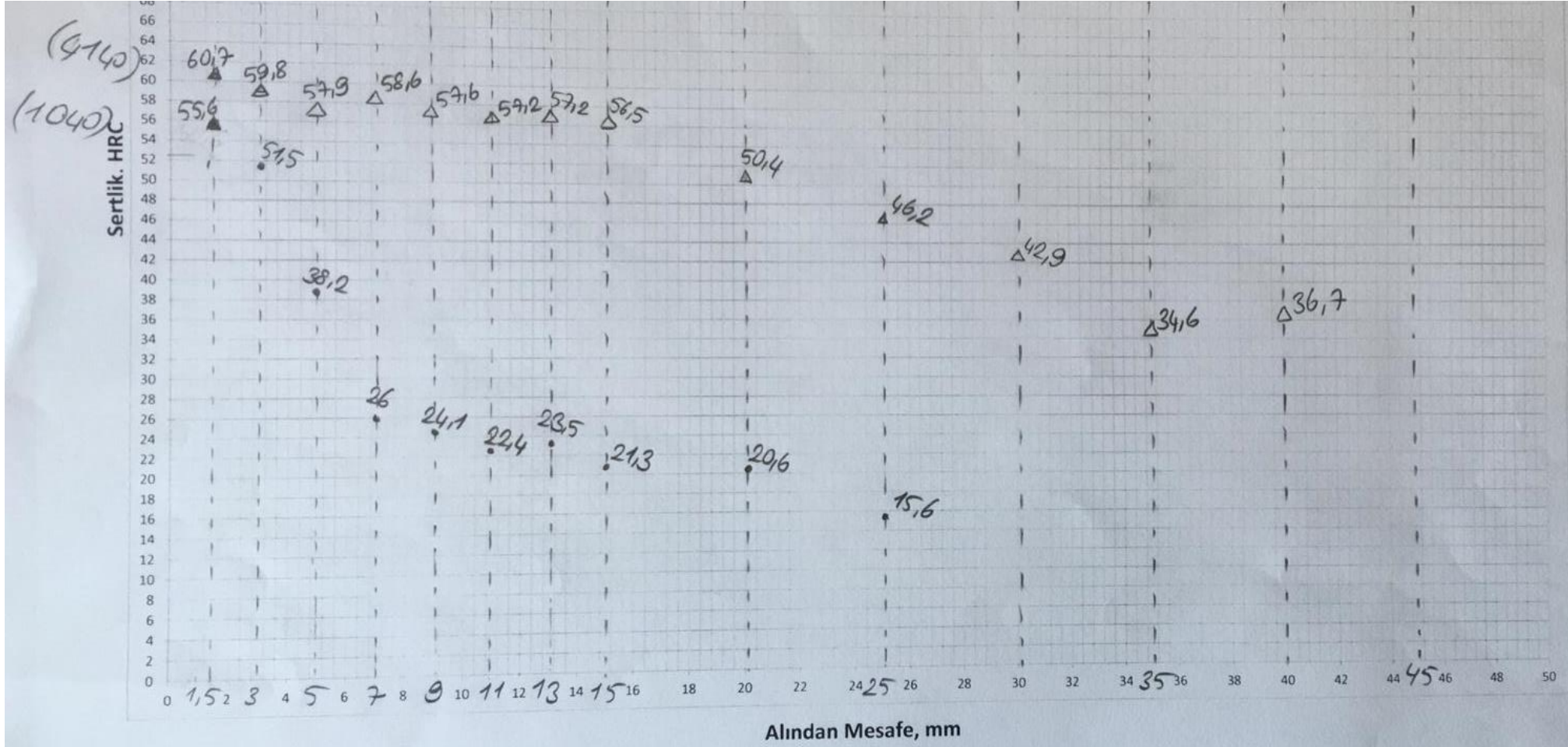


**Not:** Numunenin işaretlenen noktalarından sırasıyla Rockwell C (HRC) cinsinden sertliği ölçülür.

**Video Tavsiye:** <https://www.youtube.com/watch?v=qjsZVivfzcg>  
<https://www.youtube.com/watch?v=qW0aUbTWtVM&t=4s>

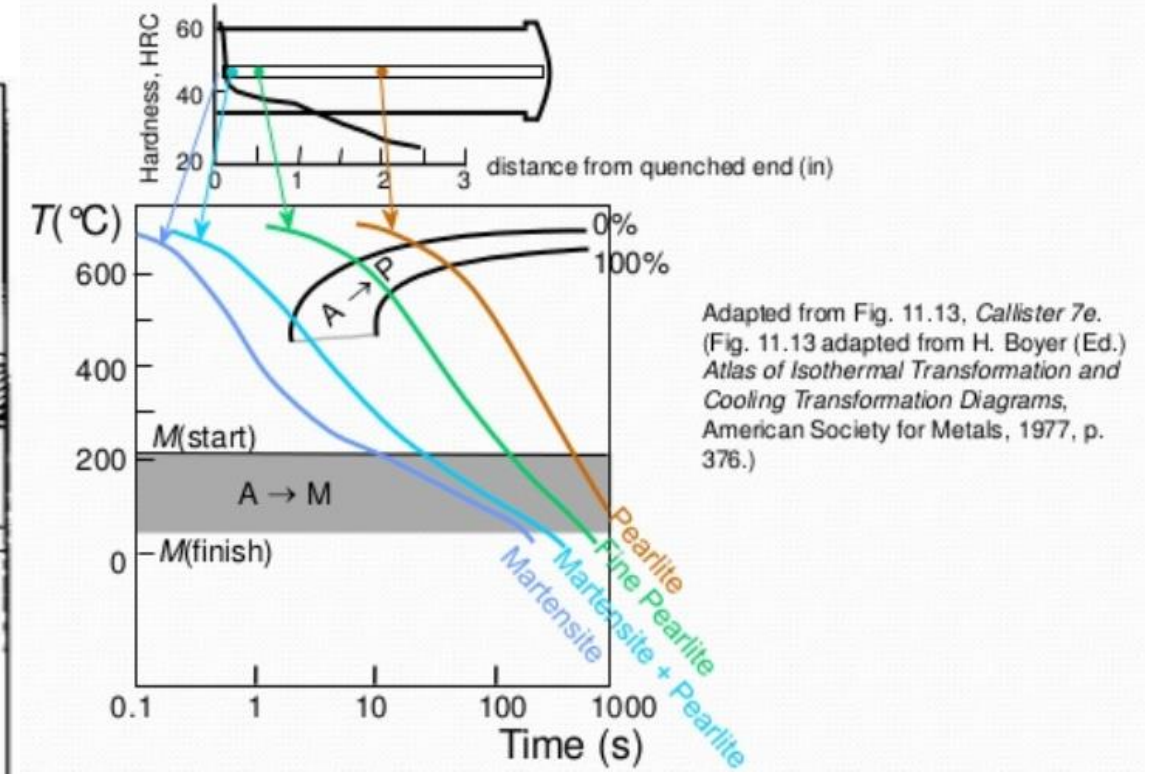
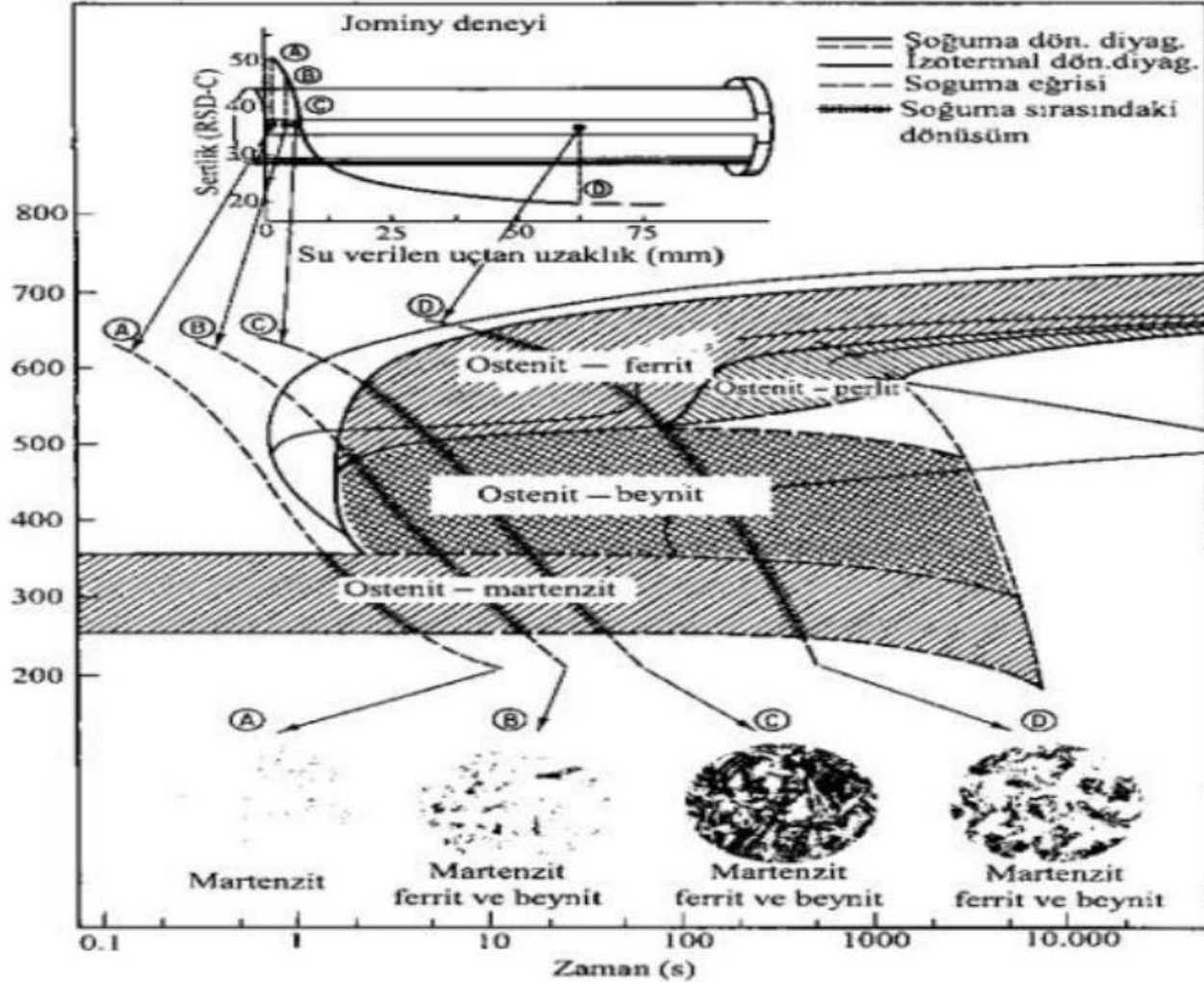
# Deneyin Aşamaları

## 6. Sertlik Ölçüm Sonuçlarını Grafiğe Aktarma



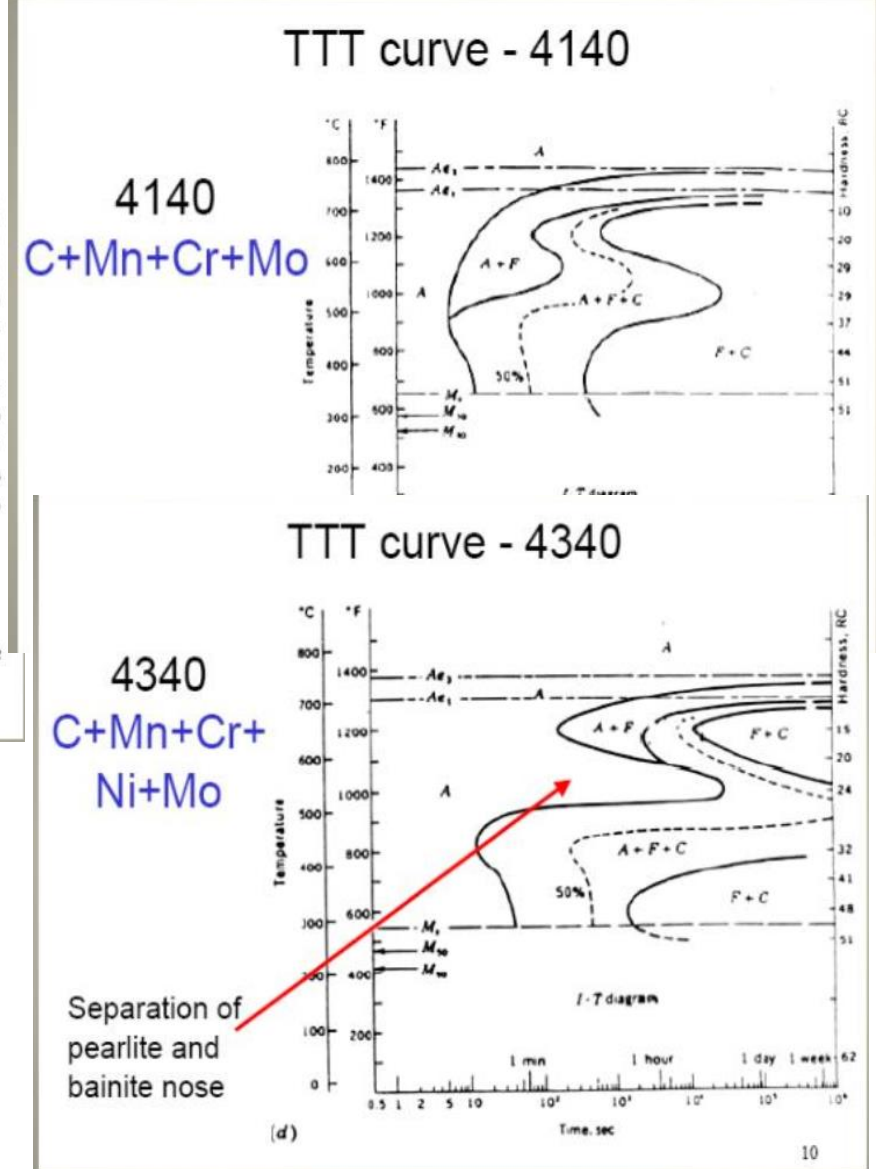
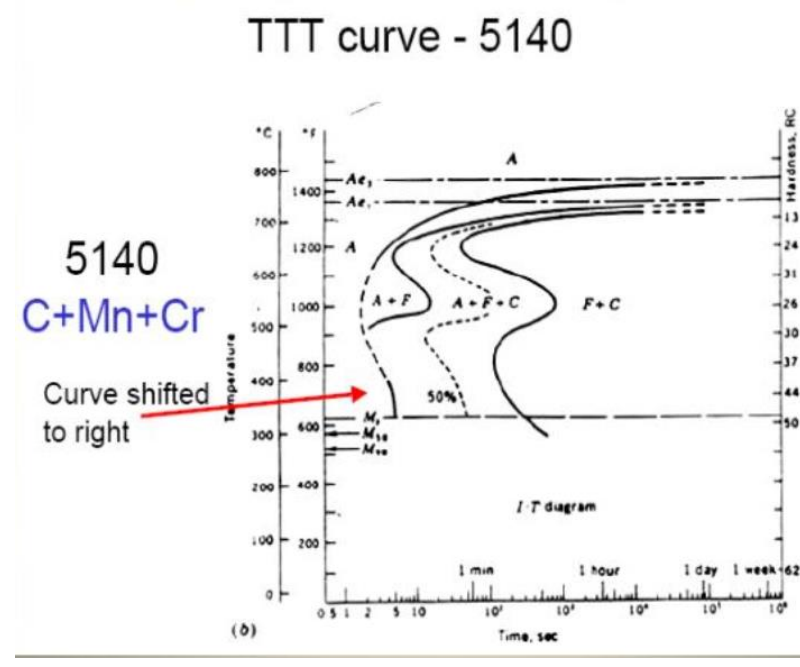
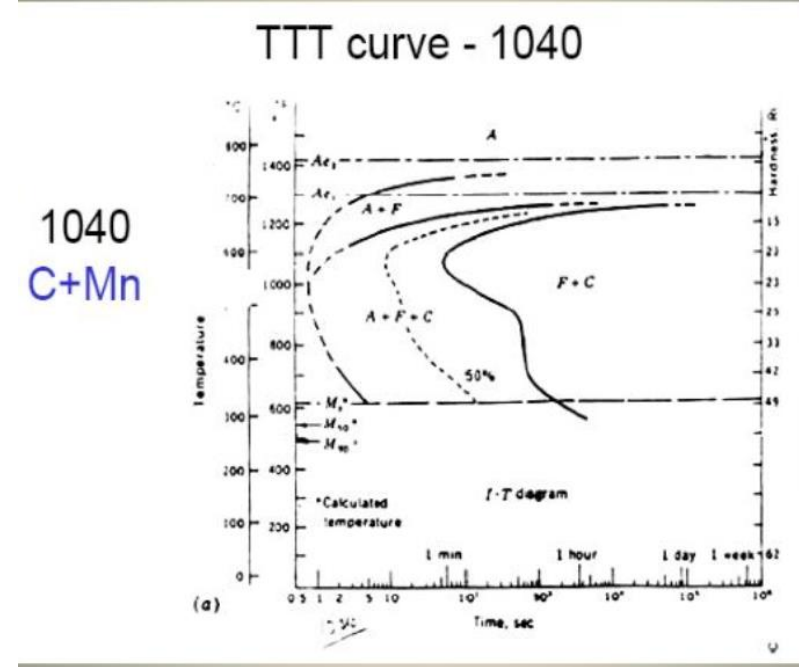
# DERİNLİĞİNE SERTLEŞME KABİLİYETİ

# Zaman Sıcaklık Dönüşüm Diyagramları – Alından Su Verme İlişkisi



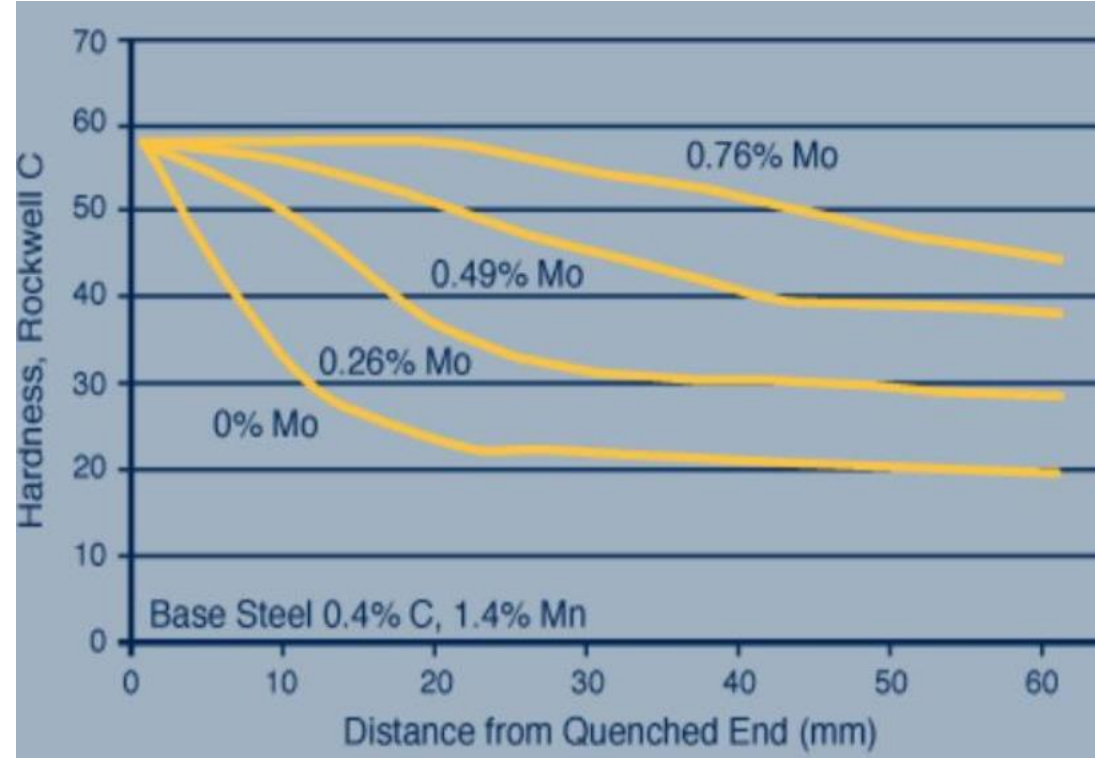
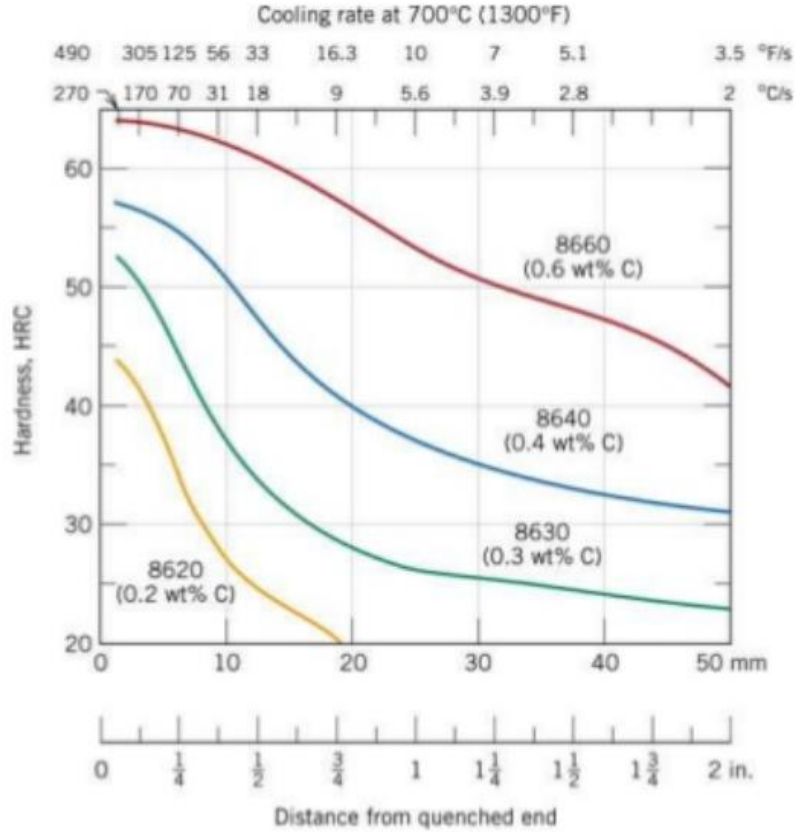
Alından su verince malzemenin alından farklı mesafelerinde farklı soğuma hızları ortaya çıkacak ve bunun sonucunda Fe-C denge diyagramında olmayan beynit, martenzit gibi yapıları da içeren Zaman Sıcaklık Dönüşüm (TTT) diyagramlarındaki iç yapılar ve bu iç yapılara bağlı sertlik değerleri ortaya çıkacaktır.

# Zaman Sıcaklık Dönüşüm Diyagramları – Alından Su Verme İlişkisi



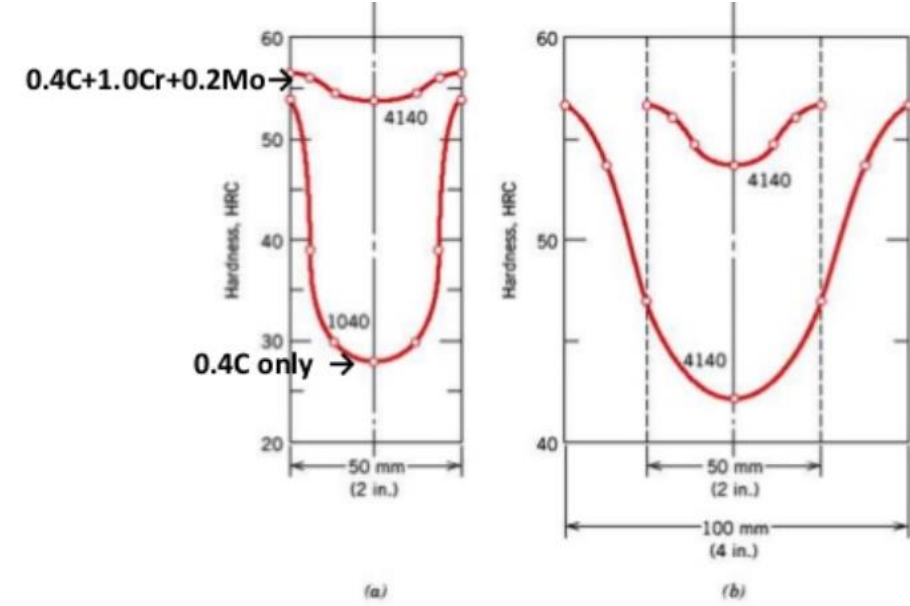
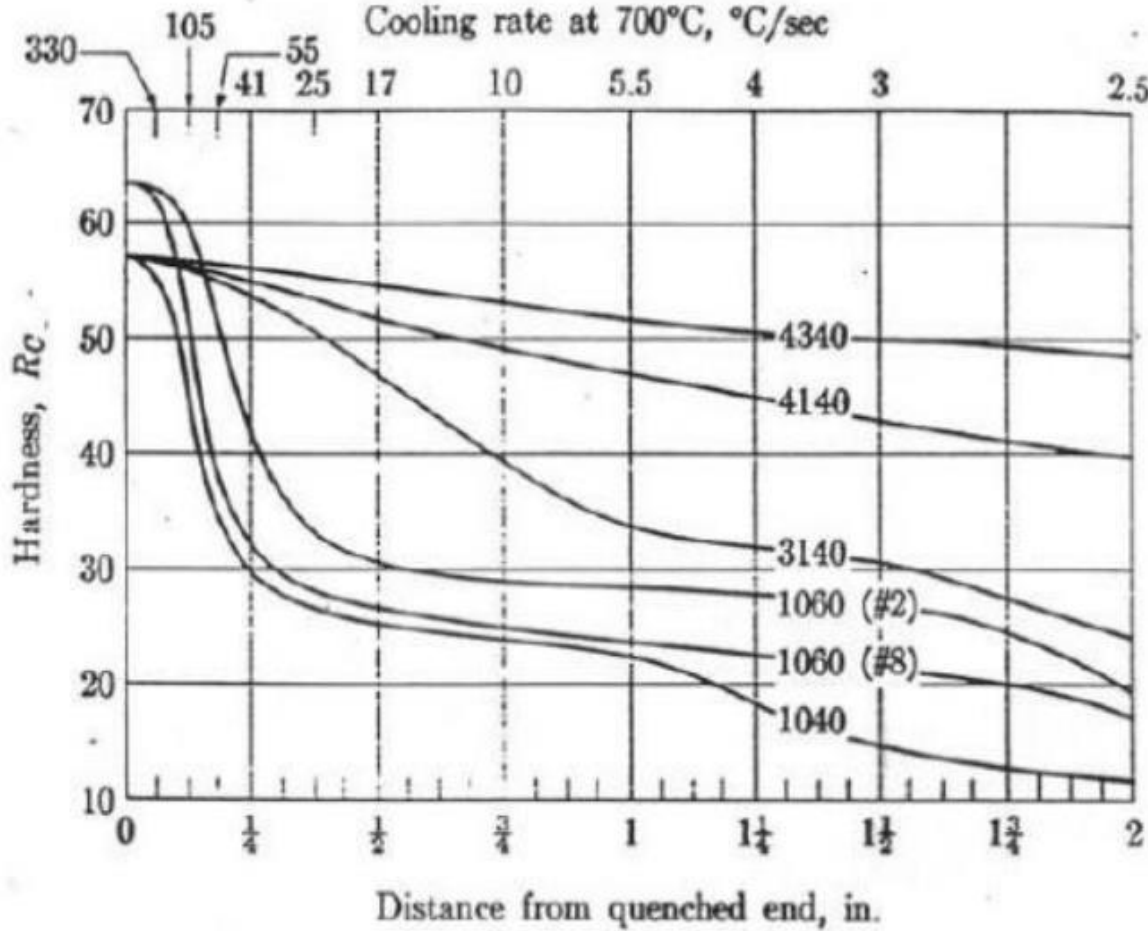
Aynı karbon oranına sahip dört farklı çeliğin C40 (AISI 1040), 41Cr4 (5140), 42CrMo4 (4140) ve 34CrNiMo6 (4340) zaman sıcaklık dönüşüm diyagramlarına bakıldığında alaşım elementlerinin artmasıyla dönüşüm eğrilerinin sağa doğru kaydığı görülmektedir. Bu durum alaşım elementi miktarının artmasıyla daha yavaş soğuma hızlarında bile çelik iç yapısında daha yüksek sertliklerde iç yapı elde edilebileceği, çeliğin daha derinliğine sertleşebileceği anlamına gelmektedir.

# Karbon ve Molibden Miktarının Derinliğine Sertleşebilirliğe Etkisi



Farklı Karbon ve Molibden oranlarının derinliğine sertleşmeye etkisine bakıldığında artan C ve Mo oranıyla derinliğine sertleşme kabiliyetinin arttığı görülmektedir.

# Farklı Çeliklerin Derinliğine Sertlik Sonuçları



Üstte solda bulunan kıyaslama da her ikisi de 50 mm çapına sahip 42CrMo4 ve C40 çeliğine yapılan alından su verme işleminde 42CrMo4'ün derinliğine sertleşme kabiliyetinin çok daha iyi olduğu görülmektedir. Üst sağda ise 50 ve 100 mm çaplarındaki 42CrMo4 çeliğine su verildiğinde derinliğine sertliğin oldukça düştüğü görülmektedir.

# 10083-2:2006'e göre C40 (AISI 1040) ve 42CrMo4 (AISI 4140) çelikleri için verilen Jominy Alından Su Verme Deney Sonuçları

| Steel designation |        | Symbol | Limits of range | Distance in mm from quenched end |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|--------|--------|-----------------|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Name              | Number |        |                 | Hardness in HRC                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                   |        |        |                 | 1                                | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 13 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| C40E              | 1.1186 | +H     | max.            | 60                               | 60 | 59 | 57 | 53 | 47 | 39 | 34 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | -  | -  | -  |
| C40R              | 1.1189 |        | min.            | 51                               | 46 | 35 | 27 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | -  | -  | -  | -  | -  | -  |

| Steel designation |        | Symbol | Limits of range | Distance in mm from quenched end |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|--------|--------|-----------------|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Name              | Number |        |                 | HRC Hardness                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                   |        |        |                 | 1,5                              | 3  | 5  | 7  | 9  | 11 | 13 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 42CrMo4           | 1.7225 | +HH    | max.            | 61                               | 61 | 61 | 60 | 60 | 59 | 59 | 58 | 56 | 53 | 51 | 48 | 47 | 46 | 45 |
|                   |        |        | min.            | 56                               | 56 | 55 | 54 | 52 | 48 | 46 | 44 | 41 | 39 | 38 | 36 | 36 | 35 | 34 |
| 42CrMoS4          | 1.7227 | +HL    | max.            | 58                               | 58 | 58 | 57 | 56 | 54 | 53 | 51 | 49 | 46 | 44 | 42 | 41 | 40 | 40 |
|                   |        |        | min.            | 53                               | 53 | 52 | 51 | 49 | 43 | 40 | 37 | 34 | 32 | 31 | 30 | 30 | 29 | 29 |