

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **METAL TEKNOLOJİSİ**

**ISIL YÜZEY SERTLEŞTİRME  
521MMI234**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

.....	i
AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ - 1 .....	3
1. ALEVLE YÜZEY SERTLEŞTİRME YAPMAK .....	3
1.1. Yüzey Sertleştirme .....	3
1.1.1. Yüzey Sertleştirmenin Endüstrideki Yeri ve Önemi .....	4
1.1.2. Yüzey Sertleştirme Yöntemleri .....	4
1.2. Malzemenin Kimyasal Bileşimini Değiştirmeden Yapılan Yüzey Sertleştirme .....	4
1.3. Alevle Yüzey Sertleştirme .....	5
UYGULAMA FAALİYETİ .....	10
UYGULAMA FAALİYETİ .....	13
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	15
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2 .....	17
2. ENDÜKSİYON AKIMI İLE YÜZEY SERTLEŞTİRME YAPMAK .....	17
2.1-Endüksiyon Akımı ile Yüzey Sertleştirme .....	17
2.1.1. İşlem Sırasında Kullanılan Elektrik Akımı Frekansı .....	18
2.2. Isıyı Yüzeğe Uygulama Prensipleri ve Süresi .....	18
2.1.3. Akımı Kesip Ekipmanı Yüzeyden Kaldırma ve Soğutma Sıvısı Uygulama .....	18
2.1.4. Endüksiyon Akımı İle Sertleştirme Uygulanan Metaller .....	19
2.1.5. Endüksiyon Akımı ile Sertleştirmenin Avantaj ve Dezavantajları .....	20
2.1.6. Endüksiyon Akımı ile Sertleştirme Yapma .....	20
UYGULAMA FAALİYETİ .....	22
UYGULAMA FAALİYETİ .....	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	27
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	29
CEVAP ANAHTARLARI .....	31
KAYNAKÇA .....	32
KAYNAKÇA .....	32

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>521MMI234</b>
<b>ALAN</b>	<b>Metal Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Isıl İşlem</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Isıl Yüzey Sertleştirme</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül çeliklere alevle, endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirme işlemleri yapma becerisi kazandıran öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/16
<b>ÖN KOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Çelik yüzeylerine bölgesel sertleştirme yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<p><b>Genel Amaç</b> Bu modül ile gerekli ortam ve ekipman sağlandığında standardına uygun olarak çeliklere alevle ve endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirme yapabileceksiniz.</p> <p><b>Amaçlar</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. TS 3089 standardını dikkate alarak çelik malzemelerin yüzeyine oksijen-gaz alevi ile östenitik dokuyu oluşturana kadar tavlama yapabilecek ve tavlama bölgesini hızlıca soğutup yüzeyi sertleştirilebileceksiniz.</li><li>2. TS 3089 standardını dikkate alarak yüzeyi sertleştirilecek çelik malzemenin yüzeyini endüksiyon ekipmanları ile ısıtarak/tavlayarak yüzeyde östenitik dokuyu oluşturabilecek ve sertleşmeyi sağlayacak ortamda soğutabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam:</b> Gerçek çalışma ortamı veya metal işleri atölyeleri</p> <p><b>Donanım:</b> Oksijen gaz postası, tavlama ve soğutma sistemi, endüksiyon akımı üretici, yüzeyi sertleştirilecek malzeme, temizleme araçları</p>
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## **Sevgili Öğrenci,**

Bildiğiniz gibi çelik, sanayinin en çok ihtiyaç duyduğu malzemedir. Üretimin ve sanayinin hemen hemen her alanında kullanılır.

Çelikler üretildikleri iç yapıları ile bir işte kullanılamaz. Çelik malzemelerin sertliği, kullanılacakları yere göre farklılık gösterir. Örneğin, bir otomobilin teker hareketini sağlayan milin sertliği ile bir trenin raylarının hareketini sağlayan milin sertliği farklıdır. Bu basit örnekten çelik malzemelerin kullanıldıkları yere göre sertliklerinin farklı olduğu açıkça anlaşılıyor.

Her şeyden önce bir işte kullanılacak çelik malzemenin sert bir yapıda, buna bağlı olarak da aşınmaya karşı dayanıklı olması istenir.

Sizler bu modül sonunda öncelikle çelik malzemelerin yüzeylerini alevle ve endüksiyon akımı ile sertleştirebileceksiniz. Bunun yanında çeliklerin iç yapıları ve çeliklerin kullanım yerlerine göre yüzey sertlikleri hakkında bilgi sahibi olacaksınız.

Bu edindiğiniz bilgi ve beceriler doğrultusunda sanayide, bu alan içerisinde rahatlıkla iş yapacak ve çalışma imkânı bulacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyet sonucunda uygun atölye ortamı sağlandığında TS 3089 standardını dikkate alarak çelik malzemelerin yüzeyine oksijen gaz alevi ile östenitik dokuyu oluşturana kadar tavlama yapabilecek ve tavlama bölgesini hızlıca soğutup yüzeyi sertleştirileceksiniz.

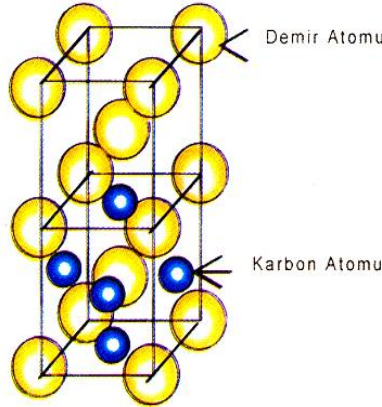
## ARAŞTIRMA

- Yüzey sertleştirmenin endüstrideki yeri ve önemini araştırarak rapor olarak hazırlayınız. Bu araştırmalarınızı sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
- Alevle yüzey sertleştirmede işlem basamaklarını araştırarak not ediniz.

## 1. ALEVLE YÜZEY SERTLEŞTİRME YAPMAK

### 1.1. Yüzey Sertleştirme

Daha önceki modüllerden çeliklere nasıl su verildiğini (sertleştirildiğini) ve sertleştirmede karbon miktarının önemini öğrenmiştiniz.



**Şekil 1.1: Sertleştirme sonucu demir ve karbon atomlarının durumu**

Çelik parçaların ezilme ve aşınma mukavemetlerini, takımların ise kesme güçlerini daha çok artırmak amacıyla sadece parçaların yüzeylerinde yapılan sertleştirme işlemidir. Yüzey sertleştirmede parçaların tamamı ısıtılmaz. Sadece sertleşmesi gereken yüzeyler (parçaların üst yüzeyleri) ısıtılır ve hemen arkasından iş parçası birden soğutulur. Bu

soğutma işlemi ile malzemenin kristal yapısındaki değişikliğin (atomlar) sabit kalması sağlanır. Yüzeysel sertleştirme işleminde parçaların iç yapıları korunmuş olur.

### 1.1.1. Yüzeysel Sertleştirmenin Endüstrideki Yeri ve Önemi

Yüzeysel sertleştirme endüstride çelik malzemelerin iç yapılarına dokunmadan, genellikle yüzeysel olarak aşınmaya veya zorlanmaya maruz kalan malzemelere ve diğer sertleştirme yöntemleri uygulandığında şekil bozulmaları oluşabilecek parçalara uygulanır.

Yüzeysel sertleştirme yöntemi ile içerisinde % 0,40 oranında karbon bulunan çelikler sertleştirilebilir.

Diğer yöntemlerle bu kadar düşük oranda karbonlu çelikleri sertleştirmek mümkün değildir. Bunun sebebi, ısıtma esnasında ısıtılan çelik içerisindeki karbonun bir miktarının yanarak yok olmasıdır.

### 1.1.2. Yüzeysel Sertleştirme Yöntemleri

Genel olarak yüzeysel sertleştirme iki ana gruba ve bu ana gruplar da kendi içerisinde değişik yöntemlere ayrılır. Yüzeysel sertleştirme yöntemleri aşağıdaki gibidir.

- **Malzemenin (Yüzeysel) Kimyasal Yapısını Değiştirmeden Yapılan Yüzeysel Sertleştirme İşlemi**
  - Alevle yüzeysel sertleştirme
  - Endüksiyon akımıyla yüzeysel sertleştirme
  
- **Malzemenin (Yüzeysel) Kimyasal Yapısını Değiştirerek Yapılan Yüzeysel Sertleştirme İşlemi**
  - Nitrürasyon
  - Sementasyon
    - Katı sementasyon
    - Sıvı sementasyon
    - Gaz sementasyon

Sizler bu modül ile sadece malzemenin (yüzeysel) kimyasal yapısını değiştirmeden yapılan yüzeysel sertleştirme işlemlerini öğreneceksiniz. Malzemenin (yüzeysel) kimyasal yapısını değiştirerek yapılan yüzeysel sertleştirme işlemlerini ise bir sonraki modül ile öğreneceksiniz.

## 1.2. Malzemenin Kimyasal Bileşimini Değiştirmeden Yapılan Yüzeysel Sertleştirme

Malzemelerin kimyasal bileşimini değiştirmeden yapılan yüzeysel sertleştirme işlemi, genellikle iç yapıların yumuşak kalması, dış yüzeylerin ise sert olması istenilen malzemeler için uygulanır. İç yüzeyin yumuşaklığı nedeni ile basma dayanımlarına karşı etkili olabilecek



makine elemanları bu yöntemle sertleştirilir. Bu yöntem, malzemelerin belli sıcaklıklara kadar ısıtılıp hemen ardından uygun soğutucu ile soğutulması prensibine dayanır.

Malzemelerin kimyasal bileşimini değiştirmeden yapılan yüzey sertleştirme iki yöntemle yapılmaktadır. Bunlar;

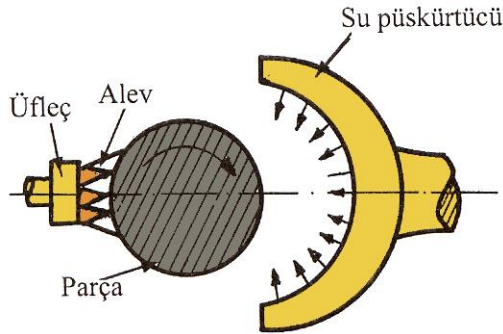
- Alevle yüzey sertleştirme,
- Endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirme yöntemleridir.



**Resim 1.1: Yüzey sertleştirme işlemi yapılmış dişi**

### 1.3. Alevle Yüzey Sertleştirme

Alevle yüzey sertleştirme, gaz üfleçleri yardımı ile sertleştirilmesi istenilen yüzeyin ısıtılması ve uygun soğutma ortamlarında ani soğutulması işlemidir.



**Şekil 1.2: Alevle yüzey sertleştirmenin prensibi**

Burada yanıcı gaz olarak çoğu kez asetilen ve likit petrol gazı (LPG), bunların yanında hava gazı, doğal gaz, metan ve propan gibi gazlar kullanılır. Yakıcı gaz olarak en yaygın olarak oksijen gazı kullanılır. Yakıcı gaz oksijen ve yanıcı gazlardan birinin beraber kullanılarak elde edilen alev üfleç aracılığı ile malzeme yüzeyine tatbik edilerek ısıtma işlemi sağlanır. Soğutma işlemi ise genellikle su, suyun yanı sıra tuz çözeltisi ve hava kullanılarak yapılır.

Isıtma ve soğutma işlemleri yüzey sertleştirme yapılacak çelik malzemenin ebatlarına ve kimyasal özelliklerine göre farklılık gösterir.

### 1.3.1. İşlem Sırasında Kullanılan Makinenin Özellikleri

Yüzey sertleştirmede kullanılan ısı sağlayıcı makineler, çalışma prensibi açısından oksii-asetilen kaynağında kullanılan sistemle aynı özelliğe sahiptir. Yüzey sertleştirme işleminde bu iş için geliştirilmiş üfleçler (özel sertleştirme otomatları) kullanılır. Yani üfleçlerin ortaya çıkardıkları ısı, iş parçasının çok kısa süre içinde tavlmasını sağlamalıdır. Soğutma aparatı ısıtma üfleci ile yan yana hareket eder. Bir taraftan ısıtma sağlanırken hemen ardından soğutma işlemi yapılır.

### 1.3.2. Parça Kalınlığına Göre Alev Ayarı

Alevle sertleştirme işleminde ihtiyaç duyulan ısı oksii-asetilen alevinden sağlandığı gibi alev başka bir cihaz yardımıyla da elde edilebilir.

Parça yüzeyine uygulanan alev parça kalınlığına göre uygun olmalıdır. İnce kesitli parçalara uygulanacak alev, kalın kesitli parçalara uygulanacak alevle göre daha az olmalıdır. Sertleşme derinliği, üfleç alevine ve parçanın kalınlığına bağlı olarak değişir. Uygulanan üfleç alevine göre parça kalınlığı düşükse ısıtılan malzemenin çekirdeğinde ısınma meydana gelebileceğinden sertleşme derinliği daha büyük olur. Buna göre parça kalınlığı yaklaşık sertleşme derinliğinin en az 4 katı olmalıdır.



**Resim 1.2: Parçaya göre alevin ayarlanarak ısıtılması**

### 1.3.3. Alevi Yüzeye Uygulama Mesafesi

Alev, sertleştirilecek malzeme yüzeyine uygun mesafede uygulanmalıdır. Malzeme kalınlığı da alevin uygulanma mesafesini değiştirir. Örneğin, kalın kesitli bir malzemeye alev

uzun mesafede tatbik edilirse malzeme yüzeyi tam anlamıyla tavlalmaz. Farklı bir şekilde, çok ince kesitli bir malzemeye alev, gereğinden yakın tutularak tatbik edilirse aşırı tavlama meydana gelecektir. Bu sebeple alev parça kalınlığına ve malzeme özelliğine göre normal mesafede yüzeye tatbik edilmelidir. Sertleştirilecek malzemenin yüzeyinde homojen bir (bütün yüzeyde aynı oranda) tavlama sağlamak için alev, malzemenin bütün yüzeyine aynı mesafe ve oranda tatbik edilmelidir.

Elle çalıştırılan aletlerle yapılan ısıtmada, parçaların aşırı ısınmasını önlemek için beceri ve deneyim gerekir. Alevle sertleştirmede alev yüzeye hareketsiz, ileri hareketli, dönme hareketli ve dönme-ileri hareketli olmak üzere dört değişik yöntemle yapılabilir.

Hareketsiz yöntemde parça ve üfleç hareketsizdir. Bu yöntem vana sistemi ve açıktağızlı anahtarlar gibi küçük parçaların bazı noktalarının sertleştirilmesinde kullanılır.

Hareketli yöntemde, oksii-asetilen üfleci hareketli, parça hareketsizdir. Üfleç, hareketsiz parçanın üzerinde hareket eder. Bu yöntem, torna tezgâhı parçaları gibi büyük parçaların yüzeylerinin sertleştirilmesinde uygulanır. Ayrıca büyük dişli çarkların dişlerinin sertleştirilmesinde de kullanılabilir. Dönme hareketli yöntemde, oksii-asetilen üfleci hareketsiz olup parça döndürülür. Bu yöntem, hassas dişliler, kasnak ve makara gibi dairesel kesitli parçalara uygulanır (Resim 1.5).

Dönme-ileri hareketli yöntemde hem üfleç hem parça hareketlidir. Üfleç dönen parçanın üzerinde hareket eder. Bu yöntemle mil ve merdane gibi uzun silindirik parçaların yüzeylerinin yüzey sertliği yapılır.



**Resim 1.3: Alevi yüzeye uygulama mesafesi ayarlanarak yapılan ısıtma işlemi**

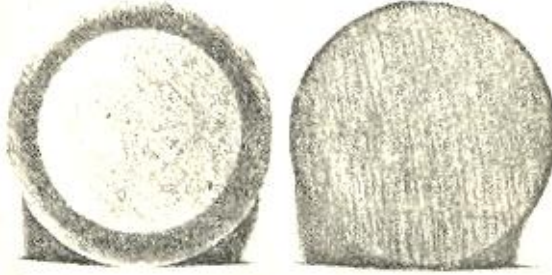
#### **1.3.4. Tavlama ve İlerleme Hızı**

Bu işlem için en önemli şey iş parçasının üfleç ile tavlanaabilecek bir biçimde olmasıdır. Parça yüzeyine uygulanacak tav dereceleri iş parçasının yapısına göre farklılıklar gösterir. Dolayısıyla sıcaklık ayarlanırken sertleştirilmesi istenilen gerecin kimyasal yapısı bilinmelidir.

Alev ile sertleştirmede üflecin oluşturduğu sıcaklık direkt olarak malzemenin üst yüzeyini ısıtır. Uygulamalarda elde edilen sıcaklık 3000 °C'ye kadar çıkar. Bu da malzemelerin kısa sürede tavlanamasına neden olur. Tavlama her zaman dönüşüm sıcaklığı

olan 723<sup>0</sup>C'nin üzerinde olmalıdır. Çünkü bu sıcaklığın altındaki tavlama derecelerinde sertleşme oluşmaz.

Alevin ilerleme hızı parça kalınlığına ve elde edilen alevin şiddetine bağlı olarak değişir. Örneğin, sertleştirme yapılacak bir iş parçası için hazırlanan alev gereğinden daha hızlı bir şekilde yüzeye tatbik edilirse malzeme yüzeyinde normal ısınma (tavlama) oluşmayacağından soğutma esnasında istenilen sertleşmenin oluşması mümkün olmayabilir.



**Resim 1.4: İlerleme hızına bağlı olarak tavllanmış millerdeki sertleşme tabakaları**

Eğer malzemeye uygulanan alevin ilerleme hızı, malzeme kalınlığına göre gereğinden çok düşük olursa malzemenin iç yapısında doğrudan ısınma olacaktır. Soğutma esnasında bu iç yapılarda da sertleşme meydana gelir. Hâlbuki daha önce de anlatıldığı gibi yüzey sertleştirmede amaç, malzeme iç yapısının aynı özellikte tutulup sadece yüzeyinin sertleştirilmesidir. Ani soğutma ile ulaşılabilecek sertleşme derinliği 3 ile 6 mm arasında bir değerde oluşabilir. Bu oranın daha düşük olması, üfleç hızına ve üfleçle gereç arasında bırakılacak mesafeye bağlıdır.

### **1.3.5. Alevle Yüzey Sertleştirme Uygulanan Metaller**

Alevle yüzey sertleştirme uygulanan metalleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- Genellikle içerisinde % 0,40 ile 0,80 oranında karbon bulunan çelikler
- Fırınlarda ve ocaklarda yüzey sertleştirmesi mümkün olmayan malzemeler
- Krom-nikelli ve krom-molibdenli gibi katı çelikler
- Bileşiminde, bileşik karbon oranı % 0,50'den aşağı olmayan kır dökümler
- Yüksek mukavemetli ıslah çeliklerine ait malzemeler

### **1.3.6. Alevle Yüzey Sertleştirmenin Avantaj ve Dezavantajları**

Alevle yüzey sertleştirmenin avantaj ve dezavantajlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- **Avantajları**
  - Büyük ölçekli parçalara rahatlıkla uygulanabilir.
  - Belirli şartlar altında oldukça ekonomiktir.
  - İşlem sonrası malzeme yüzeyinde karıncalanmalar (pürüzlülük) oluşmaz.
  - İşlem uygulanan malzemenin çekirdek ve kimyasal yapısı korunmuş olur.
  - Malzemede çarpılma ve yamulmalar çok az olur.

➤ **Dezavantajları**

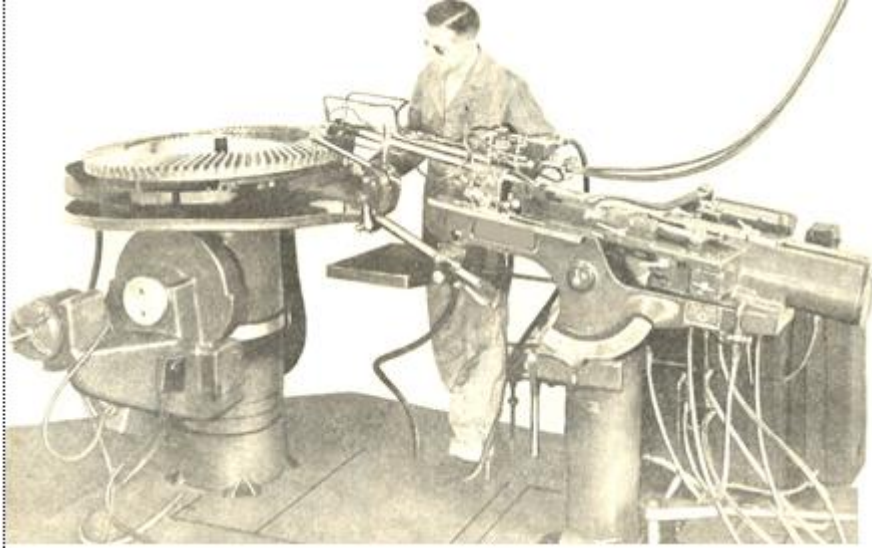
- Çok sayıda parçalara uygulanırsa (seri iş) pahalı bir yöntemdir.
- Yüksek karbonlu ve kaba kesitli çelik malzemelere yüzeyde çatlama oluşabileceğinden uygulanmaz.
- Bazı parçalarda bütün yüzeyi homojen olarak tavlama güç olabilir.

### 1.3.7. Alevle Yüzey Sertleştirme Yapma

Alevle yüzey sertleştirme işleminde öncelikle çelik gereç, iç yapı özelliğine ve ebatlarına göre uygun ısıtma araçları ve sıcaklık altında tavlama. Tavlamanın hemen ardından ani olarak uygun soğutma işlemi yapılır.

Malzemenin alevle sertleştirilmesinden sonra parça 150 °C - 200 °C arasında ısıtılıp havada soğutulmak sureti ile gerilmeler giderilerek işlem tamamlanır.

Uygulama faaliyetinde alevle yüzey sertleştirme yapma detaylı olarak anlatılmıştır.



**Resim 1.5: Büyük bir dişlinin alevle sertleştirme makinesinde sertleştirilmesi**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Alevle yüzey sertleştirme işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

Öncelikle çalışmaya başlamadan önce iş önlüğü giyiniz, eldiven ve gözlük takınız (Resim 1.7).



**Resim 1.6: Parça kalınlığına uygun alevi malzeme yüzeyine doğru bir şekilde uygulama**

- Üfleci yakarak parça kalınlığına göre nötr alev ayarınız.
- Yaklaşık 3000 °C ısı verebilen oksijen gaz alevini malzeme yüzeyine doğru bir şekilde uygulayınız.



**Resim 1.7: İş güvenliği tedbirlerini alarak çalışma**

- Çalışma esnasında dikkatli olunuz. Yanmalara karşı tedbirlerinizi önceden alınız.
- Malzeme yüzeyini yaklaşık olarak 723-877 °C arasında tavlayınız (Resim 1.8).



**Resim 1.8: Malzeme yüzeyini tavlama**

NOT: Malzemenin yaklaşık olarak ısınma dereceleri renginden anlaşılır. Bu konuyu daha önce gördüğünüz ısıl işlemler modülünden öğrenebilirsiniz.

- Malzeme yüzeyi sertleşme sıcaklığına geldiğinde yüzeye hemen soğutma sıvısı püskürtünüz.

NOT: Su püskürtmeli düzeneklerinin bulunma imkânı olmayan durumlarda sertleştirme işlemi, tavlanan parçanın su ortamına yavaş yavaş daldırılması yöntemi ile de yapılabilir.



**Resim 1.9: Isıtılan yüzeye su uygulanarak sertleştirme işleminin gerçekleştirilmesi**

- Yüzey sertliğini kontrol ediniz (Resim 1.10).

Bu işlem için önceki modüllerde öğrendiğiniz (sertlik ölçme yöntemleri uygulamaları vb.) bilgileri tekrarlayabilirsiniz.



**Resim 1.10: Yüzeyi sertleştirilmiş malzemenin sertliğinin kontrol edilmesi**

- Çalışmalarınızda emniyet tedbirlerini alınız.
- Mesleğinizle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.

- **Uyarı:** Parçaya sertleştirme işlemi uygulandıktan sonra iç gerginliklerin giderilmesi için parçayı 150 °C-200 °C arasında ısıtıp havada soğutmayı unutmayınız.



**Resim 1.11: Alevle yüzey sertleştirme işlemi görmüş parça**



## UYGULAMA FAALİYETİ

Yüzey sertleştirme yöntemi ile içerisinde % 0,40 oranında karbon bulunan bir çelik malzemeye yüzey sertleştirme işlemi uygulayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Üfleci yakarak parça kalınlığına göre nötr alev ayarı yapınız.</li><li>➤ Yaklaşık 3000 °C ısı verebilen oksijen gaz alevini malzeme yüzeyine doğru bir şekilde uygulayınız.</li><li>➤ Malzeme yüzeyini yaklaşık olarak 723-877 °C arasında tavlamanız.</li><li>➤ Malzeme yüzeyi ostenit sıcaklığına geldiğinde yüzeye hemen soğutma sıvısı püskürtünüz.</li><li>➤ Yüzey sertliğini kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygulamada bütün emniyet tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Çalışmalarınızda iş önlüğü, gözlük ve eldiven kullanınız.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Üfleci yakarak parça kalınlığına göre nötr alev ayarı yaptınız mı?		
2. Yaklaşık 3000 °C ısı verebilen oksijen gaz alevini malzeme yüzeyine doğru bir şekilde uyguladınız mı?		
3. Malzeme yüzeyini yaklaşık olarak 723-877 °C arasında tavladınız mı?		
4. Malzeme yüzeyi ostenizasyon sıcaklığına geldiğinde yüzeye hemen soğutma sıvısı püskürttünüz mü?		
5. Yüzey sertliğini kontrol ettiniz mi?		
6. Çalışmalarınızda iş önlüğü, gözlük ve eldiven kullandınız mı?		
7. Uygulamada bütün emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
8. Yanmalara karşı tedbirlerinizi aldınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- Aşağıdakilerden hangisi malzemenin iç yapısını değiştirmeden yüzey sertleştirmeyi en doğru şekilde ifade eder?
  - Malzemenin bütün yapısını ısıtarak ardından soğutma ile yapılan ısıl işlemdir.
  - İç yapıya dokunmadan malzemenin sadece dış yüzeyini sertleştirmek için yapılan işlemdir.
  - Malzemenin kimyasal ve fiziksel bileşimini değiştirerek yapılan işlemdir.
  - Malzemeye sünek bir yapı kazandırmak amacıyla yapılan işlemdir.
- Aşağıdakilerden hangisi malzemenin iç yapısını değiştirmeden yapılan yüzey sertleştirme yöntemlerinden biridir?
  - Nitrürasyon yöntemi ile yüzey sertleştirme
  - Sementasyon ile yüzey sertleştirme
  - Yakarak yüzey sertleştirme
  - Alevle yüzey sertleştirme
- Aşağıdakilerden hangisi alevle yüzey sertleştirmeyi en doğru bir şekilde ifade eder?
  - Gaz üfleçleri yardımı ile malzemenin ısıtılıp ardından hemen soğutulması işlemidir.
  - Malzeme yüzeyine toz tatbik edilerek yapılan işlemdir.
  - Malzeme yüzeyini basınçlı gaz altında tutarak yapılan işlemdir.
  - Hiçbiri
- Aşağıdakilerden hangisi alevle yüzey sertleştirme işleminde kullanılan yanıcı gazlardan biri değildir?
  - Oksijen
  - Asetilen
  - LPG
  - Doğal gaz
- Malzeme kalınlığına göre uygulanan alevle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
  - İnce kesitli parçalara, kalın kesitli parçalara göre daha düşük alev kullanılır.
  - Sertleşme derinliği üfleç alevi ve parça kalınlığına bağlı olarak değişir.
  - Malzeme çekirdeğine kadar yapılan ısıtımlarda çok ince yapıda (yüzeysel) sertleşme elde edilir.
  - Parça kalınlığı yaklaşık sertleşme derinliğinin 4 katı olmalıdır.
- Alevle yüzey sertleştirme işleminde, alevi yüzeye uygulama mesafesi olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
  - Alev, yüzeye uygun mesafeden uygulanmalıdır.
  - Çok ince kesitli parçaya alev gereğinden fazla tutulmamalıdır.
  - Malzemenin bütün yüzeyinde alev homojen bir şekilde uygulanmalıdır.

- D) Yüzeye tatbik edilecek alev sadece malzemenin kimyasal yapısına bakılarak ayarlanmalıdır.
7. Alevle yüzey sertleştirme yaparken tavlama esnasında aşağıdaki işlemlerden hangisinin yapılması, sertleşmenin meydana gelmemesine sebep olur?
- A) Malzeme yapısına ve kalınlığına uygun alev ile tavlama yapılması  
B) Tavlama alev yüksekliğinin malzeme yapısına ve kalınlığına uygun ayarlanması  
C) Tavlamanın dönüşüm sıcaklığı olan  $723^{\circ}\text{C}$ 'nin altında yapılması  
D) Alevin ilerleme hızının, parça kalınlığına ve elde edilen alev şiddetine bağlı olarak uygulanması
8. Alevle yüzey sertleştirme uygulanan metaller aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) Genellikle içerisinde % 0,2'den düşük karbon bulunduran malzemelere uygulanır.  
B) Genellikle içerisinde % 0,40 ile 0,80 oranında karbon bulunduran çeliklere uygulanır.  
C) İçerisinde % 1,7 ile 3,00 oranında karbon bulunduran çeliklere uygulanır.  
D) Sadece fırında ve ocakta sertleşebilen krom-nikelli çeliklere uygulanır.
9. Aşağıdakilerden hangisi alevle yüzey sertleştirmenin avantajlarından biri değildir?
- A) Büyük ölçekli parçalara rahatlıkla uygulanır.  
B) Her işlem sonrasında malzeme yüzeyinde çatlaklar meydana gelir.  
C) Belli şartlar altında oldukça ekonomiktir.  
D) Malzemenin kimyasal yapısı mümkün olduğunca korunmuş olur.
10. Aşağıdakilerden hangisi alevle yüzey sertleştirmenin dezavantajlarından biri değildir?
- A) Fazla sayıda işlerde pahalı bir yöntemdir.  
B) Yüksek karbonlu ve kaba kesitli parçalara uygulanmaz.  
C) Bazı parçalarda bütün yüzeyi homojen olarak tavlama güç olabilir.  
D) Homojen tavlama parçaların yüzeyinde sertlik oluşumu güçleşir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bu faaliyet sonucunda uygun atölye ortamı sağlandığında TS 3089 standardını dikkate alarak yüzeyi sertleştirilecek çelik malzemenin yüzeyini endüksiyon ekipmanları ile ısıtıp/tavlayıp yüzeyde östenitik dokuyu oluşturabilecek ve sertleşmeyi sağlayacak ortamda soğutma yapabileceksiniz.

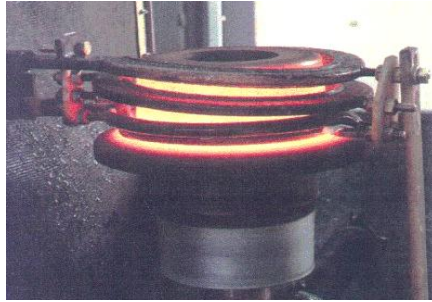
## ARAŞTIRMA

- Endüksiyonla yüzey sertleştirmenin uygulama alanlarını araştırıp edindiğiniz bilgilerden rapor hazırlayınız. Bu araştırmalarınızı sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
- Endüksiyonla yüzey sertleştirmede işlem basamaklarını araştırarak not ediniz.

## 2. ENDÜKSİYON AKIMI İLE YÜZEY SERTLEŞTİRME YAPMAK

### 2.1-Endüksiyon Akımı ile Yüzey Sertleştirme

Elektrik akımından yararlanarak parçaların ısıtılıp ani olarak soğutulması endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirme işlemi olarak adlandırılır. Bu yöntemin, alevle yapılan yüzey sertleştirmeye göre farkı, ısının elektrik enerjisinin dönüşümü ile parça yüzeyine tatbik edilmesidir.



Resim 2.1: Elektrik akımı frekansı ile parça yüzeyinin ısıtılması

### 2.1.1. İşlem Sırasında Kullanılan Elektrik Akımı Frekansı

Elektrik akımı yüksek frekans üretebilen devreden alınan alternatif akım yük sargısı (bobin) ile malzeme yüzeyi ısıtılır.

Genel olarak uygulamalarda seçilen frekans 10.000-500.000 Hz değerleri arasındadır. Parça yüzeyine uygulanan frekans ve buna bağlı olarak sertleşme derinliği aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Frekans (Hz)	Elektrik enerjisinin girme derinliği (mm)	Sertleşme derinliği mm
1.000	1,50	4,60-8,90
3.000	0,90	3,80-5,10
10.000	0,50	2,50-3,80
120.000	0,15	1,50-2,50
500.000	0,08	1,0-2,0
1.000.000	0,05	0,25-0,75

Tablo 2.1: Parça yüzeyine uygulanan frekans ve buna bağlı olarak sertleşme derinlikleri

### 2.2. Isıyı Yüze Uygulama Prensibi ve Süresi

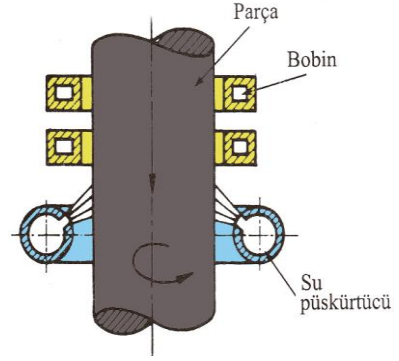
Endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirme işleminde alternatif akım yük sargısı, ısıtılacak yüzeyi sıkıca sarar. İşlem yapılacak parçayı saran bobinlerin içerisinden yüksek frekanslı alternatif akım geçirilerek yüksek frekanslı bir manyetik alan elde edilir. Oluşan yüksek frekanslı akımlar metalin yüzeyinde hareket eder. Metalin bu akımlara karşı gösterdiği direnç nedeniyle parça yüzeyi ısınır.

Burada elektrik direkt olarak parçaya verilmez. Parçayı saran yük sargısına (bobine) verilir. Bu sayede indüksiyon yolu ile parçanın yüzeyinde elektrik akımı meydana gelir ve yüzey birkaç saniye içerisinde sertleştirme (su verme) sıcaklığına ulaşır. Isınmanın bu birkaç saniyeden fazla tutulması, parçanın iç yapısının da ısınmasına sebebiyet verir. Bu sebeple ısıtma süresi iyi ayarlanmalıdır. Herhangi bir frekansta, ısıtma süresi parçaya göre uzatılarak sertleşme derinliği artırılabilir.

### 2.1.3. Akımı Kesip Ekipmanı Yüzeyden Kaldırma ve Soğutma Sıvısı Uygulama

Endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirme, genellikle bu işlem için üretilmiş makineler aracılığı ile yapılmaktadır. Günümüzde kullanılan yeni teknolojik makinelerin çoğu parçayı aniden ısıtıp parçayı çıkarmadan aynı anda ani olarak ısınan yüzeye soğutma sıvısı uyguluyor. Bu sayede sertleştirme işlemi gerçekleştiriliyor. Bunun yanında ısınan parça yerinden çıkarılarak da soğutma işlemine tabi tutulabiliyor.

Endüksiyonla ısıtmadan sonra, ani soğutma genellikle su ile yapılır. Gerilmeleri ve çatlamaları engellemek için 50-60 °C sıcaklığında su, tuz ya da yağ banyosu kullanılabilir.



**Resim 2.2: Isıyı yüzeye uygulama prensibi**



**Resim 2.3: Soğutma sıvısı uygulama şekilleri**

#### **2.1.4. Endüksiyon Akımı İle Sertleştirme Uygulanan Metaller**

İçerisinde % 0,35 ile 0,60 oranında karbon bulunan, orta karbonlu çelikler, endüksiyon akımı yöntemi ile yüzey sertleştirmeye tabi tutulur.

Genellikle motor kranklarının ana yatak muylusu, uzun miller, dişliler, piton kolu ve kamaların yüzeyleri genelde bu yöntemle sertleştirilir.



**Resim 2.4: Endüksiyon akımı ile yüzeyi sertleştirme işlemi görmüş çelikler**

## 2.1.5. Endüksiyon Akımı ile Sertleştirmenin Avantaj ve Dezavantajları

### ➤ Avantajları

- Endüksiyonla yüzey sertleştirmede, malzemenin ısınma süresi çok düşük olduğundan çevrenin ısınması çok azdır.
- Bu yöntem ile parça kısa sürede ısındığından etrafa gaz yayılmaz ve daha temiz çevre sağlanır.
- Küçük tesislerde bile kullanılabilir.
- Sürekli bir üretim (seri üretim) için kullanılmaya çok uygundur.
- Alevle sertleştirmeye oranla daha yüksek ısı girdisi sağlanır.
- Elektrik ortamında otomatik kontrol sayesinde ısıtma daha iyi ayarlanır.
- Parçaların seri imalatında zaman ayarı, elektriksel olarak yüzeye tatbik edilen sıcaklığın ve nüfuz derinliğinin otomatik olarak ayarlanması oldukça kolaydır.

### ➤ Dezavantajları

- En büyük dezavantajı elektrik üretimi ve ayarlama aletleri gerekli olan tesis oldukça masraflıdır.
- Sargıların imal edilmesi ve geliştirilmesi oldukça pahalıdır.
- Komplike sargıların gerektiği durumlarda parça sayısı çok az ise sertleştirme maliyeti çok artar.
- Kalifiye (yetişmiş) işçiye ihtiyaç duyulur.
- Malzeme seçimine sınırlama getirir.
- Düşük karbon miktarlı parçalarda diğer yöntemle ulaşabilen sertlik değerlerine ulaşamaz, yüksek karbonlu çeliklerde ise çatlama tehlikesi meydana çıkar.
- Keskin kenar ve köşeli parçaların bu bölgelerinde aşırı ısınmalar meydana geleceği için güçlükler oluşur.

## 2.1.6. Endüksiyon Akımı ile Sertleştirme Yapma

Endüksiyon akımı ile sertleştirmede, sertleştirilecek malzeme makinedeki yerine takılarak üzerinden elektrik akımı geçecek düzenek sağlanır. Malzeme elektrik akımı verilerek ısıtılır ve uygun soğutma ortamında soğutulularak işlem tamamlanır. Sertleştirme işleminden sonra gerilmeleri gidermek için 150-200 °C sıcaklığında menevişleme işlemi yapılır.

Aşağıdaki uygulama faaliyetinde endüksiyon akıyla yüzey sertleştirme yapma detaylı olarak anlatılmıştır. Aşağıda anlatılan işlem basamaklarına göre endüksiyon akımıyla yüzey sertleştirme işlemi yapabilirsiniz.





**Resim 2.5: Endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirme işlemi**

## UYGULAMA FAALİYETİ

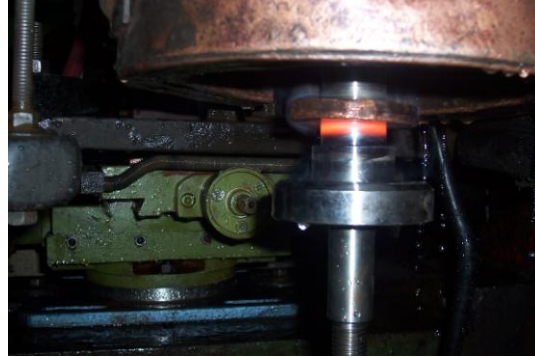
Endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirme işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

- Çalışmaya başlamadan önce iş önlüğü giyiniz, eldiven ve gözlük takınız.
- Sertleştirme uygulanacak yüzeyi temizleyiniz.
- Endüksiyon akımı verilecek ekipmanı ısıtılacak yüzeye sıkıca sarınız.



Resim 2.6: Isıtılacak malzemenin makineye yerleştirilmesi

- Çalışma esnasında dikkatli olunuz. Yanmalara karşı tedbirlerinizi önceden alınız.
- Yüzeyi homojen olarak yaklaşık 3 mm derinlikte 780°C'de ısıtınız.



Resim 2.7: Malzemenin ısıtılması

**NOT:** Malzemelerin yaklaşık olarak ısınma dereceleri renginden anlaşılır. Burada elektrik akımını sağlayan makine, ısıtılacak malzeme özelliklerine göre ayarlanarak istenilen ısıtma derinliği ve derecesine ulaşılır.

- Akımı keserek yüzeye hemen soğutma sıvısı uygulayınız.



**Resim 2.8: Isıtılan yüzeye soğutma sıvısı uygulama**

- Çalışmalarınızda emniyet tedbirlerini uygulayınız.



**Resim 2.9: Sertleştirme işlemi görmüş malzemenin sertliğinin kontrol edilmesi**

- Yüzey sertliğini kontrol ediniz.
- Bu işlem için önceki modüllerde öğrendiğiniz (sertlik ölçme yöntemleri uygulamaları vb.) bilgileri tekrarlayabilirsiniz.
- **Mesleğinizle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.**



**Resim 2.10: Endüksiyon akımı ile yüzeyi sertleştirilmiş çelik**



**Resim 2.11: Endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirme işleminden sonra malzeme yüzeyinin temizlenmesi**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Yüzey sertleştirme yöntemi ile içerisinde % 0,60 oranında karbon bulunan bir çelik malzemeye endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirme işlemi uygulayınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sertleştirme uygulanacak yüzeyi temizleyiniz.</li><li>➤ Endüksiyon akımı verilecek ekipmanı (bobini) ısıtılacak yüzeye sıkıca sarınız.</li><li>➤ Yüzeyi homojen olarak yaklaşık 3 mm derinlikte 7800 °C'de ısıtınız.</li><li>➤ Akımı keserek yüzeye hemen soğutma sıvısı uygulayınız.</li><li>➤ Yüzey sertliğini kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygulamada bütün emniyet tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Çalışmalarınızda iş önlüğü, gözlük ve eldiven kullanınız.</li><li>➤ Yanmalara karşı tedbirlerinizi alınız.</li></ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Sertleştirme uygulanacak yüzeyi temizlediniz mi?		
2. Endüksiyon akımı verilecek ekipmanı (bobini) ısıtılacak yüzeye sıkıca sardınız mı?		
3. Yüzeyi homojen olarak yaklaşık 3 mm derinlikte 7800°C’de ısıttınız mı?		
4. Akımı keserek yüzeye hemen soğutma sıvısı uyguladınız mı?		
5. Yüzey sertliğini kontrol ettiniz mi?		
6. Çalışmalarınızda iş önlüğü, gözlük ve eldiven kullandınız mı?		
7. Uygulamada bütün emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
8. Yanmalara karşı tedbirlerinizi aldınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangi endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirmeyi en doğru biçimde ifade eder?
  - A) Gaz ortamından yararlanılarak parçaların ani ısıtılıp soğutulması işlemidir.
  - B) Alev ile parçaların ani ısıtılarak yine hemen ardından ani olarak soğutulması işlemidir.
  - C) Elektrik akımından yararlanarak parçaların ani ısıtılması ve soğutulması işlemidir.
  - D) Hava şartlarından yararlanarak parçaların ısıtılması ve su verilmesi işlemidir.
2. Endüksiyon akımı ile aşağıdaki frekans değerlerinden hangileri kullanılır?
  - A) 10 ile 100000 kHz
  - B) 20- 200000 kHz
  - C) 15 ile 150000 kHz
  - D) 30- 300000 kHz
3. Endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirmede ısıyı yüzeye uygulama prensibi ve süresi açısından aşağıdaki ifadelerden hangisi en doğrudur?
  - A) Parçanın ısıtılması, parçayı saran bobin aracılığı ile birkaç saniye içerisinde sağlanır.
  - B) Elektrik akımı direkt olarak parça yüzeyine verilir ve birkaç saniyede ısınma sağlanır.
  - C) Parçanın ısıtılması, parçayı saran bobin aracılığı ile birkaç dakika içerisinde sağlanır.
  - D) Elektrik akımı direkt olarak parça yüzeyine verilir ve birkaç dakikada ısınma sağlanır.
4. Aşağıdakilerden hangisi endüksiyon yöntemi ile yüzey sertleştirmede kullanılan soğutuculardan biri değildir?
  - A) Su
  - B) Tuz banyosu
  - C) Yağ banyoları
  - D) Azot ortamı

5. Aşağıdakilerden hangisi endüksiyon akımı ile sertleştirme uygulanan metallere biridir?
- A) İçerisinde %3,5 ile 6,0 oranında karbon bulunan orta karbonlu çelikler  
B) İçerisinde %0,35 ile 0,60 oranında karbon bulunan orta karbonlu çelikler  
C) İçerisinde %1,7'den fazla oranda karbon bulunan yüksek karbonlu çelikler  
D) İçerisinde %3,5 ile 6,0 oranında karbon bulunan düşük karbonlu çelikler
6. Aşağıdakilerden hangisi endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirmenin avantajlarından biri değildir?
- A) Seri üretim için kullanılmaya oldukça elverişlidir.  
B) Otomatik kontrol sayesinde malzeme yüzeyini ısıtma işlemi daha iyi ayarlanır.  
C) Etrafa gaz yayılması olmaz ve temiz çevre sağlanır.  
D) Alevle sertleştirmeye oranla daha fazla sürede daha düşük ısı girişi sağlanır.
7. Aşağıdakilerden hangisi endüksiyon akımı ile yüzey sertleştirmenin dezavantajlarından biri değildir?
- A) Makine açısından tesis kurumu oldukça masraflıdır.  
B) Kalifiye (yetişmiş) işçiye ihtiyaç duyulur.  
C) İşlemin uygulanma zamanı oldukça yüksektir.  
D) Keskin ve köşeli parçaların bu bölgelerinde aşırı ısınmadan dolayı güçlükler oluşur.

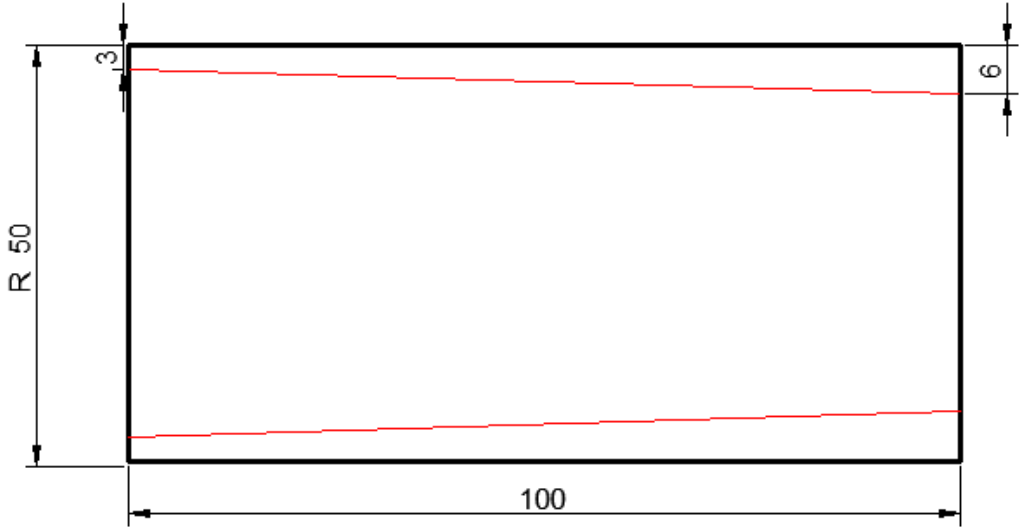
## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.



# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen şeklin alevle yüzey sertleştirme işlemini gerçekleştiriniz. Sertleştirme derinliği 3 ile 6 mm arasında gerçekleştirilmelidir.



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
<b>Alevle Yüzey Sertleştirme İçin Ölçütler</b>		
1. Üfleci yakarak parça kalınlığına göre nötr alev ayarı yaptınız mı?		
2. Yaklaşık 30000 °C ısı verebilen oksijen gaz alevini malzeme yüzeyine doğru bir şekilde uyguladınız mı?		
3. Malzeme yüzeyini yaklaşık 723-877 °C arasında tavladınız mı?		
4. Malzeme yüzeyi ostenizasyon sıcaklığına geldiğinde yüzeye hemen		
5. soğutma sıvısı püskürttünüz mü?		
6. Yüzey sertliğini kontrol ettiniz mi?		
<b>Endüksiyon Akımı ile Yüzey Sertleştirme İçin Ölçütler</b>		
1. Sertleştirme uygulanacak yüzeyi temizlediniz mi?		
2. Endüksiyon akımı verilecek ekipmanı ısıtılacak yüzeye sıkıca sararak yüzeyi homojen olarak yaklaşık 3 mm derinlikte 780 °C'de ısıttınız mı?		
3. Akımı keserek yüzeye hemen soğutma sıvısı uyguladınız mı?		
4. Yüzey sertliğini kontrol ettiniz mi?		
<b>Tavır ve Davranışlar İçin Ölçütler</b>		
1. Çalışmalarınızda iş önlüğü, eldiven ve gözlük kullandınız mı?		
2. Uygulama esnasında emniyet tedbirlerini uyguladınız mı?		
3. Yanmalara karşı tedbirlerinizi aldınız mı?		
4. Mesleğinizle ilgili etik ilkelere uygun davrandınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	A
4	A
5	C
6	D
7	C
8	B
9	B
10	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	A
4	D
5	B
6	D
7	C

## KAYNAKÇA

- **DEMİRCİ A. Halim**, Malzeme Bilgisi ve Malzeme Muayenesi, **Alfa, 2004.**
- **SAVAŞKAN Temel**, Malzeme Bilgisi ve Muayenesi, **İber Ofset, Trabzon, 2004.**
- **SERFİÇELİ Y. Saip**, Malzeme Bilgisi, **Form Ofset, Ankara, 1998.**
- **SERFİÇELİ Y. Saip**, Malzeme Bilgisi, **Millî Eğitim Basımevi, İstanbul, 2000.**
- **SERFİÇELİ Y. Saip**, Metal İşleri Meslek Teknolojisi 1, **Form Ofset, Ankara, 2003.**
- **ŞAHİN Sami**, Malzeme Bilgisi, **Şafak Matbaası, Ankara, 1997.**
- **TOPBAŞ M. Ali**, Çelik ve Isıl İşlem El Kitabı, **Ekim Ofset, İstanbul, 1998.**
- **WOLFGANG Weissbach**, Çevirenler: **Selahattin ANIK, E. Sabri ANIK, Murat VURAL**, Malzeme Bilgisi ve Muayenesi, **Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000.**