



GÜNÜMÜZDE BİLGİSAYARLI İMALAT TEKNOLOJİLERİ

Hamit Arslan¹

1. GİRİŞ

Son yıllarda ülkemizde bilgisayarlı üretim teknolojileri ve bu teknolojilerde kullanılan takım tezgâhlarında sayısal olarak ve üretim yetenekleri anlamında büyük bir artış gözlemlenmektedir. Ancak, bu hızlı gelişmeye paralel olarak CNC (Computer Numerical Control – Bilgisayar Nümerik Kontrollü) takım tezgâhlarının seçiminde sağlıklı tercihlerin yapılmadığı görülmektedir. 3D yazıcılar konusunda da benzer bir durum yaşandığı gözlerden kaçmamaktadır. Bu nedenle bu yazıda CNC takım tezgâhları ve 3D yazıcılar konusunda fazla detaya girmeden konuyla ilgili kişi ve kurumların bilinçlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. NC NEDİR?

Günümüzde bilgisayar destekli üretim (CAM – Computer Aided Manufacturing) yaygın olarak endüstriyel üretimin her alanında kullanılmaya başlamıştır. Bu teknoloji 1990'lı yıllarda endüstrinin sadece metal işleyen dallarında kullanılıyordu. Ülkemize geliş ve yaygın olarak kullanılmaya başlaması da yine metal ve üretim sektörlerinde olmuştur. Ancak bugün bu teknolojinin, endüstrinin her alanında kullanıldığını rahatlıkla söyleyebiliyoruz.

Şimdi kısaca bu teknolojinin gelişme aşamalarına bir göz atalım. Bunun için II. Dünya Savaşı yıllarına dönmemiz gerekiyor. Çünkü bu teknolojinin ilk fikri ABD hava kuvvetlerinde oluştu [1-2]. O dönemde özellikle karmaşık ge-

¹ Mak. Yük. Müh. - info@hamitarslan.com

ometriye sahip uçak parçalarının üretiminde sürekli sorunlar yaşanmaktaydı. Üretimi yapılan parçaların kalite ve hassasiyetlerinde süreklilik sağlanamıyordu. Bu nedenle ABD hava kuvvetleri bu tür parçaların üretiminde, süreklilik ve kalitenin sağlanabilmesi için, insan yerine tıpkı bir tezgâh operatörü gibi çalışan tezgâhların kullanılmasını istiyordu. MIT (Massachusetts Institute of Technology) gibi teknolojik alanda ünlü üniversitelerde yapılan çalışmalar sonucunda takım tezgâhlarını sayısal denetimli (NC – Numerical Control) kodlar yardımıyla çalıştırmayı başardılar. Geliştirilen bu yeni sistemde takım tezgâhındaki operatör tarafından gerçekleştirilen tüm hareketler sayısal kodlar yardımıyla gerçekleştiriliyordu. Bu sayısal kodlar G00, G01, F250, X125, M30 alfa numerik karakterlerinden oluşmaktaydı. Burada G00 kesici takımın boşa hızlı hareketini, G01 kesici takımın kesme ile ilerlemesini, F250 kesici takımın bir dakikada yapacağı ilerleme miktarını, X125

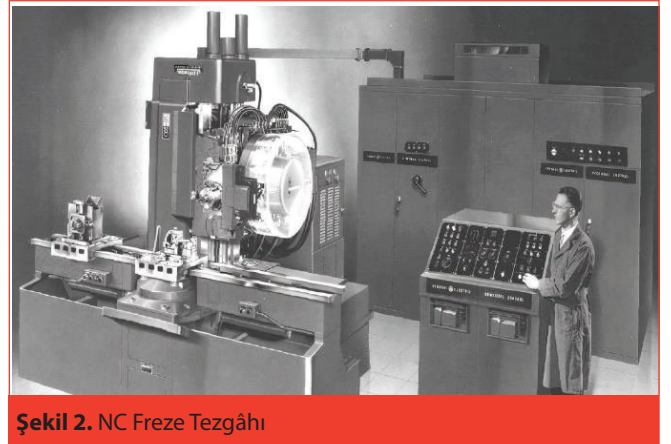
kesici takımın X ekseninde artı yönde 125 mm yapacağı hareketi, M30 ise iş parçası programının son, yani bitiş satırını tanımlamaktadır.

Başlangıçta bu tür tezgâhlarda bilgisayar yani hafıza bulunmuyordu. Bu nedenle bu tür tezgâhlara Sayısal Denetimli (NC – Numerical Control) takım tezgâhları adı verildi (Şekil – 1 ve 2).

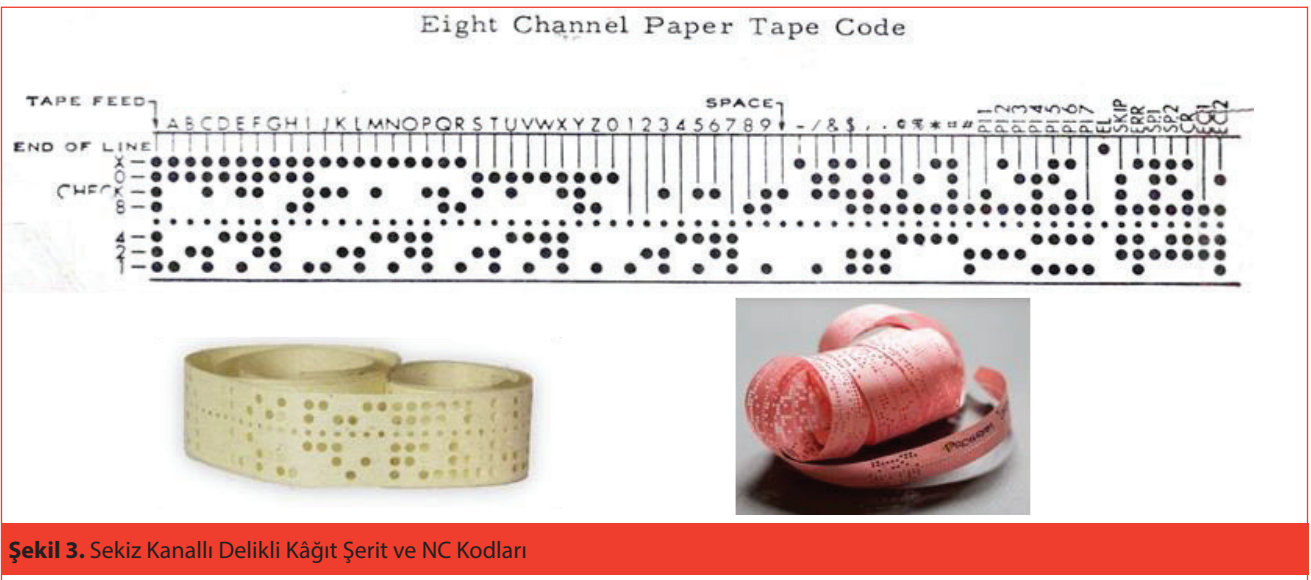
Sayısal denetimin temel mantığını dikkatlice incelediğimizde, takım tezgâhındaki iş parçası ve kesici takıma ait bütün hareketlerin alfabetik ve sayısal kodlarla gerçekleştirildiğini görmekteyiz [1]. Bu kodlar kâğıt şeritlere (paper tape) delinen deliklerle oluşturuluyordu (Şekil 3). Bu kodlar, delikli kâğıt şerit (punched paper tape) üzerindeki sekizli delik sütunlar ile yazılırdı. Her bir sütun, üzerindeki deliklerin dizilişine göre bir harf, rakam ya da özel sembolü göstermekteydi.



Şekil 1. NC Torna Tezgâhi



Şekil 2. NC Freze Tezgâhi



Şekil 3. Sekiz Kanallı Delikli Kâğıt Şerit ve NC Kodları

3. CNC NEDİR?

İlerleyen yıllarda bilgisayarlar devasa boyutlarından çıkıp, mini boyutlarda hayatımızdaki yerini aldı. Bunun sonucunda küçük boyutlu bilgisayarlar takım tezgahlarına entegre edilerek endüstriyel üretimlerde kullanılmaya başlandı. Böylece NC özelliğindeki takım tezgâhlarının ismi de CNC takım tezgâhları olarak kullanılmaya başlandı [3]. Bu aşamadan sonra, avantajlarından dolayı CNC takım tezgâhları metal ve talaşlı imalatın her alanında hızla kullanılmaya başlandı. Bugün gelinen noktada CNC' nin kullanılmadığı hiçbir endüstri kolu olmadığını kolaylıkla söyleyebiliriz (Şekil – 4).



Şekil 4. Günümüzde Yaygın Olarak Kullanılan CNC Takım Tezgâhları

yaygın olarak kullanılması, bu sistemlerin avantajlarının (üstünlüklerinin), dezavantajlarına (zayıflıklarına) göre daha fazla olduğunun en açık göstergesidir. Bu sistemlerin avantajlarını kısaca özetleyecek olursak [1-2-6]:

- Geleneksel takım tezgâhlarına göre ön hazırlık zamanları daha kısadır.
- Tezgâhta bir hafıza bulunmaktadır. Böylece her türlü program ve sistemle ilgili veriler kaydedilir, istenildiği anda ve zamanda çağrılarak kullanılabilir.
- CNC programlarında her türlü değişiklik ve düzenleme kolaylıkla yapılabilir. Üzerinde değişiklik yapılan program orijinal programdan farklı olarak kaydedilebilir.

Bilgisayarlı sayısal denetimin yaygın olarak kullanıldığı üretim alanlarını kısaca aşağıdaki gibi sıralayabiliriz [4];

- CNC takım tezgâhları ile üretim,
- CNC lazer tezgâhları ile üretim,
- CNC erozyon tezgâhları ile üretim,
- CNC tel kesme tezgâhları ile üretim,
- CNC su jeti tezgâhları ile üretim.

Yukarıda listelenen üretim yöntemlerinde, metal ya da metal olmayan malzemeler, değişik tekniklerle şekillendirilerek endüstriyel parçaların imalatları gerçekleştirilmektedir.

4. CNC SİSTEMİNİN AVANTAJLARI

Endüstriyel üretim alanında CNC'li sistemlerin bu kadar

- Bazı rutin işleme operasyonları çevrim (cycle) olarak kullanılır. Böylece uzun, karmaşık ve zaman alıcı program yazmak yerine, daha kısa ve hatasız program yazımı gerçekleştirilir.
- Rutin işleme operasyonları dışındaki işlemler alt program (sub program) olarak yazılır ve ana program içinde istenilen yerde ve istenilen sayıda kullanılabilir.
- CNC tezgâhları her türlü bilgisayarlı sistemle entegre olarak çalışabilir. Böylece yakın ya da uzak mesafelerden program yükleme, gönderme ve sistemin izlenmesi kolaylıkla gerçekleştirilir.
- Yapılacak üretimle ilgili 2D ve 3D benzetimler (simulation) tezgâh denetim ünitesi ekranından izlenebilir. Varsa olası hatalar, imalat öncesi saptanarak düzeltilebilir.
- Tezgâh ve sistemle ilgili her türlü hata ve sorun mesaj-

la tezgâh operatörüne bildirilir. Bu mesajlar aynı zamanda hafızaya da kaydedilirler. İleride teknik servis elemanları bu mesajlara ulaşarak arıza giderme işlemlerini seri biçimde giderirler.

5. CNC SİSTEMİNİN DEZAVANTAJLARI

Yukarıda kısaca özetlenen avantajlarının yanında CNC takım tezgâhlarının da kendilerine özgü dezavantajları da vardır [1-2-6]. Bunlar;

- CNC takım tezgâhlarının ilk yatırım maliyetleri çok yüksektir.
- Kalifiye ve iyi eğitilmiş operatörlerle programcılara gereksinim vardır.
- Ayrıntılı üretim planı gerekir.
- Pahalı kesici takım ve ekipmanlar kullanılır.
- Tezgâhın saat ücreti yüksektir.
- Titiz kullanılmaları yanında periyodik bakımları düzenli olarak uzman kişiler tarafından yapılmalıdır.

6. CAD/CAM PROGRAMLARI

Genel amaçlı CNC torna tezgâhlarında eksen sayısı iki, işleme merkezlerinde ise üçtür [6]. Ancak daha karmaşık parçaların üretiminde daha fazla eksen sayılarına gereksinim duyulmuştur. Böylece CNC takım tezgâhlarındaki eksen sayılarının artışı ile orantılı olarak bu tezgâhların üretim yetenek ve kapasitelerinde artışla birlikte daha hassas üretimlerin gerçekleştirildiği görülmüştür. Bununla beraber CNC tezgâhlarındaki bu ileri seviye gelişmeler tezgâh operatörleri tarafından CNC program yazımını zorlaştırmıştır. Bu aşamada devreye CAM programları girmiştir. Böylece zor ve karmaşık olan iş parçaları önce herhangi bir bilgisayar destekli tasarım (CAD – Computer Aided Design) programı ile tasarlanarak iki boyutlu (2D – 2 Dimensional) ya da üç boyutlu (3D – 3 Dimensional) olarak modellenmekte ve daha sonra da bu iş parçasının imal edileceği tezgâhta işlenebilmesi için bir bilgisayar destekli imalat (CAM) programında takım yolları oluşturulmaktadır. Sorunsuz şekilde oluşturulan takım yollarının yine 2D ve 3D olarak benzetimleri izlenir. Bu aşamalardan sorunsuz şekilde geçildikten sonra bu takım yolları üretimin yapılacağı CNC tezgâhı denetim ünitesine uygun kodlara dönüştürülür, yani post alma işlemi gerçekleştirilir. Post alma yani son işlemci ile iş parçasının üretimi için gerekli olan CNC kodları türetilmiş olur.



Şekil 5. CNC Operatörü ve Tezgâh Kontrol Ünitesi

Elde edilen CNC kodlarını ilgili tezgâha aktararak gerekli ön düzenlemeler yapıldıktan sonra iş parçasının üretimi gerçekleştirilir (Şekil – 5).

7. 3D YAZICILAR TEKNOLOJİSİ

Son yıllarda CNC takım tezgâhları ile yapılan üretimlerde geçmişle karşılaştırılmayacak aşamalara ulaşıldı. Ancak bilgisayarlı üretim teknolojilerinde geline son noktada artık kesici takım yardımıyla talaş kaldırarak yani eksiltme yöntemiyle üretim yerine, talaş kaldırmadan eklemeli üretim yöntemlerine geçişin yapıldığı görülmektedir. Bu tür üretim yönteminde öne çıkan teknoloji ise 3D yazıcılarıdır (3D printers). Başlangıçta filament (ipçik) denilen plastik türü malzemelerle yapılan 3D baskılardan daha ileri aşamalara geçilerek bugün metal ve organik baskı yapan yazıcılar noktasına gelinmiştir [7-8].

Yeni bir ürünün ortaya çıkarılması zaman alıcı ve yüksek maliyetli olduğu kadar, sancılı bir süreçtir. Zira her yeni ürün, üretilmeden önce tasarlanmalı, sonrasında da çeşitli test ve analizler yapıldıktan sonra da prototip üretimine geçilmesi gerekir. 3D yazıcılar, CAD programları ile dijital olarak modellenen ürünlerin gerçek olarak üretilmesini olanaklı kılar. Ayrıca klasik yöntemlerle üretilmeyen karmaşık geometriye sahip ürünler de kolaylıkla üretilmektedir. Üç boyutlu yazıcılar savunma, uzay, medikal olmak üzere geleneksel üretim yöntemlerinin dışında inşaat vb. alanlarda da yaygın olarak kullanılmaya başlanılmıştır.



Şekil 6. 3D Metal Yazıcı İle Üretilmiş Ürünler

3D metal yazıcılardan dolayı sınır tanımayan tasarımlar, hızlı bir biçimde ve hassas olarak üretilmektedir. Üretilen bu ürünlerde gereksiz işçilik ortadan kaldırılırken, ürünlerin mekanik özellikleri değiştirilmeden geometrik, ağırlık vb. iyileştirmeler sağlanmaktadır. Ayrıca düşük enerji tüketimi ve en az artık malzeme çıkarımıyla da düşük maliyet yanında çevre dostu bir üretim yöntemi olma özelliğine sahiptir.

8. SONUÇ

Bilgisayar denetimli takım tezgâhları son yıllarda yaygın bir şekilde küçük büyük pek çok işletmede ve ülkemizin her köşesindeki işletmeler tarafından kullanılmaktadır. Bu tür takım tezgâhlarını takım tezgâhı parkına dâhil eden işletmelerin karşılaştıkları en büyük sorunların başında seçilecek CNC tezgâhının türü ve özellikleri bakımından tezgâh seçimidir.

Kobi (Küçük ve orta boyutlu işletme) boyutundaki işletmelerin pek çoğu CNC takım tezgâhı tercihlerini tezgâh satıcılarının yönlendirmeleri ve meslektaşlarının önerileri doğrultusunda gerçekleştirmektedir. Kurumsal işletmelerde ise durum biraz daha farklı olup tezgâh tercihi ihtiyaçlar doğrultusunda yapılmaktadır. Çünkü kurumsal işletmelerin belirli bir imalatlar ve bu imatlarıyla ilgili planlamaları mevcuttur. Tezgâh tercihlerini de mevcut ve olası işlerinin özelliklerine göre gerçekleştirmektedirler. Hâlbuki Kobi ölçekli işletmeler fason ağırlıklı çalıştıkları için CNC tezgâhı tercihlerini mevcut işlerin yanında olası gelecekte müşterilerden gelecek olası işleri düşünerek yapmaktadırlar. Hal böyle olunca bazen yanlış tezgâh türü seçiminin yanında ileride belkide hiç kullanmaya-

cakları opsiyonel özellikleri de almış oluyorlar. Sonuç olarak gereksiz olarak yapılan satın alma sonucunda ülke döviz kaynaklarının heba edilmesi yanında işletme açısından da başka teknik sorunların gündeme gelmesine sebep olmaktadır.

Sektörel işletmelerde yapılan ziyaret, inceleme, gözlem ve görüşmeler sonucunda bugün bile CNC tezgâh tercihinde bazı işletmelerin hala sağlıklı kararlar veremedikleri gözlemlenmiştir.

Bu noktadan yola çıkarak CNC takım tezgâhları, özellikleri, kompleks iş parçalarının imalatından kullanılan CAD/CAM programları ve 3D metal yazıcılara kadar bilgisayarlı imalat teknolojileri konularında konuyla ilgili firma ve çalışanların bilgi sahibi olmaları için bu yazı kaleme alınmıştır.

Bu yazıda vurgulanmak istenilen bir başka nokta imalat sanayindeki teknolojinin sürekli gelişmekte olduğudur. Böylece bu tür pahalı yatırım tercihleri yapılırken kısa zaman sonra bu alanda karşılaştıkları yeni teknolojilerle mevcut tezgâh ve sistemlerin entegrasyonunun da asla gözardı edilmemesi gerçeğidir.

KAYNAKÇA

1. **Arslan, H.** 1993. CNC Teknolojisi, ISBN: 975 – 95291 – 0 – 6, Özkan Matbaası, Ankara
2. **Arslan, H.** 1997. CNC Teknik, ISBN: 975 – 95291 – 1 – 4, MEB, Ankara
3. **Arslan, H.** 2001. Bilgisayar ve CNC'ye Giriş, ISBN: 975 – 95291 – 1 – 4, MEB, Ankara
4. **Arslan, H.** 2005. CNC Meslek Teknolojisi, ISBN: 975 – 11 – 2257 – 0, MEB, Ankara
5. **Arslan, H.** 2011. Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Üretim (CAD/CAM), ISBN: 978 – 9944 – 0013 – 0 – 4, Ankamat Matbacılık, Ankara
6. **Arslan, H.** 2013. CNC Operatörünün El Kitabı, ISBN: 978 – 975 – 95291 – 2 – 3, Ankamat Matbacılık, Ankara
7. <https://3d3teknoloji.com/blog/3d-yazici-teknolojileri>
8. <https://infotron.com.tr/3-boyutlu-teknolojiler/3d-yazicilar>