

## Production Process on CNC Machines

Dr. Öğr. Ü. Mustafa YAZ, Tuğba BOZKURT

Department of Electronics and Communication Engineering, Bozok University, Yozgat/Turkey

Bozok Üniversitesi Proje Koordinasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından  
6602b-MMF/17-77 Proje numarası ile desteklenmiştir.

**Abstract:** Advances in computer technology have enabled computers to be widely used in production and planning. This paper is about programming in CNC machine applications. It improves the efficiency of CNC applications with the possibility of programming in CNC machines, the smoothness of the designs, the ease of change on operations and the addition of libraries for subsequent productions.

In CNC (computer numerical control) machines, tool paths were created by interpreting the cross-sectional views of the workpieces to be processed in any design program.

**Keywords:** CNC Programming, CNC Milling, Production Process Control Software, G-Code

## CNC Tezgahlarında Üretim Süreci

**Özet:** Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, üretim ve planlama alanlarında bilgisayarların yaygın olarak kullanılmasına imkân sağlamıştır. Bu yazı, CNC (Computer Numerical Control) tezgâh uygulamalarındaki programlama ile ilgilidir. CNC makinelerde programlama, tasarımların düzgünlüğü, operasyonlar üzerinde değişikliğin kolaylığı ve eklemeler yapılması açısından ve bir sonraki üretimler için kütüphaneler oluşturulması olanaklarıyla CNC uygulamalarının verimliliğini artırır.

CNC tezgâhlarında, işlenecek parçaların kesit görüntüleri, herhangi bir tasarım programından elde edilmiş DXF (Drawing Xchange Format) formatıyla yorumlanır ve takım yolları elde edilir.

**Anahtar Kelimeler:** CNC Programlama, CNC İşleme, Üretim süreç kontrol yazılımı, G-kod

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

M. Yaz, T. Bozkurt, 'Production process on CNC machines', Elec Lett Sci Eng, vol. 14(1), (2018), 32-38

### 1. Giriş

CAD, bir tasarımın oluşturulması ve geliştirilmesi aşamasında bilgisayar desteğinin kullanılması, CAM ise, üretim işlemlerinde tezgâh kontrolü, süreç planlama, montaj ve kalite kontrolünün doğrudan veya dolaylı olarak bilgisayar ara yüzü kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Bilgisayar teknolojileriyle üretim, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli imalat (CAM) yazılımlarıyla kontrol edilir. Bunun yanı sıra işletmelerde üretim planlanması, kalite kontrolünün sağlanması, stok takibi ve sevkiyat gibi alanlarda da kullanılmasıyla işletmelere kolaylıklar sağlar[1,2].

Tasarım, analiz, çizim, süreç planlama, parça programlama, parça işleme vb. CAM sisteminin aşamaları olarak görülmektedir.

\* Corresponding author; Tel. +90 546 719 7477; , mustafa.yaz@bozok.edu.tr

Tezgâhların programlanması basit parçalar için doğrudan tezgah konsolü üzerinden yapılabilir. Ancak zor parçaların programlanması CAD/CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing) uygulamasıyla yapılabilir. Bu şekilde binlerce satır programı yazmaya gerek kalmaz ve hata payı azalır[4,5].

Üretim alanında CAD/CAM (Bilgisayar Destekli Tasarım / Bilgisayar Destekli İmalat) yazılımlarıyla, tasarım sürecinin hızlandırılır. Tasarım kalitesinin artar ve standart haline gelir. Tasarım yapılırken 3 boyutlu model veya 2 boyutlu teknik resimlerin elde edilmesi daha kolay hale gelir. Tasarım üzerinde değişiklikler anında daha kolay yapılır. Böylece tasarımın güncelleştirilmesi hızlanır. İstenilen imalat ortamı farklı bir bölgede veya işletmedeyse, elde edilen çizimler imalatçı kuruluşa elektronik ortamda iletilebilir. İmalatın CNC tezgah vasıtasıyla yapılması, imalatta hassasiyet, kaliteli ve zamandan tasarruf, imalat masraflarının parça başına daha düşük düzeye inmesini sağlar. İşçilik azalır, tasarım ve imalat ile ilgili dokümantasyon bilgilerinden oluşan kütüphaneler elde edilir. Bu gibi avantajların yanı sıra, çalışan personelin eğitimi ve personelin vasıf/yetişkinlik düzeyinin artması, kullanılan bilgisayar ve yan donanımlarının, yazıcıların, çiziciler, ekranların daha kaliteli olması için ekstra yatırımlar, yazılım lisanslama ücretlerinin ödenmesi gibi maliyetler gerekir.

## **2. CNC Tezgahta Koordinat Sistemi**

CNC tezgâhlarda Kartezyen koordinat sistemi referans alınarak takım yolları kodlar şeklinde ifade edilir. Programlamada ve tezgâhların çalışmasında Kartezyen koordinat sistemi esastır. Koordinat sisteminde mutlaka bir başlangıç noktasına ihtiyaç vardır. CNC sistemlerde bu koordinat sisteminin başlangıç noktasına orijin veya sıfır noktası denir. Kartezyen düzlemi ifade edilirken, iki eksenli veya üç eksenli olabilir. İki eksenli ifadelerde, eksenler (X,Y), (Y,Z) veya (X,Z) şeklindedir. Üç eksenli sistem ifade edilirken, eksenleri (X, Y, Z) şeklinde ifade edilir/kodlanır. Bunun yanı sıra iki düzlemde, nokta konumuna gitmek için talimatlar, uzunluk ve açı cinsinden olabilir. Üç boyutlu sistemlerde silindirik ve küresel koordinat sistemleri kullanılır. XYZ Kartezyen koordinatı dışında 4.cü veya 5.ci eksenler için CNC ye ilave donanım gerekir.

## **3. İş Koordinat Sistemi**

Referans noktası elde edilirken, iş parçasının altına kesici takımın değiştirilmesi için hassasiyet gerekir. Ancak bu yöntem sağlıklı değildir. Daha sağlıklı sonuç vermesi için, kesici yerine dokunmaya duyarlı sensör (prob) kullanılmalıdır. Temas anındaki X, Y ve Z koordinat değerleri tezgâh bilgisayarına girilir. İş koordinat sisteminin orijin noktası böylece elde edilmiş olur.

## **4. Tezgah Koordinat Sistemi**

Tezgâh koordinat sistemi, tezgâh ilk açıldığında sınır anahtarlarıyla başlangıcı elde edilebilir. Çalışma alanı nitelikleri üretici firma tarafından belirlenmiştir. Tezgah alınırken, tezgahın hareket kabiliyeti, hassasiyeti gibi parametrelere mutlaka bakılmalıdır.

## **5. CNC Programlama**

İşlem sırasına göre dizilen kodlarla, CNC tezgâhlarda bilgisayar destekli uygulamalar yapılmaktadır. CNC programlarının en önemli özelliği, programların mantıksal bir sırayla ve tanımlanmış bir formatla yazılmasıdır. CNC programları alfanümerik (alfabetik ve nümerik) komutlardan oluşan program satırlarından oluşur. Alfanümerik komutlar, A' dan Z' ye kadar büyük harfli alfabetik karakterler ve bunları takip eden sayısal karakterlerden oluşur[1].

CNC programlama, G/M kodlarıyla eksen pozisyonunun, beslemenin ve hız fonksiyonlarının parametrik bir ifade ile belirlenmesidir. Değişkenler, aritmetik, mantıksal ifadeler ve döngü gibi bilgisayarlı programlama özellikleri kullanılmaktadır.

CNC tezgâhlar, programa bir parça programı veya bir alt program yüklemesini sağlayan parametrik bir programlama özelliğine sahiptir. Bir veya daha fazla parçada aynı işlem yapılacağı zaman parça programı çağrılır. İşlem, makine kontrol ünitesine parametre değerlerinin basit bir şekilde girilmesiyle sağlanır.

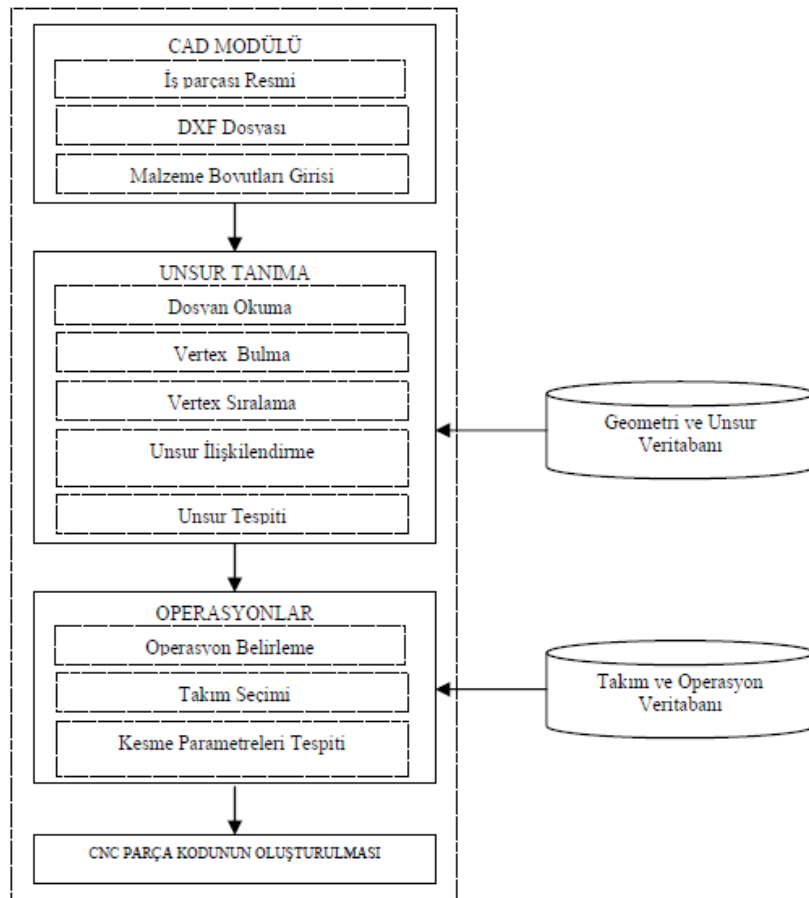
Bu çalışmada, CNC tezgâhları ve işleme merkezleri ile üretime yönelik CNC programlamanın faydalarını göstermek için iki parça işleme yapılacaktır.

## 6. Program Akış Tablosu

Şekil 1 de; ilk modülde CAD ortamında çizilmiş bir iş parçasının DXF veri formatı sisteme girdi olarak verilirken parçanın imalatı için kullanılacak olan ham malzeme boyutlarının da sisteme girilmesi gerekmektedir.

Ustur tanıma modülünde DXF veri dosyası okunur, veriler yorumlanır. Ustur verileri arasındaki ilişkiler mantıksal algoritmalar haline getirilir, ve bunlar incelenerek her unsura ait işlem türü belirlenir.

Operasyonlar modülünde, tanınan unsurların kesme parametreleri ve kesici tipleri girilmektedir. Modül içinde, kesici takım uzunluğu kesilecek ustur boyundan uzun olmalıdır. Derinlik ve matkap devir hızı tanımlanırken malzemenin sertliği ve yapısı dikkate alınır. Yüksek hızlarda yumuşak veya plastik malzeme işlenirken malzeme eriyebilir ve malzeme kesici takıma sarılabilir. Tüm bu parametrelerden sonra iş parçasının işlenmesi için gerekli CNC kodu üretilir.

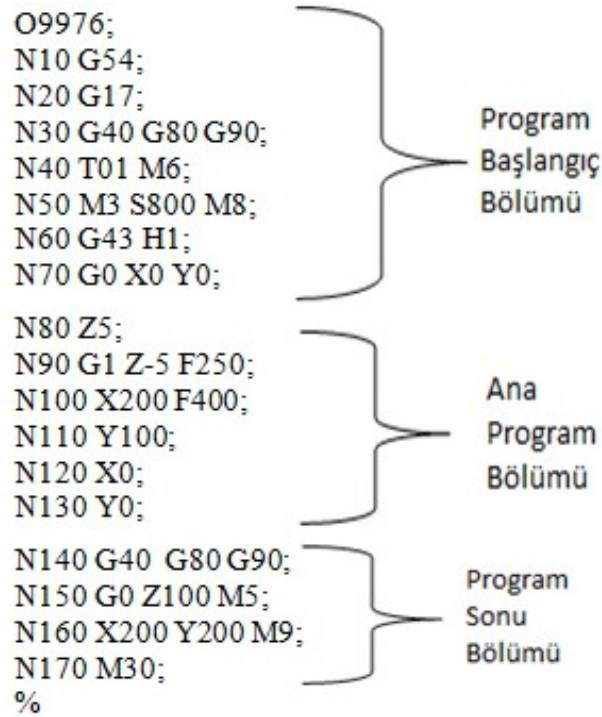


Şekil 1: Programın genel yapısı

## 7. CNC Programlama Uygulaması

CNC programları şekil 2 de gösterilemeye çalışıldığı üzere, 3 kısımdan oluşur. Bunlar;

1. Program başlangıç bölümü
2. Ana program bölümü
3. Program bitiş bölümü şeklindedir. Eğer tekrar eden yapılar varsa bu tekrar eden yapılar geri dönüşlü alt programlar halinde yazılarak program boyu kısaltılabilir.



Şekil 2: CNC Programı

Programın başlangıç bölümünde, genellikle hazırlık ve güvenlik komutları bulunur. Orijin noktası, matkap devir hızı gibi işlemler bu bölümde yer alır.

Ana program bölümü, işlenecek parçaya göre, her parça için farklıdır.

Program bitiş bölümünde bulunan komutlar programı bitirme ve güvenlik komutlarından meydana gelir. Program durdurulurken, matkabın durdurulması, ve yeni işlem için tanımlanan bir güvenli koordinata gitmesi sağlanmalıdır.

Programlama tekniği, delik, yuva, cepler, dişler, vb. gibi belirli parça özellikleri için farklı kesiciler, deliciler kullanılabilir, kesici veya deliciler için program modüllerinin oluşturulması sağlanmalıdır. Parçalar işlenirken modüller tasarım özelliklerine göre seçilir. Yeni bir parça tasarlandığında, CNC programı tasarım özellikleriyle ilişkili modülleri çağırır.

## 8. Tekrarlanan Özellikler

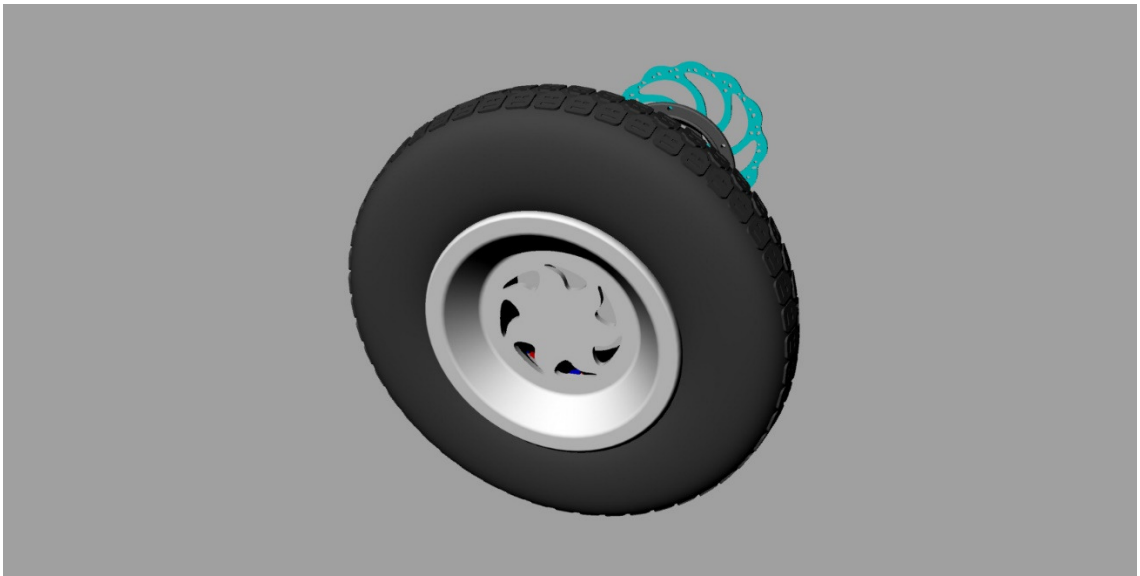
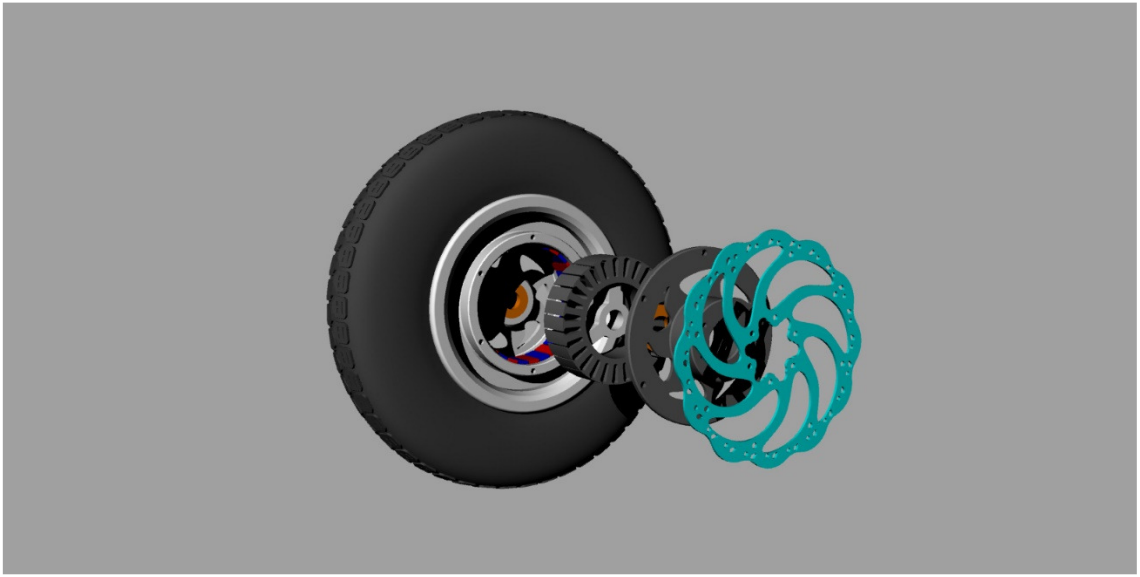
CNC programlama kullanılarak, benzer parçalar tek bir program kullanılarak işlenebilir ve gereksiz programlamayı ortadan kaldırmış olur. Program boyu kısaltılmış olur.

## 9. Örnek Çalışmalar

CNC işleme için programlama uygulanmasını göstermek için iki örnek çalışma aşağıda sunulmuştur.

### 9.1. Örnek Uygulama I

Alüminyum jant işleme örneğinde, benzer olmayan parçalardan oluşan bir grup Şekil 3' de 3D halinde gösterilmiştir. Bu parçaların her biri için farklı operasyonlar/yazılımlar gerekir. Şekil 4 için, geleneksel bir G/M kod programlama yaklaşımı kullanılarak jant delme işlemi için tablo 1 de CNC parça programını göstermektedir. Program, jant delme için ayrı ve jant kesme işlemleri için ayrı ayrı yazılmalıdır.



Şekil 3: İşlenecek Alüminyum jant 3D tasarımı ve görüntüsü



Şekil 4: İşlenmiş Alüminyum jant örnekleri

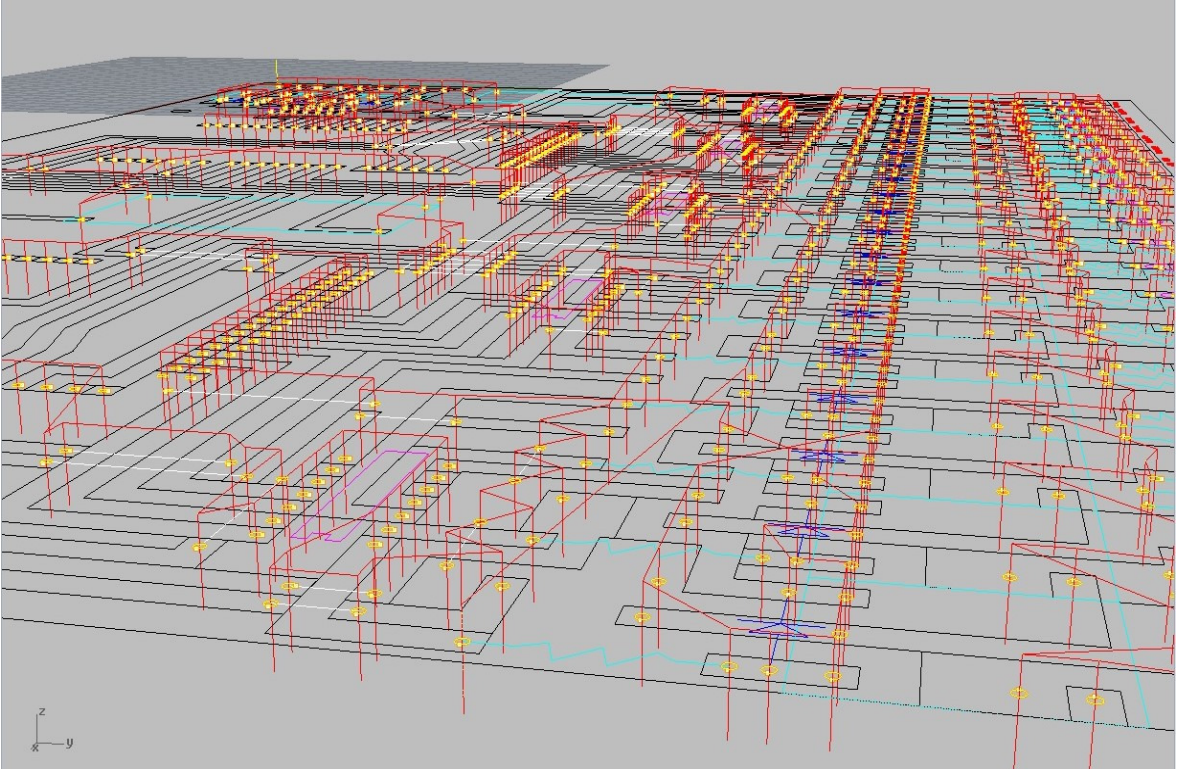
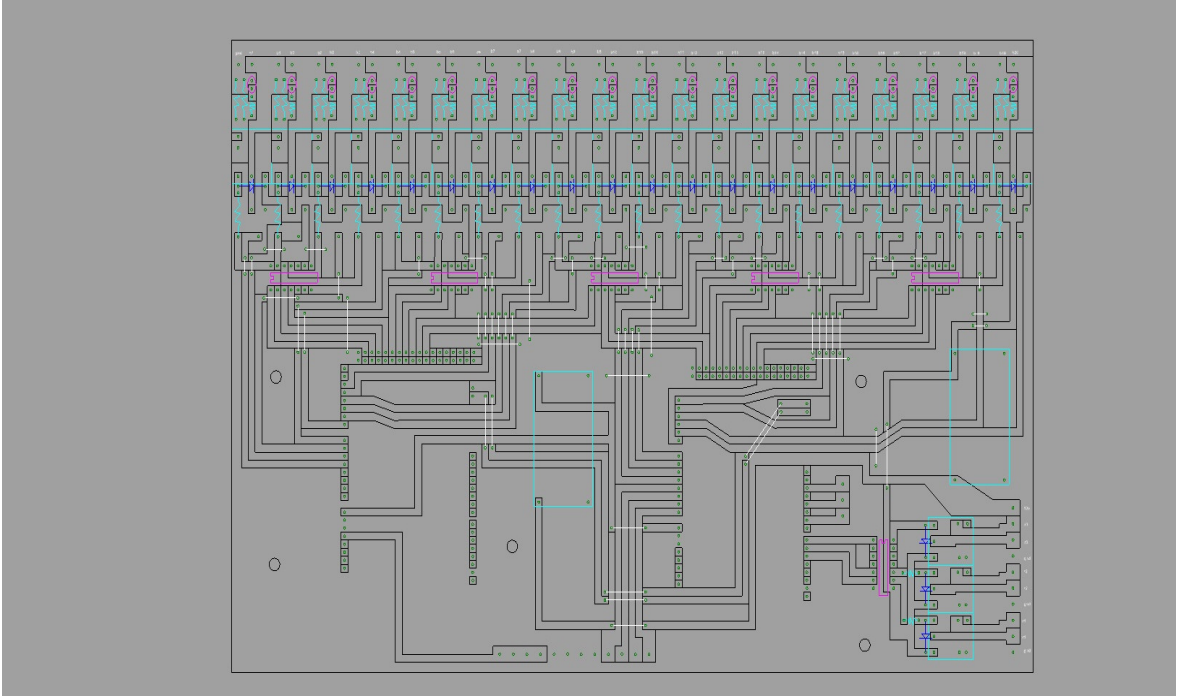
CNC makine kullanıcıları için avantaj, operatörün delik çapı, delik derinliği, ilerleme hızı ve iş mili hızı değerini (P10 ila P16 parametreleri) girmesidir. Parça programındaki takım pozisyon koordinatları, G/M programlama yaklaşımında değiştirilebilme özelliğine sahiptir[1].

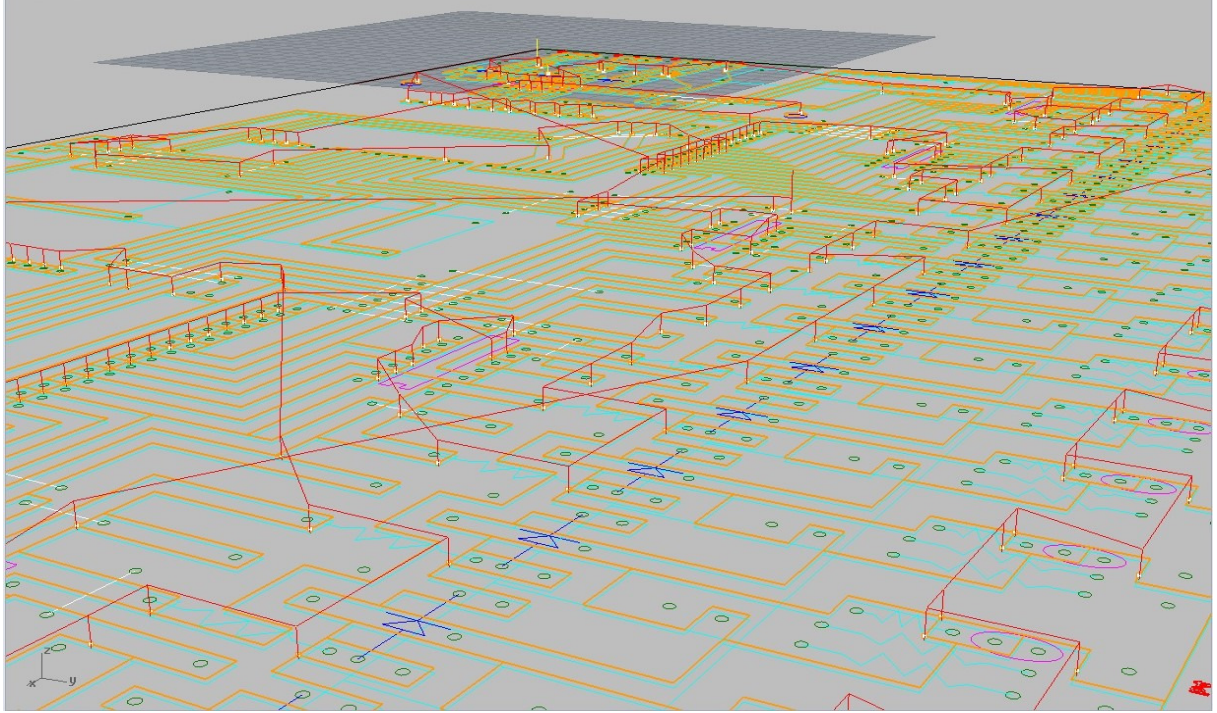
```
G00 G49 G40.1 G17 G80 G50 G90
G21
(2 1/2 Axis Profiling)
G00 Z6.0000
X53.5268 Y52.4661
G01 Z-5.0000 F1000.0
G17
G02X52.4661Y53.5268I-0.5303J0.5304 F1000.0
X53.5268Y52.4661I0.5304J-0.5303
G00 Z6.0000
X40.6949 Y81.9449
G01 Z-5.0000 F1000.0
G02Y83.4449I0.0000J0.7500 F1000.0
Y81.9449I0.0000J-0.7500
G00 Z6.0000
X52.4661 Y111.8631
.
.
.
G00 Z6.0000
X111.8631 Y290.1199
G01 Z-5.0000 F1000.0
G02X112.9238Y289.0593I0.5303J-0.5303 F1000.0
X111.8631Y290.1199I-0.5304J0.5303
G00 Z6.0000
M5 M9
M30
```

Tablo 1: Alüminyum jant delme işlemi için geleneksel G / M programı

## 9.2. Örnek Uygulama II

Benzer işlemlerden oluşan bir grup Şekil 5' te gösterilmektedir. Bu grup, bms delme işleminde benzer tasarım özelliklerine sahip bir parça ailesini temsil etmektedir. Çap ve genel uzunluk gibi ana parametrelerin değerini değiştirerek, aynı parça ailesine daha fazla sayıda parça dahil edilebilir. Tüm delme işlemi için ortalama NC talimatları sayısı tablo 2 için toplamda 4319 satırdır.





Şekil 5: BMS delme işlemi

```
G00 G49 G40.1 G17 G80 G50 G90  
G21  
(2 1/2 Axis Profiling)  
G00 Z6.0000  
X7.4897 Y6.3474  
G01 Z-4.0000 F1000.0  
Y6.3620 F1000.0  
Y6.3474  
G00 Z1.9975  
Y11.3935  
. . .  
G00 Z1.9975  
X295.5888 Y137.1449  
G01 Z-4.0000 F1000.0  
X295.6035 F1000.0  
X295.5888  
G00 Z6.0000  
M5 M9  
M30
```

Tablo 2: Şekil 5'deki delme işlemi için geleneksel G / M programı



## **10. Sonuç**

Günümüz ekonomisinde, üretim şirketlerinin, operasyonlarının verimliliğini artırmada yeni teknolojilerden faydalanmanın dışında bir alternatifi yoktur. Bilgisayar destekli tasarım ve üretim yazılımında, tasarlanan parçaların takım yollarının oluşturulmasında G, Koordinat, takım değişikliği şeklinde kodlar elde edilmektedir. Elde edilen kodlar, CNC tezgâhlarda hareketi sağlayan kodlardır. Bu kodlar aslında makineye yaptırılmak istenen işlemin, makine tarafından tanınması için kullanılan bir programlama dilidir.

Bu çalışmada, geleneksel bir CNC programı uygulamasının iki örneği anlatılmaya çalışılmıştır. Programlama tekniği ile üretilecek bir dizi parçanın, daha kısa sürede üretilmesi, üretilen her parçada bir standart sağlanması ve zamandan tasarruf sağlanmıştır.

## **Referanslar**

1. Hamit Arslan, <https://nestinguzmani.blogspot.com/p/cnc-kodlari.html>
2. Mehmet Yasin Demirel, İbrahim Karaağaç, “An Overview Of Computer Aided Manufacturing Process”, Mühendis ve Makina Dergisi, Cilt55, Sayı 652, Page 512014
3. Balic, J. , “Intelligent CAD/CAM Systems For CNC Programming” Advances in Production Engineering & Management- 2006  
Apem Journal, Slovenia, Sayfa:13-22,2006
4. Rozmaria Dubovska, Jaroslav Jambor, Jozef Majerik, ” Implementation of CAD/CAM system CATIA V5 in Simulation of CNC Machining Process”, Elsevier , 24th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2013,