

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta



SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK - MİMARLIK FAKÜLTESİ

IX. MÜHENDİSLİK SEMPOZYUMU

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BİLDİRİLERİ
KİTABI

(29-31 MAYIS 1996)

ISPARTA

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

4.11. CNC FREZE TEZGAHLARINDA İŞLENECEK PARÇALARIN BİLGİSAYARDA SİMÜLASYONU

Asaf VAROL

Fırat Üniversitesi,

Teknik Eğitim Fakültesi, 23119 ELAZIĞ

Metin KÖK **

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,

Kahramanmaraş MYO, KAHRAMANMARAŞ

Özet: Asrımızda bilgisayar kontrollü tezgahlar hızlı bir gelişme göstermektedir. Makina imalatı yapan birçok fabrikada CNC tezgahları yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin Diyarbakır'da su türbinleri imalatı yapan TEMSAN fabrikasında kullanılan tezgahların önemli bir bölümü CNC tipindedir. Bu fabrikamız şu anda Türkiye'de su türbinleri imalatı yapan tek fabrika durumundadır.

Türkiye'deki bazı fabrikalarda CNC tezgahları üretilmektedir. Hatta CAM (Bilgisayar Destekli Üretim) yöntemiyle çalışan tezgah imalatları yapılmaktadır. Sanayimizdeki bu modern makineleri kullanabilecek uygun kaliteli elemanların yetiştirilmesi ilgili okullarımızın görevidir. Ama üzülerek belirtmek gerekir ki, Yüksekokullarımız ve Üniversitelerimizin birçoğunda bu tezgahlar bulunmadığı için CNC ve CAM alanlarında eğitim yapılamamaktadır. Ancak, YÖK/Dünya Bankası Endüstriyel Eğitim Projesi kapsamında bulunan okullarımıza bir veya iki adet CNC freze, torna gibi tezgahlar gelmiştir. Bu tezgahların hemen hepsi masa üstü tiptedir. Kalabalık olan öğrenci sayısı karşısında bu az sayıdaki tezgahlar üzerinde eğitim yürütmek bir hayli zorlaşmaktadır.

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

Her öğrenciye tezgah üzerinde bizzat eğitim ve uygulama yaptırmak yerine, o tezgahlara uygun simülasyon programları üzerinde çalışmalarını hem çok ucuz ve hem de risksizdir. Bu gerçeği göz önünde bulundurarak, Meslek Yüksekokullarımız ve Üniversitelerimizin bir kısmında bulunan BOXFORD 190 VMC freze tezgahı için bir simülasyon programı yazılmıştır. Bu makale o çalışmanın ürünü olup, bu tezgah için yazılmış ilk orijinal Türkçe simülasyon programıdır.

Abstract: Computer controlled tools show rapidly development in our century. CNC tools are used widespread in the factories where machines are manufactured. For example, a big parts of the tools which are used in TEMSAN factory located in City Diyarbakır and where hydraulics turbines are manufactured are computer controlled. This is the only single factory in Turkey where hydraulics turbines are manufactured.

At some factories in Turkey computer controlled tools are manufactured. Even the tools which running according to the method of the computer aided manufacturing (CAM) are manufactured. The appropriate qualified personnel should be trained at the relevant schools who can use so kinds of tools in our industry. But it is saddening to explain that the Courses on CNC and CAM can not be held at a lot of Technical Colleges and Universities lack of these kinds of tools. However, according to the YÖK/World Bank Industrial Training Project one or two CNC or CAM tools like milling cutter, lathe etc. are supplied to the Technical Colleges or Universities just all of them are desktop educational tools. It is very difficult to train the students on a few tools because of the crowded student numbers.

Instead the students training and educating on these tools it is more cheap and without risk to train students on a computer simulating programmes which are covered the subjects of relevant tools. After considering of this fact, a simulation program was developed and created about BOXFORD VCM 190 milling cutter machine which exist at some

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

Technical Colleges and Universities. This article is a summary of these simulating program which is created as a first Turkish version on this tool.

1. Giriş

Simülasyon programları üzerinde çalışma yapmanın birçok avantajları bulunmaktadır. Genelde okullarımızın büyük bir kısmında çok sayıda bilgisayarlar mevcuttur. Oysa tezgahlar söz konusu olduğunda bunların sayıları pahalı olmaları nedeniyle birkaç adedi geçmemektedir. Bir tezgah üzerinde kalabalık bir sınıfa uygulamalı ders anlatmak çok zordur. Uygulamalar yeterince yapılmadığı gibi bir öğrenciye tezgah üzerinde üretim yapma süresi çok kısa olabilmektedir.

Okullarımızın büyük bir kısmı maddi sıkıntı içerisinde bulduklarından, CNC veya CAM tipli tezgah (Varol, A., 1995) almaları büyük bütçe gerektirmektedir. Ayrıca kanaatimizce çok fazla sayıdaki tezgaha para bağlamanın da pek mantıklı olmayacağı açıktır. Çok tezgah bulundurmamak yerine, bilgisayarlarda uygun simülasyon programları yazarak öğrencileri bu programlar üzerinde yeterince eğittikten sonra asıl tezgah üzerinde sadece birkaç kez uygulama yaptırmak çok daha verimli olacaktır.

Bu tür bir uygulama sonrasında tezgah fazla yıpranmamış olacak ve tezgah üzerine gelen öğrenci bilgisayardaki simülasyon programı üzerinde deneyim sahibi olacağından, yanlışlıklar yaparak tezgaha zarar veremeyecektir. Bu uygulamayı şuna benzetebiliriz. Türkiye’de Fantom uçaklarının montajı yapılmaktadır. Bu uçaklara pilot yetiştirilmesi işlemi simülasyon kabinlerinde yapılmaktadır. Yani pilot gerekli teorik bilgileri aldıktan sonra uçuşa başlamadan önce simülasyon kabinlerinde eğitime tabi tutulmaktadır. Bu simülasyon kabinleri içerisinde pilot adayı kendini sanki de uçaktaymış gibi hisseder. Karşısındaki bilgisayar monitörlerinden verilen görüntüler ve simülasyon kabinine verilen hareketler, uçuş esnasındakinden

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

farksızdır. Bu tür bir eğitimin faydaları şunlardır.

- Pilot adayı acemiliğini simülasyon kabini içinde geçirdiği için uçağa zarar vermesi (örneğin uçağın düşmesi gibi) sözkonusu olmayacaktır.
- Bir uçağın havalanmasının maliyetinin yüksekliği ortadadır. Simülasyon kabini sayesinde maliyet asgari düzeydedir.
- Simülasyon kabini içerisinde pilot adayı defalarca testlere tabi tutulmaktadır. Pilot adayı asıl uçağa binmeden önce yeterli beceriyi elde edebilmektedir.

Uzay çalışmaları, simülasyonlu bir ön çalışmanın sonucunda gelir. NASA çalışmaları bu konuya en güzel örneği teşkil eder. Uzayda kalacak astronotlar, aylar süren bir eğitim görürler. Bu çalışmalar esnasında uzaydaki tüm çevre şartları düşünülerek oluşturulan ortamlar içerisinde uygulama yaparlar. Özel oluşturulmuş kabinler içerisinde yerçekimi ortadan kaldırılarak daha uzaya gitmeden astronotların o ortama uymaları sağlanır.

Simülasyon Programları Yazılmadan Önce Ön Hazırlık Olarak Neler Yapılmalıdır?

Buradaki konumuz Boxford 190 VCM freze tezgahı olduğu için, bu konu ile ilgili ne tür bir ön hazırlık yapıldığı konusu üzerinde durulacaktır.

- Simülasyon programını yazacak kişinin belirli özellikler taşıması ve Boxford 190 VCM tezgahını çok iyi kullanabilmesi, her türlü parçayı imal edecek bilgiye sahip olması gerekir.
- Uzman kişinin sadece tezgahı kullanması yeterli değildir. Simülasyon programını yazacak kişi, yeterli düzeyde bilgisayar programlama dili bilmelidir. Zira hangi tür bir bilgisayar programlama dilinin uygun olacağına ancak o zaman karar verilebilir.
- Seçilecek programlama dilinin yeterli grafik desteği verip vermediği önemli bir konudur. Simülasyon programlarında göze hitap ancak grafik desteği ile mümkün olur. Örneğin freze tezgahında bir parça işlendiği

esnada adım adım ilerlerken işlem basamaklarının aynen simülasyon programına yansması istenir.

- Simülasyon programını yazabilmek için uygun bir bilgisayar donanımı seçilmelidir. Donanım eksikliği yüzünden her bilgisayar üzerinde uygun program yazılamayabilir.
- Konu ile ilgili varsa diğer simülasyon programları incelenmeli ve dünyada nasıl bir uygulamanın söz konusu olduğu araştırılmalıdır.
- Simülasyonda yer alacak örnek çözümler, varsa tezgaha ait olan örneklerle uygun seçilmelidir. Böylece tezgah üzerine giden öğrenci, bilgisayarda simülasyon programı üzerinde görmüş olduğu benzer örneklerle karşılaşacağı için tezgaha adaptasyonu çok kolay gerçekleşecektir.
- Yazılan simülasyon programı içerisinde yeterince açıklama satırları yer almalıdır. Kapalı yazılan simülasyon programlarının başkaları tarafından kullanılmalılarının zor olacağı unutulmamalıdır.

Boxford 190 VCM Freze Tezgahının Özellikleri

İngiliz yapımı olan ve üç eksene sahip bulunan Boxford 190 VCM freze tezgahı ISO format kodlarıyla programlanan düşey bir freze tezgahıdır. Adım motorlarıyla çalışmakta ve bilgisayarla kontrol edilmektedir. Programlanabilen bir motor ile tezgah mili hareket ettirilmektedir. Mil hızını ölçmek için eşit aralıklarla delinmiş bir disk, tezgah mili üzerine monte edilmiştir. Algılama ünitesi, milin hızını kontrol ederek milin hızlı veya yavaş olduğunu geri besleme ile bilgisayara bildirmekte ve bilgisayar mikroişlemci kartı ile hesaplamalar yaparak, milin hızını CNC programında belirtilmiş olan değere ayarlamaktadır. Bu tür hesaplamalar, tezgahı kullanan operatörle kıyaslandığında çok hızlı ve hassas yapıldığı bilinen bir gerçektir.

İmal edilen parçanın üst ve yan görünüşleri, kesici takımın hareketleri ve yapılan tüm işlemler, program yazımı ve parçanın tezgahta

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

işlenmesi süresince program satırları tek tek bilgisayar ekranında simülasyon şeklinde görülür. CNC kod bloklarında bir hata yapıldığında, sonuç ekranda önceden görüleceğinden, tezgaha ve operatöre zarar vermeden kolaylıkla düzeltilebilir.

- Mil hızı 350 ile 3500 dev/dak arasında programlanabilir.
- Programlanabilir ilerleme hızı 10 ile 500 mm/dak'dır. % ilerleme hızına bağlı olarak hızlı harekette 600 mm/dak'dır.
- X eksenindeki toplam hareket mesafesi 190, Y ekseninde 125 ve Z ekseninde 140 mm'dir.
- Step motoruna gönderilen her bir vurguda kızığın aldığı mesafe yani adım ölçüsü 0.01 mm'dir.
- İngiliz birimi sistemine göre formatı XX.XXX (1.234 inch gibi) ve Metrik birim sistemine göre formatı ise XXX.XX (123.45 mm gibi) şeklindedir (Boxford Millcam Programming Instruction, 1992).

Simülasyon Programı

Bu program Boxford 190 VMC CNC freze tezgahına ihtiyaç duyulmadan, bu tezgaha yapılabilecek tüm işlemlerin, ISO CNC kodlarıyla programlanarak yapılmasını ve bu yapılan işlemlerin simülasyonunu bilgisayar ekranında göstererek doğru olup olmadığını kontrol edilmesini sağlayan, *Quick Basic* programlama dilinde yazılmış ve bu tezgah için *Türkçe olarak hazırlanmış ilk simülasyon program özelliğini taşımaktadır.* Programın ana menüsü aşağıdaki konu başlıklarını içermektedir (Şekil 1).

Programlama İçin Gerekli Ön Bilgiler

Bu seçenekte bir CNC programı yazabilmek için gerekli olan tüm ön bilgiler verilmektedir. Daha önce Boxford 190 Freze tezgahında program yazmamış olanların bu seçeneği dikkatlice gözden geçirmelerinde yarar vardır. Bu seçenek altında yer alan alt başlıklar şunlardır.

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

- Tezgahın Özellikleri
- Tezgah Eksenleri
- İş Parçası Referans Noktası
- Devir Sayısının ve Takım İlerleme Hızlarının Hesaplanması
- Koordinat Sistemleri
- Tezgah Hafızasındaki Kesici Takım Çeşitleri
- Kesici Takım Offsetleri
- Program Formatı
- Ana Menüye Dönüş

CNC Program Kodları (G ve M Kodları)

Programın bu bölümünde Boxford 190 VMC freze tezgahına ait tüm kodlar (Varol, N., 1992) sırasıyla verilmektedir. Kullanıcının daha önceden bu kodları bilmemesi durumunda bu bölümü seçerek istediği bilgileri elde edebilecektir. Bu menü altında yer alan başlıklar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

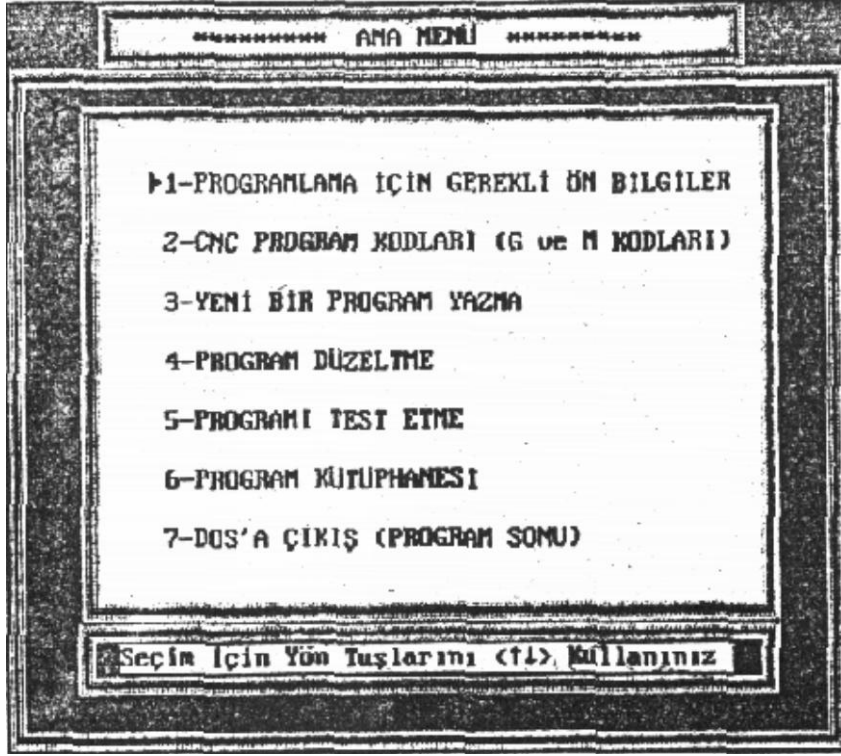
- G Hazırlık Fonksiyonu Kodları
- M Yardımcı Fonksiyon Kodları
- Kodların Açıklanması
- Çıkış

Yeni Bir Program Yazma

Herhangi yeni bir parçanın ISO kodlarıyla programını yazmak için ana menüdeki 3 nolu seçenek kullanılmalıdır. Bu seçeneğe girildiği zaman, yeni program dosyasının isminin, programın birim sisteminin (metrik veya inch), işlenecek parçanın uzunluğunun, genişliğinin, derinliğinin ve programda kullanılacak maksimum takım çapının girilmesi gerekmektedir. Bu bilgiler girildikten sonra, program formatı ve girilen değerler ölçüsünde iş parçasının simülasyon şekli ekrana gelmekte ve programın yazılması için

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

beklenmektedir. Bu işlemler sonrasında ISO kodları kullanılarak program yazılabilmektedir. Yeni program yazarken ekrana çıkan tablo Şekil 2 de verilmiştir.



Şekil 1: Simülasyon Programının Ana Menüsü

Program Düzeltme

Program yazılırken, doğru olduğu onaylanan program satırları üzerinde herhangi bir değişiklik yapma imkanı olmadığından, programın bazı yerlerini değiştirmek veya hata varsa hataları düzeltmek için bu seçenek kullanılır. Bu ifade seçildiğinde ekrana *Programı Düzeltme Menüsü* gelmektedir. Bu menünün içeriği aşağıdadır.

- Satır Düzeltme
- Satır Ekleme

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

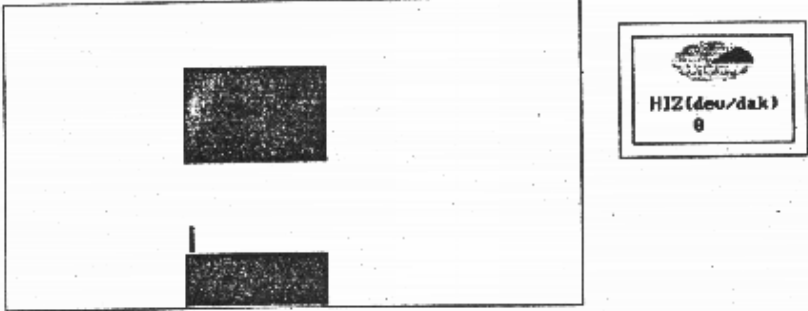
- Satır Silme
- Çıkış (Ana menüye Dönüş)

Programı Test Etme

Bir CNC parça programı yazılıp bitirildikten sonra, programın doğru olup olmadığını kontrol etmek için ana menüdeki bu seçenek kullanılır. Bu seçenekle, yazılan programlar tek tek kontrol edilerek, programdaki hataların bulunması sağlanmaktadır. Program yazıldıktan sonra mutlak bu seçenekle test edilmelidir. Bu seçeneğe girildiğinde, test edilmek istenen programın isminin girilmesi istenmektedir. Program ismi girildiğinde program satır satır ekrana gelmekte ve yapılan işlemlerin simülasyon şekilleri incelenerek programda hata olup olmadığı kolayca anlaşılabilir.

DOSYA ADI: DENEME									
UZUNLUK: 300 GENİŞLİK: 200 DERİNLİK: 200									
LINE	G	M	X	Y	Z	I	J	F	S
N 30			-20	-20	55	2	6	1	
N 40	00		15	25	5				
N 50	01		15	20	-3			00	

TEZGAH ÇALIŞMIYOR. ÖNCE TEZGAHI ÇALIŞTIR.
DEVAM ETMEK İÇİN HERHANGİ BİR TUŞA BASINIZ



Şekil 2: Yeni Program Yazılırken Simülasyon Programında ekranda görülen tablo.

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

Program Kütüphanesi

Bu simülasyon programında yazılan CNC programlarının isimleri bu program kütüphanesinde bulunmaktadır. Yeni bir program yazıldığı zaman, bu programın ismi de bu kütüphaneye eklenmektedir. Program isimlerinin listesini görmek için ana menüdeki bu seçenek kullanılmalıdır. Böylece hangi isimlerde programlar yazıldığı rahatlıkla görülebilmektedir.

Bu bölüme girildiğinde ekrana *Program Kütüphanesi Menüsü* gelir. Bu menü aşağıdaki seçenekleri içerir:

- Dosya Silme
- Alt Sayfa
- Üst Sayfa
- Ana Menüye Dönüş

DOS'a Çıkış (Program Sonu)

Simülasyon programından çıkmak için bu kısım kullanılır. Bu seçenek sayesinde *Quick Basic* programından çıkılarak DOS ortamına dönülür.

Boxford 190 VMC Freze Tezgahına Ait İngilizce ve Türkçe Simülasyon Programlarının Birbiriyle Karşılaştırılması

Boxford 190 VMC freze tezgahına ait bilgisayar üzerinde bir simülasyon programı bulunmaktadır. Bu çalışma sayesinde orijinal olarak hazırlanan bir Türkçe simülasyon programının, İngilizce simülasyon programı ile kıyaslandığında aşağıdaki farklılıklar saptanmıştır.

- İngilizce simülasyon programını kullanabilmek için kullanıcının iyi düzeyde İngilizce bilmesi gerekmektedir. Oysa Türkçe programda kullanılan dil tamamen Türkçe olduğu için dil sorunu ortadan kalkmaktadır. Ancak hemen belirtmek gerekir ki, tarafımızdan hazırlanan Türkçe simülasyon programı, İngilizce simülasyon

programının kesinlikle tercümesi değildir. Çünkü İngilizce simülasyon programı EXE dosya olup istense de program satırları görülememektedir.

- İngilizce simülasyon programında CNC kodları tablolar halinde verilmekte, ancak bu kodlar hakkında detaylı bilgi verilmemektedir. Oysa hazırladığımız simülasyon programında G ve M kodlarının geniş bir biçimde açıklamaları verilmekte ve böylece kullanıcıya gerekli bütün ön bilgiler verilmektedir. Bu bilgiler Program Kodları (G ve M Kodları) menüsü altında işlenmiştir. Kullanıcı görmek istediği kodun numarasını girdiğinde istediği bilgileri ekranında görebilmektedir.
- İngilizce simülasyon programında tezgahın özellikleri, tezgah eksenleri, iş parçası referans noktası, devir sayısının ve takım ilerleme hızlarının hesaplanması, mutlak veya eklemeli koordinat sistemleri ve program formatı gibi temel konular hakkında hiçbir ayrıntı verilmemekte, bu konuların kullanıcı tarafından bilindiği kabul edilmektedir. Oysa Türkçe simülasyon programı içerisine bu konular da ilave edilmiştir. Bu konular Türkçe simülasyon programında *Programlama İçin Gerekli Ön Bilgiler* bölümünde anlatılmıştır.
- Bu iki simülasyon programında parça işleniş sırasında geçen süreler kıyaslandığında, İngilizce simülasyon programında parça işleme süresinin çok çabuk programlandığı görülür. Bu durum Türkçe simülasyon programında daha yavaş olarak programlanmıştır. Çünkü gerçek tezgah üzerinde herhangi bir parça işlenirken geçen süre ne kadarsa simülasyon programında da aynı sürenin muhafaza edilmesinin daha uygun olacağı kanaatindeyiz. Süreler arasında farklılıklar olursa kullanıcı parçanın işlenmesi süresi bakımından yanılgıya düşecektir. Bu nedenle Türkçe simülasyon programının gerçek imalat süresinin tesbiti açısından daha uygun olduğu kanaatindeyiz.

Yukarıdaki kıyaslamalar yapıldığında Türkçe simülasyon

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

programının İngilizce simülasyon programından daha avantajlı olduğu söylenebilir.

Sonuçlar

- Eğitim kurumlarımızın bir kısmına çeşitli projeler kapsamında gönderilen CNC tezgahları arasında yer alan Bofford 190 VMC masa üstü freze tezgahlarının daha etkin olarak kullanılmasını sağlamak ve bu tezgahlardan fazla sayıda almak yerine bilgisayarlarda bu tezgaha uygun simülasyon programları yazmak, çok daha avantajlıdır.
- Üniversitemizde CNC veya CAM derslerinin uygulamalarının hazırlanacak simülasyon programları üzerinde yapılması durumunda, makina yatırım maliyetleri düşecek, asıl tezgah kullanımı esnasında meydana gelebilecek kazalar olmayacak, her öğrenciye bir tezgah verilmesi imkansız iken, her öğrenciye bir bilgisayar verilerek simülasyon programı üzerinde çalışma yapılabilecektir.
- Türkiye'de bazı alanlarda yazılım eksikliği sözkonusudur. Bu alanların başında da CNC ve CAM sahaları başta gelmektedir. Bu alanlarda orijinal Türkçe simülasyon programlarının yazılması halinde bu alandaki eksiklikler önemli ölçüde giderilebilecektir.
- Bu çalışmada adı geçen türden hazırlanacak simülasyon programlarının teknik alanda eğitim yapan okullarımızda hizmete sokulmasının, eğitim kalitesinin artmasında önemli rol oynayacağı tartışılmazdır.
- Üniversitemizin araştırma ve geliştirme merkezleri bünyesinde yazılım birimleri kurularak, bu birimlerin yeni teknolojik ürünler üzerinde zaman geçirmeksizin yeni Türkçe yazılımlar elde edilmelidir.

VAROL, A.; KÖK, M.: CNC Freze Tezgahlarında İşlenecek Parçaların Bilgisayarda Simülasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Makine Mühendisliği Bildirileri Kitabı, 29-31 Mayıs 1996, S: 31-36, Isparta

KAYNAKLAR

- 1) **Boxford Millcam Programming Instruction**, 1992,
- 2) **Varol, A.** Mayıs 1995. Makina Parçalarının CAM Yöntemi İle Üretimi, Endüstriyel Teknoloji, 23-28 (Makale)
- 3) **Varol, N.** 1992. Nümerik Kontrollü Tezgahların Programlanması ve Bilgisayarda Simülasyonu, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 40s. (Yüksek Lisans Semineri)