

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

METAL TEKNOLOJİSİ

CNC LAZERLE KESME

521MMI252

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

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. İŞ RESMİNİ TEZGÂHIN TANIYABİLECEĞİ FORMATA ÇEVİRMEK	3
1.1. CNC'nin Tanımı	3
1.2. CNC Tezgâhların Tarihçesi	3
1.3. CNC'nin Endüstrideki Kullanım Alanları	4
1.4. CNC Takım Tezgâhlarının Avantajları ve Dezavantajları	4
1.4.1. CNC Takım Tezgâhlarının Avantajları.....	4
1.4.2. CNC Takım Tezgâhlarının Dezavantajları	5
1.5. CNC Takım Tezgâhların Çeşitleri	5
1.6. CNC Takım Tezgâhlarının Temizlik ve Bakımı	6
1.6.1. Günlük Bakım.....	7
1.6.2. Haftalık Bakım	7
1.6.3. Aylık Bakım	7
1.6.4. Altı Aylık Bakım	8
1.6.5. Yıllık Bakım	8
1.6.6. Yağlama Sistemlerinin Bakımı	8
1.6.7. Bilyalı Mil ve Kayıt - Kızak Kısımlarının Korunması	8
1.6.8. Hidrolik ve Pnömatik Ekipmanların Bakımı	8
1.6.9. CNC Takım Tezgâhlarında Koruyucu Bakım	9
1.7. CNC Takım Tezgâhlarındaki Başlıca Arıza Bölgeleri.....	9
1.8. CNC Takım Tezgâhları İçin İdeal Çalışma Ortamları	10
1.9. CNC Lazer Kesme	10
1.9.1. CNC Lazer Kesme Tezgâhı Üniteleri.....	11
1.9.2. CNC Lazer Kesme İle Metal İşlemenin Avantajları.....	14
1.9.3. Kesilecek Resmin Çizilmesi ve Tezgâha Uygun Formatta Aktarılması.....	14
UYGULAMA FAALİYETİ	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	21
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	23
2. CNC LAZER KESMEDE ÇALIŞMAK	23
2.1. Lazer Kesme Tezgâhında Kesme İşlemi.....	23
2.2. Lazer Kesme Tezgâhının Çalıştırılmasında Dikkat Edilecek Hususlar	24
UYGULAMA FAALİYETİ	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	30
MODÜL DEĞERLENDİRME	31
CEVAP ANAHTARLARI	33
KAYNAKÇA	34

AÇIKLAMALAR

KOD	521MMI252
ALAN	Metal Teknolojisi
DAL/MESLEK	Çelik Konstrüksiyon
MODÜLÜN ADI	CNC Lazerle Kesme
MODÜLÜN TANIMI	CNC lazerle kesme işlemleriyle ilgili temel bilgilerin verildiği bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bilgisayar Destekli Çizim modüllerini almış olmak
YETERLİK	CNC lazerle çeşitli metalleri kesmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında CNC lazerle kesim yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Farklı programlarda çizilen iki boyutlu çizimleri, CNC lazer kesme paket programında kesme için gerekli parametre ayarlarını yapabileceksiniz.2. Sacı CNC tezgâh tablası üzerinde sabitleyip kesim için hazırlanmış resmi CNC lazer tezgâhına aktaracak; kesim ayarlarını yaparak kesim işlemini başlatabilecek; kesme işlemini tamamlanana kadar kontrol edebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Donanım: CNC lazer kesme makinesi, CAD programı, bilgisayar, sac malzeme
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	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,

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile metal teknolojileri alanında, ileri düzeyde metal işleme tekniği olan ve günümüz teknolojisini takip eden CNC lazerle kesme işlemlerini öğrenmeniz sizler için çok yararlı olacaktır.

Teknolojinin her geçen gün hızla ilerlediği bu zamanda işlerinizi hassas, hızlı ve kusursuz yapabilmeniz için kullanacağınız makine ve ekipmanların bilgisayar kontrollü olma gerekliliği kaçınılmazdır. Klasik makine ve ekipmanlarla yapılan işlerle karşılaştırılmasında ise karşımıza büyük farklılıklar çıkmaktadır. Bu farklılıklar kısaca ürünün üretim süreci, üretimdeki iş gücü, kullanılan malzeme sarfıyatı ve üretimdeki kusursuzluk sayılabilir.

Ülkemizde son yıllarda teknolojik imalat tezgâhı olarak ithal edilen lazer kesme tezgâhları otomotiv sektöründe üretim için büyük kolaylık sağlamaktadır. Otomotiv yan sanayisi olarak çalışan çeşitli fabrikalar lazer kesme tezgâhını kullanarak rakiplerine büyük fark atmışlardır. Yapılan çalışmada lazer tezgâhının genel özellikleri, kullanılmasıyla sağlanan kolaylıklar, hangi malzemeler için kullanıldığı ve hangi kalınlıklara kadar kesme yapıldığı, parça programı yapılırken nelere dikkat edilmesi gerektiği ve bir imalat işleminin programlama aşamaları belirtilmiştir. Lazer tezgâhında programlama yapılırken nelere dikkat edilmesi gerektiği ve program aşamasının daha etkili uygulanabilmesi ve kavranabilmesi ile ilgili açıklamalar yapılmıştır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Farklı programlarda çizilen iki boyutlu çizimlere CNC lazer kesme paket programında kesme için gerekli parametre ayarlarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Okul, üniversite ve şehir kütüphanelerine gidiniz.
- İnternet ortamında araştırarak konuyla ilgili dokümanlar toplayıp bir rapor hazırlayınız.
- Çevrenizdeki talaşlı imalat yapan firmalara giderek CNC tezgâhları inceleyiniz, tezgâhlar hakkında bilgi alınız.

1. İŞ RESMİNİ TEZGÂHIN TANIYABİLECEĞİ FORMATA ÇEVİRMEK

1.1. CNC'nin Tanımı

CNC (Bilgisayarlı Sayısal Kontrol - Computer Numerical Control), takım tezgâhlarının sayısal komutlarla ve bilgisayar yardımıyla kontrol edilmesidir.

Bilgisayarlı nümerik kontrol ise (Computer Numerical Control) temel düşünce takım tezgâhlarının sayı, harf vb. sembollerden meydana gelen ve belirli bir mantığa göre kodlanmış komutlar yardımıyla işletilmesi ve tezgâh kontrol ünitesinin (MCU) parça programını edebilen sistemdir.

Bilgisayarlı nümerik kontrol de tezgâh kontrol ünitesinin kompitürize edilmesi sonucu programların muhafaza edilebilmelerinin yanında parça üretiminin her aşamasında programı durdurma, programda gerekli olabilecek değişiklikleri yapabilme, programa kalınan yerden tekrar devam edebilme ve programı son şekliyle hafızada saklama mümkündür. Bu nedenle programın kontrol ünitesine birkez yüklenmesi yeterlidir.

1.2. CNC Tezgâhların Tarihçesi

Üretim aracı olarak takım tezgâhlarının kullanılması insanlık tarihiyle başlar. Ancak 19. yüzyıl başlangıcında İngiltere ve diğer Batı Avrupa ülkelerinde sanayi devriminin başlamasıyla takım tezgâhları günümüzdeki anlamı ile hızlı bir gelişme göstermiş ve

sonucunda bu ülkelerde, sanayinin bel kemiğini oluşturan güçlü birtakım tezgâhı sanayi kurulmuştur.

Takım tezgâhları alanında büyük devrim, 1950 yıllarında nümerik programlamaya göre çalışan ve nümerik kontrollü (NC - Numerical Control) denilen tezgâhların uygulamaya konulmasıyla başlar. Gelişen teknolojiyle günümüzdeki tezgâhlar bilgisayar kontrollü olmuştur.

1.3. CNC'nin Endüstrideki Kullanım Alanları

Günümüzde imalatın yapıldığı hemen hemen her alanda CNC kullanılmaktadır. CNC'nin kullanıldığı başlıca alanlar:

- Talaşlı imalat
- Fabrikasyon ve kaynakçılık
- Pres işleri
- Muayene ve kontrol
- Montaj
- Malzemelerin taşınması

1.4. CNC Takım Tezgâhlarının Avantajları ve Dezavantajları

CNC tezgâhların endüstride pek çok avantajları olduğu gibi dezavantajları da vardır.

1.4.1. CNC Takım Tezgâhlarının Avantajları

- Ayar zamanı çok daha kısadır.
- Yardımcı ve hazırlık zamanları çok düşük olması, üretkenliği artırır ve maliyeti azaltır.
- Daha yüksek ve özellikle sabit kalite elde edilir.
- Daha az ve basit tutturma tertibatlarına ihtiyaç vardır.
- Çok karmaşık parçalar yüksek bir doğrulukla işlenebilir.
- Konvansiyonel tezgâhlarda kullanılan bazı bağlama kalıp, master vb. elemanlarla kıyaslandığında tezgâhın ayarlama zamanı çok daha kısadır.
- Ayarlama, ölçme, kontrol, manuel hareket vb. nedenlerle oluşan zaman kayıpları ortadan kalkmıştır.
- İnsan faktörünün imalatta fazla etkili olmamasından dolayı seri ve hassas imalat mümkündür.
- Tezgâh operasyonları yüksek bir hassasiyete sahiptir.

- Tezgâhın çalışma temposu her zaman yüksek ve aynıdır.
- Her türlü sarfiyat (elektrik, emek, malzeme vb.) asgariye indirilir.
- İmalatta operatörden kaynaklanacak her türlü kişisel hatalar en aza indirgenmiştir.
- Kalıp, master, şablon vb. pahalı elemanlardan faydalanılmadığı için sistem daha ucuzdur.
- Depolamada daha az yere gerek vardır.
- Parça imalatına geçiş, daha süratlidir.
- Parça üzerinde yapılacak değişiklikler sadece programın ilgili bölümünde ve tamamı değiştirilmeden seri olarak yapılır. Bu nedenle CNC takım tezgâhlarıyla yapılan imalat, büyük bir esnekliğe sahiptir.

1.4.2. CNC Takım Tezgâhlarının Dezavantajları

- Daha hassastır ve dolayısıyla çevre etkilerine karşı daha iyi muhafaza edilmelidir.
- Bozulma ihtimali daha fazladır ve ayrıca tamirat için uzmanlaşmış elemanlara ihtiyaç vardır.
- Programlama için kalifiye elemanlar gerekir.
- Detaylı bir imalat planı gereklidir.
- Pahalı bir yatırım gerektirir.
- Tezgâhın saat ücreti yüksektir.
- Konvansiyonel tezgâhlarla kıyaslandığında daha titiz kullanım ve bakım ister.
- Kesme hızları yüksek ve kaliteli kesicilerin kullanılması gerekir.
- Peryodik bakımları uzman ve yetkili kişiler tarafından düzenli olarak yapılmalıdır.

1.5. CNC Takım Tezgâhların Çeşitleri

Üretimde CNC'nin kullanıldığı tezgâh türleri:

- CNC torna tezgâhları
- CNC freze tezgâhları
- CNC taşlama tezgâhları
- CNC pres ve zımbalı deliciler
- CNC nokta kaynak makineleri

- Üç boyutlu ölçme ve kontrol tezgâhları
- Alet bileme tezgâhları
- Testere tezgâhları
- Montaj sistemleri
- Erozyon tezgâhları
- Kaplama tezgâhları
- Malzeme taşıma sistemleri
- Lazer kesme tezgâhları
- Boru bükme makineleri
- Sıvama tezgâhları
- Alevle kesme makineleri

1.6. CNC Takım Tezgâhlarının Temizlik ve Bakımı

Belirli periyodik aralıklarla tezgâh ve ekipmanların gözden geçirilmesi işleme bakım denir. CNC takım tezgâhlarında kullanılan elektronik devre elemanları konvansiyonel tezgâhlarda kullanılanlarla kıyaslandığı zaman fazla sayıda olduğu görülür. Elektronik elemanlar için titiz kullanım ve sağlıklı çalışma ortamları gerekir.

Tezgâh ve sistemlerinin gelişmelerine paralel olarak bakım ve onarımları ile ilgili bazı kolaylıklar da geliştirilmiştir. Tezgâhta meydana gelebilecek herhangi bir arıza (Motorun aşırı yüklenmesi, yağlamanın yetersizliği, filtrelerin pis oluşu, aşırı ısınmalar vb.) anında tezgâh kontrol panelinde sinyal ya da mesaj şeklinde operatöre bildirilir.

Her konuda olduğu gibi bakım konusunda da inisiyatif operatöre bırakılmıştır. En kısa zamanda bakımın yapılması ve olumsuzlukların giderilmesi gerekir. Aksi hâlde böyle bir tezgâhta herhangi bir programı çalıştırarak parça imalatı mümkün değildir.

Genelde CNC tezgâhlarında oluşan arızalar; toz, aşırı yağ, rutubet ve ısı gibi basit nedenlerden kaynaklanır. Ayrıca titreşim gibi benzer nedenlerle devre elemanlarının bağlantı yerlerinde gevşemeler olabilir. Bu bağlantıların kontrol edilerek uygun konumda takılması çoğu kez yeterlidir.

Konum ölçme sistemlerinin hassas yüzeyleri yağlanmış ya da tozlanmış olabilir. Genellikle bu kısımların temizlenmesi, arızaların giderilmesi için yeterlidir. Bu nedenle mekanik çarpma, kırma, yakma vb. zarar vermeler dışındaki arızalar, çok basit olan toz alma ve temizleme işlemleri ile giderilir.

1.6.1. Günlük Bakım

Her gün iş bitiminde tezgâh operatörü, aşağıdaki işlemleri yapmalıdır:

- Tezgâhta birikmiş talaşlar temizlenmelidir.
- Tezgâhların uzak gibi çalışan kısımlarını koruyucu yağ ile yağlamalıdır. Bu işlem, özellikle suda çözünen soğutma sıvısı kullanıldığında önemlidir.

Tezgâh operatörü, her gün işe başlamadan önce aşağıdaki kontrolleri yapmalıdır:

- Yağlama tankındaki yağ seviyesini,
- Operatör paneli ve elektrik panosunun temizliğini,
- Yağ ve hava kaçakların olup olmadığını,
- Tezgâhın aynasını (torna için), paletini (işlem merkezlerinde) ve takım magazininin temizliğini,
- Kızaklarda talaş olup olmadığını,
- Hidrolik tankındaki yağ seviyesini,
- Hidrolik basıncını,
- Elektrik panosundaki havalandırma fanlarının çalışıp çalışmadığını,
- Anormal ses ve titreşim olup olmadığını,
- Kumanda nitesinin ekranında alarm olup olmadığını,
- Takımların bağlantılarının sağlamlığını kontrol etmelidir.

1.6.2. Haftalık Bakım

Bu tür periyodik bakımda kısa test programları çalıştırılır. Tezgâh miline verilecek devir sayısı ve ilerleme hızları minimum ve maksimum değerler arasında girilerek denenir. Bu testlerde elde edilen bulgular not edilir, nedenleri araştırılıp giderilmeye çalışılır. Tezgâh ve evre ekipmanları üzerinde bulunan bütün fanların yeterli hava sirkülasyonunu sağlayıp sağlamadığı araştırılır. Delikli kğit şerit sürücü ve tekerlekleri kontrol edilir. Okuyucu kafa, kanal ve tırnakları düzenlenir.

1.6.3. Aylık Bakım

Aylık periyodik bakımda bir iş parçası programı, talaş kaldırmadan çalıştırılarak test edilir ve eksen hareketleri izlenir. Manuel olarak yağlanması gerekli olan yerler yağlanır. Bütün devre bağlantılarının uygun şekilde takılı olup olmadığı kontrol edilir. lme sistemlerinin muhafazalar çıkarılır, varsa pislik ve yağlar temizlenir.

1.6.4. Altı Aylık Bakım

Birbirleriyle karşılıklı bağlı olan hız, voltaj ve bunları izleyen hatalar ölçülür. Elde edilen veriler ilk montajda ölçülen değerlerle kıyaslanır. Hava ve yağ filtreleri vb. elemanların kontrolü yapılır, temizlenir ve gerekirse yenisi ile değiştirilir.

1.6.5. Yıllık Bakım

CNC sistemlerindeki her bir devre ve devre elemanının mükemmel olup olmadığına bakılır. Kontak noktalarının temizliği gözden geçirilir. Kapılar ve sızdırmazlık elemanları, bağlantı vidalarının sıkılığı olup olmadığı kontrol edilir. Tezgâh konsolu vakumlu temizleyici veya yumuşak fırçalarla temizlenir. Delikli kâğıt şerit okuyucusunun çalışma durumu, tezgâhın hassasiyet değerleri kontrol edilir. Güç kaynağı (Power Supply) voltaj çıkışının uygun olup olmadığına bakılır. Bir parça programı test edilerek tüm fonksiyonların doğrulukları araştırılır.

1.6.6. Yağlama Sistemlerinin Bakımı

CNC tezgâhlarında bakım yapılması gereken sistemlerden bir diğeri yağlama sistemidir.

En sık yapılan bakım işlemi periyodik süreleri dolduğunda yağların değiştirilmesi, eksilen yağların tamamlanması ve filtrelerin temizlenmesi ya da değiştirilmesidir. Tezgâhın kapalı iç sistemleri ile ilgili elemanların yağlama işlemleri otomatik olarak yapılır. Bazı küçük boyutlu eğitim amaçlı CNC tezgâhlarında kayıt-kızak sistemlerinin yağlanması manuel olarak yapılır.

Yağlamada dikkat edilecek bir nokta da aşırı yağlamadan kaçınmaktır. CNC tezgâhlarında aşırı yağlama, yağ israfı ile birlikte özellikle hassas elektronik devre elemanlarının dış yüzeylerini kaplar, sağlıklı çalışmalarını engeller. Bu nedenle eksilen yağların tamamlanmasında kesinlikle seviye çizgileri aşılmamalıdır.

1.6.7. Bilyalı Mil ve Kayıt - Kızak Kısımlarının Korunması

CNC takım tezgâhlarında kullanılan hareket iletme elemanlarından olan bilyalı miller (Ball Screws) ile kayıt-kızak sistemleri kapalı muhafazalar içine alınmıştır. Bu muhafazalar, vinylex ya da spiral koruyuculardır. Bunlar tablanın hareketlerine göre açılıp kapanabilir özelliklere sahiptir.

1.6.8. Hidrolik ve Pnömatik Ekipmanların Bakımı

Yukarıda belirtilen elemanlarda olduğu gibi hidrolik ve pnömatik ekipmanların da bakımlarının periyodik aralıklarla yapılması gerekir. Genellikle bu elemanlar basınçlı kuvvet uyguladıkları için sürekli çalışma basınçlarının ideal değerlerde olup olmadığı kontrol edilmeli, varsa arızalar giderilmelidir. Aksi hâlde tezgâh, operatör ve çevrede çalışanlar için büyük tehlike oluşturur. Pnömatik tezgâh aynasının iş parçasını yeterince sıkmadığını, kesicilerin emniyetli takılmadığını ve sonuçta olabilecek kazaları tahmin ediniz.

1.6.9. CNC Takım Tezgâhlarında Koruyucu Bakım

CNC tezgâhlarındaki koruyucu bakım konusunda da en az diğer bakımlarda olduğu kadar azami dikkat gösterilmelidir. Çünkü yapılacak olan basit ihmal ve hatalar tezgâhın sağlıklı çalışan elemanlarının hizmet dışı kalmasına sebep olur.

- Koruyucu bakım konusunda aşağıdaki hususlara titizlikle uyulması gerekir.
 - Sağlıklı çalışan parçalar kurcalanıp ayarları değiştirilmemelidir.
 - Verilen her türlü sinyal ya da mesaja kesinlikle uyulur. Bunlar; paslanma, bağlantılarda gevşeme veya kirlenen kontaklarla ilgili olabilir.
 - Gerekli kısımlar dikkatle yağlanır. Asla fazla yağ kullanılmaz. Fazla yağ yağsızlıktan daha zararlıdır.
 - Teşhis ve testler talimatlara uygun olmalıdır.
 - Bozuk parçaların tamiri yerine yenisi ile değiştirilmesi tercih edilmelidir.
- Koruyucu bakımın üç ana fonksiyonu vardır.
 - Temizleme
 - Yağlama
 - Kontrol

1.7. CNC Takım Tezgâhlarındaki Başlıca Arıza Bölgeleri

CNC takım tezgâhlarında en sık karşılaşılan arızalar ve bulunduğu bölgeler şunlardır.

- Takım tezgâhı eksen sürücülerini
- Hidrolik ve pnomatik elemanlar
- Kontrol devreleri
- Ölçme ve transfer sistemleri
- Dijital veri işleyiciler
- Logic bağlantılar
- Giriş / Çıkış (Input / Output) üniteleri

1.8. CNC Takım Tezgâhları İçin İdeal Çalışma Ortamları

CNC tezgâhlarının sağlıklı çalışabilmesi için yüksek derecede temizliğe sahip çevre koşullarına ihtiyaç vardır. Tezgâh imalatçısı firmalar tarafından önerilen ideal çalışma ortamı koşulları şunlardır:

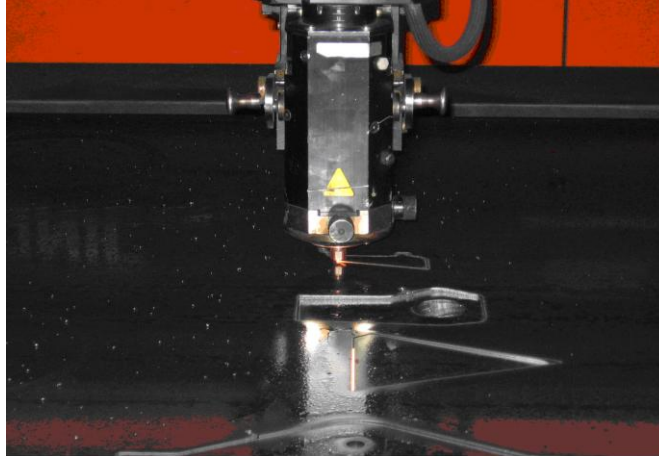
- Tezgâh kontrol üniteleri ısı, ışık, rutubet, vibrasyon ve voltaj değişmelerinden etkilendiği için bu hususlara dikkat edilmelidir.
- Çalışma ortamı sıcaklığı ve rutubet oranı tezgâh imalatçısı firmanın tavsiye ettiği değerler arasında olmalıdır.
- Vibrasyon 0.5 gram altında olmalıdır.
- Kabul edilebilir voltaj değişimleri + %10- %10 olmalıdır.
- Voltaj düşmeleri maksimum 2,5 dalga (20 MS) olmalıdır.

Eğer tezgâhın çalışma ortam koşulları bu standart değerlere uymuyorsa imalatçı firma bakımla ilgili yükümlülükleri yerine getirmeyebilir.

1.9. CNC Lazer Kesme

Torna ve işleme tezgâhlarından farklı olarak lazer kesme tezgâhları, işlenecek malzemeyi 0.5 mm'den küçük çaplı bir lazer ışık hüzmesi ile eritir ve buharlaştırır. Sertliği veya yoğunluğu ne olursa olsun, tüm malzemeler çabuk ve pürüzsüz kesilmektedir.

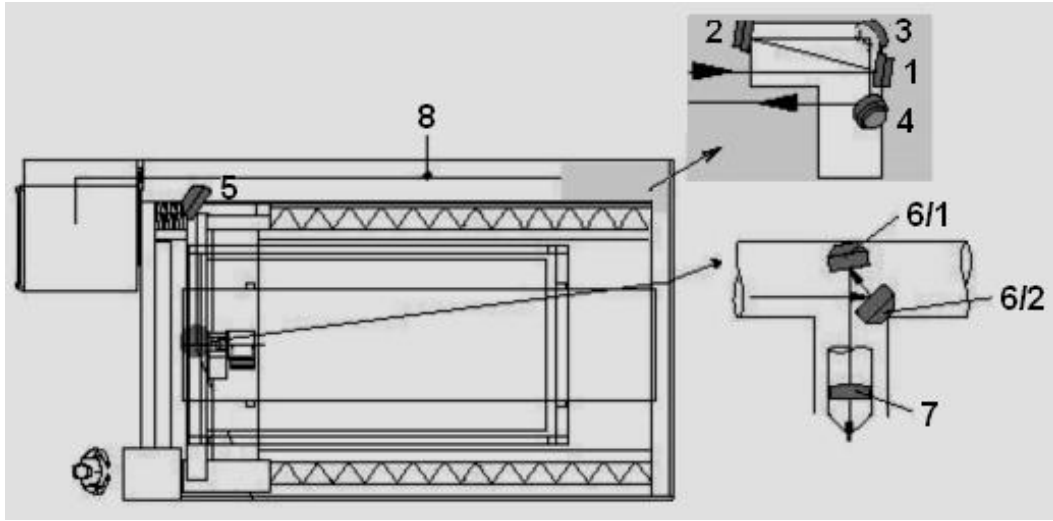
Maksimum işlenebilecek malzeme kalınlığı, lazer osilatörünün çıkış gücü ile belirlenmektedir.



Resim 1.1: CNC lazer kesim

1.9.1. CNC Lazer Kesme Tezgâhı Üniteleri

Lazer ışınının elde edilmesi kolaylaştıktan sonra uygulama alanları da artış göstermiştir. Mühendislikte kullanımı kaynak, kesme ve delme işlemleri şeklindedir. Lazerle yapılan üretim hem otomasyonu sağlamakta hem de üretim hatasını azaltmaktadır. Lazerin çeşitli tezgâhlarda uygulanmasıyla üretim 24 saat yapılabilen, seri üretim sağlanmasıyla maliyet de azalmaktadır. Özellikle lazerle yapılan kesme işlemleriyle birçok kalıp ve aparatlardan tasarruf sağlanmıştır. Bununla birlikte birçok makine kullanılmamış, insan faktöründen kaynaklanan hatalar da azaltılmıştır. Lazer tezgâhının çalışması sırasında lazerin izlediği yol aşağıda gösterilmiştir.



- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. Eğme aynası | 6/1. Otomatik odaklayıcı ayna |
| 2. Ayarlayıcı teleskop ayna (bakır) | 6/2. Eğme aynası |
| 3. Faz değiştirici | 7. Kesme kafası lensi |
| 4. Eğme aynası | 8. Işın |
| 5. Hareket ünitesi üzerindeki eğme aynası | |

Şekil 1.1: CNC lazer tezgâhı üzerinde lazerin izlediği yol

Lazer tezgâhı, çeşitli ünitelerin birleşmesinden meydana gelmiştir. Bu ünitelerin her biri farklı işlemler gerçekleştirmekte ve sonucunda kesim işini tamamlamaktadır. Bu üniteler şöyle sıralanabilir:

- Güç ünitesi (Resim 1.2)
- Gaz karışım ünitesi (Resim 1.3)
- Kontrol ünitesi (Resim 1.4)
- Sac stok ve sac yükleme ünitesi (Resim 1.6 – 1.7)
- Lazer üretim ünitesi (Resim 1.8)
- Lazer kesim ünitesi (Resim 1.9)



Resim 1.2: Güç ünitesi

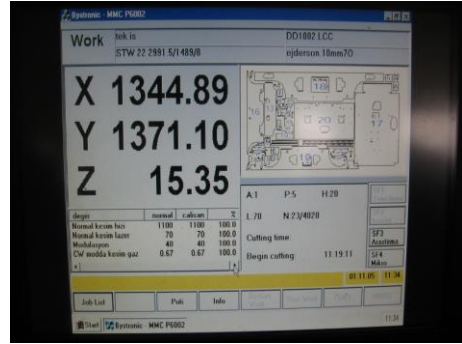
CNC lazer tezgâhlarında lazer ışını, karbondioksit gazına elektrik akımı verilerek oluşturulur. Bunun yanında kullanılan azot ve helyum gazı düşük verimde olan karbondioksit lazerine eklenerek verim %30 artırılmaktadır.



Resim 1.3: Gaz karışım ünitesi



Resim 1.4: Kontrol ünitesi



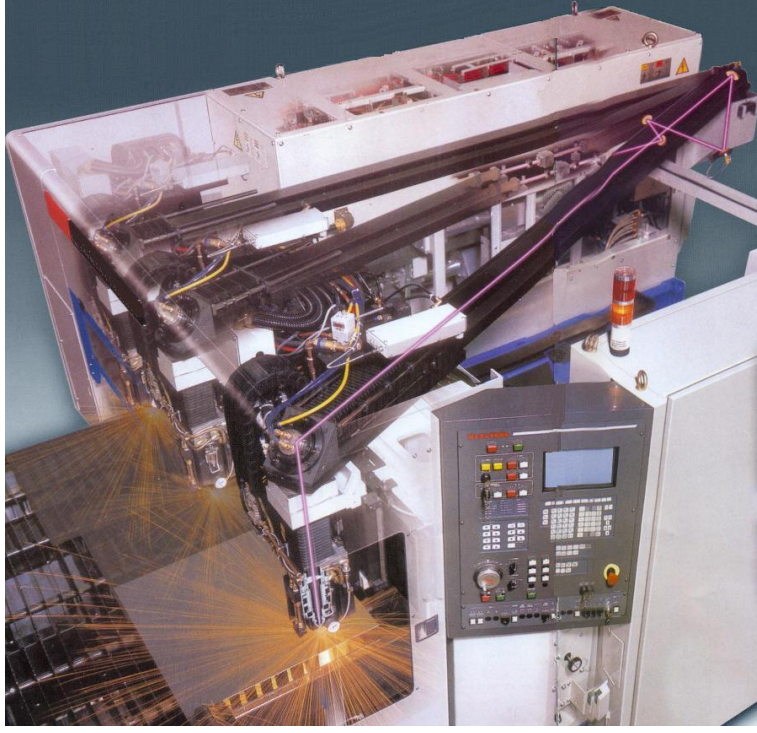
Resim 1.5: Kontrol paneli



Resim 1.6: Sac stok ünitesi



Resim 1.7: Sac yükleme ünitesi



Resim 1.8: Lazer üretim ünitesi



Resim 1.9: Lazer kesim ünitesi

1.9.2. CNC Lazer Kesme İle Metal İşlemenin Avantajları

Metal kesme işlemleri klasik olarak oksijen-gaz aleviyle yapılmaktadır. Hassas olmayan ve et kalınlığı fazla olan parçalar, günümüzde de bu yöntemle kesilmeye devam etmektedir. Bu yöntemin yeterli görülmediği yerlerde yani hassaslık ve temizlik istenen imalatlarda plazma kesme tercih edilmektedir. Bu yöntem, oksijenle kesmeye nazaran daha iyi bir kesim yöntemidir. Ayrıca bu yöntem CNC olup daha hızlı ve pratiktir. CNC lazer kesme yöntemine baktığımızda ise imalat teknolojisine farklı bir boyut kazandırmıştır.

CNC lazer kesme işlemleri tamamen bilgisayar kontrollü olup insan faktörü sadece kesilecek parçanın çizimini yapıp bunu cihaza aktarması ve cihazın kontrollerini ayarlayarak kesim işinin başlatılması ile sınırlıdır. Bu yöntemin avantajları şöyle sıralanabilir.

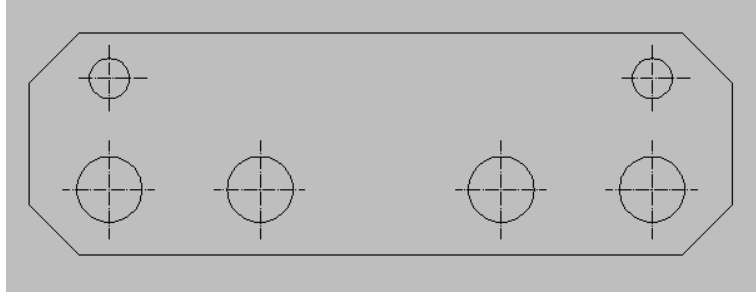
- Çok hassas ve 0.5 mm' ye kadar ince parçalar kesilmektedir.
- Boyalı galvaniz sac plakalar dâhil, çok ince malzemelerden, kalın malzemelere kadar tüm ürünler tek bir makine ile ve en yüksek hızlarda kesilebilmektedir.
- Kesimlerin hatasız ve temiz olması için otomatik önleyici sistemler mevcuttur.
- Malzemenin türüne göre gaz seçimi ve kalınlığına göre nozul seçimi otomatik yapılır.
- Kesme işlemleri 2 boyutlu yapılabildiği gibi 3 boyutlu boru, profil ve değişik geometriye sahip malzemeler de kesilebilmektedir.
- Özel yazılımları sayesinde kesilecek parçaların şekilleri, sac plaka üzerine otomatik yerleştirilir.
- Makine otomatik olarak tahminlerde bulunmakta, uyarılar vemekte ve talimatlar yeniden yüklenmektedir.

1.9.3. Kesilecek Resmin Çizilmesi ve Tezgâha Uygun Formatta Aktarılması

Lazer tezgâhının yerleşim planı ve yüklemenin uygun yapılması çok önemlidir. Lazer tezgâhının en yüksek verimle çalışabilmesi için kullanılan sac malzemelerin iyi kalitede olması gerekmektedir. Paslı ya da düzgün olmayan çarpık malzemeler kesme kalitesini düşürmektedir. Aksi durumda yüzeylerde kaynaklanma oluşmaktadır. Sac üzerine yerleştirilen parçalar arası mesafe en az sac kalınlığı kadar olmalıdır.

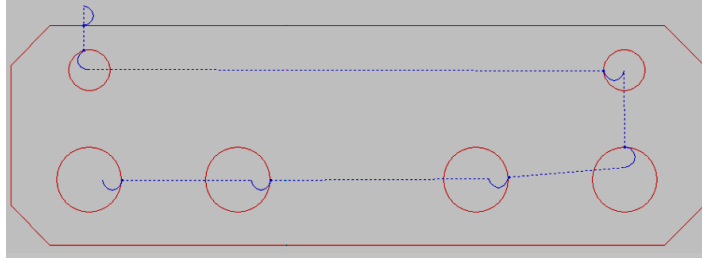
CAD (Computer Aided Design) aşamasında imal edilecek olan iş parçasının modeli tasarlanabilmekte ve imalat resmi yapılabilmektedir. İş parçasının imalat resimlerinin CAD yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmesi büyük kolaylık sağlamaktadır.

Kesilecek parçaların ilk tasarımı CAD programlarının herhangi birinde tasarlandıktan sonra, bu çizim "dxf" formatında kaydedilir. Kaydedilen bu çizim daha sonra CNC lazer tezgâhına ait yazılım kullanılarak kesime hazırlanır.



Şekil 1.2: CAD programında parçanın çizimi

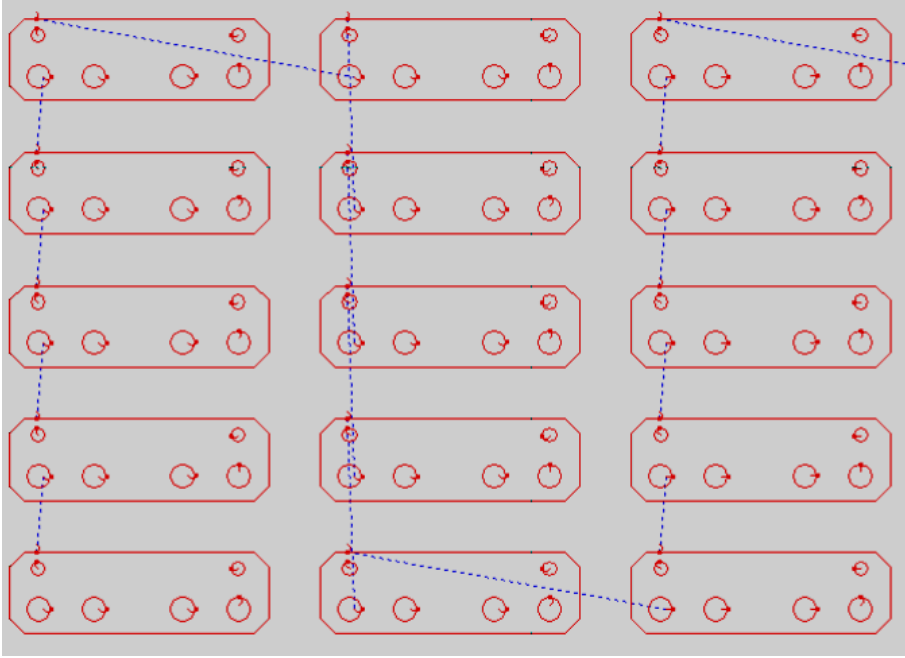
CNC lazer tezgâhına ait özel yazılım kullanılarak CAD programında çizilen resim buraya aktarılır. Program içerisinde parçanın kesim sıralaması oluşturulur yani parçanın kesime nereden başlanacağı ve kesim sırasında lazer kafanın izleyeceği yol çıkarılır. Ayrıca bunun yanında kesim süreleri de program tarafından hesaplanmaktadır. Bu programın oluşturduğu kesim planı Şekil 1.3'te verilmiştir.



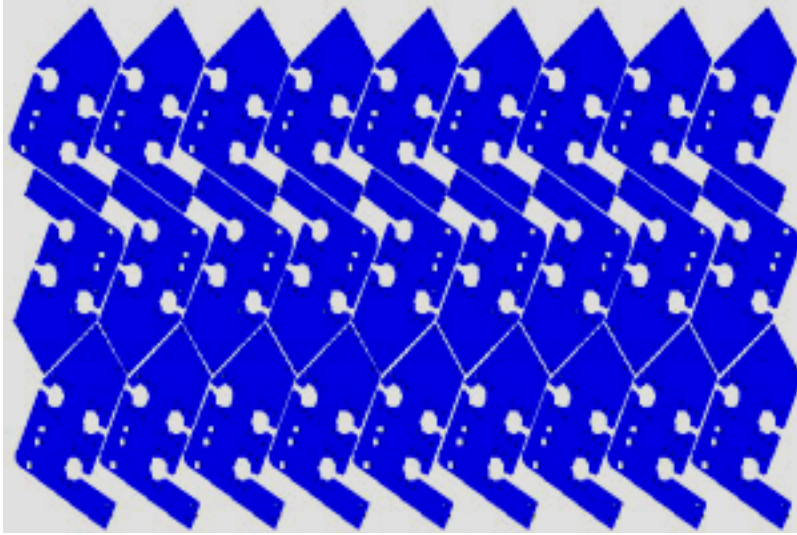
Şekil 1.3: CAD programında çizilen parçanın lazer tezgâhına ait yazılıma aktarılması

Bu işlemlerden sonra parçaların sac plaka üzerinde yerleşim planı hazırlanmaktadır. Boyutları belli olan bir plaka üzerine kalınlıkları eşit olmak şartıyla tek bir parçadan belli sayıda veya birden fazla sayıda farklı parça yerleştirilebilir (Şekil 1.4). Bu da takım hâlinde kesilen parçalar için uygun bir yöntemdir. Böylece sac, minimum fireyle değerlendirilmiş olur. Daha önceden hazırlanan “.geo” (Bu dosya uzantısı farklı programlar için değişebilir.) uzantılı dosya veya dosyalar çağrılarak sac plaka üzerine istenen sayı ve çeşitlilikte yerleştirilir. Daha sonra kesme kuralı belirlenir. CAM (Computer Aided Manufacturing) bölümünde ise bir veya birden fazla iş parçasının kesme simülasyonu program yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Bununla kesmede oluşabilecek çeşitli hatalar değerlendirilmektedir. Örneğin; delik çapları çok küçükse farklı yerden lazer ışını girişi gerçekleştirilmekte ya da parçalar çok yakın yerleştirilmişse aralarındaki mesafe değiştirilmektedir. Lazerin kafa hareketleri ekranda görülmekte ve istenirse değişiklik yapılabilir.

CNC lazer tezgâhları, çeşitli kapasitelere sahiptir. Bu kapasite, tezgâha yüklenecek sac ebatlarıyla orantılıdır. Çoğunlukla 2 boyutlu kesim yapan tezgâhlar 3000 x 1500 ebatında saclar içindir. Fakat imalatın türüne ve büyüklüğüne göre sac ebatı artmaktadır.



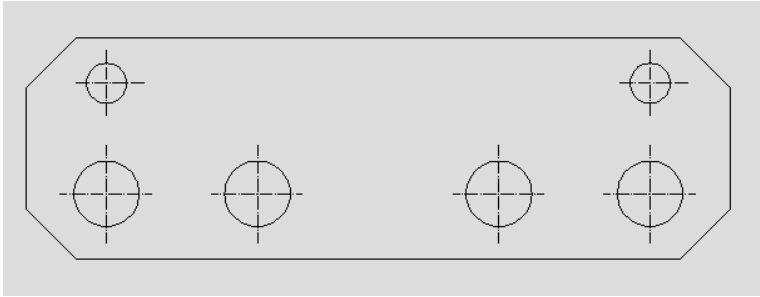
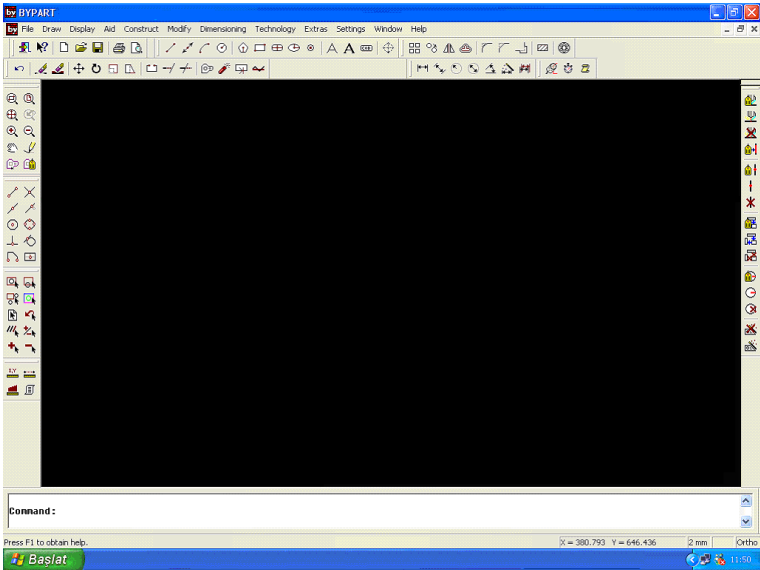
Şekil 1.4: Lazer tezgâhına ait yazılımla kesim planının çıkartılması



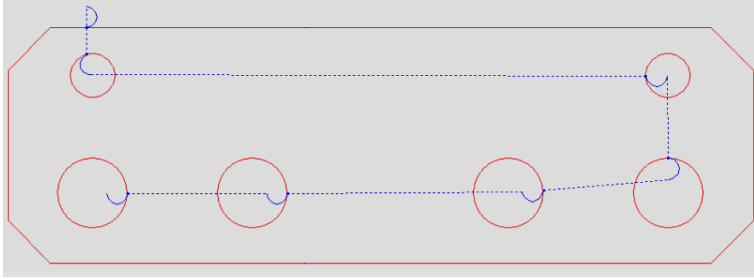
Şekil 1.5: Lazer tezgâhına ait yazılımla minimum kayıpla kesim planının çıkartılması

UYGULAMA FAALİYETİ

Farklı programlarda çizilen iki boyutlu çizimlere CNC lazer kesme paket programında kesme için gerekli parametre ayarlarını yapınız.

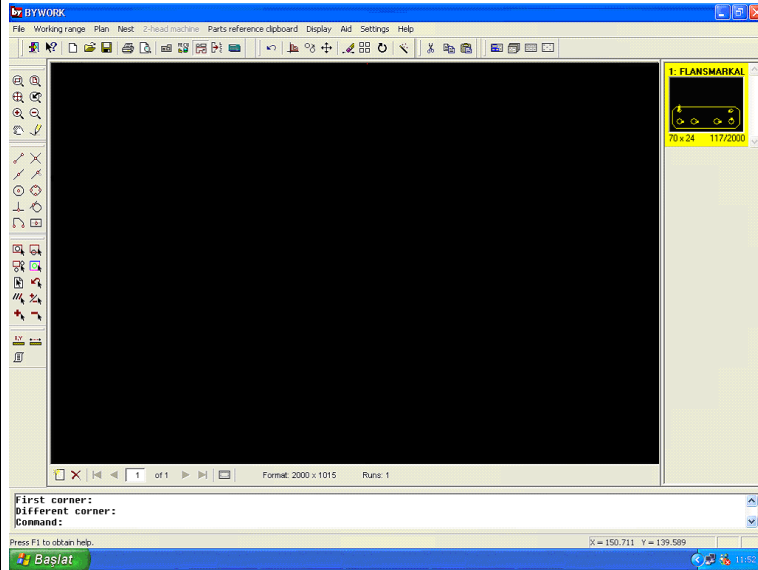
İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ CAD Programında parça tasarımını yapınız. Tasarladığınız çizimi “uygulama.dxf” adıyla ve uzantısıyla kaydediniz.</p>  <p>➤ CNC lazer kesme tezgâhına ait “Bypart” yazılımını bilgisayarda açınız.</p> 	<p>➤ CAD programında çizimi yaptıktan sonra dosyayı dxf olarak kaydetmeyi unutmayınız.</p> <p>➤ Bütün programları açarken diğer programlarda yaptığımız işlemleri kaydediniz.</p>

- CAD programında tasarladığımız çizimi “Bypart” programını kullanarak açınız.
- Bu programı kullanarak uygulama isimli parçanın kesim şablonunu çıkarınız ve dosyayı kaydediniz.



Bypart programı ile hazırlanan kesim şablonu

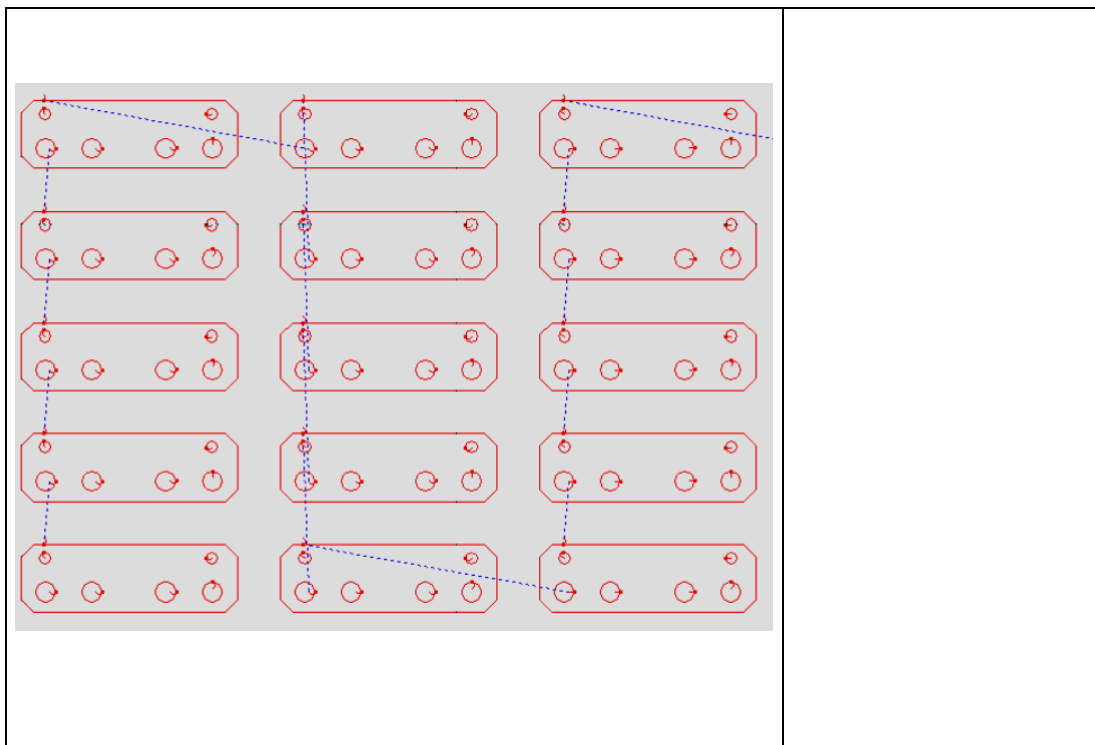
- Kesim şablonu oluşturulduktan sonra yine CNC lazer kesme tezgâhına ait “Bywork” programını açınız.



- Çizim işlemleri yapılan bilgisayarlarda mümkünse internet bağlantısı yapmayınız.

- Bütün programları açarken diğer programlarda yaptığımız işlemleri kaydediniz.

- Bywork programı ile parçanın üretileceği adedi belirterek sac üzerine otomatik yerleştiriniz.



KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. CAD Programında parça tasarımını yaptınız mı?		
2. Tasarladığınız çizimi “uygulama.dxf” adıyla ve uzantısıyla kaydettiniz mi?		
3. CNC lazer kesme tezgâhına ait “Bypart” yazılımı bilgisayarda açtınız mı?		
4. CAD programında tasarladığınız çizimi “Bypart” programını kullanarak açtınız mı?		
5. Programı kullanarak uygulama isimli parçanın kesim şablonunu çıkartıp dosyayı kaydettiniz mi?		
6. Kesim şablonu oluşturulduktan sonra yine CNC lazer kesme tezgâhına ait “Bywork” programını açtınız mı?		
7. Bywork programı ile parçanın üretileceği adedi belirterek sac üzerine otomatik yerleştirdiniz mi?		

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. Kesme tezgâhları, işlenecek malzemeyi kaç mm'lik bir lazer ışık hüzmesi ile eritir ve buharlaştırır?
 - A) 5 mm
 - B) 0.5 mm
 - C) 0.05 mm
 - D) 0.005 mm
2. Aşağıdakilerden hangisi CNC lazer kesme tezgâhının ünitelerinden değildir?
 - A) Güç ünitesi
 - B) Kontrol ünitesi
 - C) Boya ünitesi
 - D) Lazer üretim ünitesi
3. Aşağıdakilerden hangisi CNC lazer kesme tezgâhının avantajlarından değildir?
 - A) Çok hassas ve 0.5 mm'ye kadar ince parçalar kesilmektedir.
 - B) Malzemenin türüne göre gaz seçimi ve kalınlığına göre nozul seçimi otomatik yapılır.
 - C) Kesimlerin hatasız ve temiz olması için otomatik önleyici sistemler mevcuttur.
 - D) Kesim çok yavaş gerçekleşmektedir.
4. Kesilecek parçaların ilk tasarımı hangi programlarda yapılır?
 - A) CAD
 - B) CAM
 - C) CAP
 - D) CAX
5. Tasarlanan parçanın kesim şablonu hangi programda hazırlanır?
 - A) CAD
 - B) Bypart
 - C) Byrace
 - D) Bywork
6. Lazer tezgâhlarının standart sac ölçüsü hangisidir?
 - A) 3000 x 1500
 - B) 1000 x 1000
 - C) 1000 x 500
 - D) 500 x 500
7. Hangisi lazer kesmede kullanılmayan gazdır?
 - A) Karbondioksit
 - B) Karbonmonoksit
 - C) Helyum
 - D) Azot

8. Lazer kesme işlemlerinin tezgâha aktarılması nasıl yapılır?
A) CD kullanarak
B) Disket kullanarak
C) MD kullanarak
D) Bir şey yapılmasına gerek yoktur.
9. Cam muhafaza niçin önemlidir?
A) Gerekli değildir.
B) Kıvılcımdan korunmak için
C) Lazer kafanın çevreye zarar vermemesi için
D) Radyasyondan ve lazerin kötü etkisinden korunmak için
10. Hangisi lazer tezgâhının avantajlarındanır?
A) Elektrik tasarufu sağlar.
B) Zaman tasarufu sağlar.
C) Malzeme tasarufu sağlar.
D) Hepsi

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

Sacı CNC tezgâh tablası üzerinde sabitleyip kesim için hazırlanmış resmi CNC lazer tezgâhına aktarabilecek, kesim ayarlarını yaparak kesim işlemini başlatabilecek, kesme işlemini tamamlana kadar gözleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Okul, üniversite ve şehir kütüphanelerine gidiniz, internet ortamında araştırarak konuyla ilgili dokümanlar toplayıp bir rapor hazırlayınız. Sanayi bölgelerinde faaliyet gösteren CNC lazerle kesme işlemleri yapan ya da üretimlerinde CNC lazer tezgâhları kullanan işletmelere giderek bu tezgâh hakkında bilgi sahibi olunuz.

2. CNC LAZER KESMEDE ÇALIŞMAK

2.1. Lazer Kesme Tezgâhında Kesme İşlemi

Operatörün işlemleri yapması ve herhangi bir sorunda müdahale edebilmesi için operatör uygulama sayfası (Operator Setup Sheet) ve lazer kesme kafasının hareket şekli kâğıt üzerine alınarak operatöre verilmektedir. Operatör için düzenlenen sayfada yapılan program için genel olarak program numarası, tarihi, malzemenin cinsi, ağırlığı ve boyutları, kaç plaka kesileceği, toplam kesme zamanı, kesme uzunluğu, kesilecek parça veya parçaların .geo uzantılı dosya isimleri ve sayfa ismi belirtilir. Ayrıca program içinde bulunan her bir parçanın verilen parça ismi, geometrik dosya ismi, kesme kuralının ismi, program numarası, o parçanın kesme zamanı, o parçanın kesme uzunluğu, ağırlığı, kaç noktadan parçanın içine işleyeceği gibi bilgiler görülebilmektedir.

Sac malzeme girildikten, parçalar yerleştikten ve kalınlık belirlendikten sonra sac plaka ağırlığı ve lensin boyutu belirlenmektedir. Lazer tezgâhıyla yapılan işlemin kesme zamanı da anında görebilmektedir. Makine de yapılan bir programdan çok fazla kesim yapılacaksa tekrar tekrar çağrılarak yapılabilir.

Sac plaka tezgâha el, forklift ya da vakumlu kollar yardımıyla yerleştirilebilir. Tezgâhın üzerinde iki adet araba vardır. Bu arabalardan birinin üzerine konulan sac işlemeyken diğerine işlenecek sac malzeme yerleştirilir. İşlemi biten araba dışarı alınırken

işleme girecek diğer araba alınır. Böylece zamandan çok büyük tasarruf sağlanır. Böylelikle kesilen parçalar toplanırken diğer arabadaki sac işleme başlar.

Tezgâh çalışmaya başladıktan sonra kesinlikle cam bölmeleri açılmamalıdır. Bu cam bölmeler radyasyona ve lazer ışınının göz ve cilde etkisine karşı koruyan malzemelerden yapılmıştır.

Tezgâhın hava gereksinimi ise bir kompresör yardımıyla sağlanmaktadır. Ayrıca tezgâhın bulunduğu ortamın temiz olması gerekmektedir. Lazer tezgâhının üzerinde bulunan bilgisayar ile programların çağırılması, işlemlerin yapılması ve o anki işlemlerin görülmesi sağlanır.

Uygun ortam sağlandığında ve gerekli güvenlik önlemleri alındığında kesme işlemi kontrol panelinden başlatılır. Lazer kafa, programlandığı gibi sac üzerinde hareket ederek kesme işlemi gerçekleştirilir.

Kesme işlemi sonlandığında ise lazer kesme tezgâhı kapatılır ve cam muhafaza açılarak kesilen parçalar buradan alınır ve kesme işlemi tamamlanmış olur.


2.2. Lazer Kesme Tezgâhının Çalıştırılmasında Dikkat Edilecek Hususlar

- Lazer osilatörünün çıkış gücü, işlenecek malzeme kalınlığı için ana kıstas teşkil etmektedir. Bununla birlikte aranması gerekli temel ölçütler; kesimde kesintisiz sürekli kalite, pürüzsüzlük ve hassasiyettir. Bunun için tercih edilecek lazer işleme merkezinin gerçek ve görsel performansı bizzat görülmelidir.
- Vibrasyon, lazer gibi hassas bir konuda önemli, belirleyici bir ölçüttür. İç vibrasyonlar ve özellikle dış çevresel vibrasyonlar, toplam bileşke vibrasyonu teşkil etmektedir. İhmal edilebilir görünen bir vibrasyon, lazerin yuvarlak açması gerekli bir deliği oval açmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca vibrasyon, kesintisiz sürekli kesim kalitesi, pürüzsüzlük ve hassasiyet konularında etkin bir belirleyici ölçüttür.
- Lazer işleme makinelerinde, kullanılan ekipman sayısının (odaklayıcı lensler, doğrultucu ve yönlendirici aynalar, kullanılan lazer gazı, tüp sayısı vs.) olabildiğince az tutulması seçimlerde belirleyici unsurlardan olmalıdır. Bu konu ek maliyet, periyodik bakım-değişim, daha çok ayar, ek fonksiyonel bağlantılar, servis maliyeti gibi ciddi, düşünülmesi gerekli külfetler getirmektedir.
- Işığının kat edeceği yol uzadıkça ışık saçılımı artmaktadır. Bunu önlemek için ek odaklayıcı ve doğrultucu elemanlar kullanılmaktadır.
- Lazer gazı ve kesim için gerekli yardımcı gazların oransal kullanım performansı, ara ekipman kullanılıp kullanılmadığı, tüp ve tüketim maliyetleri de dikkate alınması gereken önemli hususlardır.
- Toplam elektrik tüketimi, yine toplam maliyetler ile birlikte yakından incelenmesi gerekli bir konudur.

-
- Seri üretim yapılan ve zamanın çok değerli olduğu sistemlerde seçeceğimiz lazer işleme merkezinin farklı kalınlıklardaki farklı malzemeleri, kafa değişimine, ek ayarlara ve zaman kayıplarına gerek duyulmaksızın kesintisiz ve sürekli gerçekleştirebilme özelliğine sahip olması gerekir.
 - Servis ağı, kalitesi ve güvenilirliği tüm ölçütlerden ayrı tutulması ve çok ciddi değerlendirilmesi gerekli temel bir prensiptir.
 - Tüm bu belirleyici ölçütler ile birebir örtüşen, lazer işleme merkezinin tamamlayıcısı CAD CAM çizim ve kod çevirici programlarının mevcut olması sizler için yine önem verilmesi gerekli bir konudur.

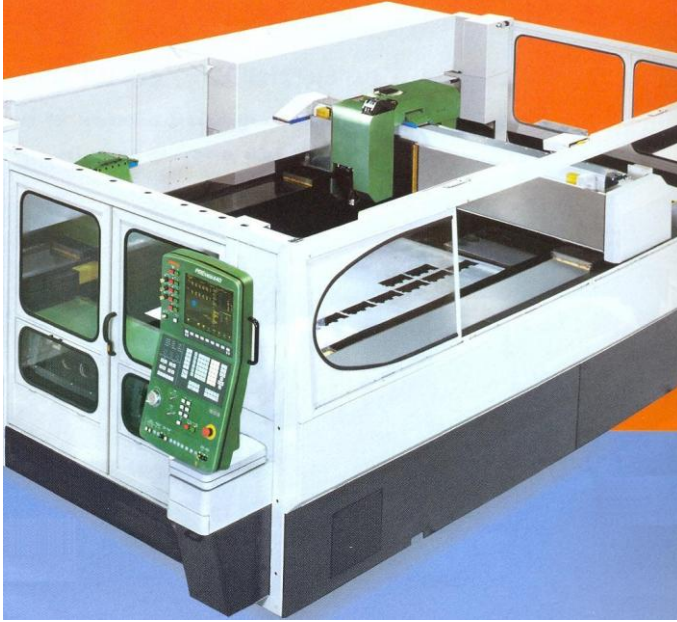
UYGULAMA FAALİYETİ

Sacı CNC tezgâh tablası üzerinde sabitleyip kesim için hazırlanmış resmi CNC lazer tezgâhına aktarınız, kesim ayarlarını yaparak kesim işlemini başlatınız, kesme işlemini tamamlana kadar gözleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kesilecek parçanın çizimini tezgâha aktarmak için bilgisayarınızla bağlantısı varsa direkt olarak tezgâha yollayınız. Şayet bilgisayar bağlantısı mevcut değilse kaydettiğiniz dosyayı bir diskete aktarınız.➤ Disketteki dosyayı, CNC lazer kesme tezgâhının kontrol ünitesi kısmındaki disket sürücüsüne yerleştiriniz.  <ul style="list-style-type: none">➤ Kontrol ünitesindeki disket sürücüsüne disketi yerleştirdikten sonra malzemenin cinsini ve kalınlığını giriniz. Makine otomatik olarak gaz seçimi ve diğer ayarları yapacaktır.➤ Kesme işlemi için malzeme stok ünitesinden kesilecek sacı alıp yükleme ünitesine sevkediniz (Bu işlemi vakumlu otomatik kollar yapacaktır.).	<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanacağınız diskette virüs olmamasına dikkat ediniz.➤ Gerekli güvenlik önlemlerini alınız.



- Malzeme yükleme bölümüne aktarılan sacı, lazer kesimin yapılacağı cam muhafazalı özel kabine getiriniz.
- Gerekli güvenlik önlemlerini aldıktan sonra cam muhafazayı kapatınız.



- Cam muhafaza, radyasyonun ve lazerin göz ve cilde olumsuz etkisini azaltmaktadır.

- Lazer kesme işlemini kontrol panelinden başlatınız.



- Kesme işlemi bittikten sonra makineyi kapatınız.
- Cam muhafazayı açarak kesilen parçaları çıkarınız.

- Makineyi kapattığınızdan emin olunuz.

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. Çizilen dosyayı diskete kaydettiniz mi?		
2. Disketteki dosyayı, CNC lazer kesme tezgâhının kontrol ünitesi kısmındaki disket sürücüsüne yerleştirdiniz mi?		
3. Kontrol ünitesindeki disket sürücüsüne disketi yerleştirdikten sonra malzemenin cinsini ve kalınlığını girdiniz mi?		
4. Makine otomatik olarak gaz seçimi ve diğer ayarları yapacaktır, bu ayarları kontrol ettiniz mi?		
5. Kesme işlemi için malzeme stok ünitesinden kesilecek sacı alıp yükleme ünitesine sevkettiniz mi?		

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 cümlelerde boş bırakılan parantezlere verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () CNN lazer tezgâhlarında yapılan bir programdan çok fazla kesim yapılacaksa tekrar tekrar çağırılarak yapılabilmektedir.
2. () CNN lazer tezgâhlarında vibrasyon, lazer gibi hassas bir konuda önemli, belirleyici bir ölçüttür.
3. () Işığın kat edeceği yol uzadıkça ışık saçılımı artmaktadır. Bunu makine kendisi otomatik olarak ayarlar.

DEĞERLENDİRME

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

MODÜL DEĞERLENDİRME

Öğretmeninizin vereceği/verdiği kesme işlerini CNC lazer ile yaptınız.

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İki boyutlu çizim programını (CAD) bilgisayara yükleyerek çalıştırabildiniz mi?		
2. Çizim programının ayarlarını yapabildiniz mi?		
3. İş parçasının resmini bilgisayar ortamında çizebildiniz mi?		
4. İş parçasının resmini bilgisayar ortamında ölçülendirebildiniz mi?		
5. Çizilen resmi isimlendirerek (dxf) uzantılı olarak kaydedebildiniz mi?		
6. CNC paket programa girerek çizilen iki boyutlu dxf uzantılı resmi çağırabildiniz mi?		
7. İş parçasını, sac üzerine yerleştirip sac ölçüsünü seçebildiniz mi?		
8. Kesim sırasını ve sayısını belirleyip programa isim vererek kayıt yapabildiniz mi?		
9. Hazırlanan programın simülasyonunu yapabildiniz mi?		
10. CNC lazer makinesini açarak kullanıma hazır hâle getirebildiniz mi?		
11. Kesimi yapılacak iş parçasını, lazerle kesme makinesine yükleyip devreye alabildiniz mi?		
12. Sacın kalınlık ve cinsine uygun parametreleri seçebildiniz mi?		
13. Sac ölçüsüne göre sacı, makinenin tablasına yerleştirip bağlayabildiniz mi?		
14. Gerekli emniyet tedbirlerini gözden geçirip makineyi çalıştırarak parçaların kesilmesini başlatabildiniz mi?		
15. Kesme işleminin tamamlanmasından sonra kesilen parça/parçaları kontrol ederek tasnif edebildiniz mi?		
16. CNC lazer kesme tezgâhını kapatabildiniz mi?		

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	C
4	D
5	A
6	C
7	C
8	C
9	B
10	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış

KAYNAKÇA

- **AutoCAD 2000, AutoCAD2002, AutoCAD2004, Program Kaynakları.**
- BATI Mehmet, Veli PEHLİVANOĞLU, **CNC Takım Tezgâhları**, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Bölümü, İstanbul, 2002.
- GEORGE Omura, **AutoCAD 2000**, Alfa Basım Yayın, 2002
- GÜVEN Onur, **Lazer Kesme**, Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Makale