**1-CNC TEZGAHLARIN TARİHÇESİ VE TANITIMI**

**1.1 Talaş Kaldırma ve Takım Tezgahının Tanımı**

İmalatın amacı, hammadde halinde bulunan herhangi bir malzemeyi, belirli bir şekilde dönüştürmektir, îmalat, insan veya hayvan gücü kullanarak ilkel yöntemlerle veya mekanik enerji kullanarak makinelerle yapılabilir. Makinelerin çoğunlukla kullanıldığı imalat sistemine sanayi denilir. Toplumun, örneğin tarım, tekstil, gıda vs. gibi herhangi bir üretim alanına tatbik edilebilen sanayi, ülkenin kalkınmasında ve ekonominin gelişmesinde önemli rol oynar.

İmalatın hedefi olan ürün, üretim araçları ile gerçekleştirilir. Çok geniş bir anlamda tüm üretim araçlarına takım tezgahları denilebilir. Ancak dar bir anlamda tüm üretim araçlarına sadece metal, plastik, ahşap ve taş gibi malzemeleri işleyen bunlara belirli bir şekil veren üretim araçlarına takım tezgahı denir. Takım tezgahlarından en yaygın olanları metalik malzemeleri işleyen takım tezgahlarıdır.

Herhangi bir imalat, şekil değişimine uğrayan malzemenin yanı sıra, imalat yönetimi, takım ve tezgah olmak üzere üç etkenin yardımı ile gerçekleşir. İmalat yönetimi, hammaddeye şekil vermek için uygulanan fiziksel olay; takım, imalat işlemi gerçekleştiren eleman; tezgah, imalat yönetimini gerçekleştirmek için hammaddeye ve takıma gereken hareketleri sağlayan makine’dir. Tekniğin gelişmesi ile, bu konular kendi aralarında yapılan incelemelerin ve araştırmaların sonucu olarak ayrı ayrı gelişme göstermişler ve günümüzde, imalat Yöntemleri, Takım Tezgahları ve Tezgah Konstrüksiyonu olarak ayrı ayrı bilim dallarını oluşturmuşlardır. Bunların yanı sıra, imalat işlemini kolaylaştırmak işleme kalitesini sağlamak amacı ile gerek parçaların, gerekse takımların tezgaha tutturulmasını inceleyen Tutturma Tertibatı Konstrüksiyonu; bir parçaya nihai şekli vermek için, en yüksek prodüktiviteyi ve en düşük maliyeti sağlamak amacı ile uygulaması gereken imalat yönetimim inceleyen İmalat Teknolojisi; aynı kriterlere göre tüm fabrika çapında veya fabrikalardan kurulu holding ve karteller çapında imalat proseslerini inceleyen Fabrika Organizasyonu ve Yöneylem Araştırması gibi bilim dalları da meydana gelmiştir. Ancak bu bilim dallarını iki guruba ayırmak mümkündür. Teknik yönü ağır basan birinci guruba imalat yöntemleri, takım konstrüksiyonu, tezgah konstrüksiyonu, tutturma tertibatı konstrüksiyonu ve imalat teknolojisi; ekonomik yönü ön planda olan ikinci guruba da yöneylem araştırma ve fabrika organizasyonu girmektedir.

İmalat yönetimi, mekanik ve fiziksel-kimyasal olmak üzere iki büyük guruba ayrılabilir. Bunlardan en önemlisi olan mekanik imalat yöntemleri Talaşlı ve Talaşsız olmak üzere ikiye ayrılır. Adı üzerinde talaşsız imalat yöntemleri, talaş kaldırmadan, talaşlı imalat yöntemleri ise talaş kaldırarak şekil veren yöntemlerdir. Talaşsız imalat yöntemleri döküm, dövme, presleme, haddeleme, çekme, derin çekme, sıvama, bükme, kaynak, lehim, yapıştırma ve perçinleme; talaşlı imalat yöntemleri ise, tornalama, delme, frezeleme, planlama, vargelleme, broşlama, taşlama, honlama, lebleme gibi işleri kapsamaktadır. Fiziksel-kimyasal işleme gurubuna elektroerozyon, tel erozyon, kimyasal, elektro-kimyasal, elektron, lazer ve plazma ile işleme gibi yöntemler girmektedir.

Çok kısa bir zamanda gerçekleştirilmesine rağmen, talaşsız imalat yöntemleri, yüzey, boyut ve şekil kalitesi bakımından, parçada istenilen kaliteyi sağlayamamaktadırlar. Bu nedenle, bu şekilde imal edilen parçaların yüzeylerinin bir kısmı veya tamamı, talaşlı imalat yöntemi ile işlenmektedir. Bundan dolayı talaşsız imalat işlemlerine primer (sıra bakımından birinci), talaşlı imalat yöntemlerine ise seconder (sıra bakımından ikinci) imalat yöntemleri de denilir.

**1.2 CNC Tezgahların Tarihçesi ve Gelişmesi**

Üretim aracı olarak takım tezgahlarının kullanılması insanlık tarihiyle başlar. Ancak 19.yy. başlangıcında İngiltere ve diğer Batı Avrupa ülkelerinde sanayi devriminin başlamasıyla, takım tezgahları günümüzdeki anlamı ile hızlı bir gelişme göstermişler ve bu ülkelerde, sanayinin belkemiğini oluşturan güçlü bir takım tezgahı sanayii kurulmuştur.

Sanayinin ilk aşamasında parçalar, tezgahlarda kaba boyutları ile işleniyor ve sonra birbirleriyle çalışması (assembly) için elle araştırma yapılıyordu. 19.yüzyılın ortalarında, parçaların değiştirilebilirlik ilkesinin bulunması, parçaların tezgahlarda toleranslı olarak imal edilmesini sağlamış ve montajlar, elle araştırma ile değil de, parçanın tezgahlarda işlenmiş hali ile yapılabilmiştir. Bu buluş prodüktiviteyi artırarak seri imalatın başlamasında ilk etken olmuştur. 19.yüzyılın sonlarına doğru imalat teknolojisinin ve imalat organizasyonunun ilkelerinin tespiti ile, seri imalat çağı başlamış, 1900 yılında, o tarihe kadar takımlar için kullanılan alaşımsız ve az alaşımlı takım çeliklerinin yanı sıra, Taylor tarafından hız çelikleri uygulamaya konulmuş, kesme hızlarında ve buna bağlı olarak üretimde büyük artışlar sağlanmıştır. Bu şekilde lokomotifler, motorlar, türbinler, ucuz fiyata otomobiller, dikiş makineleri ve saatler daha çok imal edilmeye başlanmıştır. 1930'lu yıllarda sert karbürün bulunması, kesme hızını daha da artırarak daha kaliteli yüzeylerin elde edilmesini sağlamıştır. Şöyle ki, bu gelişmelerin sonucu olarak atölyelerde başlayan usta ve işçilerin kişisel tecrübelerine dayanan talaş kaldırma olayı pratik seviyeden bilim seviyesine ulaşmıştır. Bu hususta M.E. Merchant, F.W. Taylor ve M. Kronenberg gibi bilim adamlarının büyük katkıları olmuştur. Bu gelişmelere paralel olarak gerek takım gerekse tezgah konstrüksiyonunda önemli değişiklikler olmuş ve yine aynı yıllarda, üretimin artırılmasında önemli bir etken olan otomatik takım tezgahlarının imalatı başlamıştır.

[[](http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/images/image001.jpg)](http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/images/image001.jpg)Takım tezgahları alanında büyük devir, 1950 yıllarında nümerik programlamaya göre çalışan ve Nümerik Kontrollü (NC-Numerical Control) denilen tezgahların uygulamaya konulmasıyla başlar. Aynı tarihlerde seramikten yapılan takımların kullanılması ile kesme hızları ve işleme kaliteleri büyük değerlere ulaşmış ve her iki uygulamada takım tezgahı gerek nitelik, gerekse nicelik bakımından büyük gelişmeler göstermiştir. Bu gelişme, daha önce bilinen mekanik otomat tezgahtan da kapsama alarak günümüzde, pim kontrollü, kam kontrollü, kopya kontrollü, tek akslı, çok akslı, transfer tezgahları olarak bilinen büyük bir tezgah yelpazesini oluşturmuştur. NC tezgahların bilgisayarla donatılması ile CNC (Computer Nümerical Control) ve DNC (Direct Nümerical Control) tezgahlan oluşmuş, bilgisayarların ve kişisel bilgisayarların kullanılması ile de bu tezgahlar işlemi optimizasyon düzeyinde yapmaya başlamışlardır.

[[](http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/images/image003.jpg)](http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/images/image003.jpg)Tezgahların bu gelişmelerine paralel olarak imalat sistemlerinde de büyük gelişmeler olmuştur. Şöyle ki, 1947 yılında ortaya atılan otomasyona dayalı imalat sistemi genişletilerek optimizasyon devrine geçilmiş, robotların kullanımı gittikçe artarak günümüzde robot fabrikaları ve robot tesisatları kurulmuştur. Ayrıca bilgisayarların yardımı ile ayrı ayrı yapılan bilgisayar destekli konstrüksiyon CAD (Computer Aidet Design) ve bilgisayarlı imalat CAM (Computer Aidet Manufacturing) işlemleri birleştirilerek CAD-CAM (Bilgisayar Destekli Konstrüksiyon ve imalat); ve bunların CNC ve DNC tezgahların birleşmesi ile Esnek İmalat Sistemleri FMS (Flexible Manufacturing System) ortaya atılmıştır. İmalatı yansıtan FMS ile fabrikanın kalite kontrol, stok kontrol, muhasebe alım satım ve yönetim gibi diğer kısımları bilgisayar kontrolü altında birleştiren Bilgisayar Destekli Bütünleşik İmalat Sistemleri CIM (Computer Intemated Manufacturing) devri başlamıştır. Bu gelişmeler imalat teknolojisinde, takım ve tezgah konstrüksiyonunda büyük gelişmeler meydana getirmiştir.

Talaş kaldırma ve Takım tezgahı alanındaki gelişmeler, özelliğinden dolayı, diğer gelişmeler; örneğin ulaşım, haberleşme, uzay, enerji alanındakiler gibi toplum tarafından sezilememekte ve takip edilememektedir. Ancak yukarıda belirtilen tüm alanlardaki gelişmelerin gerçekleşmesini, takım tezgahı alanındaki gelişmelerin sağladığı unutulmamalıdır.

**2-CNC TEZGAHLARIN ÜSTÜNLÜKLERİ**

Günümüzde takım tezgahları ve bunlarla birlikte bir çok tertibatlar ve cihazlar CNC şeklinde yapılamamaktadır. Bu nedenle bu hesaplar kanımca günceliğim yitirmiştir. Bununla beraber CNC tezgahların üstünlüklerini bir daha belirtmekte yarar vardır:

**2.1. Konvansiyonel tezgahlara göre;**

* Yardımcı ve hazırlık zamanların çok düşük olması, prodüktivitenin önemli şekilde artması ve maliyetin azalması.
* Daha yüksek ve özellikle sabit kalite elde edilmesi.
* Daha az ve basit tutturma tertibatlarına gereksinme olması.
* Çok karmaşık parçaların, yüksek bir doğrulukla işlenebilmesi.

**2.2. Mekanik otomat tezgahlara göre;**

* Çok daha esnek olması, yani işleme koşullarının çabuk değiştirilebilmesi.
* Ayar zamanının çok daha kısa olması.

**2.3. CNC tezgahların mahsurları**

* Daha hassas olması ve dolayısıyla çevre etkilerine karşı daha iyi muhafaza edilmesi.
* Bozulma ihtimallerinin daha büyük olması ve ayrıca tamirat için uzmanlaşmış elemanlara ihtiyaç duyulması.
* Programlama için kalifiye elemanlar istemesidir.

Bu nedenle özellikle ilk olarak CNC tezgahlarım kullanan firmalar, aşağıdaki hususlara dikkat etmelidirler:

* Tüm bölümlerin ve özellikle CNC tezgahı ile yakın ilişkili olan personelin,CNC tezgahlar hakkında bilgi edinmesi ve bu hususta personelin eğitilmesine önem verilmelidir.
* Konstrüktörler ve ressamlar imalat resimlerini CNC tezgahların özelliklerine göre hazırlamalıdırlar.
* Takım ve tutturma tertibatların CNC tezgahlarda kullanılmak üzere bir organizasyon yapılmalıdır.
* Tezgahların bakımı için özel önlemler alınmalıdır.

**3. NC TEZGAHLARININ KONSTRÜKSİYON ÖZELLİKLERİ**

**3.1 Teorik Esaslar**

Takım tezgahlarının amacı, hammaddeye toleranslarla belirtilen bir kalitede şekil vermektir. Şekil verme işlemi, takım ve parçanın izafi hareketlerinin sonucu olarak talaş kaldırma ile gerçekleşir. CNC tezgahlarında programla belirtilen bu hareketler, tezgahın kontrol ünitesi tarafından vurgu şeklinde elektronik sinyallere dönüştürülür; bu sinyaller motoru ve buna mekanik iletim sistemi (dişli çark, cıvata mekanizması vb.) ile bağlı olan kızağı harekete geçirirler. Tezgahın Şekil 3.1'de gösterilen iletim seması dikkate alınırsa, bu sistemin hızı Şekil 3.2a'da gösterildiği gibi aniden O'dan nominal değere ulaşmaz. Gerçek hız-zaman (u=f(t)) diyagramı Şekil 3.2b'de gösterildiği gibidir.

Burada hızın nominal değere ulaşma zamanına gecikme zamanı denilir ve esasen kızağın konumu bakımından bir hata meydana getirir. Ayni şekilde durma zamanı da aniden değil durma zamanı denilen belirli bir zamandan sonra gerçekleşir. Gecikme ve durma zamanları ivmeleme ve yavaşlama zamanına bağlıdır. Bu faktörler küçülürse, gecikme ve durma zamanları büyür ve buna bağlı kızağın konum hataları da büyür.

Yukarıdaki açıklamalar basit bir şekilde de yorumlanabilir. Bir sisteme sinyallerin verilmesi ile o sistem aniden harekete geçmez; sistemin yapışma bağlı ve konum hatalarına neden olan bir gecikme zamanları meydana gelir. Buna göre kontrol ünitesinden gönderilen sinyallerle motor hemen harekete geçmez; aynı şekilde motorun harekete geçmesi ile kızak hemen harekete geçmez. Buna kontrol tekniğinde sistemin cevabı (cevap frekansı) denilir. Mekanik sistemlerde gecikme zamanı yani kızağın konum hataları: parçalar arasındaki boşluklara, sistemi  
oluşturan parçaların rijitliğine, hareket halindeki parçaların kütlelerine, parçalar arası meydana gelen sürtünmeye ve sönümleme olayına bağlıdır. Bunun yanı sıra bu faktörlerin etkisi altında tezgahta, parça kalitesin! bozan titreşimler de meydana gelebilir; buna kararsızlık denilir. Bu bakımdan yüksek bir işleme kalitesi  
ve kararlı bir çalışma için, CNC tezgahlarının şu özelliklere sahip olmaları gerekir:

Yüksek rijitlik;Parçalar arasında minimum boşluk;Düşük kütleler ve momentler;Düşük sürtünme ve uygun bir sönümleme.   
  
**3.2 Konstrüksiyon Örnekleri**

CNC tezgahların konstrüksiyonu hakkında bir fikir vermek için, Şekil 3.2'te bir CNC torna tezgahı verilmiştir. Mekanik otomat tezgahlarla karşılaştırıldığında CNC tezgahlar konstrüksiyon bakımından çok daha basit olarak görülmektedir. Ayrıca Şekil 3.4 ‘te CNC freze tezgahı gösterilmiştir:

|  |  |
| --- | --- |
| [büyük resim](http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/images/image007.jpg) Şekil 3.2 | [büyük resim](http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/images/image009.jpg) Şekil 3.4 |

Delikli plakalar üst ve alt yüzeyleri çok iyi işlenmiş, üzerinde delikler bulunanj, boyutları 250 mm x 500mm’ye kadar parça bağlanabilen dökme demirden yapılan elemanlardır. Plakalar çok hassas ve güvenilir şekilde tezgah tablasına bağlanır ve plaka üzerinde parça turtturulur. Deliklerin bazıları saf delik, bazılarında vida vardır. Çok iyi işlenmiş (taşlanmış ) olan saf deliklere parçanın konumlandırılması için pimler yerleştirilir.

**3.3 Tezgah gövdeleri**

Tezgah tipine göre, tezgah gövdeleri birbirinden oldukça farklıdır. Ancak bir genelleştirme yapılırsa tezgahların gövdesi, banko ve kolon'lardan meydana gelir. Banko tezgahın bulunduğu zemine göre yatay; kolon bu zemine göre dikey vaziyette bulunan gövde kısmıdır. Buna göre bazı tezgahlar örneğin torna, sadece bankodan (Şekil 3.4); bazıları örneğin freze sadece kolondan meydana gelirler. Tezgah gövdeleri; yüksek rijitliğe ve kütleleri azaltmak için hafif konstrüksiyona sahip olmaları; başka bir deyişle rijitlik / kütle oranı yüksek olması gerekir. Ayrıca malzeme seçiminde sönümleme özelliği de dikkate alınır. Rijitlik/kütle oranı üzerinde yapılan teorik ve deneysel incelemelere göre, bu bakımdan en uygun kesitin içi boş kesit olduğu anlaşılmıştır. Boş kesitler eğilme  
ve burulma gibi zorlamalarda, kesitteki gerilmelerin dağılımım eşitlemekle beraber eylemsizlik momentim de artırırlar. Ancak bu durumda elemanın dış boyutu da artar. Boş kesitli elemanların rijitliklerini artırmak için kaburgalar veya özel şekillendirmeler yerleştirilir. Gövdelerin burulma rijitliği, gövdeyi oluşturan kısımların birbirine bağlama şekline bağlıdır. Genellikle cıvatalarla ön gerilme şeklinde yapılan bu bağlamalar, bir yandan veya iki yandan olabilir. Genelde iki yandan yapılan bağlama, burulma rijitliğini arttırır. Tezgahların rijitliği, tasarım sırasında günümüzde geliştirilmiş bir hesap yöntemi olan sonlu elemanlar yöntemi ile kontrol edilir (Şekil 3.4).

|  |  |
| --- | --- |
| http://estorototamiroda.com/makaleler/9_dosyalar/image006.jpg Şekil 3.4 Tezgahın rijitliği ve tablanın hareketleri | [büyük resim](http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/images/image013.jpg) Şekil 3.5. CNC Torna tezgahı |

**3.4 Hareket iletim elemanları**  
  
CNC tezgahlarında kullanılan iletim elemanları vida mekanizması, dişli çarklar, dişli kayış kasnak mekanizması, kaplin veya kavrama gibi elemanlardır. Bu elemanların konstrüksiyonunda: yüksek rijitlik, minimum boşluk, düşük sürtünme ve yüksek verim gibi faktörler dikkate alınmalıdır.

İletim elemanlarının en önemlisi vida mekanizmasıdır. Bu elemanlardan istenilen; yüksek rijitlik, düşük sürtünme, yüksek verim, helis açışı 3...4° gibi faktörler, konvansiyonel tezgahlarda kullanılan normal trapez vida ile  
karşılanamaz. Bu nedenle CNC tezgahlarda bilyalı vida mekanizması kullanılmaktadır (Şekil 3.6). Bu elemanların rijitliği çok yüksek olmakla beraber, sürtünmesi çok düşük ve verimi çok yüksektir. Ayrıca vida ile somun arasındaki boşluklar kolayca ayarlanabilir ve bir ara bilezikle, rijitliği büyüten ön gerilmeli hale getirilebilir.

|  |  |
| --- | --- |
| http://estorototamiroda.com/makaleler/9_dosyalar/image008.jpg Şekil 3.6 bağlantı elemanları | http://estorototamiroda.com/makaleler/9_dosyalar/image009.jpg Şekil 3.7 |

**3.5 Yataklar ve kızaklar**

Kızak yoları ve yataklar tezgahın hareketli elemanlarım desteklemekle beraber, bunların belirli bir doğrultuda hareket etmelerin! sağlarlar. Kızak yolları, destekledikleri kızakların bir tek doğrusal yönde hareket etmelerim sağlarlar (Şekil 3.6). Yataklar destekledikleri millerin sadece kendi eksenleri etrafında dönmelerim sağlarlar. Pek tabi ki hem dönme hem de doğrusal hareket imkanı sağlayan kızak- yatak sistemleri de vardır.  
Yataklar ve kızaklar çalışma ilkesi bakımından (Şekil 3.7); kaymalı ve yuvarlanmalı olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Yuvarlanmalı yataklara rulman da denilir.

Yatak ve kızaklarda meydana gelen en önemli olay sürtünmedir. Sürtünme bu elemanlarda: aşınma, enerji kaybı ve sıcaklığının yükselmesine neden olur. Bu bakımdan sürtünmeyi ve onun neden olduğu menfi olayları azaltmak için yatak ve kızaklar yağlanır. Yağlama bakımından yatak ve kızaklar kuru, sınır, hidrodinamik (a), hidrostatik sıvı (b), hidrostatik hava (c) olabilirler. Yüzeylerin arasında yağ bulunmayan sürtünme hali olarak açıklanan kuru sürtünme, büyük konum hataları, dinamik karasızlık, enerji kaybı aşınma meydana getirir. Bu nedenle CNC sistemlerde kuru sürtünme halinde çalışan yatak ve kızaklar kullanılmaz. Sınır sürtünmesi, yüzeylerin arasında yağ bulunmasına rağmen sıvı sürtünmenin meydana gelmediği sürtünme halidir; burada önemli olan yağın yapışma kabiliyetidir. Sıvı sürtünmesi yüzeylerin tamamen bir yağ tabakası tarafından ayrıldığı ve sürtünmenin yağ molekülleri arasında meydana geldiği sürtünme halidir. Sıvı sürtünme hidrodinamik ve hidrostatik olmak üzere iki gruba ayrılır. Hidrodinamik sıvı sürtünmede yüzeyleri ayırtan yağ tabakası, yüzeyler arasında kama şeklinde bir boşluk olduğu durumda, belirli bir izafi hızda kendiliğinden oluşur. Mil yatağa göre eksantrik bir konum alır (Şekil 3.7). Bu nedenle bu sistemler CNC tezgahlarında kullanılmaz. Hidrostatik sıvı sürtünmesinde yağ tabakası, sistemin dışında bulunan yüksek basınçlı bir yağ pompası ile oluşturulur. Özetlenirse tezgahlarda;

* Yataklar: hidrostatik sıvı ve yuvarlanmalı;
* Kızaklar: sınır, yuvarlanmalı ve ender hidrostatik sıvı şeklinde kullanılırlar.

**4- CNC TEZGAHLARIN ÜNİVERSAL TEZGAHLARLA KARŞILAŞTIRILMASI**

**4.1. CNC Tezgahların Geliştirilmesinin Amaçları**

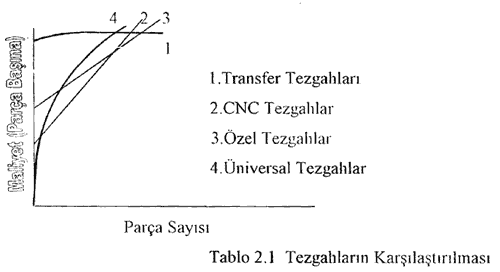
* Üretimin hızının artırılarak birim maliyetinin azaltılması.
* Şekil ve ölçü zorluğu olan, çok işlem gerektiren parçaların üretiminin kolaylıkla yapılabilmesi.
* Seri imalat parçalarının şekil ve ölçü hassasiyetinin bozulması ve kolayca kontrol edilebilmesi.
* Klasik yöntemlerle işlenmesi mümkün olmayan parçaların üretiminin yapılması.

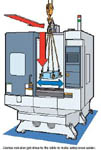
**4.2. CNC Tezgahların Avantajları**

* Verimliliği arttırır.
* İşlenen parçaların ölçü ve şekil tamlığı yüksektir. Bu nedenle bozuk parça sayışı çok düşüktür ve kalite kontrolü kolaydır.
* Özel takım ve iş bağlama aparatlarına duyulan ihtiyaç azdır. Bu nedenle takım ve aparat stoklama sorunu azdır. Ölü yatırımların maliyetleri düşüktür.
* CNC Tezgahlarda çok sayıda işlem aynı anda (bir bağlamada) yapılabileceğinden tezgahlar arasındaki iş parçası akışı azdır.
* İşlem süreleri sabit olduğundan, üretim takibi yapmak, planlamak, denetlemek ve önceden zaman tespiti yapmak (elle veya bilgisayarla programlama imkanı ile) mümkündür. Bu da imalat seçeneklerinin tespit edilebilmesi ve üretim planlamasıyla iş parçasının işlem maliyetinin belirlenme kolaylığım sağlar.
* Programdaki esneklikler ve çabuk müdahalelerle dizayn değişiklikleri (ölçü-şekil) oldukça hızlı ve kolay olacaktır.

**4.3 CNC Tezgahların Dezavantajları**

* İlk yatırım ve işletme maliyeti yüksektir.
* Tezgah programcı ve kullanıcıların özel eğitim görmeleri gerekmektedir.
* Elektrik ve elektronik donanımlarının bakım-onarım maliyeti yüksektir ve bu tür işlemler için kalifiye personel gerekmektedir.
* Kesici takımların seçilmesi kesme şartlarının belirlenmesi, magazine yerleştirilmesi, ölçülerin tespiti çok daha fazla dikkat ister.
* Teknik resimlerin hazırlanması ve kalite kontrol aşamalarının tespiti bu tezgahların özelliklerine göre yapılması gerekir.
* Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda CNC Tezgahların her uygulama için doğru ve ekonomik olmayacağı açıktır.



[[](http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/images/image021.jpg)](http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/images/image021.jpg)Bu durum yukarıdaki grafikten de anlaşılabilir. Basit ve az sayıdaki parça imalatı çoğu zaman üniversal tezgahlarda daha ucuz ve kolay yapılabilir. Ancak çok ince ayrıntıları olan, şekil ve ölçü hassasiyeti yüksek parçaların imalatı sayıları azda olsa CNC Tezgahlarda daha ucuz ve hızlı yapılabilir. CNC Tezgahlarda programlama bittikten ve imalat için gerekli olan hazırlıklar sonra parça başına düşen işlem süresi oldukça kısadır.

CNC tezgahlarda imalat adedi çok yüksektir. Kesme hızları ayarlandığında ve işlem sırasında sabit kaldığından dolayı takım ömürleri genelde daha uzundur. CNC tezgahlarda bir çok işlem birden yapılabildiği için birkaç klasik tezgah yerine kullanılabilir.

**8-NC TEZGAHLARDA AKTARMA (DNC)**

DNC: Direct Numerical Control / Distributed Numerical Control

**8.1 128 CNC tezgaha tek PC’den DNC uygulaması**

* 2 CNC tezgahtan 128 CNC tezgaha kadar tek PC'den denetim
* NC Program yükleme, Tezgahtan Program Çağırma
* CAD / CAM / PDM Sistemlerine ve Network'lere (Intranet ve Internet) Entegrasyon Tape Reader Desteği, NC Program Editörü CNC Üretim Hattı Otomasyonu ile Zaman ve İşgücü Tasarrufu + Asgari Hata
* 128 CNC tezgaha tek PC’den DNC uygulaması.
* Kullanımı kolay ve Microsoft Windows 95/ NT tabanlı nesne-yönelik DNC Explorer yazlım paketi.
* Sürükle-Bırak (Drag&Drop) yöntemi ile tezgahlara program gönderebilme.
* CNC Operatörlerinin tezgah üzerinden program çağırabilmesi (Remote Request)
* %100 Network uyumlu DNC sistemi, mevcut CAD/CAM sistemi ile entegrasyon.(WindowsNT, Novell,Unix, VMS, OS/2)
* Network sorunlarından etkilenmeden çalışabilme (Server Safe).
* Uzun dosya isimleri (256 karakter) desteği, (long filename support).
* Yüksek hızlı talaş kaldırma işlemlerini destekleyen 256Kbps’e kadar veri transferi hızları. (Hi-Speed Machining Support)
* Hata düzeltme özelliklerine sahip hazır DNC protokolleri (Bridgeport Easylink, Fanuc Protocol A, Expand A, Kermit, OkumaB, Mazatrol, Xmodem, vb)
* (DNC Protocol Builder) DNC Protokol Kurucusu ile eski model, özel amaçlı üretilmiş, hazır destek imkanı kalmamış tezgahları için uygun protkol oluşturma.
* Kullanıcı tarafından düzenlenebilen/değiştirilebilen 100’den fazla CNC Şablonu (CNC Templates) ile CNC parametrelerine hızlı ve kolay ulaşım.
* RS-232 veya RS-422 uyumlu bütün CNC tezgahlarla iletişim imkanı ve arka planda çalışma (background working).
* Kullanıcı tarafından düzenlenebilen/değiştirilebilen CNC/DNC Dosya Yöneticisi (Predator File Manager). İşlemlerin işe, müşteriye veya tezgahlara göre organizasyonu.
* Entegre Predator CNC Editörü ile NC dosyalarının kıyaslaması, ilerleme ve ayna hızlarının otomatik değiştirilmesi, 256 seviye “undo/redo” imkanı, CNC tezgah sınırlarının (hareket, ilerleme hızı, ayna hızı) hesaplanması, atelye hesapları için calculator, 32MB uzunlukta NC dosyalarını açma, NC kodlarının grafik doğrulaması.

**8.2 DNC Nedir?**

Günümüzde, CAD/CAM sistemlerinin modern üretim ortamları için tasarımdan imalata kadar geçen süreç içinde kaçınılmaz bir gereksinim olduğu bilinmektedir.

Şu anda ülkemizin önde gelen büyük, orta, küçük ölçekli; büyümeyi, kalite ve verimliliği artırmayı, yurtdışına açılmayı hedefleyen bir çok sanayi kurulşunda CAD/CAM sistemleri halen kullanılmakta veya kullanma aşamasındadır.

CAD/CAM sistemlerinin diğer bir tamamlayıcı unsuruda DNC sistemleridir. Ülkemize az bilinen yada bilindiği halde fazla önem kazanmayan bir kavram olan DNC sistemleri, halen çok az sayıda olsa da özellikle savunma sanayi kuruluşları tarafından kullanılmakta veya kurulma aşamasındadır.

Yurtdışında yapılan istatistiklere göre DNC sistemleri imalat sanayinde olduça yüksek verim artışı sağlamaktadır. Konu ile ilgili yapılan istatistikler bu yazının son bölümünde yeralmaktadır.

DNC, Doğrudan Nümerik Kontrol veya Dağıtılmış Nümerik Kontrol olarak tanımlanmaktadır. Doğrudan veya Dağıtılmış Nümerik kontrol, imalat sanayide CNC tezgahlar için yazılan programların merkezi bir bilgisayarda depolanarak ilgili CNC tezgahlara gerektiği zaman yüklenmesi veya tezgahlardan merkezi bilgisayara geri gönderilmesi işlemidir.

**8.3 Neden DNC Sisteme İhtiyaç Vardır veya Duyulmuştur?**

CNC tezgahları olan ve DNC sistemi olmayan bir imalat sanayinde, CNC tezgahlara program girilmesi aşağıdaki yöntemlerden biri veya birkaçı ile yapılır.

CNC tezgahın kontrol sistemi üzerinden program satırları tek tek girilir. MDI (Manuel Data Input)

Herhangi bir bilgisayarda text dosyası olarak program yazılır, diskete alınır ve CNC tezgahın disket sürücüsü mevcut ise tezgaha yüklenir.

CAM programı kullanılarak takım yolları oluşturulur, postprosesörden geçirilir ve yine diskete alınarak tezgaha yüklenir.

CAM sistemi ile veya manuel olarak yazılan program, taşınabilir bir bilgisayara yüklenir, bilgisayar tezgahın yanına götürülür, bilgisayarın seri portu ile CNC tezgahın RS232 portlları arasına kablo ile bağlantı yapılır. Gerekli protokol ayarlarından sonra program tezgaha yüklenir.

CNC tezgah imalatcısının sağladığı ve sadece o tezgah için tasarlanmış olan yazılım ve donanımı içeren bir sistem (Mini DNC gibi) kullanılır.

Kontrol sistemleri eski olan tezgahlar için, perfore şeritlere (Punch Tape) yazılan programlar tezgah üzerindeki şerit okuyucudan geçirilerek program yüklemesi yapılır.

Yukarıda anlatılan yöntemlerin dezavantajları şöyledir;

Öncelikle, tezgah başında kontrol sisteminin tuşlarını kullanarak yazılan programlama yöntemi, CNC tezgahın çalışma verimliliğini düşürür. Hernekadar, bazı kontrol sistemleri bir taraftan parça işlerken diğer taraftan program girilmesine olanak sağlasada, bu yöntemde iş kazası veya hatalı parça üretme riski doğar. Bilineceği gibi CNC program yazma işlemi yoğun matematik işlemleri gerektirir. Bir taraftan hesap yaparak diğer tarfatan işlenen parçaya dikkat edilmesi, iş kazası, hatalı parça üretme riski veya hatalı program yazma ihtimalini artırır. Program girerken yapılabilecek bir rakam hatası, yüksek maliyetli tezgah arızalarına sebep olabilir. Bu sebepten CNC tezgahlar için yazılan programlar, gürültüsüz dikkatin dağılmayacağı ortamlarda ya CAM sistemi kullanarak yada herhangi bir bilgisyarda text dosyası halinde yazılmalıdır.

CNC tezgahlara, disket kullanarak program yükleme bir önceki yönteme göre oldukça kolay ve pratiktir. Ancak bir çok kontrol sisteminde disket okuyucu bulunmaz. Diskette program saklamanın bir mahsuru ise; disketteki bilgiler manyetik ortamlardan kolayca etkilenebildiklerinden acil ihtiyaç durumlarında bozuk disket problemleri ile karşılaşma riskleri vardır. Ayrıca programlarda yapılan değişikliklerden dolayı kullandığımız disketteki bilgilerin son değişiklikleri içermeme ihtimali de vardır.

Taşınabilir bir bilgisayar ile CNC tezgahlara program yüklenmesi en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemi kullanabilmemiz için taşınabilir bilgisayarımızda CNC tezgah ile iletişim sağlayabilecek bir yazılım (Procomm, Crostalk, HyperTerminal, vb.) bulunması ayrıca CNC tezgah üzerinde RS 232 portu, uygun kablo bağlantısı ve bilgisayar ile tezgahın iletişim sağlayabilmesi için protokol ayarlarının (baudrate, parity, vs.) yapılması gerekir. Her tezgah için gerekebilecek farklı kablo ve farklı protokol ayarları bu yöntemin dezavantajlarıdır. Ayrıca bu tip ayarları yapabilecek eğitimli bir personelin imalat devam ettiği sürede hazır bulunması gerekir.

Özel amaçlı olarak geliştirilmiş program yükleme yazılım ve donanımları ise genellikle pahalıdır. Her tezgahın yanında bir tane bulundurmak oldukça yüksek maliyetlidir. Ayrıca eski kontrol sistemli tezgahlar için bu sistemlerden bulmamız her zaman mümkün olmayabilir.

Eski kontrol sistemlerinde bulunan serit okuma sistemleri kullanılarak program yükleme işlemi çok zaman alıcı ve zahmetli bir süreçtir. Şerit üzerinde oluşacak delik hataları büyük tezgah arızalarına sebep olabilmektedir. Program üzerinde yapılacak bir karakterlik değişiklik bile, eski şeritin tamamının atılarak yeni bir şeritin hazırlanmasını gerektirir.

DNC sistemleri sadece yukarıda anlatılan sorunları çözmekle kalmamakta, beraberinde ilave birçok avantajlar da sağlamaktadır.

**8.4 DNC Sistemin Yapısı Nasıldır?**

DNC sistemi donanım olarak bir merkezi bilgisayar, DNC hub olarak adlandırılan seri port çoklayıcı ve tezgah ile DNC hub arasındaki kablo bağlantılarından oluşur.

Yazılım olarak ise merkezi bilgisayarda CNC programları veri tabanı mantığı ile tutan ve bunların yönetimini sağlayan ve her tezgah ile olan iletişimi sağlayan protokolleri tutan bir yazılım gereklidir.

Opsiyonel olarak merkezi bilgisayar olarak adlandırılan bilgisayar ile CAM sistemi arasında network bağlantısı yapılarak, CAM sisteminde hazırlanan CNC programlar doğrudan tezgahlara yüklenebilir

**8.5. DNC Sistemin Avantajları**

DNC sistemi ile hazırlanan CNC programlar tek bir merkezde toplanır. Merkezi bilgisayarda yapılacak olan düzenli yedekleme ile veri kayıp riski ortadan kalkar.

CNC programlar, tezgah operatörleri tarafından yüklenebilir (download), özel olarak bu amaç için yetiştirilmiş bir personel bulundurmaya gerek kalmaz.

Merkezi bilgisayar, CNC programların en son versiyonunu tuttuğu için tezgah operatörlerinin yanlış program yükleme riski kalmaz.

Gerektiğinde CNC program tezgah operatörü tarafından tezgah üzerinde değiştirilirse, programın değiştirilmiş hali merkezi bilgisayara geri gönderilebilir (upload)

Merkezi bilgisayara upload edilen programlar için, karşılaştırma programı kullanılarak farklı satırlar kolayca tesbit edilebilir.

Merkezi bilgisayar, mevcut CNC programları belirli bir kataloglama mantığı ile tuttuğundan programlara erişim kolay ve hızlı olur.

DNC sistemi ile, Kesici Takım Ölçme (Tool Presetter) tezgahı arasında herhangi bir CNC tezgah gibi bağlantı sağlanırsa, takım boy ve çap offsetleri bir dosya olarak merkezi bilgisayara upload edilerek ilgili tezgaha download edilebilir. Böylece operatörler tarafından CNC tezgaha girilmesi gereken yüzlerce takıma ait çap ve boy bilgisi hatasız ve hızlı bir biçimde yüklenir.

DNC sistemi, Koordinat Ölçme (CMM) tezgahlarına bağlanalarak parça ölçümünde kullanılan programlar upload/download edilebilir. Ayrıca Reverse Engineering olarak adlandırılan yöntem ile CMM tezgahına bağlanan parçaların bilgisayarda modellerini oluşturmak için gerekli koordinat bilgileri

Tezgahlara ait PLC dosyalarının birer kopyaları merkezi bilgisayarda tutulabilir ve gerektiğinde ilgili tezgahlara yüklenerek tezgah fonksiyonlarını etkileyen sorunlara çok kısa sürede müdahale edilebilir.

ISO 9000 veya benzeri bir kalite sisteminin kullanılması durumunda CNC programların revizyon kontrolu ve yönetimi için ideal çözüm sağlanır.

Program upload/download işlemleri için otomatik kayıt tutulur. Bu sayede hangi program hangi tezgaha ne zamam yüklenmiş, ne kadar zaman sonra yeni program yüklenmiş gibi bilgilere istenildiği zaman ulaşılabilir.

Daha gelişkin DNC sistemlerinde (Machine Tool Monitoring) olarak adlandırılan yöntemler kullanılarak CNC tezgaha ait veriler (ilerleme, devir, tezgah alarmları, kesici takımın aşınma durumu) gibi bilgiler kayıt olarak tutularak gerekli istatistiki bilgiler elde edilebilir.

Takım yollarının grafik simülasyonu da DNC paketlerinin bir modülü gelir. Bu sayede CNC programlarındaki takım yolları tezgaha yüklenmeden önce test edilip doğrulanabilir.

**8.6 DNC Sisteminin Kazandırdıkları**

Her program yüklemede ortalama 10 dakika (Disket ile veya taşınabilir bir bilgisayar ile program yüklemeye göre)

Her program için ortalama 20 dakika takım boy ve çap ofseti girilmesinde (Manuel olarak tezgah kontrol sistemi üzerinden offset değerleri girilmeye

MDI yöntemine göre program başına ortalama 60 dakika

Upload edilen programların farklılıkarının karşılaştırılmasında program başına ortalama 30 dakika zaman kazanılacağı yapılan istatistiklerle belirlenmiştir.

Ayrıca, yanlış, eski revizyon CNC program veya takım ofseti yüklemekten kaynaklanan hatalı parça üretimi ve hatalı parçaların kalite kontrolu için harcanan kayıp zaman ve malzemelerin verimliliğe olan etkisinin her zaman dikkate alınması gerekmektedir.

**17. TEZGAH BAKIMI**

CNC Tezgahlardan ideal verim almak ve ömrü uzatmak için çalışma ortamı, bakım en önemli konudur. Ayrıca meydana gelen basit arızaların giderilmesi ve bunların nedenlerinin araştırılıp önlem alınması tezgahın uzun süre hassas ve verimli çalışmasını sağlar.

**17.1. CNC Tezgahların Çalışma Ortamı**

Makineden yüksek performans elde etmek için oda sıcaklığı toz titreşim v.b. etkilere dikkat

etmek gerekir. Oda sıcaklığının büyük miktarda değiştiği bir ortamda yüksek hassasiyetin elde edilemeyeceği n i söylemek gerekmez. Makinenin direkt güneş ışığı, havalandırma ve ısıtıcı cihazların etkisinden korunmasına dikkat edilmesi gerekir.

Toz, soğutma sıvılarının buharı ve demir tozları ile kirlenmiş hava, makinenin kızak ve elektronik kartlarının ömrünü büyük ölçüde azaltır. Özellikle elektronik cihazlar toz ve nemden çok etkilenirler. Makine mümkün olduğu kadar temiz bir yerde kurulmalıdır.

Ayrıca tezgah diğer makineler tarafından meydana getirilen titreşimlerden ve yüksek frekanslı elektrik sinyalleri üreten makine ve cihazlardan korunmalıdır. Yüksek frekanslı elektrik sinyali gürültü üreten cihazlar:

a- Ark kaynak makineleri  
b- Direnç kaynak makineleri  
c- Yüksek frekanslı kurutma makineleri  
d- transdüksiyonla ergitme ve sertleştirme cihazları

**17.2.1. Periyodik Bakımlar**

**Günlük Bakımlar**

A- Her gün iş bitiminde tezgah operatörü, aşağıdaki işlemleri yapmalıdır:

a) Tezgahın enerjisinin dalın (ince anlatılan sıra ile kesilmesi,  
b) Tezgahta birikmiş talaşların temizlenmesi,  
c)Tezgahların uzak gibi çalışan kısımlarının koruyucu yağ ile yağlanması. Bu işlem özellikle suda çözünen soğutma sıvısı kullanıldığında önemlidir.

B- Tezgah operatörü, her gün işe başlamadan önce aşağıdaki kontrolleri yapmalıdır.

a) Yağlama tankındaki yağ seviyesi,  
b) Operatör paneli ve elektrik panosunun temizliği,  
c) Yağ ve hava kaçakların olup olmadığı,  
d) Tezgahın aynası (torna için),paleti (işlem merkezlerinde) ve takım magazininin temizliği,  
c) Kızaklarda talaş olup olmadığı,   
f) Hidrolik tankındaki yağ seviyesi,  
g) Hidrolik basınçların,  
h) Elektrik panosundaki havalandırma fanlarının çalışıp çalışmadığı,  
i) Anormal ses ve titreşim olup olmadığı,   
l) Kumanda ünitesinin ekranında alarm olup olmadığı,   
k) takımların bağlantılarının sağlamlığı.

**17.2.2. Haftalık Bakımlar**

A- Bütün ikaz lambalarının bozuk olup olmadığı,  
B- Hidrolik yağ seviyesi,  
C- Basınç momentleri,  
D- Kağıt bant şerit okuyucunun temizliği.

**17.2.3. Aylık Bakımlar**

A- Elektrik panosu hava filtresi derinin temizliği,  
R- Tezgah limit sviçleri,  
C- Buton ve anatarların çalışıp çalışmadığı.

**17.2.4. Üç Aylık Bakımlar**

A- Tezgahın seviye kontrol  
B- Sonsuz vida ile dişli arsında boşluk olup olmadığı,   
C- Soğutma sıvısı takının temizliği,   
D- Elektrik panoları hava filtresinin temizliği.

**17.2.5. Altı Aylık Bakımlar**

A- Hidrolik yağım değiştirip, tankın temizlenmesi,  
B- Hidrolik yağ filtresinin temizlenmesi,   
C- Ayna dişlisi yağının değiştirilmesi.

**17.2.6. Elektrik Panosunun Temizliği**

Elektrik panosu soğutma ünitesi ve fan motorları periyodik olarak temizlenmelidir. Eğer soğutma ünitesi ve fanlar toz, nem veya diğer maddelerle kirlenir ise görevlerim yapamazlar. Temizleme aralığı ortamın kirlilik derecesine göre değişir.

**A- Hava Filtresinin Temizliği:**

Elektrik panosunun alt tarafındaki hava fîltresi kirlenirse filtrenin toz tutma fonksiyonu azalır ve aynı zamanda panonun içerisindeki hava sıcaklığı yükselir. Bunun için fîltreler temiz tutulmalıdır. a) Filtreyi tutan koruyucu kapaklar sökülür