

**CNC TORNA TEZGÂHLARI İÇİN KAMERA GÖRÜNTÜSÜ İLE  
OTOMATİK PARÇA PROGRAMLARININ OLUŞTURULMASI**

**Salih CULHA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNA EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ŞUBAT 2012  
ANKARA**

Salih CULHA tarafından hazırlanan “CNC TORNA TEZGÂHLARI İÇİN KAMERA GÖRÜNTÜSÜ İLE OTOMATİK PARÇA PROGRAMLARININ OLUŞTURULMASI” adlı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylıyorum.

Yrd.Doç.Dr. Yunus KAYIR

.....

Tez Danışmanı, Makina Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makina Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Mahmut GÜLESİN

.....

(Makine Eğitimi, Gazi Üniversitesi)

Yrd.Doç.Dr. Yunus KAYIR

.....

(Makine Eğitimi, Gazi Üniversitesi)

Yrd.Doç.Dr. Neşet AKAR

.....

(Metal Eğitimi, Gazi Üniversitesi)

Tarih : 08.02.2012

Bu tez Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof.Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm

Salih CULHA

**CNC TORNA TEZGÂHLARI İÇİN KAMERA GÖRÜNTÜSÜ İLE OTOMATİK  
PARÇA PROGRAMLARININ OLUŞTURULMASI  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Salih CULHA**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Şubat 2012**

**ÖZET**

Bu çalışmada, fotoğrafı çekilen iş parçalarının CNC torna tezgahlarında imalatının yapılabilmesine yönelik bir sistem geliştirilmiştir. TKNC (Tornalamada Kolay NC) adı verilen sistem, üç ana modülden oluşmaktadır. Birinci modül, bir kamera yardımı ile iş parçalarının fotoğraflarını alarak değerlendirmektedir. BMP formatında alınan fotoğraflar, işlenerek iki renk gurubuna ayrılır. Şekil-zemin ilişkisine göre pikselleri sıralar. İkinci modül, sıralı piksellerin arasındaki ilişkilere göre silindir, konik, kavis, vb. unsurlar belirlenir. Elde edilen iş parçalarının geometrisi üzerinde unsur ekleme, silme, değişiklik yapma gibi düzenlemeler yapabilmektedir. İstenildiğinde geometrik bilgiler, DXF veri formatına dönüştürülerek AutoCAD gibi CAD programlarında açılabilmesine imkan sağlanmaktadır. Son modül ise, iş paçalarının imalatı için gerekli olan CNC programlarını türetmektedir. CNC programları için, işlenecek unsur, uygulanacak operasyon, kullanılacak takım, malzeme, gibi bilgiler kullanılmaktadır. CNC programları, Fanuc sistemine ait temel kodlar ve çevrim kodları ile oluşturulmaktadır. Sistem, Visual Basic.Net bilgisayar dili kullanarak, tasarlanmıştır.

**Bilim Kodu : 708.3.028**  
**Anahtar Kelimeler : Resim işleme, DXF, CNC parça programlama**  
**Sayfa Adedi : 148**  
**Tez Yöneticisi : Yrd.Doç.Dr. Yunus KAYIR**

# **AUTOMATIC GENERATION OF CNC PART PROGRAMS FROM CAMERA IMAGES FOR CNC TURNING MACHINE TOOLS**

**(M.Sc.Thesis)**

**Salih CULHA**

**GAZI UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**February 2012**

## **ABSTRACT**

In this study, a system has been developed to machine work pieces whose photos were taken on a CNC turning machine tools. The system called TKNC, consists of three main modules. The first module, takes pictures of the work pieces and evaluates. BMP formatted pictures are two groups of color by processing the pixels. Pixels are sorted according to figure-ground relationship. The second module evaluates the pixels to determine features such as cylinder, cone and thread modifications on the obtained geometry of work pieces such as adding, deleting and editing can be done. If required, geometric information is allowed to open in a CAD programme like AutoCAD by converting to DXF format. In the last module, CNC part programs are generated to machine work pieces. The information regarding the feature to be machined, the operation to be applied, the tool to be used, material, and so forth if used for CNC programmes, CNC programmes are prepared using fanuc basic codes and cycle format. The system was designed, by using Visual Basic Net programming language.

|                     |                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Science Code</b> | <b>: 708.3.028</b>                                |
| <b>Key Words</b>    | <b>: Image processing, DXF, CNC part programs</b> |
| <b>Total Page</b>   | <b>: 148</b>                                      |
| <b>Adviser</b>      | <b>: Assist. Prof. Dr. Yunus KAYIR</b>            |

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli Hocam Yrd. Doç. Dr. Yunus KAYIR ve çalışmalarımda bana yardım ve desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                     | <b>Sayfa</b> |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| ÖZET .....                                          | iv           |
| ABSTRACT .....                                      | v            |
| TEŞEKKÜR.....                                       | vi           |
| İÇİNDEKİLER .....                                   | vii          |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....                           | x            |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....                             | xi           |
| SİMGE VE KISALTMALAR.....                           | xvii         |
| 1. GİRİŞ .....                                      | 1            |
| 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....                      | 4            |
| 3. BITMAP (BIT-MAPPED) VE VEKTÖREL RESİMLER .....   | 17           |
| 3.1. Bitmap (Bit-Mapped) Resimler.....              | 17           |
| 3.1.1. Renk uzayları .....                          | 20           |
| 3.1.2. Bitmap resim formatları .....                | 27           |
| 3.2. Vektörel Resimler .....                        | 30           |
| 4. AUTOCAD DXF VERİ FORMATI .....                   | 35           |
| 5. RESİM İŞLEME .....                               | 40           |
| 5.1. Visual Studio Basic Net İle Resim İşleme ..... | 41           |
| 6. CNC TEZGAHLAR VE PPROGRAMLAMA .....              | 45           |
| 6.1. Hareket Tipleri .....                          | 46           |
| 6.1.1. Doğrusal hareket .....                       | 46           |
| 6.1.2. Dairesel hareket .....                       | 47           |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.2. Çevrimler .....                                                              | 47 |
| 6.2.1. Bitirme (ince talaş) çevrimi (G70) .....                                   | 47 |
| 6.2.2. Silindirik tornalama ile boşaltma çevrimi (G71).....                       | 48 |
| 6.2.3. Alın tornalama ile boşaltma çevrimi (G72).....                             | 49 |
| 6.2.4. Profil tekrarlayarak silindirik tornalama çevrimi (G73).....               | 50 |
| 6.2.5. Geniş kanal açma çevrimi (G75) .....                                       | 51 |
| 6.2.6. Çok pasolu vida açma çevrimi (G76).....                                    | 52 |
| 7. GELİŞTİRİLEN SİSTEM .....                                                      | 54 |
| 7.1. BMP Formatlı, İş Parçası Resimlerinin Alınması ve<br>Değerlendirilmesi ..... | 56 |
| 7.1.1. BMP resimlerinin alınması.....                                             | 56 |
| 7.1.2. BMP resimlerin değerlendirilmesi (hazırlık) .....                          | 59 |
| 7.2. Geometrik Unsurlar için BMP Resimlerin Yorumlanması.....                     | 62 |
| 7.2.1. Vida tanımlama .....                                                       | 64 |
| 7.2.2. Silindir tanımlama .....                                                   | 64 |
| 7.2.3. Konik tanımlama.....                                                       | 65 |
| 7.2.4. Kavis tanımlama .....                                                      | 66 |
| 7.2.5. Unsurların boyutlandırılması.....                                          | 68 |
| 7.2.6. Unsurların belirlenmesinde karşılaşılan zorluklar ve kabuller ...          | 70 |
| 7.2.7. CAD uygulamaları .....                                                     | 76 |
| 7.2.8. Geometrik bilgilerinin DXF formatına dönüştürülmesi.....                   | 77 |
| 7.3. CNC Programlama .....                                                        | 81 |
| 8. GELİŞTİRİLEN PROGRAMIN TANITILMASI VE KULLANIMI .....                          | 88 |
| 8.1. Resim İşleme .....                                                           | 89 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 8.2. CAD Bölümü .....        | 93  |
| 8.3. CNC Bölümü .....        | 103 |
| 8.4. Dosya Görüntüleme ..... | 113 |
| 8.5. Örnek Uygulamalar ..... | 115 |
| 9. SONUÇ VE ÖNERİLER .....   | 129 |
| 9.1. Sonuçlar .....          | 129 |
| 9.2. Öneriler .....          | 130 |
| KAYNAKLAR .....              | 132 |
| EKLER .....                  | 135 |
| EK-1 Örnek Uygulama 1 .....  | 136 |
| EK-2 Örnek Uygulama 2 .....  | 140 |
| ÖZGEÇMİŞ .....               | 148 |

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge                                                          | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 3.1. Resim piksel derinlikleri.....                      | 20    |
| Çizelge 3.2. Çeşitli renk ve sayısal değerleri .....             | 26    |
| Çizelge 3.3. Resim formatlarının karşılaştırılması.....          | 30    |
| Çizelge 5.1. İşleme metodu ve işleme süresi .....                | 42    |
| Çizelge 6.1. Bazı G kodları .....                                | 45    |
| Çizelge 6.2. Bazı M kodları .....                                | 46    |
| Çizelge 6.3. G71 için kullanılan parametreler .....              | 49    |
| Çizelge 6.4. G72 için kullanılan parametreler .....              | 50    |
| Çizelge 6.5. G73 için kullanılan parametreler .....              | 51    |
| Çizelge 6.6. G75 için kullanılan parametreler .....              | 52    |
| Çizelge 6.7. G76 için kullanılan parametreler .....              | 53    |
| Çizelge 7.1. Ueye marka UI-2210-C model kamera özellikleri ..... | 59    |
| Çizelge 7.2. Başlangıç ve bitiş kodları .....                    | 84    |
| Çizelge 7.3. Takım seçimi işlem kodları .....                    | 84    |
| Çizelge 7.4. Genel tornalama kodları .....                       | 85    |
| Çizelge 7.5. Kanal tornalama çevrim kodları.....                 | 86    |
| Çizelge 7.6. Diş çekme çevrim kodları .....                      | 86    |
| Çizelge 7.7. Diş çekme kodları.....                              | 86    |
| Çizelge 7.8. Delme işlemi kodları.....                           | 87    |
| Çizelge 7.9. Kesme işlemi kodları .....                          | 87    |

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil                                                                               | Sayfa |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 3.1. Resim üzerindeki bir noktanın büyütülmesi .....                          | 18    |
| Şekil 3.2. Bir pikselin tanımı .....                                                | 19    |
| Şekil 3.3. RGB renk uzayını oluşturan renk gurubu .....                             | 22    |
| Şekil 3.4. 32 bit renk skalası .....                                                | 22    |
| Şekil 3.5. CMY renk uzayını oluşturan renk gurubu .....                             | 24    |
| Şekil 3.6. Konik gösterimi.....                                                     | 25    |
| Şekil 3.7. Silindir biçimli gösterimi .....                                         | 25    |
| Şekil 3.8. Vektörel resimler .....                                                  | 30    |
| Şekil 3.9. Vektör ve bitmap resmin 7 kat büyütülmüş görüntüsü.....                  | 32    |
| Şekil 3.10. Depolanma yöntemlerinin karşılaştırılması.....                          | 33    |
| Şekil 3.11. S Harfinin bitmap ve vektörel olarak görüntüsü.....                     | 33    |
| Şekil 3.12. Bitmap tabanlı resmin vektör tabanlı resme dönüşümü.....                | 34    |
| Şekil 4.1. AutoCAD programında çizilen örnek bir çizgi ve DXF bilgileri ....        | 38    |
| Şekil 4.2. AutoCAD programında çizilen örnek bir yay ve DXF bilgileri.....          | 39    |
| Şekil 5.1. Manzara resmi ve işlenmiş (gri skalaya dönüştürülmüş)<br>görüntüsü ..... | 42    |
| Şekil 6.1. Doğrusal hareketler .....                                                | 46    |
| Şekil 6.2. G2 ve G3 dairesel interpolasyonu .....                                   | 47    |
| Şekil 6.3. Silindirik tornalama ile boşaltma çevrimi (G71) .....                    | 48    |
| Şekil 6.4. Alın tornalama ile boşaltma çevrimi (G72) .....                          | 49    |
| Şekil 6.5. Profil tekrarlayarak silindirik tornalama çevrimi (G73) .....            | 50    |

| <b>Şekil</b>                                                                           | <b>Sayfa</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 6.6. Geniş kanal açma çevrimi (G75) .....                                        | 51           |
| Şekil 6.7. Çok pasolu vida açma çevrimi (G76) .....                                    | 52           |
| Şekil 7.1. Geliştirilen TKNC.....                                                      | 55           |
| Şekil 7.2. Tasarlanan platform perspektif görünüşü .....                               | 56           |
| Şekil 7.3. Tasarlanan platform ölçüleri .....                                          | 57           |
| Şekil 7.4. Elde edilmiş platform görünüşü .....                                        | 57           |
| Şekil 7.5. Ueye marka UI-2210-C model kamera görünüşü .....                            | 58           |
| Şekil 7.6. Şekil-Zemin ilişkisi .....                                                  | 60           |
| Şekil 7.7. Resmin sayısal veriye dönüştürülmesi .....                                  | 60           |
| Şekil 7.8. Zeminin ve şeklin tanımlanmış görüntüsü .....                               | 61           |
| Şekil 7.9. Unsur tanımlama akış diyagramı.....                                         | 63           |
| Şekil 7.10. Vida tanımlanması.....                                                     | 64           |
| Şekil 7.11. Silindirin tanımlanması .....                                              | 65           |
| Şekil 7.12. Konik tanımlanması.....                                                    | 66           |
| Şekil 7.13. Kavis tanımlanması .....                                                   | 67           |
| Şekil 7.14. Kavisin hesaplanması .....                                                 | 67           |
| Şekil 7.15. Tolerans tablosu (1 pikselin milimetre değeri) .....                       | 68           |
| Şekil 7.16. Piksel ve mm uzunluk ölçü birimi .....                                     | 69           |
| Şekil 7.17. Piksel ölçü sisteminde tanımlanan silindirik unsur.....                    | 69           |
| Şekil 7.18. Örnek parça görüntüsü 1 .....                                              | 70           |
| Şekil 7.19. Tanımlanmış parça görüntüsü (silindirik, konik ve kavis<br>unsurlar) ..... | 70           |
| Şekil 7.20. Vida tanımlamayı zorlaştıran görüntü kaybı .....                           | 72           |

| <b>Şekil</b>                                                                                 | <b>Sayfa</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 7.21. Görüntü almada kamera ve parçadan kaynaklanan olumsuzluklar .....                | 73           |
| Şekil 7.22. Örnek parça görüntüsü 2.....                                                     | 73           |
| Şekil 7.23. Tanımlanmış parça görüntüsü (görüntü düzeltilmeden yapılan uygulama) .....       | 74           |
| Şekil 7.24. Tanımlanmış parça görüntüsü (görüntü düzeltildikten sonra yapılan uygulama)..... | 74           |
| Şekil 7.25. Görüntü almada ışık kaynağı ve parçadan kaynaklanan olumsuzluklar .....          | 75           |
| Şekil 7.26. Farklı türde malzemelerin görüntülenmesi .....                                   | 76           |
| Şekil 7.27. AutoCAD DXF 2010 formatı içinde kayıtlı katmanlar.....                           | 77           |
| Şekil 7.28. Doğrunun ifade edilişi.....                                                      | 79           |
| Şekil 7.29. Yay'ın ifade edilişi (AutoCAD) .....                                             | 80           |
| Şekil 7.30. Yay'ın ifade edilişi (Visual Basic Net) .....                                    | 80           |
| Şekil 7.31. Kademelerin işlenmesi .....                                                      | 82           |
| Şekil 8.1. Programın açılış görünümü ve logosu.....                                          | 88           |
| Şekil 8.2. Geliştirilen programın kontrol paneli .....                                       | 89           |
| Şekil 8.3. Bölüm giriş butonları.....                                                        | 89           |
| Şekil 8.4. Resim işleme bölümü .....                                                         | 90           |
| Şekil 8.5. Kamera ve dosya butonu .....                                                      | 90           |
| Şekil 8.6. Kameradan görüntü almak için kullanılan form sayfası .....                        | 91           |
| Şekil 8.7. Dosya açma diyalog penceresi .....                                                | 91           |
| Şekil 8.8. Resmi işle butonu.....                                                            | 92           |

| <b>Şekil</b>                                                       | <b>Sayfa</b> |
|--------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 8.9. Resmin işlenmiş görünümü .....                          | 92           |
| Şekil 8.10. Alt panel .....                                        | 93           |
| Şekil 8.11. Renk ayırıcı .....                                     | 93           |
| Şekil 8.12. Yardımcı butonlar .....                                | 93           |
| Şekil 8.13. Ölçek .....                                            | 93           |
| Şekil 8.14. Programın Tolerans sayfası .....                       | 94           |
| Şekil 8.15. Çizimin oluşturulmuş haldeki programın görüntüsü ..... | 94           |
| Şekil 8.16. Unsur ağacı (CAD bölümü) .....                         | 95           |
| Şekil 8.17. Alt panel (parça bilgisi) .....                        | 95           |
| Şekil 8.18. CAD işlem butonları .....                              | 95           |
| Şekil 8.19. İşlem menüsü .....                                     | 96           |
| Şekil 8.20. Unsur ekleme sayfası (unsur seçili) .....              | 96           |
| Şekil 8.21. Unsur ekleme bilgi formu (silindirik) .....            | 97           |
| Şekil 8.22. Unsur ekleme bilgi formu (konik) .....                 | 97           |
| Şekil 8.23. Unsur ekleme bilgi formu (kavis) .....                 | 98           |
| Şekil 8.24. Unsur ekleme bilgi formu (dış çekme) .....             | 99           |
| Şekil 8.25. Unsur ekleme bilgi formu (delik delme) .....           | 99           |
| Şekil 8.26. Alt panel unsur bilgisi (silindirik) .....             | 100          |
| Şekil 8.27. Alt panel unsur bilgisi (konik) .....                  | 100          |
| Şekil 8.28. Alt panel unsur bilgisi (kavis) .....                  | 100          |
| Şekil 8.29. Unsurun değişim esnasındaki görünümü .....             | 100          |
| Şekil 8.30. DXF kaydet butonu.....                                 | 101          |
| Şekil 8.31. DXF kaydet diyalog penceresi.....                      | 101          |

| <b>Şekil</b>                                                          | <b>Sayfa</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 8.32. Aç diyalog penceresi .....                                | 102          |
| Şekil 8.33. Örnek paçanın DXF kaydedilmesi .....                      | 102          |
| Şekil 8.34. Örnek paçanın AutoCAD programında açılmış görüntüsü ..... | 103          |
| Şekil 8.35. İş parçası formu .....                                    | 104          |
| Şekil 8.36. İş parçası ve takım butonu .....                          | 104          |
| Şekil 8.37. Takım listesi formu .....                                 | 105          |
| Şekil 8.38. Takım türü seçim formu.....                               | 105          |
| Şekil 8.39. Tornalama takımları formu .....                           | 106          |
| Şekil 8.40 Kanal açma ve kesme takımları formu .....                  | 107          |
| Şekil 8.41. Diş çekme takımları formu.....                            | 107          |
| Şekil 8.42. Matkap ucu takım formu.....                               | 108          |
| Şekil 8.43. Unsur ağacı (CNC bölümü) .....                            | 108          |
| Şekil 8.44. Unsur ağacından unsur-takım eşleştirme işlemi.....        | 109          |
| Şekil 8.45. Tornalama çevrimi bilgi formu (G71) .....                 | 110          |
| Şekil 8.46. Tornalama çevrimi bilgi formu (G72) .....                 | 111          |
| Şekil 8.47. Tornalama çevrimi bilgi formu (G73) .....                 | 111          |
| Şekil 8.48. Diş açma çevrimi bilgi formu .....                        | 112          |
| Şekil 8.49. Kanal açma çevrimi bilgi formu .....                      | 112          |
| Şekil 8.50. CNC işleme tipi ve CNC kod butonu .....                   | 113          |
| Şekil 8.51. Dosya görüntüleme işlem butonları .....                   | 113          |
| Şekil 8.52. Unsur dönüşüm bilgisi .....                               | 114          |
| Şekil 8.53. Tanımlı unsur bilgisi .....                               | 114          |
| Şekil 8.54. Türetilen CNC kodu.....                                   | 115          |

| <b>Şekil</b>                                                                                    | <b>Sayfa</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 8.55. DXF dosyası görüntüleme .....                                                       | 115          |
| Şekil 8.56. İmalatı yapılan örnek parça çizimleri .....                                         | 116          |
| Şekil 8.57. Kamera görüntüsü (3 nolu örnek parça) .....                                         | 117          |
| Şekil 8.58. İşlenmiş görüntü .....                                                              | 118          |
| Şekil 8.59. Tanımlamada kullanılan tolerans değerleri .....                                     | 119          |
| Şekil 8.60. Tanımlanmış parça görüntüsü (tüm örnekler için aynı görüntü) .....                  | 119          |
| Şekil 8.61. Tanımlanan parçanın AutoCAD 2012’de ölçümü .....                                    | 120          |
| Şekil 8.62. Tanımlanan unsurların listesi (düzeltme yapıldıktan sonra) .....                    | 121          |
| Şekil 8.63. Tanımlanan parçanın işlenmesi için belirlenen malzeme ve özellikleri .....          | 121          |
| Şekil 8.64. Tanımlanan parçanın işlenmesi için belirlenen takımlar ve takım parametreleri ..... | 122          |
| Şekil 8.65. Tanımlanan parça için türetilen CNC kodu (3. parça) .....                           | 122          |
| Şekil 8.66. Kamera görüntüsü (4 nolu örnek parça) .....                                         | 123          |
| Şekil 8.67. İşlenmiş görüntü .....                                                              | 124          |
| Şekil 8.68. Tanımlanmış parça görüntüleri .....                                                 | 125          |
| Şekil 8.69. Düzeltilmiş parça görüntüsü .....                                                   | 125          |
| Şekil 8.70. Tanımlanan parçanın AutoCAD 2012’de ölçümü .....                                    | 126          |
| Şekil 8.71. Tanımlanan unsurların listesi (düzeltme yapıldıktan sonra) .....                    | 127          |
| Şekil 8.72. Tanımlanan parça için CNC işlemleri .....                                           | 127          |
| Şekil 8.73. Tanımlanan parçanın işlenmesi için belirlenen takımlar ve takım parametreleri ..... | 128          |
| Şekil 8.74. Tanımlanan parça için türetilen CNC kodu (4. parça) .....                           | 128          |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| Kısaltmalar          | Açıklama                                                  |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>CAD</b>           | Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)       |
| <b>CAM</b>           | Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli imalat) |
| <b>CNC</b>           | Computer Numerical Control (Bilgisayarlı Sayısal Kontrol) |
| <b>NC</b>            | Numerical Control (Sayısal Kontrol)                       |
| <b>DXF</b>           | Data Exchange Format (Çizim Transfer Formatı)             |
| <b>BMP</b>           | Bitmap                                                    |
| <b>GIF</b>           | Graphic Interchange Format (Grafik Değişim Formatı)       |
| <b>JPEG veya JPG</b> | Joint Photographic Experts Group                          |
| <b>TIF veya TIFF</b> | Tagged Image File Format                                  |
| <b>PSD</b>           | Adobe Photo Shop File Format                              |
| <b>PNG</b>           | Portable (Public) Network Graphic                         |
| <b>WMF</b>           | Windows Meta File                                         |
| <b>RGB</b>           | Red Green Blue (Kırmızı-Yesil-Mavi) Renk Grubu            |
| <b>CMYK</b>          | Cyan, Magenta, Yellow, Key(Black)                         |
| <b>HSV veya HSB</b>  | Hue, Saturation, Brightness (Value)                       |

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlu, hayatını kolaylaştıracak olan yeni imkânları ortaya çıkarabilmek için sürekli yeni araştırmalar içinde olmuştur. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, birçok alanda yapılan bilimsel araştırmaların hızını ve hacmini arttırmıştır. İnsan müdahalesi olmadan görevleri minimum zamanda yerine getirebilecek kendi kendine yetebilen akıllı makineler geliştirmek, her zaman arzu edilmiştir.

Yapay zeka tekniklerinden birisi olan görüntü işleme, günümüzde birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alanlara; insan vücudunun yorumlanması ve analizine yönelik görüntü çözümlemeyi kullanan tıp, kayıp veya hasarlı yapıların onarılmasında bu yapılara ait fotoğrafları kullanan arkeoloji örnek olarak verilebilir. Görüntü işleme kavramlarının benzer başarılı uygulamaları, astronomi, biyoloji, nükleer ilaç, inşaat, savunma ve endüstriyel uygulamalarda kullanılabilmektedir.

Günümüz endüstrisinde en yüksek kaliteyi en kısa sürede ve en az maliyetle yakalamak, bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemlerinin etkin bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Üretim sistemlerinde, hızın ve sıfır hatanın tartışılmaz bir yeri ve önemi vardır. Üreticiden tüketiciye hızlı, kaliteli ve sorunsuz bir ürün sağlaması, tüketicinin üreticiye güvenmesi, üreticinin ise bir sonraki aşamaya geçmesine daha çok imkân sağlar.

İmal yöntemlerinde, bir işin nasıl imal edileceği yönünde yapılan hazırlıklar için harcanan süre, işin yapılmasından daha uzun sürebilmektedir. İmalatı yapılan iş parçasının değişik geometrilere sahip olması, imalat hazırlıklarının sürekli olarak güncellenmesi zorunluluğunu getirmektedir.

Günümüzde özellikle imalat sanayinde ürünün tasarımından imalatına kadar olan süreçte bilgisayar teknolojisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer Aided Design), Bilgisayar Destekli Üretim

(Computer Aided Manufacturing) sistemlerinin bütün safhalarında bilgisayar teknolojisinden faydalanılmaktadır. Bu teknolojilerin imalat sektöründe kullanım alanının genişlemesinin ve artmasının arkasında, elde edilen bilgilerin hızlı ve hatasız olarak değerlendirilebilmesi gelmektedir. Bunun yanı sıra bilgilerin tekrar kullanılmak üzere saklanabilmesi üzerinde ek işlemler yapılarak yeni ürünlerin oluşturulabilmesi, imalat işlemlerinden önce hata denetimlerinin, parça modelleme ve işleme simülasyonlarının yapılabilmesi basta gelen özelliklerdir. Günümüzde en yaygın kullanılan veri yapıları DXF, DWG, IGES, STEP, SAT vb. istenilen CAD/CAM sistemleri için dönüştürülebilmektedir.

Veri dönüşümleri, verilerin kullanım ömürlerini uzatmakta ve verilerin kullanım alanlarının artmasını sağlamakta ve Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim CAD/CAM işlemlerinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Dolayısı ile verilerin kaybolması önlenmekte ve üzerinde değişiklikler yapılabilmesi sayesinde tekrar üretime kazandırılarak çok büyük bir kazanç sağlanmaktadır.

Günümüzde, kullanılan bilgisayar destekli çizim ve üretim programları üretime esneklik, düşük maliyet, istenilen tolerans ve kaliteli parça üretimi gibi konularda büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda birçok bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bunlardan biri de AutoCAD yazılımıdır.

Günümüzde tasarımı yapılan iş parçasının imalatında CNC torna ve freze tezgâhları yaygın olarak kullanılmaktadır. Genelde çok karmaşık olmayan iş parçalarının CNC torna tezgâhlarında kullanılan parça programları elle yapılmaktadır. Çünkü CNC torna tezgâhı kullanıcıları, CAM programlarında CNC parça programlarının oluşturulmasında, iş parçasının modellemesi, imalat bilgilerinin girilmesi, vb. hazırlıklarının zaman alıcı ve karmaşık olarak görmektedirler. Dolayısı ile kısa ve orta uzunluktaki programlar için parça programlarını doğrudan elle yapmayı tercih etmektedirler. Fakat CNC parça programlarının, doğrudan iş parçası üzerinden ölçü aletleri ile ölçü alarak veya teknik resim üzerinden ölçü okuyarak oluşturulmasında gözden kaçan

hatalar oluşabilmektedir. Bu da üretime zaman kaybettirerek maliyetleri artırmaktadır.

CNC torna tezgâhlarında imalatı yapılan iş parçalarının çeşitlilik göstermesi de imalata hazırlık zamanının artmasında büyük rol oynamaktadır. Çünkü, işin türü, boyutları, kullanılacak takım sayısı, parça için uygun kesme parametreleri gibi özellikler farklılık gösterebilmektedir.

Talaşlı imalat yöntemleri kullanılarak yapılan işlerde, hassasiyetin artması, gittikçe artan teknik bilgi ihtiyacı, ekonomik koşulların iyileşmesi, vb. tüm faktörlerin birbirleri ile ilişkileri ve bunların sonuçlara etkileri dikkatle göz önünde bulundurulması gerekir. En uygun bileşenlerin en kısa sürede ve doğru bir biçimde seçilmesi ancak bilgisayar destekli gelişmiş bir programla sağlanabilir.

Yapılan tez çalışmasında kamera görüntüsü alınan torna parçası görüntüsü işlenerek sayısallaştırılmış ve sayısallaştırılan bu veri silindir, konik, kavis ve vida olarak tanımlaması sağlanmış ve unsurların kontrol ve düzenlenmesi yapılmaktadır. Ardından malzeme, takım ve takım parametreleri belirlenerek ham veya yarı mamul olarak CNC torna tezgahı için CNC kodu türetilmektedir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Yapılan bu tez çalışması içerisinde bulunan resim işleme, unsur tanımlama, takım ve parametre seçimi, DXF formatına dönüştürme ve kullanma, CNC kod türetme gibi ilgili konularda yapılmış olan çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Kert, “Gerçek görüntüden elde edilen koordinatlarla robot kol hareket optimizasyonu” isimli çalışmasında, deney düzeneğinden tek kamera ile alınan sayısal görüntülere, görüntü işleme teknikleri uygulanarak, dairesel kesitli nesneler ile bu nesneler arasındaki engellerin konumlarının bulunması ve nesnelere erişim sırasının optimizasyonu gerçekleştirmiştir. Deney düzeneğinden farklı odak uzaklıklarında çekilen fotoğraflar önce gri seviye resimlere dönüştürülüp ardından uygun bir eşik değeri ile 2bit (threshold) resimlere dönüştürülmüş. İkili (binary) resimler iki aşamada incelenmiş. Birinci aşamada, resim içindeki engeller ile dairesel kesitli nesnelerin ayrılması ve engellerin koordinatlarının bulunması için iki ayrı yöntem uygulanmış. Birinci yöntemde ikili resimlere Sobel x ve Sobel y filtreleri uygulanmış, nesnelerin kenarları tespit edilerek eğimleri bulunmuş. Eğim değerlerine göre engeller ile dairesel kesitli nesneler birbirinden ayrılmıştır. İkinci yöntemde ise nesnelerin çevre alan bağıntısından yola çıkılarak engeller ile dairesel kesitli nesneler birbirinden ayrılmıştır. İkinci aşamada ise engellerin koordinatlarına bağlı olarak, ikili resimler üzerinde engeller zemin ile aynı renge boyanarak sadece dairesel kesitli nesnelerin kalması sağlanmıştır. Dairesel kesitli nesneler etiketlenerek sayıları bulunmuş ve ağırlık merkezlerinin iki boyutlu koordinatları (x, y) tespit edilmiştir. Bu koordinatlara göre nesnenin kenarlarından taşmayacak şekilde bir test bölgesi seçilmiş ve bu bölgede renk sayımları yapılarak dijital fotoğraf makinesinin odak uzaklıklarına göre mesafeleri tespit edilmiş ve görüntü işleme sonucu elde edilen nesnelerin üç boyutlu koordinatları, soruna özgü geliştirilen Genetik Algoritma programına aktararak, robot kolun nesnelere erişim sırasının optimizasyonu sağlamıştır [1].

Asmaz, "Görüntü işleme ile iki boyutlu cisimlerden grafik modeller için veri eldesi" isimli çalışmasında, yapılan uygulamalardan iki tanesinde iki boyutlu numunenin yüzey verilerini elde etmek için dijital fotoğraf makinasıyla görüntü alınmıştır. Diğer uygulamalarda dijital görüntü ve tarayıcıdan elde edilen görüntü kullanılmıştır. Bu raster görüntülerin MATLAB yazılımında hazırlanan bir program yardımıyla sınır çizgileri bulunmuş; sınır piksellerinin kartezyen koordinat sistemindeki (x,y) koordinatları elde edilmiştir. Daha sonra burada elde edilen veriler MASTERCAM paket programına gönderilerek nesnenin aynı modelinin elde edilmesine çalışılmıştır. Raster görüntüler ArtCAMInsignia Demo programına aktarılıp vektörizasyon uygulaması yapılmıştır. Kullanılan yöntem iki boyutlu parçaların tanımlanmasında, sınırların çıkarılmasında ve boyut ölçümünde kullanıcılara hız ve kolaylık sağlamıştır. Çalışma sonucunda % 0.16 hata ile boyut ölçüm yapılarak sistem doğru yerleştirilip ışık, perspektif ve gölge etkisinde kalınmadığında boyut ölçümünde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini kanıtlamıştır [2].

Samtaş, "Dijital görüntülerden üç boyutlu CAD modellerin elde edilmesi" isimli çalışmasında, dijital görüntülerden, üç boyutlu bilgisayar destekli tasarım (BDT) modellerinin elde edilmesine çalışmıştır. Çalışmada, görüntüler üzerinde kullanıcı tarafından işaretlenen referans noktaları ile beraber görüntüyü analiz ederek işleyen ve işlenen görüntülerdeki hedef objelerin nokta bulutlarını görüntü işleme tekniklerini etkin bir şekilde kullanarak elde eden bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem ile basit ve karmaşık yapıdaki birçok parçanın görüntülerinden nokta bulutları elde edilebilmektedir. Yaptığı çalışmada geliştirilen sistem ile görüntülerden nokta bulutları elde edilmiş, elde edilen nokta bulutları ile BDT modelleri oluşturulmuş ve oluşturulan bu modellerden imalat operasyonlarına yönelik CNC kodları türetilerek tezgâhta işlemeye hazır hale getirilmiştir [3].

İnce, "Teknik resim çıktılarının DXF veri formatına dönüştürülmesi" isimli çalışmasında, Bitmap tabanlı teknik çizim resimlerini vektör tabanlı resme

(AutoCAD DXF) dönüştüren bir sistem geliştirmiştir. Visual Basic 6 programı kullanılarak 24 bit derinliğindeki siyah-beyaz veya renkli BMP formatındaki resimleri yatay ve dikey tarama yöntemi ile geometrik unsurların (doğru, çember, vb.) tanımlaması yapılmıştır. Geliştirilen sistem yazıcı ve çizilerden alınan teknik resim çıktılarının yanı sıra klasik yöntem olan el ile kâğıt üzerine yapılmış çizimlerin bilgisayar ortamına aktararak zaman ve emek kaybı olmadan CAD veri formatı olan DXF formatına dönüşümü sağlanmıştır [4].

Akbaş, "Bmp formatlı iki boyutlu resimlerin DWG formatına dönüştürülmesi için bilgisayar programı tasarımı" isimli çalışmada, Bitmap (BMP) uzantılı teknik resim çizimleri VB ve VBA (Visual Basic Application) programlama yöntemi kullanılarak AutoCAD ortamında DWG vektörel veri formatına dönüştürülmesi için bir program geliştirmiştir. 24 bit derinliğinde 800x600 piksel ebadındaki siyah-beyaz bitmap resim yatay ve dikey piksel taraması ile resim üzerindeki nesnelerin x ve y koordinatları bulunmakta ve bu koordinatlar AutoCAD programında ActiveX komutları yardımı ile DWG tipine dönüştürülüp kaydı yapılabilir. Önceden elle çizilmiş veya elde çıktısı olan ancak CAD ortamında dosyası olmayan resimler taranarak BMP resimler geliştirilen sistemle yorumlanıp AutoCAD ortamına aktarılmaktadır. Böylece teknik resimlerin CAD ortamında yeniden çizilmesi yerine geliştirilen program aracılığı ile otomatik olarak CAD çizimleri elde edilerek zaman ve iş kaybı tasarrufu sağlanmıştır [5].

Aydemir, "Torna ve freze tezgahlarında bilgisayar destekli kesici takım seçimi" isimli çalışmada, kesici takım seçimini etkileyen faktörler dikkate alınarak, torna ve freze tezgahlarında kullanılan kesici takımları seçebilen, Visual Basic 6.0 dilinde KTS V.1.0 isminde bilgisayar programı hazırlamıştır. Kesici takım seçim sürecinde yapılan hataları en aza indirmek, uygulamada seçim işlemini basitleştirmek, kesme parametrelerinin seçimini ve yapılacak işlemin süresini kısaltmayı amaçlamıştır. KTS V.1.0 ismi verilen bu programla; işleme şartlarına uygun ve kesici takım siparişinde de kullanılabilen kesici takım seçimi, çok kısa sürede yapılabilir. Bununla

birlikte program farklı malzeme türleri için kesme parametreleri tavsiye etmekte, bu sayede işlemeye kolay ve çabuk bir şekilde başlanabilmektedir [6].

Özdemir, “CNC’li torna tezgahlarına hazırlanan iş üretme programının bilgisayar yardımı ile simülasyonu” isimli çalışmasında, CNC tezgahlarına hazırlanan parça programları bilgisayar yardımı ile denenmesini sağlayacak bir simülasyon programı geliştirmiştir. Simülasyon programı 256 Kbyte ana bellek kapasiteli, tek disk sürücülü kişisel bilgisayar kullanarak Basic lisansı ile hazırlanmıştır. Programa; iş üretme programı, işlenmemiş parça boyu, çapı ve bağlama metodu, takımın operasyona başlama uzaklığı gibi veriler girilerek; ekranda takımın talaş kaldırma hareketleri, işlenmemiş parça ekran görüntüsü, takım yolu koordinatları listesi ve toplam işleme zamanı gibi veriler alınmaktadır. Hazırlamış olduğu simülasyon programı ile CNC’li torna tezgahı iş üretme programlarının, tezgah üzerinde deneme üretimi yapılmaksızın incelenmesi sağlamıştır. Böylece iş üretme programında yer alan işleme emirlerindeki hatalar, takım yolundaki düzensizlikler, ani dalma ve vuruntular, toplam işleme zamanı gibi deneme üretimi sonunda elde edilmesi gerekli bilgiler bu program aracılığı ile kullanıcılara aktarılmıştır [7].

Cantürk, “CNC torna tezgahının PC ile programlanması bir CAD paketi” isimli çalışmasında, bir CNC torna tezgahının, geliştirilen bilgisayar programı aracılığıyla çalıştırılmasını hedeflemiştir. Geliştirmiş olduğu CAD paketi sayesinde işlenecek parçanın teknik resmi bilgisayara çizilmekte ve paket istenilen türdeki tezgâha ait komut kümesini kullanarak gerekli CNC programını üretmektedir. Kullanmış olduğu algoritma farklı profilleri tanımlayabilen ve bu profillerin birbirlerine göre olan farklı pozisyonlarında farklı çözümler üreterek işlemi gerçekleştirmiştir. Çalışan programın CNC kodu oluşturmadaki toleransı sıfırdır ve sadece tezgâhın toleransı etkili olmuştur. Kullanılan CNC tezgahının özelliklerine bağlı olarak oluşturulan CNC kodu seri yada paralel bilgisayar arabirimi üzerinden tezgaha aktarılabilir [8].

Uludağ, “CNC torna tezgâhlarında diş çekme teknikleri ve PC bilgisayara uyarlanması” isimli çalışmasında, TSE standartlarına uygun vida profillerine göre talaş kaldırarak diş açma, takım yörüngesi oluşturma, işlemleri basamaklandırma, hız, ilerleme, talaş kesiti ve yüzey kalitesi ilişkileri incelemiş, eğitim tipi CNC tezgâhları ve yaygın olarak kullanılan SINUMERIK ve FANUC kontrol üniteli sanayi tipi CNC tezgâhlarına göre programların hazırlanması ile iç dış ve konik yüzeylere vida çekme işleminin parametrik olarak programları ele almıştır. Ayrıca çalışmasında çift taraflı kesme ile tek taraflı kesme yöntemi kullanılarak diş açma konusu incelenerek faydalı ve mahsurlu yönleri ortaya koymuş, neticede tek taraflı kesme ile vida açma yönteminin daha avantajlı olduğu belirtmiştir [9].

Şensoy, “CAD/CAM, CNC sistemleri ve CNC torna tezgâhları için CAD/CAM programı uygulaması” isimli çalışmasında, Visual Basic programlama dili ile CNC tornalar için basit bir CAD/CAM programı geliştirilmiştir. Program, CNC tezgâhlarının elle programlanması hakkında yeterli bilgiye sahip olmayan fakat, teknolojik bilgiye sahip olan elemanlar tarafından kullanılmak üzere hazırlanmış. Bu program sayesinde program içinde çizilmiş olan parçalar değişik dosyalarda saklanarak sonradan değişik işlem parametreleri ile yeniden gerekli olan G ve M kodları elde edilebilmektedir [10].

Ünal, “Seri üretim hatlarında görüntü işlemeyle kalite kontrolü” isimli çalışmasında, CCD kamera ile görüntü işleme teknikleri kullanarak birkaç imalat parçası üzerinde boyutsal analiz ve kontrol işlemleri yapmıştır. Üretim hatlarında son hale gelmiş parçaların bulundukları ortamdan görüntüleri alarak incelemiştir. Kullanılan CCD kamera ile alınan görüntüler, görüntü işleme teknikleri kullanılarak görüntü üzerindeki nesneler ve arka plan ayrıştırılmaya çalışılmıştır. Bu işlemler sonucunda ikili moda gelmiş görüntü üzerinden boyutları, belirli ekran çözünme değerlerinde ve belirli toleranslar içinde nesnenin x eksenindeki uzunluğu hazırlanan bilgisayar programı ile tespit edilmiştir. Elde edilen değişik formatlardaki görüntüler gerçek ölçülerle

karşılaştırılarak sonuçlar irdelenmiştir. Bu ölçüm sonuçları istatistiksel olarak güvenilirliği analiz edilmiştir. [11].

Çiçek, “AutoCAD ortamında oluşturulan 2B'lu çizimlerden 3B'lu katı modellerin elde edilmesi” isimli çalışmasında, AutoCAD ortamında oluşturulan 2B'lu çizimlerden 3B'lu katı modeller oluşturmuştur. Bu çalışma ile bir bilgisayar programı geliştirilerek kullanıcı tarafından AutoCAD ortamında oluşturulan 2B'lu silindirik ve prizmatik parçaların görünüşleri bilgisayar programı yardımıyla DXF formatında kaydedilmiştir. Çizime ait geometrik bilgiler program tarafından yorumlanarak silindirik ve prizmatik katının birincil ve ikincil ilkelleri dönel ve lineer süpürme operasyonları ile elde edilmiş. Daha sonra ikincil ilkeller birincil ilkellerden Boolean operasyonları yardımıyla çıkarılmıştır ve silindirik son katı modeller tamamlamıştır. Prizmatik son katı modeller ise, birincil ilkeller bir araya getirilerek elde edilmiştir. Programlama dili olarak VisualLISP programlama dili kullanılmıştır [12].

Akıncı, “CNC torna tezgahları için dialog metodu kullanılarak NC kod türetilmesi” isimli çalışmasında, CNC torna tezgahları, tornalama metotları ve takım yolu oluşturma teknikleri araştırılmış. Takım yolunun oluşturulmasında, geometrik tanımlama teknikleri kullanılarak, FANUC işletim sistemi formatına uygun CNC parça programı türetilmiştir. Geliştirilen bilgisayar programı VISUAL BASIC 6.0 programlama dili ile yazılmıştır. Program ACCESS 7.0 de hazırlanan malzeme ve kesici takım veri tabanları ile desteklenmiştir. Yaptığı çalışma ile geometrik tanımlama teknikleri yardımı ile CNC parça programı hazırlama işlemi kolaylaştırılmıştır [13].

Oktay, “Silindirik parçalar için bilgisayar destekli son işlemci tasarımı” isimli çalışmasında, CNC torna tezgâhlarında işlenecek parçaların kesit görünüşlerini bir tasarım programında oluşturmuştur DXF formatının yorumlanarak takım yollarını belirlemiştir. Çalışmada öncelikle, CNC torna tezgâhları, tornalama metotları ve takım yolu oluşturma teknikleri

araştırılmıştır. Takım yolunun oluşturulmasında, geometrik tanımlama teknikleri kullanılmıştır. Geliştirilen bilgisayar programı VISUAL BASIC 6.0 programlama dili ile yazılmıştır. Program ACCESS 7.0' de hazırlanan malzeme ve kesici takım veri tabanları ile desteklenmiştir [14].

Yıldız, “Dönel parçalar için unsur tabanlı bir CAM programı hazırlanması ve diğer programlama yöntemleri ile karşılaştırılması” isimli çalışmasında, silindirik parçalar için bir otomatik unsur tanıma ve CNC kodu türetimi (Automatic Feature Recognition/Automatic CNC Code Generation-AFR/ACCG) sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen program Delphi 7 programlama dili kullanılarak hazırlanmıştır. Sisteme veri girişi herhangi bir CAD programında tasarlanan DXF formatı ile yapılmaktadır. Bu sistemde imalatı yapılacak parçanın, CNC parça programı, işleme unsurlarına göre otomatik olarak oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu takım yolları ile örnek parçalar işlenmiş ve işleme zamanları diğer programlama yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda, kesici takımın boştaki hareketlerinin de azaltılmasıyla, birçok örnekte işleme zamanından tasarruf sağlanmıştır. Geliştirilen sistem ile karmaşık parçaların, tornalama operasyonları için gerekli kanal, vida ve delik gibi tüm iç ve dış işleme unsurları otomatik olarak tanımlanabilmektedir [15].

Zengin, “Görüntü işleme teknolojisi ve bir obje tanımlama uygulaması” isimli çalışmasında, Aksaray Mercedes Benz Türk A.Ş.' inde montajı yapılmakta olan AXOR SKT modeli kamyonu ait 4 farklı karoser parçası üzerinde bir uygulama gerçekleştirmiştir. Seçilen parçalar kabin montaj üretim bandının aynı istasyonunda kullanılmasına karşılık farklı geometrik yapıya sahip sac parçalardır. Önce parçaların dijital kamera ile görüntüleri alınıp, bilgisayar ortamında matris formuna dönüştürülmüş ve arkasından çeşitli görüntü işleme yöntemleri ile parçaların tanımlanması ve ayırt edilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen parametreler doğrultusunda, ilgili parametrelerin performansı değerlendirilmiştir [16].

Kurak, “CNC torna sistemlerinin incelenmesi ve CNC torna modeli üzerinde parça işleme simülasyonları” isimli çalışmasında, CNC torna tezgâhları ile işlenecek olan iş parçalarına ait CNC programlarının iki boyutlu simülasyonunun yapılabilmesi için bilgisayar programı geliştirmiştir. Bu doğrultuda CNC takım tezgâhlarının yapısal özellikleri ve hareket sistemleri incelemiş olup, temel CNC kodları (G ve M) kullanılarak gerçekleştirilen torna işlemleri incelemiştir. Geliştirilen program ile seçilen çaptaki ham iş parçası üzerinde, işlenmiş iş parçası geometrisinin çizimi yapılabilmekte ve program üzerinde işlenen kısım görüntülenebilmektedir. İş parçasına ait işlem adımları program üzerinde görüntülenebilmektedir. Program, Visual Basic programlama dili ile hazırlanmıştır [17].

Soydan, “Nesne tanıma ve aralarındaki topolojik ilişkilerin semantik düzeyde incelenmesi” isimli çalışmasında, görüntü tanımından itibaren ele alınmış, işleme aşamaları, sınıflama yapmada ve akıllı görme sistemlerinde kullanılan nesne tanıma sistemleri incelenmiştir. Nesnelerin farklı özelliklerine tanıma yapan sistemlerden örnekler verilmiş, nesneler arası topolojik ilişkiler ve bunların mantıksal ve semantik olarak ifadeleri incelenmiştir. Borland C++Builder ile yazılmış temel görüntü işleme ve ayrıştırma tekniklerini gerçekleyen bir uygulama geliştirmiştir. Görüntü işleme programıyla verilen, renkli şekiller içeren, görüntülerin içindeki şekiller belirlenerek kenar özellikleri çıkarılmış ve vektöre dönüşümleri gerçekleştirilmiştir. Vektör yapısı ve SVG formatı üzerinde çalışılarak görüntüdeki geometrik şekilleri bulan ikinci bir program daha geliştirmiştir. Ayrıca tez içinde yapay zekânın en büyük ilgi alanlarından olan manzara yorumlama ve görüntülerin yazıya dönüştürmesi konularının ilk safhası olan görüntü içindeki nesnelerin birbirlerine göre konumlarının mantıksal ve semantik olarak incelenmesi teorik olarak yapılmıştır [18].

Uslu, “Tomografik görüntü verilerinden 3 boyutlu CAD modelinin oluşturulması” isimli çalışmasında, Yaygın olarak kullanılan bir görüntü işleme yazılımı ve pratik bir bilgisayar programlama dilinden yola çıkarak

basitçe raster görüntüden vektörel geometriye nasıl geçilebildiğine dair bir yaklaşım getirmiştir. Karmaşık iç ve dış yapıya sahip parçalar Bilgisayarlı Tomografi (CT) cihazında taranarak 3-boyutlu (3D) modelinin oluşturulmuş ve konvansiyonel ölçme cihazlarıyla yapılamayan boyutsal ölçüm ve katı modellemelerin ne kadar yüksek bir doğrulukla elde edilebileceği konusu araştırılmış. İlk önce parça tomografide taranarak oluşturulan kesit görüntüleri MATLAB yazılımı ile çeşitli görüntü analizi yöntemleri uygulanmış ve Pascal dilinde yazılan bir program aracılığıyla da 2-boyutlu (2D) konturların vektör geometrisi çıkarılmış. Yapılan uygulamalarda mevcut tersine mühendislik yazılımlarına nazaran boyut tamlığında daha iyi neticeler alınmasına rağmen işlem süresi ve fonksiyonellik açısından eksik kalmaktadır [19].

Mumcu, “İki boyutlu mühendislik çizimlerinden üç boyutlu katı modellerin oluşturulması” isimli çalışmasında, bir BDT programından alınan 2B’lu mühendislik çizimlerinden düzlem yüzeyli 3B’lu nesneler elde etmek için bir algoritma geliştirmiştir. 3B’lu katı modelleri elde etmek için 2B’lu sürekli ve kesikli çizgilerden oluşan dik izdüşüm görünüşlerinin bulunduğu DXF formatlı dosyalar ve C# programlama dili kullanılmıştır. Algoritma hatalı (patolojik) durumları ele alabilmekte ve tüm muhtemel doğru çözümleri bulabilmektedir. Katı modelleri elde ederken, bulunan tüm alt nesneleri kombinasyona sokmamak için kesinlik testi uygulanarak algoritmanın hızını arttırılmıştır. Geliştirilen algoritma girdi bilgisini daha önceden çizilmiş olan DXF dosyalarından otomatik olarak kendisi sağlamakta ve bu sayede kullanıcı girdi için vakit kaybetmemektedir. Görünüşlerin kullanıcı tarafından belirlenmesine gerek kalmadan, algoritma bu görünüşleri otomatik olarak ayırt edebilmektedir [20].

Akan, “Sayısal görüntü işlemeye dayalı proses kontrolü için bir sistem tasarımı” isimli çalışmasında, sayısal görüntü analizine dayanan bir kontrol sisteminin emülasyonu için MATLAB tabanlı bir sistem geliştirmiştir. Bu sistem, gerçek zamanlı görüntü girişlerini bilgisayarın USB portu üzerinden,

kontrol sürecine ilişkin gerçek zamanlı veri giriş/çıkışlarını da paralel portu üzerinden desteklenmiştir. Sistemi aynı zamanda, düşük ve orta seviyeli görüntü işleme algoritmalarının eğitimi için bir araç olacak şekilde uyarlamıştır. Geliştirilen sistem, taşıt plakalarının tanınmasına göre çalışan bir otopark bariyer kontrol sisteminin emülasyonu için kullanılmış ve yapılan testlerde emülasyon sistemi, karakter bazında %92,2 plaka bazın ise %68 başarı elde etmişlerdir [21].

Çiçek ve Gülesin yapmış oldukları çalışmada, BDT/BDİ entegrasyonunu desteklemek için uzman sistem tabanlı bir parça tanıma yaklaşımı geliştirmişlerdir. Sisteme girdi olarak 3 boyutlu BDT modellerinin STEP (Standardforthe Exchange of Product Model Data) dosyası kullanılmıştır. Her bir yüzeye ait komşu yüzeyler ve nitelikler STEP dosyasından çıkarılarak matematiksel bir modelde (YKİM- Yüzey Komşuluk İlişki Matrisi) temsil edilmiştir. Aynı zamanda, Windows tabanlı bir yazım editörü kullanılarak bilgi tabanı oluşturulmuş ve bilgi tabanı için bir kural yazma formatı geliştirilmiştir. YKİM ve bilgi tabanında temsil edilen geometrik ve topolojik bilgi karşılaştırılarak parçalar tanınmıştır. Parça tanıma algoritması işlem planlama, grup teknolojisi gibi birçok BDT/BDİ uygulaması için uygulanabilir. Yaptıkları çalışmada ele alınan yüzey çeşitleri, silindirik, konik, düzlem, küresel, sınırlı ve B\_spline yüzeylerdir. Bu yüzeylerden oluşan basit, orta düzey ve karmaşık parçalar herhangi bir sınırlama olmaksızın geliştirilen program tarafından kolayca tanınabilmektedir. Geliştirdikleri sistem, tanınacak yeni parçaların kurallarının bilgi tabanına ilave edilmesiyle parça tipi ve sayısı sınırlamasını ortadan kaldırmaktadır. Fakat tanınacak her bir parça için bilgi tabanında bir kural tanımlaması yapılması gerektiğinden kullanıcının parça geometrisini iyi yorumlaması gerekmektedir. Aynı zamanda uzman sistemle tanınan parça sayısı arttığında, bilgi tabanı boyut olarak büyüdüğünden parça tanıma süresi artmaktadır [22].

Çiçek ve Aslantaş yapmış oldukları çalışmada, BDT ve BDİ entegrasyonu için matris tabanlı bir unsur tanıma yaklaşımı geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri

unsur tanıma yaklaşımı, düzlem yüzey temelli ve etkileşen unsurların tanınmasında parça ve unsurların geometrik ve topolojik bilgilerinin basit ve kolay bir şekilde temsil edilebildiği matris tabanlı bir tanımlama şeması kullanmıştır. Unsur tanıma sisteminde 3 boyutlu BDT modellerinden geometrik ve topolojik bilgi elde etmek için STEP AP-203 grafik standardı kullanılmıştır. STEP dosyasında temsil edilen ögeler kullanılarak parça üzerindeki tüm yüzeylere ait bitişiklik ilişkileri çıkarılmakta ve parça matrisi (PAM) adı verilen bir kare matriste temsil edilmektedir. İşleme unsurları ise, bitişiklik ilişkilerine göre unsur matrisi (UM) adı verilen bir matrise kodlanmış ve veri tabanına yerleştirilmiştir. Sistemde unsur matrislerine uyan unsur desenleri parça matrisi içerisinde araştırılarak işleme unsurları tanınmaktadır. Algoritma aynı zamanda etkileşen unsurlara uygulanmakta ve parça üzerindeki etkileşen unsurları tanımak için matris eşleştirme işlemini kullanmaktadır. Algoritma bazı 3 boyutlu modellere uygulanmış ve uygulama sonucunda istenen sonuçlar elde edilerek bazı ferdi ve etkileşen unsurları tanıtmışlardır. Fakat sistemde ele alınan unsur tipleri bazı temel unsurlar ile sınırlandırılmış olup bu unsur tiplerini genellikle düzlem yüzeyli unsurlar olarak sınıflandırılabilir [23].

Göktaş ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, CNC freze tezgâhlarında cep frezeleme operasyonları için cep profiline uygun ve hatasız takım yollarının türetilmesi amacıyla yeni bir ofsetleme algoritması geliştirmişlerdir. Bu algorithmada, DXF dosya yapısından cep profiline ait veriler okunmuştur. Ofset çizgileri ve ofset yayları profili oluşturan unsurların analitik denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Daha sonra hatalı kısımların atılması işlemini kolaylaştırmak için ofset çizgileri kesişim noktalarından kırılmıştır. Hatalı takım yollarının oluşmasına sebep olacak hatalı ofset kısımları atılarak ofsetleme operasyonu tamamlanmıştır. Algoritma, AutoCAD programında hazırlanan DXF dosyası ve Delphi ile hazırlanan bir program ile uygulanmıştır. Yapmış oldukları çalışmada parametrik denklemler ya da vektörler yerine analitik denklemler kullanarak hata giderme algoritması teğet noktalarında hataları başarıyla giderebilmektedir [24].

Narang ve Fischer yapmış oldukları çalışmada, kesme parametrelerinin seçimini, otomatik işlem planlaması içerisinde araştırmışlardır. İmalatta yüksek verim ve takım seçimi için en ideal parametrik değerlere ulaşmayı amaçladıkları çalışmada bitirme (ince talaş) işlemleri için gerekli parametreleri iyileştirmiştir. İşlem türü için gerekli parça geometrisi, tolerans, mevcut takım tezgâhı gücü ve kesici takım türü çalışmayı çevreleyen temel unsurlar olarak irdelenmiştir [25].

Chan ve Vese yapmış oldukları çalışmada, objelerin tespitinde aktif dış çizgiler için yeni bir model geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu modelde, sınırları tek eğri ile tanımlanmayan modellerin rahatlıkla tespit edilebildiği ve nesnenin çevresel sınırlı farklılıkların kullanıldığı sayısal bir algoritma geliştirilmiştir [26].

Wu ve Yang yapmış oldukları çalışmada, görüntülerdeki objelerin etiketlenmesi için grafik tabanlı yarı-otomatik bir yöntem sunmuşlardır. Gaussian alanları üzerine ikinci dereceden bir fonksiyona indirgenmiş hesaplama çözümleri ile insan tarafından girilen değerler görüntülerin etiketlenmesinde kullanılmaktadır. SmartLabel olarak adlandırılan etiketleme sistemi, kullanıcı müdahalesine gereksinim duymaktadır. Geliştirilen sistem çok az görüntülerdeki nesneler detaylı olarak piksellere bölünerek görüntü üzerindeki nesne sınırlarının düzgün bir çevre ile etiketlenmesi sağlanmaktadır. Kullanılan teknik aynı zamanda görüntü üzerindeki nesnelerin etiketlenmesinde de kullanılabilir [27].

Yapılan literatür çalışmalarında, kamera görüntüsü alınan torna iş parçalarının geometrik unsurlarını tanıyarak, kullanıcıya sunulan vektörel görüntüsü üzerindeki herhangi bir unsuru boyutsal ve profil değişikliği yapabilmesine imkanı veren, elde edilen geometrik bilgileri DXF CAD formatına dönüştürebilen, CNC parça programlarının oluşturulmasında ise kütük parça/yarı mamul olarak malzeme seçimi, kesici seçimi ile birlikte kesme parametrelerinin otomatik olarak belirlenmesinin ardından doğrudan

CNC parça programlarını otomatik olarak üretebilen bir sisteme, bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, Fotoğraflı çekilen bitmiş/işlenmiş torna iş parçalarına yönelik otomatik olarak CNC parça programlarının oluşturulmasına yönelik TKNC (Tornalamada Kolay NC) adlı bir sistem tasarlanmıştır. Geliştirilen sistemde, İş parçaları fotoğraflarının aynı şartlarda alınabilmesinde bir platform tasarlanarak imalatı yapılmıştır. Platform üzerinde iş parçalarının oturtulduğu bir bölüm ve üzerinde belli bir yükseklikte sabitlenen ve bilgisayar ile kontrol edilebilen bir endüstriyel kamera bulunmaktadır. Kamera ile iş parçalarının BMP resimleri olarak kaydedilmektedir. BMP resimleri resim işleme teknikleri (image processing) kullanılarak değerlendirilmiştir. İş parçalarına ait, kanal, konik yüzey, pah, kavis, vida, vb. gibi geometrik unsurlar tanımlanabilmektedir. Visual Basic NET dili kullanılarak geliştirilen bu sistemde tanımlanan iş parçalarının vektörel geometrisi oluşturulan bir ortamda kullanıcıya sunulmaktadır. Kullanıcı bu ortamda iş parçası üzerinde bulunan unsurları geometrik veya boyutsal olarak değiştirebilmektedir. İş parçasının elde edilen unsurlarına yönelik olarak tüm bilgiler DXF CAD veri formatına dönüştürülebilmektedir. Geliştirilen sistemde, iş parçasının imalatı için CNC kodları otomatik olarak üretilmesi sağlanmıştır. CNC kodlarının üretilmesinde, kullanıcıya bir malzeme ve kesici kütüphanesi sunulmuştur. Böylece kullanıcı iş parçası malzemesi seçimini yaparak uygun takım ve parametre değerlerine doğrudan ulaşarak ilgili geometri takım eşleştirmesini yapabilmektedir. Geliştirilen sistemde iş parçasının ham/yarı mamul olarak üretilmesi için gerekli CNC kodlarının üretilmesi sağlanmıştır. CNC kodlarının üretilmesinde, normal CNC kodları ve çevrim kodları kullanılabilmektedir.

### 3. BITMAP (Bit-Mapped) VE VEKTÖREL RESİMLER

Bilgisayar grafik ekranda, bir görüntünün oluşturulmasında iki farklı yapı kullanılmaktadır;

1. Piksel resim,
2. Vektörel resim.

Piksel tabanlı bir görüntü, piksel olarak adlandırılan binlerce noktadan oluşur. Her pikselin bir rengi bulunmaktadır. Bu renklerin bir araya gelmesiyle görüntü oluşur. Bu tür görüntülere, piksel tabanlı veya Bitmap adı verilir.

Vektör tabanlı bir görüntü, çizgiler, daireler, dikdörtgenler gibi farklı şekillerin bir araya gelmesiyle oluşur. Bu şekiller de, ekrandaki noktaların çizgiler ve eğrilerle birleştirilmesiyle ortaya çıkar.

Vektörel çizim ve modelleme programları gerçeğe yakın çizimler oluşturmaya olanak sağlamaktadır. Mühendislik ve animasyon alanlarında üç boyutlu nesneler oluşturmak için modelleme programları kullanılır. Vektörel programlar fotoğraf gibi gerçek görüntüler üzerinde çalışmaya resim programları kadar uygun değildir.

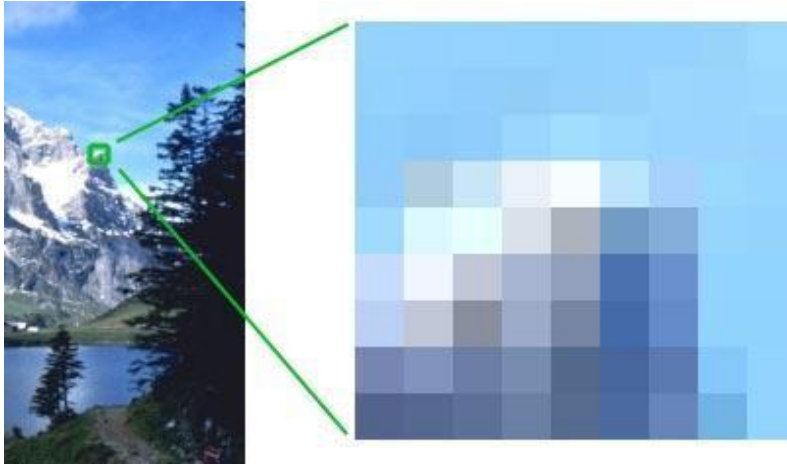
Vektörel görüntüler, piksel görüntülere göre daha fazla tercih edilmektedir. Bunun temel nedeni, vektör görüntülerin bilgisayarın belleğinde daha az yer kaplamaları ve boyutlarıyla oynandığında bozulmamalarıdır.

#### 3.1. Bitmap (Raster) Resimler

Tüm sayısal görüntülerin en küçük parçasına piksel denir. İngilizce'de resim parçası anlamına gelen "picture element" birleşik kelimesinden çıkarılmıştır. Pixel, *picture* (resim) sözcüğünün kısaltması olan pix ve element (parça) sözcüğünün ilk iki harfiden (el) oluşmaktadır. Pikselin Türkçesi "Gözek"

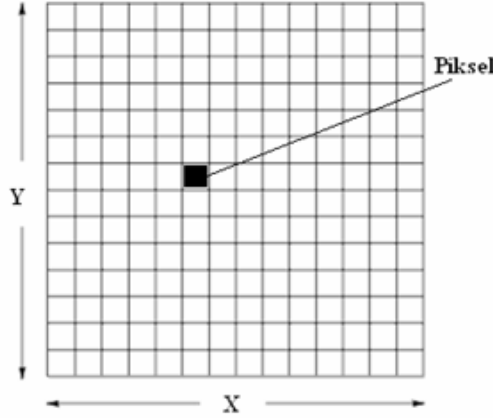
olarak adlandırılmaktadır. Benek ise ingilizcede spot ile anlamına gelerek ana bir renk içerisindeki farklı renkteki küçük taneciklere verilen addır. Renkli görüntü sistemlerinde, bir rengi oluşturmak için üç veya dört renk kullanılır. Bu renkler kırmızı, yeşil ve mavi veya ciyan, eflatun, sarı ve siyahtır.

Temel olarak bitmap resimler, noktacıların (piksel) uygun olarak bir araya getirilmesi ile oluşur. Her bir noktanın, bulunduğu yerin ve aldığı rengin bir sayısal değerleri vardır. Dolayısı ile bu resimlere sayısallaştırılmış resimler de denilmektedir. Resim üzerindeki noktacıların renkleri ve renk yoğunlukları noktadan noktaya değişmektedir. Bununla birlikte, resmi oluşturan her pikselin belirlenen renk çözünürlüğüne göre renk bilgileri bulunmaktadır. Bu nedenle, bitmap resimler üzerinde bir alanın büyütülmesi durumunda görüntü kalitesi bozulmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Resim üzerindeki bir noktanın büyütülmesi

Resim isleme programlarında da en küçük ve temel ölçü birimi pikseldir. Pikseller görüntünün en küçük birimidir. Piksellerin kendi başına en ve boy değerleri yoktur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Bir pikselin tanımı

Bilgisayar ortamına en küçük bilgi bit olarak adlandırılmaktadır. Her pikselin sadece 1 rengi vardır. Piksel içinde bulunan renk değerleri de bit ile ifade edilir. Bit değeri 8'i aşması durumunda bayt olarak ifade edilir.

Bit bilgi sistemi : Bit, için ikili sayı sistemi kullanılmaktadır. İkili sayı sistemi, 0 ve 1 değerlerinden oluşmaktadır. Bilgisayar ortamındaki bilgiler için sıralanmış bit grupları kullanılmaktadır. Örneğin; 0100000101000010

Bayt bilgi sistemi : Bayt (byte), elektronik ve bilgisayar alanında 8 bitlik dizilim için kullanılan bağımsız bir bellek ölçüm birimidir. Diğer bir ifade ile;

$$8 \text{ bit} = 1 \text{ bayt}$$

Olmaktadır. Bir bayt, 0 ile 255 arasındaki her bir değeri temsil etmektedir. Bilgisayar ortamında bulunan bilgilerin bayt olarak ifadesinde aşağıdaki gibi ölçü birimi ortaya çıkmıştır.

$$1 \text{ Kilobayt} = 1 \text{ KB} = 2^{10} = 1.024 \text{ bayt}$$

$$1 \text{ Megabayt} = 1 \text{ MB} = 2^{20} = 1.048.576 \text{ bayt}$$

$$1 \text{ Gigabayt} = 1 \text{ GB} = 2^{30} = 1.073.741.824 \text{ bayt}$$

$$1 \text{ Terabayt} = 1 \text{ TB} = 2^{40} = 1.099.511.627.776 \text{ bayt}$$

Bitmap resimlerde, her bir pikselin renk derinliği için bit tanımlaması yapılmaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Resim piksel derinlikleri

| Piksel Derinliği | Piksel Başına Byte Sayısı | Matematiksel İfade | Renk Sasısı                                           |
|------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 bit            | 1/8 byte                  | $2^1$              | 2 renk olabilir. (siyah ve beyaz)                     |
| 4 bit            | 1/2 byte                  | $2^4$              | 16 renk olabilir. (İndeksli Renk)                     |
| 8 bit            | 1 byte                    | $2^8$              | 256 renk olabilir. (İndeksli veya Gri Skala)          |
| 16 bit           | 2 byte                    | $2^{16}$           | 65.536 renk olabilir. (Çoklu Renk)                    |
| 24 bit           | 3 byte                    | $2^{24}$           | 16.777.216 adet renk olabilir. (yaklaşık 16,7 milyon) |
| 32 bit           | 4 byte                    | $2^{32}$           | 16.777.216 adet renk x 256 saydamlık                  |
| +24 bit          | +1 byte                   | $+2^8$             | Her ilave kanal için                                  |
| +24 bit          | +3 byte                   | $+2^{24}$          | Her ilave katman için (Layer)                         |

Bilgisayar ortamındaki bilgilerin sayısal olarak ifade edilmesinde yaygın olarak kullanılan diğer bir yöntem heksadesimal kodlamadır.

Heksadesimal Kodlama: Heksadesimal, 16 tabanlı sayı sistemidir. Hex bilgisayar belleğindeki 8 bit'lik (1 Bayt) grupları göstermek için kullanılan bir kestirme yoldur.

Bu sayı sistemine "16 tabanlı sayı sistemi" denilmesinin nedeni, 16 tane sembolden oluşmasıdır. Sembollerden 10 tanesi rakamlarla (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), geri kalan 6 tanesi harflerle (A, B, C, D, E, F) temsil edilir.

### 3.1.1. Renk uzayları

Renk uzayları renkleri tanımlamak için kullanılan matematiksel modellerdir. Renk uzaylar, bütün renkleri temsil edecek şekilde oluşturulur. Renk uzayları

3D olarak tasarlanır. Renklerin renk uzayındaki yerleri bu değişkenlere göre belirlenir. Her renk uzayının kendine özgü biçimde renk oluşturma için bazı standartları vardır. Renk uzayları oluşturulurken bir başka renk uzayına doğrusal ya da doğrusal olmayan yöntemlerle dönüştürülebilmektedir.

En yaygın kullanılan renk uzayları ise:

1. RGB (Red, Green, Blue)
2. CMYK (Cyan,Magenta,Yellov,Key(Black))
3. HSV (Hue, Saturation, Value) veya HSB (Hue, Saturation, Brightness)

şeklinde olup aşağıda özetlenmiştir.

#### 1. RGB (Red, Green, Blue) Renk Uzayı

RGB renk modeli, İngilizcedeki 'Red' 'Green' 'Blue' ('Kırmızı' 'Yeşil' 'Mavi') kelimelerinin baş harflerinden ismini alan bir renk sistemidir. En sık kullanılan renk modelidir. Bunun sebebi, ilk fotoğraf makinesi Polaroidde ve ondan sonra da televizyonlarda standart kabul edilmiş olmasıdır.

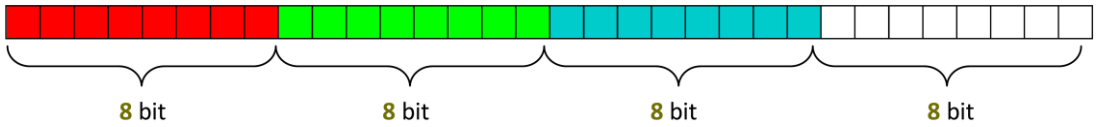
Işığı temel alarak, doğadaki tüm renklerin kodları bu üç temel renk ile belirtilebilmektedir. Her renk %100 oranında karıştırıldığında beyaz ve %0 oranında karıştırıldığındaysa siyah elde edilir(şekil 3.3).



Şekil 3.3. RGB renk uzayını oluşturan renk gurubu

RGB renk uzayında görüntünün oluşturulmasında kullanılan renk derinliği resmin kalitesini değiştirmektedir. Renk derinliği arttıkça resmin görüntüsü gerçeğine daha yakın elde edilir. Bu tür görüntüler, gerçek renklerde (True Colour) oluşan görüntüler olarak da ifade edilir.

Gerçek renklerde (True Colour) bir görüntü oluşturulması durumunda; görüntü 32 bit ile ifade edilmektedir. Görüntü üzerinde her bir piksel, yaklaşık 16,7 milyon farklı renk alabilmektedir. Bunun açıklaması şudur: Şekil 3.4'de 32bit uzunluğunda bir renk kodu olduğu varsayılınsın. Şekilden de görüleceği üzere ilk 8 bit kırmızı, ikinci 8 bit yeşil, üçüncü 8 bit mavi için ayrılmıştır. Son 8 bit ise piksellerin saydamlık bilgisini tutan alfa kanalı olarak adlandırılır.



Şekil 3.4. 32 bit renk skalası

Kırmızıya tahsis edilen ilk 8 bitte kırmızı,  $2^8 = 256$  adet farklı renk tonu alabilir. Yeşile tahsis edilen ikinci 8 bitte yeşil,  $2^8 = 256$  adet farklı renk tonu

alabilir. Maviye tahsis edilen üçüncü 8 bitte mavi,  $2^8 = 256$  adet farklı renk tonu olabilir. Son 8 bitin renk ile alakası olmadığından; toplamda;

$256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$  farklı renk elde edilebilir.

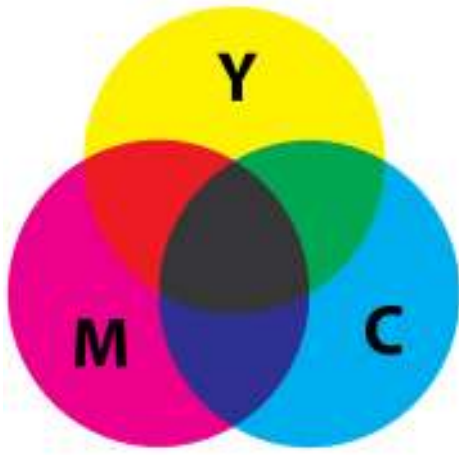
Dolayısı ile 16 bitlik bir resim dosyası açıldığında, mevcut renklerin değişik birleşimleri kullanılarak üretilmeyen renge yakın bir renk oluşturulur ve bu renk üretilmesi gereken rengin yerine gösterilir. Buna dithering denir. Tabi ki bu yöntemle elde edilmiş bir resmin kalitesi orijinal resme göre çok daha düşüktür.

Renk derinliği arttıkça; görüntüdeki her bir noktacığın ifade edilebilmesi için gerekli olan boyut artacağından görüntünün toplam boyutu da artar. Örneğin 16 bit renk derinliği olan bir fotoğraf, aynı çözünürlükteki 8 bit renk derinliği olan diğer bir fotoğraftan 2 kat daha fazla yer kaplar.

Sonuç olarak renk derinliği ne kadar fazla olursa, her bir noktacık gerçek renge o kadar yakın bir renk alır. Buna karşılık boyutu da o kadar büyük olur. Günümüzde 32 bit, 24 bitlik renk derinlikleri, dijital paneller için standart olarak kullanılmaktadır.

## 2. CMYK (Cyan,Magenta,Yellov,Key(Black)) Renk Uzayı

Camgöbeği, galibarda, sarı ve siyah renklerinin oluşturmuş olduğu renk uzayıdır. Renk uzayında temelde renk sayısı C,M,Y olmak üzere üçtür (Şekil 3.5), siyah bunlara sonradan katılmıştır. Bu üç renk teorik olarak %100 oranlarında karışarak siyahı vermesi beklenirken, pratikte tam rengi vermediğinden dolayı maliyetleri düşürmek için sonradan siyah renk eklenmiştir.



Şekil 3.5. CMY renk uzayını oluşturan renk gurubu

CMYK özellikle yazıcılar ve matbaalar için geliştirilen bir renk uzayı olmasına karşın, turuncu gibi bazı renklerin basımında tatmin edici sonuçlar vermemektedir. Yeşil gibi ana ve yaygın bir rengin, camgöbeği ve sarı bileşenlerinin karışımıyla elde edilmesinden dolayı CMYK pahalı bir baskı teknolojisi olarak yorumlanmaktadır.

### 3. HSV (Hue, Saturation, Value) veya HSB (Hue, Saturation, Brightness) Renk Uzayı

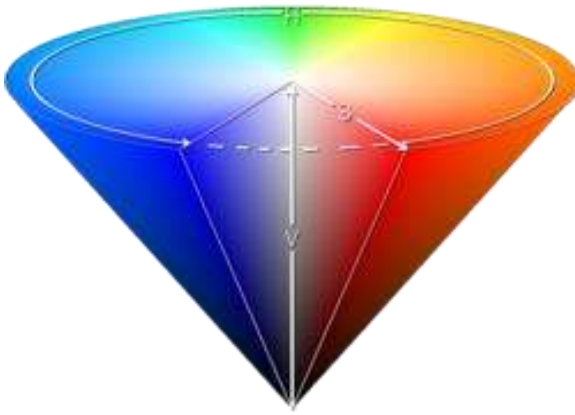
Renkleri sırasıyla renk özü, doygunluk ve parlaklık olarak tanımlar. Renk özü, rengin baskın dalga uzunluğunu belirler. Örneğin sarı, mavi, yeşil,  $0^\circ - 360^\circ$  arasında açısal bir değerdir. Bazı uygulamalarda ise 0-100 arası sayısal değer alır.

Doygunluk, rengin "canlılığını" belirler. Yüksek doygunluk canlı renklere neden olurken, düşük olasılık rengin gri tonlarına yaklaşmasına neden olur. 0-100 arasında değer alır.

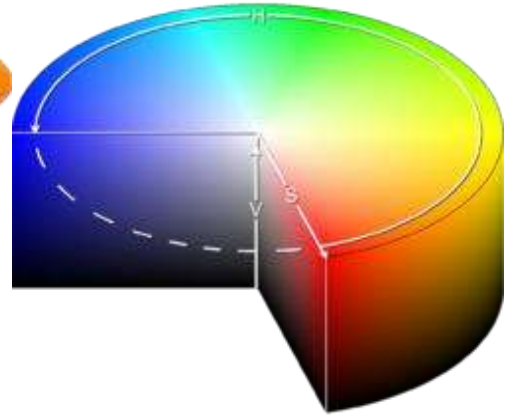
Parlaklık, ise rengin aydınlığını yani içindeki beyaz oranını belirler. 0-100 arasından değer alır.

HSV, RGB renk uzayından doğrusal olmayan bir dönüşüm ile elde edilir. HSV ayrıca aygıt bağımlıdır. Yani bu uzayda tanımlı bir renk, rengi üreten aygıt cihazına göre değişim gösterebilir.

HSV uzayı, ilk tanımlandığı zamanlarda konik bir biçime sahipti (Şekil 3.6). Ancak sonraki yıllarda bazı olumsuzluklardan dolayı silindir biçimine dönüştürüldü (Şekil 3.7). Açmak gerekirse, konik biçimde, aydınlık düzeyi azaldıkça koninin genişliği azalır, dolayısıyla, düşük aydınlıkta algılanabilen farklı doygunluk düzeyleri de azalır. Diğer yandan, silindir biçimi ile sıfır aydınlık düzeyinde bile yüksek doygunluk düzeyleri tanımlanabilir ve böylece geçersiz renkler elde edilebilir. Dolayısıyla görüntü işleme uygulamalarında konik biçimi tercih edilirken, renk seçimi görevlerinde silindir biçimi kullanıma eğilimini gösterir.



Şekil 3.6. Konik gösterimi



Şekil 3.7. Silindir biçimli gösterimi

Bilgisayar ortamında, her üç renk uzayı içinde kullanılan tüm renkler, sayısal olarak ifade edilmektedir. Bir takım renklere ait RGB ve HSV renk uzayları için karşılıkları olan sayısal değerler Çizelge 3.2.'de listelenmiştir.

Çizelge 3.2. Çeşitli renk ve sayısal değerleri

|                     |  | Heksadesimal | RGB |     |     | HSV  |      |      |
|---------------------|--|--------------|-----|-----|-----|------|------|------|
| Asker yeşili        |  | #4B5320      | 75  | 83  | 32  | 46°  | 106% | 54%  |
| Çam yeşili          |  | #01796F      | 1   | 121 | 111 | 175° | 99%  | 47%  |
| Bebek mavisi        |  | #E0FFFF      | 224 | 255 | 255 | 180° | 12%  | 100% |
| Beyaz               |  | #FFFFFF      | 255 | 255 | 255 | 0°   | 0%   | 100% |
| Camgöbeği           |  | #00FFFF      | 0   | 255 | 255 | 180° | 100% | 100% |
| Camgöbeği mavisi    |  | #1560BD      | 21  | 96  | 189 | 213° | 89%  | 74%  |
| Deniz mavisi        |  | #00FFFF      | 0   | 255 | 255 | 180° | 100% | 100% |
| Deniz yeşili        |  | #2E8B57      | 46  | 139 | 87  | 146° | 67%  | 55%  |
| Elektrik lime rengi |  | #CCFF00      | 204 | 255 | 0   | 75°  | 100% | 63%  |
| Galibarda           |  | #FF00FF      | 255 | 0   | 255 | 300° | 100% | 100% |
| Gri                 |  | #808080      | 128 | 128 | 128 | 0°   | 0%   | 50%  |
| İlkbahar yeşili     |  | #00FF7F      | 0   | 255 | 127 | 150° | 100% | 100% |
| Kehribar rengi      |  | #FFBF00      | 255 | 191 | 0   | 45°  | 100% | 100% |
| Keten rengi         |  | #FAF0E6      | 250 | 240 | 230 | 30°  | 8%   | 98%  |
| Limoni              |  | #FDE910      | 253 | 233 | 16  | 55°  | 94%  | 99%  |
| Lime rengi          |  | #BFFF00      | 191 | 255 | 0   | 75°  | 100% | 100% |
| Sarı                |  | #FFFF00      | 255 | 255 | 0   | 60°  | 100% | 100% |
| Siyah               |  | #000000      | 0   | 0   | 0   | 0°   | 0%   | 0%   |
| Toz mavi            |  | #B0E0E6      | 176 | 224 | 230 | 220° | 70%  | 90%  |
| Turkuaz             |  | #30D5C8      | 48  | 213 | 200 | 175° | 77%  | 84%  |
| Yeşil               |  | #00FF00      | 0   | 255 | 0   | 120° | 100% | 100% |
| Yeşil-sarı          |  | #ADFF2F      | 173 | 255 | 47  | 84°  | 82%  | 100% |

### 3.1.2. Bitmap resim formatları

En çok kullanılan bitmap resim formatları aşağıda sıralanmıştır;

1. BMP (Bitmap)
2. JPEG veya JPG (Joint Photographic Experts Group)
3. GIF (Graphic Interchange Format)
4. TIF veya TIFF (Tagged Image File Format)
5. PNG (Portable Network Graphic)
6. PSD (Adobe Photo Shop File Format )

1. BMP(Bitmap): En temel resim formatı BMP'dir. Aslında, BMP'nin birbirinden farklı bir kaç türü vardır. Herhangi bir sıkıştırma yapmayan oldukça hızlı bir formattır. Bu formatta resmin içindeki renk sayısı değil, resmin büyüklüğü önemlidir. 16 renk, 800x600 çözünürlüğünde bir BMP dosyası,

$$800 \times 600 \times 1/2 = 240000 \text{ byte}$$

yer kaplayacaktır. Resmin içinde 1, 2 ya da 12 renk olması hiç önemli değildir. Resim boyutu, düşey nokta sayısı, yatay nokta sayısı ve renk derinliğinin çarpımına eşittir.

*Örnek:* 16 bit renk derinliğine sahip 1024 x 768 çözünürlükteki sıkıştırılmamış Bir fotoğrafın boyutu:

$$\begin{aligned} \text{Boyut} &= 1024 \times 768 \times 16 \\ &= 12.582.192 \text{ bit} \\ &= 1.572.864 \text{ byte} \\ &= 1536 \text{ kB} \\ &= 1,5 \text{ MB} \end{aligned}$$

2.JPEG (JointPhotographicExpertsGroup) : JPEG, Birleşik Fotoğraf Uzmanları Grubu anlamına gelmekle birlikte, standartlaştırılmış bir sayısal görüntü kodlama biçimidir. Bu biçim, ISO 10918-1 adıyla standartlaşmıştır. JPEG standardında görüntü saklayan dosya biçimi de çoğunluk tarafından JPEG olarak adlandırılır. Bu dosyalar genellikle, jpg, .jpe uzantılı olmasına rağmen çoğunlukla, jpg uzantısı kullanılır. JPEG standardı sadece görüntünün nasıl kodlanacağını tanımlar, görüntünün herhangi bir saklama ortamında depolanma biçimini belirtmez. Bu dosya biçimi, internet üzerinden görüntü iletmek ve fotografik görüntü saklamak için en popüler dosya biçimi olmuştur. JPEG / JFIF formatı, web için gerçekten de başarılı bir depolama ve veri transfer yapısına sahiptir. Bu da fotografik resimlerin web için kullanılacağı durumlarda da JPEG'i kullanışlı ve tercih edilir bir format haline getirmektedir. JPEG, ayarlanabilir kayıplı sıkıştırma kullanır, dolayısıyla JPEG verisinden okunan görüntü ile elde edilen görüntü aynı değildir. Ancak, kayıplar insan görme sisteminin daha az önem verdiği detaylarda gerçekleştiği için çoğu zaman fark edilmez.

3.GIF (Graphics Interchange Format ) : GIF, İngilizce Grafik Değiştirme Biçimi anlamına gelen Graphics Interchange Formatting kısaltmasıdır. GIF, bir sayısal resim saklama biçimidir. Kayıpsız sıkıştırma kullanır. 8-bit renge (yani 256 renge) kadar destek verir ve 1 bit'lik (yani tek renk için) saydamlık sunar. JPEG ile birlikte bilgisayar dünyasında kullanılan en yaygın resim saklama biçimlerinden biridir. Genelde grafiklerin (az renk içermeleri dolayısıyla) saklanması için kullanılır. JPEG'den farklı olarak, GIF formatı piksel tabanlı animasyonların üretilmesine olanak tanır.

4. TIFF (Tagged Image File Format) : Grafik, fotoğraf gibi dosyalar için kullanılan bir biçimdir. JPEG ve PNG gibi TIFF de yüksek renk derinliği olan görüntülerde kullanılır. Photoshop, GIMP gibi görüntü işleme programları TIFF biçimini destekler. TIFF esnek ve uyarlanabilir bir dosya biçimidir. Dosya başlığında etiketler (tag) kullanarak tek bir dosyada birden fazla görüntüyü ve veriyi barındırabilir. Etiketler görüntünün boyutları gibi temel

geometrisini veya hangi sıkıştırma tercihinin kullanıldığını belirtebilir. TIFF biçimi birden fazla sayfayı desteklediği için, çok sayfalı dokümanlar ayrı ayrı dosyalar yerine tek bir TIFF dosyası olarak kaydedilebilir.

5. PNG (Portable Network Graphics) : PNG, "Taşınabilir Ağ Grafiği" anlamındaki (Portable Network Graphics) 'in kısaltmasıdır. PNG, görüntüyü kayıpsız olarak sıkıştırarak saklamak için kullanılan bir saklama biçimidir. PNG biçiminde paletli ya da gerçek renkte görüntüler seçimlik bir saydamlık kanalıyla saklanabilir. PNG, ISO/IEC 15948:2003 adıyla bir ISO standardı oldu.

6. PSD (AdobePhotoShop File Format) : PSD özel bir formattır. Grafik düzenleme programlarının en ünlüsü olan Photoshop'ın kullandığı kendi formatıdır. PSD çok sayıda alfa kanalını, path'ı ve katmanı desteklemektedir. PSD dosyaları ikili dosya, indekslenmiş renk, gerçek renk RGB ve CMYK biçimlerini desteklemektedir.

PSD daha fazla dosya boyutu tutmakta olup, gerçek renk derinliğini başarıyla uygulamaktadır. Her zaman katman bilgisi barındırmaktadır. Sıkıştırma kullanılmamakta olup ve saydamlık özelliği de bulunmamaktadır. Photoshop programında yapılan projeler için en iyisi çalışmaların PSD formatı olarak kayıt edilmesidir. Photoshop programının dilini en iyi anladığı PSD formatıdır.

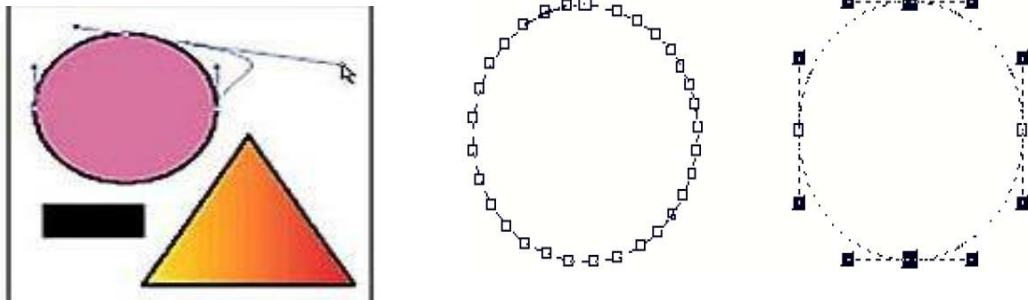
Resim formatlarının kullanılacağı yere göre, avantaj ve dezavantajları vardır. Kullanım yerlerini belirlemede kolaylık sağlaması açısından, Çizelge 3.3'te resim formatlarının birbirleri ile karşılaştırması verilmiştir.

Çizelge 3.3. Resim formatlarının karşılaştırılması

| Format | PC | Piksel | Vektör | Alfa Kanalı | Saydamlık | Katman | Animasyon | Yazıcı Bilgisi | 1 Bit | 2 Bit | 4 Bit | 8Bit   | 16 Bit | 24 Bit |
|--------|----|--------|--------|-------------|-----------|--------|-----------|----------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| BMP    | +  | +      | -      | -           | -         | -      | -         | -              | +     | +     | +     | +      | +      | +      |
| EPS    | +  | -      | +      | -           | -         | -      | -         | +              | -     | -     | -     | -      | -      | -      |
| GIF    | +  | +      | -      | -           | +         | -      | +         | -              | +     | +     | +     | +      | -      | -      |
| JPEG   | +  | +      | -      | -           | -         | -      | -         | +              | -     | -     | -     | +(Gri) | -      | +      |
| PICT   | -  | +      | +      | 1           | +         | -      | -         | +              | +     | +     | +     | +      | +      | +      |
| PNG    | +  | +      | -      | 1           | +         | -      | -         | +              | -     | -     | -     | +      | -      | +      |
| PSD    | +  | +      | -      | +           | +         | +      | -         | +              | +     | +     | +     | +      | +      | +      |
| Targa  | +  | +      | -      | 1           | +         | -      | -         | +              | -     | -     | -     | +      | +      | +      |
| TIFF   | +  | +      | -      | +           | +         | -      | -         | +              | +     | +     | +     | +      | +      | +      |

### 3.2.Vektörel Resimler

Vektörel resimler, noktalar , çizgiler , eğriler, vb. gibi şekiller temsil eden, matematiksel ifadelerle dayanmaktadır. Vektör tabanlı resimler kendilerini oluşturan verilerin tamamını matematiksel olarak tanımlar ve bu şekilde işlerler. Bu resim türü sadece resmi oluşturan her bir çizginin, eğrinin ve bunlar arasında kalan dolguların renk bilgilerini barındırır (Şekil 3.8). Bitmap tabanlılarda olduğu gibi tüm resmin piksel renk bilgilerini barındırmadıkları için dosya boyutları oldukça küçüktür.



Şekil 3.8. Vektörel resimler

Eğrileri ve çizgileri kullanarak resimleri ortaya çıkarmaktır. Bir vektörel resmi düzenlediğiniz zaman, şeklin içinden dışına, renk, yer, eğri, çizgi gibi tüm özelliklerini değiştirebilirsiniz. Vektörel resimlerin çözünürlükle bir bağlantısı yoktur, hareket ettirebilir, yeniden istediğiniz şekilde boyutlandırabilir, yeniden biçim verebilir, rengini değiştirilebilir. Ayrıca istenen görünüme göre de çözünürlükten bağımsız görüntülenebilir. Kalite kaybı kesinlikle söz konusu değildir.

Dünya da birçok alanda, vektörel tabanlı değişik özelliklere sahip grafik ve CAD/CAM programları bulunmaktadır. Aşağıda bu programlara örnekler verilmiştir.

Grafik Programları:

- Corel Draw,
- Adobe Illustration,
- Macromedia FreeHand.

CAD/CAM programları:

- AutoCAD,
- Solid Works,
- Catia,
- Master CAM.

Vektörel resim, çözünürlükten bağımsız olarak ölçeklenebilmektedir. Vektörel resimler genelde çizgi film, karikatür benzeri görüntülerde kullanılmaktadır. Vektörel resimlerin kaydedilebileceği başlıca dosya formatları şunlardır;

Grafik Programları:

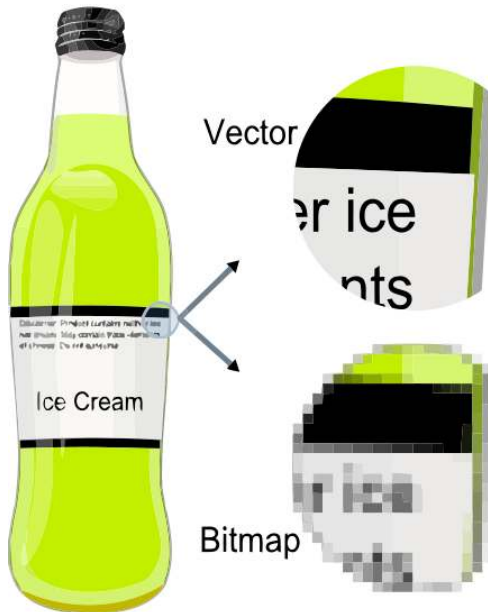
- AI (Adobe Illustrator),
- CDR (Corel DRAW),
- CMX (Corel Exchange),

- CGM (Computer Graphics Metafile),
- DRW(Micrografx Draw),
- WMF (Windows Meta File),
- EMF (Exchange Meta File).

CAD/CAM programları:

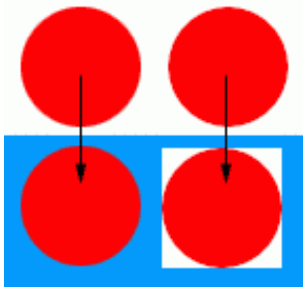
- IGES,
- SAT,
- STEP,
- STL,
- DXF.

Vektörel yapıları, farklı boyutlarda ve farklı renklerdeki görüntülerin elde edilmesinde kullanmak oldukça uygundur. Örneğin, vektörel olarak hazırlanmış olan bir ilan tahtası, büyütülerek veya küçültülerek kullanılabilir. Kalite kaybı olmaksızın bir kartvizit üzerine de basılabilir. Çalışmanın görsel olarak detayları her iki durumda da kayba uğramaz (Şekil 3.9).



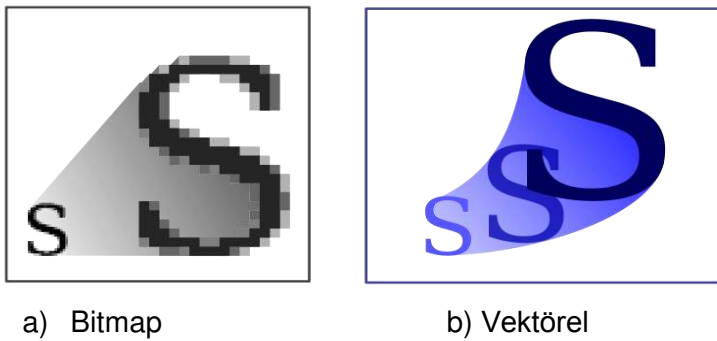
Şekil 3.9. Vektör ve bitmap resmin 7 kat büyütülmüş görüntüsü

Bilgisayar ekranında, grafik çözünürlüğüne göre yeniden meydana getirildikleri için her zaman iyi durumda gözükürler. Bunun dışında kâğıda çıktı alırken de başarılı sonuçlar sağlamaktadırlar. Bu tip resimlerin içerdiği yazılar da kaliteli olarak görüntülenir. Ayrıca çizilen şekillerin arka planları olmak zorunda değildir. Başka resimlerin üzerine yerleştirildiğinde boş olan bölümlerinden arka planda kalan resimler de görülebilir. Bitmap biçimde kaydedilen bir dairenin dörtgen bir çerçevesi mutlaka olacaktır. Şekil 3.10' de çerçevenin boş alanları arka plana uymadığında istenmeyen görüntüler ortaya çıkabilir. Ama vektör resimlerde böyle bir sorun yaşanmaz.



Şekil 3.10. Depolanma yöntemlerinin karşılaştırılması

Metinleri oluşturan yazı tipleri (fontlar) da vektörel yapıdadır. Vektör yapılan çalışmalara yakınlaştırma yapıldığında berraklığını kaybetmezler ve asla çözünürlük problemi yaşanmaz. Bu sayede logo ve metinlerin çıktısı daha temiz olur (Şekil 3.11).



a) Bitmap

b) Vektörel

Şekil 3.11. S Harfinin Bitmap ve vektörel olarak görüntüsü

Fakat, vektör yapıdaki bir görüntü, fotoğraftaki gerçekliği yakalayamaz. Bu nedenle fotoğraflarla çalışılmak istendiğinde piksel yapıyı kullanan bir resim programı tercih edilmelidir. Şekil 3.12’da görüldüğü gibi bitmap (raster) resim de görülen bayan resmi vektörel olarak tam ifade edilememiştir.



a) Bitmap

b) Vektörel

Şekil 3.12. Bitmap tabanlı resmin vektör tabanlı resme dönüşümü

Bununla birlikte; vektörel resimler, web, internet gibi uygulamalarda bitmap olarak çevrilmeden doğrudan kullanılamaz.

#### 4. AUTOCAD DXF VERİ FORMATI

DXF (Drawing Interchange Format veya Drawing Exchange Format) formatı, Autodesk firması tarafından geliştirilen veri değişim formatıdır. AutoCAD ortamı için gereken tüm bilgileri içeren bir ASCII metin (text file) dosyasıdır.

DXF dosyalarını okuyabilen tüm programların dosya içinde depolanan verilerin tamamını algılayamayacağı unutulmamalıdır. Çünkü bazı programlar DXF formatındaki dosyalara ait bazı bilgileri tanıyamayabilmektedir.

DXF formatı veri transferi için ideal olmasa da alanında standart bir format haline gelmiştir. DXF AutoCAD yazılımı için düşünülmüş bir veri değişim formatı olduğundan AutoCAD versiyonlarına paralel olarak DXF versiyonları vardır. Örneğin, DXF 2012 versiyonu gibi.

DXF yapısında, her bölüm “0” grup koduyla başlar ve “SECTION” (BÖLÜM) kelimesi ile devam eder. Bunu “2” grup kodu ve bölümün ismi (örneğin “HEADER”, BAŞLIK) takip eder. Her bir bölümün elemanları, grup kodlarından ve onların değerlerinden oluşmaktadır. Her bölüm “ENDSEC” kelimesiyle son bulur. Standart bir DXF dosyasında yer alan bölümler aşağıda özetlenmiştir.

Başlık (HEADER) bölümü: çizim hakkındaki genel bilgiler bu bölümde bulunur. Bir BDT veri tabanı sürüm numarası ve sistem değişkenlerinin sayılarından oluşur. Her bir parametrenin değişken ismi ve değeri vardır.

Sınıflamalar (CLASSES) bölümü: Bloklar, parçalar ve nesne bölümleri için bilgi ve veri tabanını içerir.

Tablolar (TABLES) bölümü: Bu bölümde isimlendirilmiş elemanların tanımları bulunur. Tablolar kendi aralarında sınıflandırılmıştır. Her birinin bir giriş değişken sayısından oluşabilen aşağıdaki tablolardan oluşur:

- 1 - APPID (uygulama tanımlama tablosu)
- 2 - BLOCK\_RECORD (blok referans tablosu)
- 3 - DIMSTYLE (ölçülendirme stili tablosu)
- 4 - LAYER (katman tablosu)
- 5 - LTYPE (çizgi tipi tablosu)
- 6 - STYLE (metin stili tablosu)
- 7 - UCS (kullanıcı koordinat sistemi tablosu)
- 8 - VIEW ( görünüş tablosu)
- 9 - VPORT (görünüş konfigürasyonu tablosu)

Bloklar (BLOCKS) Bölümü: Bu bölüm, çizimdeki her bloğu oluşturan nesneleri açıklayan blok birimlerinden oluşur.

Parçalar (ENTITIES) Bölümü: Bu bölümde blok referansları ile birlikte çizim birimleri bulunur.

Nesneler (OBJECTS) bölümü: Çizimdeki grafiksel olmayan nesneler, sembol tablosu kayıtları veya sembol tabloları bu bölümde kaydedilmektedir. AutoLISP ve ObjectARX uygulamaları tarafından kullanılır.

Küçültülmüş resim (THUMBNAILIMAGE): Ön izleme görüntüsü içeren DXF dosyası içindir.

Dosya Sonu (END OF FILE) bölümü: DXF dosyasının bittiğini gösteren son bölümdür.

DXF dosyası içerisinde bulunan parçalar (ENTITIES) yapısı kısaca aşağıda verilmiştir;

```

0          ENTITIES bölüm başlangıcı
SECTION
2
ENTITIES
0          Her işletmenin tanımı için bir giriş
<Parça (unsur) türü>
5
< Parça (unsur) numarası >
330
< Nesne belirlemede ad>
100
AcDbEntity
8
<Katman>
100
AcDb<Sınıf adı>
.
. <bilgi>
.
0
ENTITIES bölüm sonu
ENDSEC

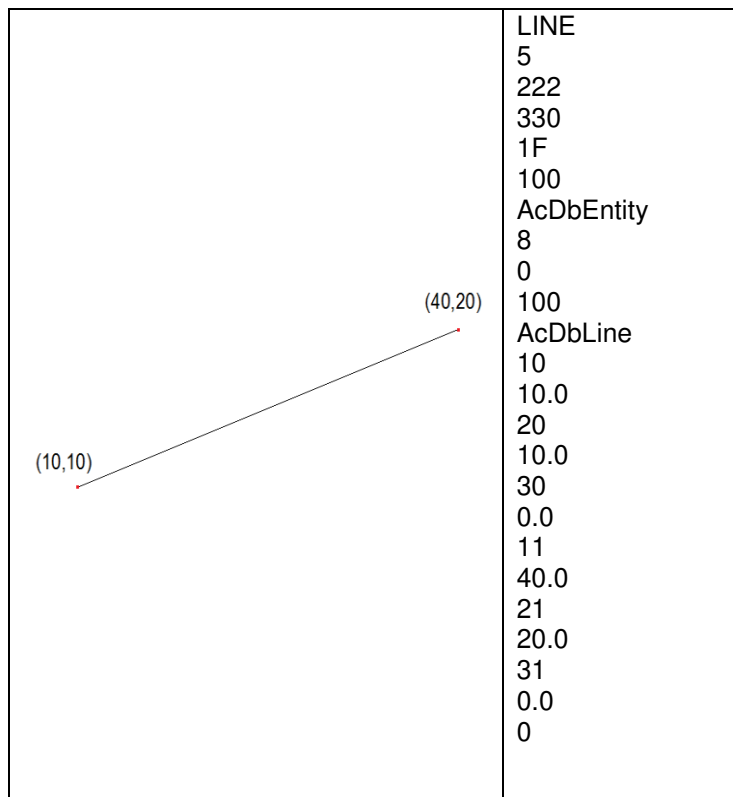
```

DXF dosyası parçalar (ENTITIES) bölümünde bulunan çizgi (line) içerisindeki grup kodları ve anlamları aşağıda verilmiştir. Şekil 4.1’de AutoCAD ile çizilen bir çizginin DXF formatındaki ifadesi verilmiştir.

```

100  Alt sınıf belirleyici (AcDbLine)
39   Kalınlık (isteğe bağlı; varsayılan = 0)
10   Başlangıç noktası (WCS de X değerleri)
20   Başlangıç noktası (WCS de Y değerleri)
30   Başlangıç noktası (WCS de Z değerleri)
11   Bitiş noktası (WCS de X değerleri)
21   Bitiş noktası (WCS de Y değerleri)
31   Bitiş noktası (WCS de Z değerleri)

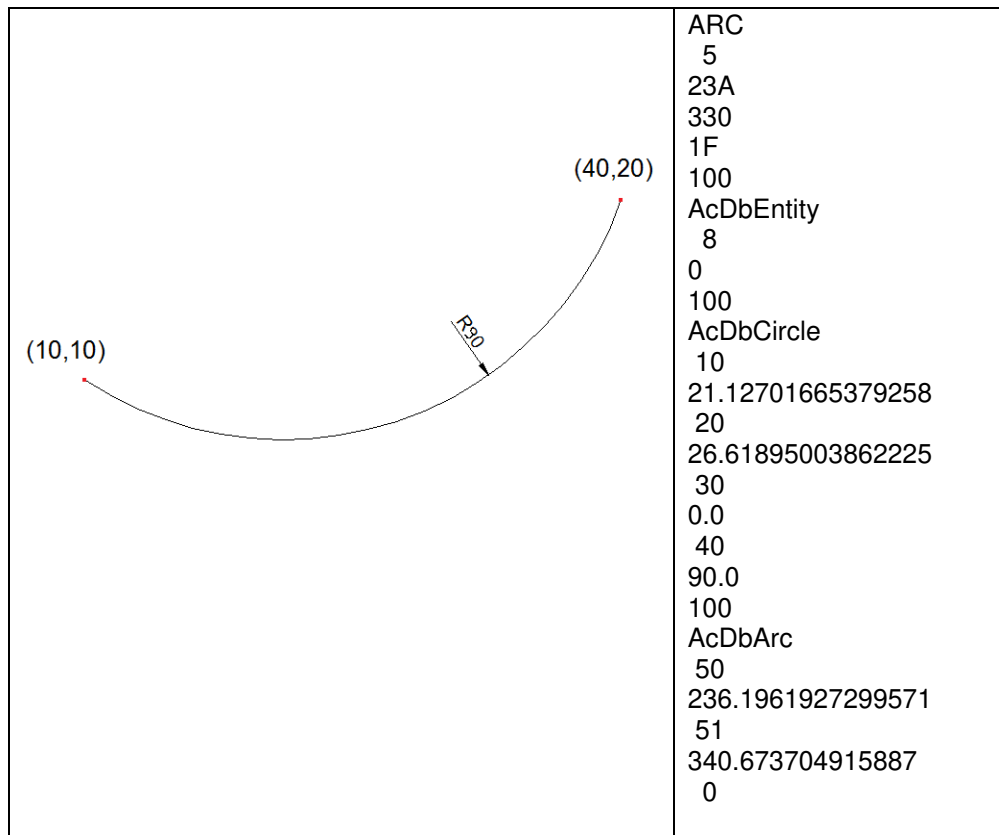
```



Şekil 4.1. AutoCAD programında çizilen örnek bir çizgi ve DXF bilgileri

DXF dosyası parçalar (ENTITIES) kısmında bulunan yay (arc) içindeki grup kodları ve anlamları aşağıda verilmiştir. Şekil 4.2’de verilen bir Yay’ın DXF formatındaki ifadesi verilmiştir.

- 100 Alt sınıf belirleyici (AcDbCircle)
- 39 Kalınlık (isteğe bağlı; varsayılan = 0)
- 10 Merkez noktası (OCS de X değerleri)
- 20 Merkez noktası (OCS de Y değerleri)
- 30 Merkez noktası (OCS de Z değerleri)
- 40 Radüs
- 50 Açı başlangıcı
- 51 Açı bitişi



Şekil 4.2. AutoCAD programında çizilen örnek bir yay ve DXF bilgileri

## 5. RESİM İŞLEME

Resim işleme, eldeki bir resmin (bitmap veya vektörel) bir amaç doğrultusunda içerdiği bilgilerin çıkarılarak kullanılması, analiz edilmesi, değerlendirilmesi olarak ifade edilmektedir. Diğer bir ifade ile sayısallaştırılmış görüntülerin bilgisayarlar aracılığıyla yorumlanması olarak da ifade edilebilir.

Resim işlemede ilk adım ön değerlendirme işlemidir. Bu aşamada, alınan görüntü bir sonraki aşamada hatasız ve kolay işlenebilmesi için daha belirgin ve anlaşılır hale getirilir. Bu bağlamda yapılan işlemlerden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Görüntüyü belirginleştirmek,
- Görüntüde bulunan kirlilikleri filtrelemek,
- Görüntü üzerindeki yapısal bozuklukları gidermek.

Bu işlemlerin sonucunda, yeni bir görüntü elde edilir. Görüntü işleme öncesi kullanılan sayısal görüntü analizi, görüntüye ait sınıflandırmalar yapılır, görüntüyle ilgili istatistikler üretilir. Sayısal görüntü analizinde nesnelere ait parametrelerin (şekil, uzunluk, alan, açı, nisbî konum, dokusal yapı, gri-ton değeri, RGB renk değerleri vb.) belirlenmesi konusudur.

Farklı alanlara yönelik pek çok görüntü işleme tekniği kullanılmaktadır. Bu tekniklerden bazıları şunlardır;

- Görüntü iyileştirme,
- Görüntü onarma,
- Görüntü sıkıştırma,
- Görüntünün sayılaştırılması, Vb.

Bu tekniklerden biri olan görüntünün sayısal olarak işlenmesi ise başlı başına çok kapsamlı bir konudur. Temel de resim (görüntü) işlemede sırası ile şu adımlar atılır;

- Görüntü edinme,
- Görüntü iyileştirme- filtreleme,
- Görüntü onarma,
- Renkli görüntü işleme,
- Dalgacıklar,
- Sıkıştırma,
- Morfolojik işlemler,
- Ayırıştırma,
- Gösterim ve tanımlama.

Resim işlemeye yönelik yapılan çalışmalarda çok çeşitli bilgisayar dilleri kullanılmaktadır. Resim işlemede yaygın olarak kullanılan bazı bilgisayar yazılımı ve dilleri şunlardır;

- C++,
- C#,
- Matlab,
- Basic Net.

### **5.1. Visual Studio Basic Net İle Resim İşleme**

Basic net ile resim işlemede, resim içerisinde bulunan pikseller kullanılır. Basic Net programlama dilinde, piksel resmin işleme için farklı yöntemler kullanıcıya sunulmaktadır. En yaygınları;

1. LockBits–UnlockBits,
2. Getpiksel-Setpiksel,
3. Matris.

Olmak üzere üç farklı metot resim işlemede kullanılmaktadır. Yapılan bu tez çalışmasında kullanılacak olan yöntem karar verilirken, her üç yöntem test edilmiştir. Bunun için, 24 bit, 96 dpi, 1024x768 ebadında bir JPEG resmi gri skalaya dönüştürülerek işlenmesinde bilgisayar süreleri test edilmiştir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Manzara resmi ve işlenmiş (gri skalaya dönüştürülmüş) görüntüsü

Şekil 5.1’de resim ve işlenmiş görüntüsünün elde edilmesinde kullanılan metot ve işleme süresi Çizelge 5.1’de listelenmiştir.

Çizelge 5.1. İşleme metodu ve işleme süresi

| Sıra | Kullanılan metot    | İşleme süresi     |
|------|---------------------|-------------------|
| 1    | LockBits–UnlockBits | 105 milisaniyede  |
| 2    | Getpiksel–Setpiksel | 2200 milisaniyede |
| 3    | Matris              | 200 milisaniyede  |

Elde edilen sonuçlara göre Getpiksel-Setpiksel yöntemi ise çok yavaş kalmıştır. LockBits – UnlockBits en hızlı sonuç verirken onu, matris yöntemi takip etmiştir.

Getpiksel-Setpiksel yöntemi resim işlemede yavaş kalmasına rağmen konumu bilinen piksel hakkında tüm bilgiler alınabildiği gibi kolayca değişiklik yapılabilir.

Matris yöntemi ile resmin pikseli içindeki bayt sayısal değerlerinin matrisi alınarak üzerinde sadece değişiklik yapılırken, resmi oluşturan piksel bilgisi alınamaz. Piksel bilgisi alınamadığı için piksel bayt bilgileri üzerinde işlem yapılamamaktadır, buda sadece belli başlı işlemler için bu yöntem ideal olduğu anlamına gelmektedir.

LockBits–UnlockBits yöntemi de hızlı bir yöntemdir, yalnız pikseli oluşturan bit'lerin sıralı bir şekilde dizilimi üzerinde bilgi alma ve değiştirme işlemi yapılır. Piksel bilgisi doğrudan alınamaz bayt parçaları şeklinde alınır ve piksel konumuna denk gelen baytların sıra numarası hesaplanmalı veya sıralı işlem uygulanmalıdır. Resim işleme için ideal bir yöntemdir.

Bu tez çalışmasında, LockBits-UnlockBits yöntemi tercih edilmiştir. Visual Basic Net programında, geliştirilen sisteme ait örnek bazı komutlar aşağıda verilmiştir.

```
PrivateFunction Gri_Skala_LockBits_UnlockBits(fo Resim AsBitmap) AsBitmap
```

```
Dim Resim_Trm AsBitmap = CType(Resim.Clone(), Image)
```

```
Dim bmData AsBitmapData = Resim_Trm.LockBits(NewRectangle(0, 0,
Resim_Trm.Width, Resim_Trm.Height), ImageLockMode.ReadWrite,
Resim_Trm.PixelFormat)
```

```
Dim YeniByte(bmData.Stride * bmData.Height - 1) AsByte
System.Runtime.InteropServices.Marshal.Copy(bmData.Scan0, YeniByte, 0,
YeniByte.Length)
```

```
Dim i AsInteger = 0
```

```
DoWhile i + 2 < YeniByte.Length
```

```
Dim Gri AsByte = CInt((YeniByte(i) * 0.299) + (YeniByte(i + 1) * 0.587) + (YeniByte(i  
+ 2) * 0.114))  
YeniByte(i) = Gri : YeniByte(i + 1) = Gri : YeniByte(i + 2) = Gri  
i += 3  
Loop  
  
System.Runtime.InteropServices.Marshal.Copy(YeniByte, 0, bmData.Scan0,  
YeniByte.Length) : Resim_Trm.UnlockBits(bmData)  
  
Return Resim_Trm  
EndFunction
```

## 6. CNC TEZGAHLAR VE PROGRAMLANMASI

CNC (Computer Numerical Control), tezgâhlar, imalat sanayisinde özellikle seri üretim ve kalıp parçalarının işlenmesinde kullanılan programlanabilen tezgahlardır. İş parçalarının işlenmesinde kullanılan tüm kesici hareketleri, CNC kodları ile oluşturulan programlara göre otomatik olarak yapılmaktadır.

CNC tezgâhlar için yazılan programlar, sayı, sembol ve harflerden oluşmaktadır. Girilen bilgiler CNC kontrol ünitesinin anlayabileceği kodlardır. Bu kodlar yardımıyla kesici, istenen koordinatlara gönderilerek parça işlenir. CNC programları bir mantık sırası izler satır satır yazılır. CNC satırlarına blok' da denir. Satırlar, kesici numarası kesici koordinatları, kesicinin hareket tipi, fener milini açma-kapama, soğutma sıvısını açma-kapama gibi bilgilerden oluşur. Komutları tanımlamakta kullanılan harflere adres denir. Çizelge 6.1'de ve Çizelge 6.2'de bazı CNC kodları ve anlamları verilmiştir. G ve M parametreleri yan taraflarına yazılan rakama göre anlam ifade etmektedirler. DIN 66025 ve ISO 6983 standardına göre G ve M kodlarına standart getirilmiştir. İşleme merkezi kontrol ünitelerinin büyük bir çoğunluğu bu kodları kullanmaktadır. Bazı kontrol üniteleri ise tamamen kendine özgü kod sistemi kullanabilmektedir.

Çizelge 6.1. Bazı G kodları

| GKodu | Anlamı                                                              |
|-------|---------------------------------------------------------------------|
| G00   | Hızlı ilerleme (talaş almaksızın kesicinin hızlı hareketi)          |
| G01   | Doğrusal interpolasyon (talaş alarak kesicinin doğrusal ilerlemesi) |
| G02   | Saat ibresi yönünde (CW) dairesel interpolasyon                     |
| G03   | Saat ibresi tersi yönünde (CCW) dairesel interpolasyon              |
| G21   | Metrik ölçü sistemi                                                 |
| G33   | Sabit adımlı vida açma                                              |
| G54   | Birincil iş parçası sıfır noktası                                   |
| G70   | Bitirme (ince tornalama) çevrimi                                    |
| G71   | Boyuna tornalama çevrimi                                            |
| G72   | Alın tornalama çevrimi                                              |
| G73   | Profil tekrarlayarak tornalama çevrimi                              |
| G75   | Kanal açma çevrimi                                                  |
| G76   | Vida açma çevrimi                                                   |

Çizelge 6.2. Bazı M kodları

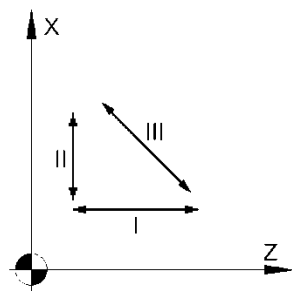
| M Kodu | Anlamı                                               |
|--------|------------------------------------------------------|
| M01    | İsteğe bağlı durdurma                                |
| M02    | Program sonu                                         |
| M03    | Fener milini saat ibresi (CW) yönünde döndürme       |
| M04    | Fener milini saat ibresine ters (CCW) yönde döndürme |
| M05    | Fener milini durdurma                                |
| M06    | Takım değiştirme                                     |
| M08    | Soğutma sıvısını açma                                |
| M09    | Soğutma sıvısını kapama                              |
| M17    | Alt program sonu                                     |
| M19    | Fener milini açısal konumlandırma                    |
| M30    | Program sonu ve başlangıca dönüş                     |
| M98    | Alt program çağırma                                  |
| M99    | Alt programdan geri dönüş                            |

### 6.1. Hareket Tipleri

CNC tezgâhlarında, parçaların işlenmesinde kesici hareketleri kullanılmaktadır.

#### 6.1.1. Doğrusal hareket

Kesicinin doğrusal bir çizgi boyunca yaptığı ilerleme hareketidir(Şekil 6.1). G00 ve G01 kodu ile ifade edilir.

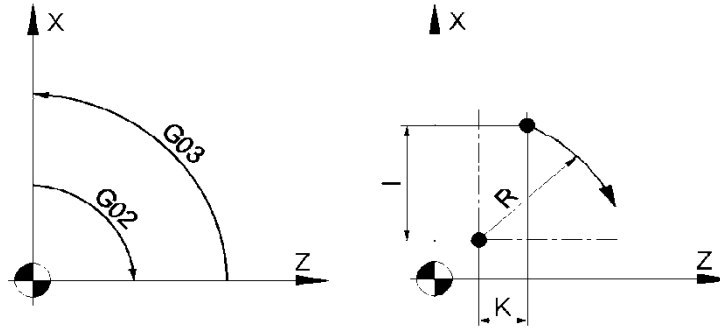


Şekil 6.1. Doğrusal Hareketler

Doğrusal hareketler eksnlere paralel olduğu gibi açısal da olabilir (Şekil 6.1).

### 6.1.2. Dairesel hareket

Kesicinin daireysel bir çizgi boyunca yaptığı hareket için kullanılır. Bu tür hareketler daireysel interpolasyon hareketi olarak da adlandırılmaktadır (Şekil6.2). Kod olarak, G02 ve G03 ile ifade edilir.



Şekil 6.2. G2 ve G3 daireysel interpolasyonu

### 6.2. Çevrimler

Birden fazla işlemi genelde çok az satırla yerine getiren komutlardır. Çevrim komutları ve parametreleri tezgahın tezgaha farklılık gösterebilmektedir. Bu çalışmada, Fanuc kontrol paneline sahip DYNA CNC torna için temel çevrim kodları ele alınmıştır.

#### 6.2.1. Bitirme (son talaş) çevrimi (G70)

G71, G72 ve G73 gibi çevrimler de son talaşın (bitirme talaşı) alınmasına yönelik çevrimin tekrarlanmasını sağlayan CNC kod olup aşağıdaki formatta yazılır.

G70 A... P... Q...

Buradaki parametrelerin anlamları sırası verilmiştir:

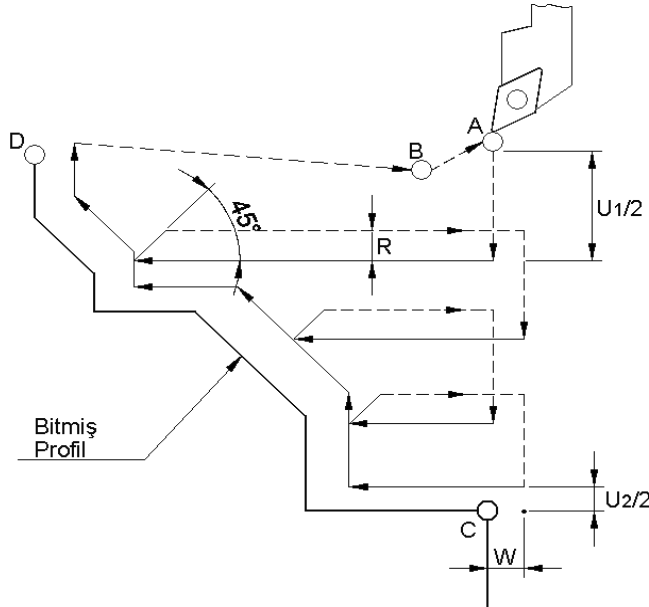
A: Bitmiş profil numarası (program adı)

P: Bitmiş profil başlangıç satır numarası

Q: Bitmiş profil bitmiş satır numarası

### 6.2.2. Silindirik tornalama ile boşaltma çevrimi (G71)

Çevrim, kütük parçayı tanımlanan profile göre otomatik olarak boşaltır. Şekil 6.3'de gösterilen C-D profilinin sınırları programda tanımlanmışsa, bu profil için, kaba talaş her pasoda  $U1/2$  kadar alınır ve  $U2/2$  kadar çevrede,  $W$  kadar alında ince talaş payı bırakılır [34].



Şekil 6.3. Silindirik tornalama ile boşaltma çevrimi (G71)

Fanuc kontrol sisteminde kullanılan CNC torna tezgâhında bu çevrim iki satırda parametreleri ile birlikte yazılır. Her satırdaki büyük harfler parametre olarak yazılır. Küçük harfler açıklama amacı ile yazılmıştır. Parametrelerin anlamları Çizelge 6.3'de verilmiştir [34].

N... G71 Uu1 R...

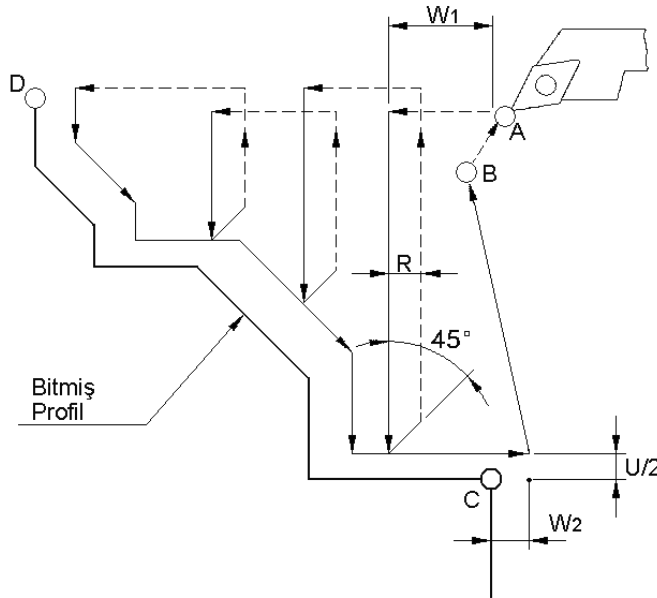
N... G71 A... P... Q... Uu2 W... F... S... T...;

Çizelge 6.3. G71 için kullanılan parametreler

| Harf | Açıklama                                                  |
|------|-----------------------------------------------------------|
| N    | Satır numarası                                            |
| G71  | Çevrim kodu                                               |
| U1   | Her paso sonunda geri çıkma mesafesi                      |
| R    | Her paso sonunda geri çıkma mesafesi                      |
| A    | Bitmiş profil program adı (Fanuc'ta program adı numarası) |
| P    | Bitmiş profilin başlangıç satır numarası                  |
| Q    | Bitmiş profilin bitiş satır numarası                      |
| U2   | X ekseninde ince talaş miktarı                            |
| W    | Z ekseninde ince talaş miktarı                            |
| F    | Silindirik tornalama çevrimi için ilerleme miktarı        |
| S    | Silindirik tornalama çevrimi için iş mili devir sayısı    |

### 6.2.3. Alın tornalama ile boşaltma çevrimi (G72)

Kütük bir malzemenin alın tornalama hareketleri ile boşaltılmasında kullanılan bir çevrimdir. G71'e benzer şekilde çalışır. X eksenine paralel kesme yapılarak tornalama işlemi gerçekleştirilir (Şekil 6.4) [34].



Şekil 6.4. Alın tornalama ile boşaltma çevrimi (G72)

Bu çevrimde iki satır olarak aşağıda verilen formata göre hazırlanır. Çevrim için kullanılan parametrelerin anlamları Çizelge 6.4'de verilmiştir.

N... G72Ww1 R...

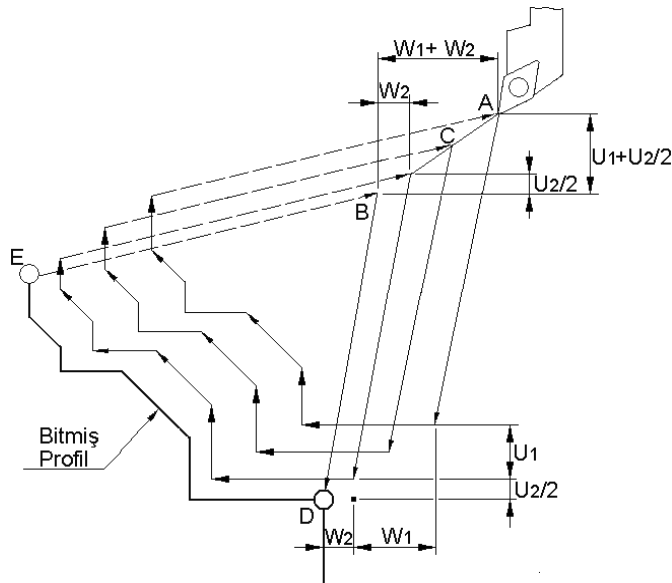
N... G72A... P... Q... U... Ww2 F... S...

Çizelge 6.4. G72 için kullanılan parametreler

| Harf | Açıklama                                               |
|------|--------------------------------------------------------|
| N    | Satır numarası                                         |
| G72  | Çevrim kodu                                            |
| W1   | Her pasodaki talaş miktarı                             |
| R    | Geri çıkma mesafesi                                    |
| A    | Bitmiş profil program numarası                         |
| P    | Bitmiş profilin başlangıç satır numarası               |
| Q    | Bitmiş profilin bitiş satır numarası                   |
| U    | X ekseninde ince talaş miktarı                         |
| W2   | Z ekseninde ince talaş miktarı                         |
| F    | Silindirik tornalama çevrimi için ilerleme miktarı     |
| S    | Silindirik tornalama çevrimi için iş mili devir sayısı |

#### 6.2.4. Profil tekrarlayarak silindirik tornalama çevrimi (G73)

Kütük malzemenin, bitmiş iş parçası profilinin tekrarlanılarak boşaltılmasında kullanılan bir çevrimdir. Çevrim kodu için G73 kullanılır (Şekil 6.5). G71 ve G72'de olduğu gibi iki satırda tanımlanır. Çevrim için kullanılan parametrelerin anlamları Çizelge 6.5'de verilmiştir [34].



Şekil 6.5. Profil tekrarlayarak silindirik tornalama çevrimi (G73)

N... G73Uu1Ww1 R...

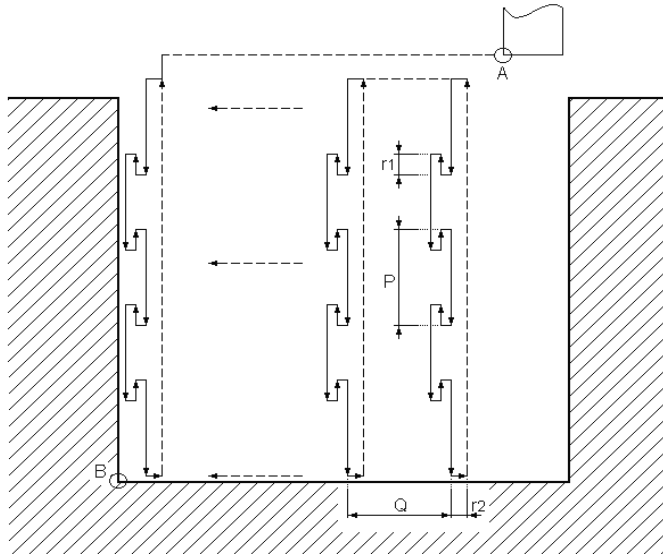
N... G73A... P... Q... Uu2... Ww2 F...

Çizelge 6.5. G73 için kullanılan parametreler

| Harf | Açıklama                                               |
|------|--------------------------------------------------------|
| N    | Satır numarası                                         |
| G72  | Çevrim kodu                                            |
| W1   | Her pasodaki talaş miktarı                             |
| R    | Geri çıkma mesafesi                                    |
| A    | Bitmiş profil program numarası                         |
| P    | Bitmiş profilin başlangıç satır numarası               |
| Q    | Bitmiş profilin bitiş satır numarası                   |
| U    | X ekseninde ince talaş miktarı                         |
| W2   | Z ekseninde ince talaş miktarı                         |
| F    | Silindirik tornalama çevrimi için ilerleme miktarı     |
| S    | Silindirik tornalama çevrimi için iş mili devir sayısı |

### 6.2.5. Geniş kanal açma çevrimi (G75)

İş parçasının çevresine istenilen genişlikte kanalların açılmasında G75 çevrimi kullanılır (Şekil 6.6). CNC torna tezgâhında bu çevrim iki satırda programlanır ve aşağıdaki formata göre hazırlanır. Kullanılan parametrelerin anlamları Çizelge 6.6'da verilmiştir [34].



Şekil 6.6. Geniş kanal açma çevrimi (G75)

N... G75Rr1;

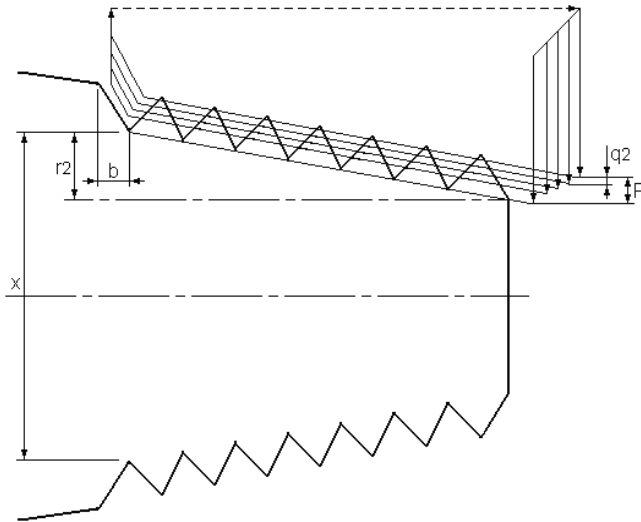
N... G75 X... Z... P... Q... Rr2 F...;

Çizelge 6.6. G75 için kullanılan parametreler

| Harf | Açıklama                                                                                                                                                                                                  |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N    | Satır numarası                                                                                                                                                                                            |
| G75  | Kanal açma çevrim kodu                                                                                                                                                                                    |
| X    | Kanal dip noktasının (B) X koordinatı, mm                                                                                                                                                                 |
| Z    | Kanal dip noktasının (B) Z koordinatı, mm                                                                                                                                                                 |
| P    | Gagalama veya her paso için dalma derinliği, mm                                                                                                                                                           |
| Q    | Kanalı genişletmek için yana kayma mesafesi, mm                                                                                                                                                           |
| r1   | Geri çıkma mesafesi, mm                                                                                                                                                                                   |
| r2   | Kanalın dip noktasında iken yana doğru geri çıkma mesafesi, mm [Bu değer (+) olarak girilirse ilk paso da dahil kesici yana kayar. Ancak (-) olarak girilirse ilk pasoda yana kaymaz diğerlerinde kayar.] |
| F    | Talaş ilerlemesi, mm/dev veya mm/dak                                                                                                                                                                      |

#### 6.2.6. Vida açma çevrimi (G76)

Silindirik ve konik yüzeylere vida açmak için kullanılan bir çevrimdir (Şekil 6.7). G76 kodu ile ifade edilir. G76 çevrimi iki satırda programlanır ve aşağıdaki formatta yazılır. Her satırdaki Parametrelerin anlamları Çizelge 6.7’de verilmiştir [34].



Şekil 6.7. Çok pasolu vida açma çevrimi (G76)

N... G76 Pabc Qq1 Rr1

N... G76 X... Z... Rr2 P... Qq2 F...

Çizelge 6.7. G76 için kullanılan parametreler

| Harf | Açıklama                                                              |
|------|-----------------------------------------------------------------------|
| N    | Satır numarası                                                        |
| G76  | Vida açma çevrim kodu                                                 |
| A    | İnce talaş paso sayısı (a=02 ise bırakılan ince talaşı 2 pasoda alır) |
| B    | Vida sonu pah miktarı                                                 |
| C    | Vida kalemi uç açısı                                                  |
| q1   | Minimum talaş derinliği                                               |
| r1   | İnce talaş payı                                                       |
| X    | Vida dış dibi çapı                                                    |
| Z    | Vida sonu Z koordinatı                                                |
| r2   | Konik yüksekliği (r2=0 ise silindir yüzeye vida açılır.)              |
| P    | Vida derinliği ( $P=0.6495 \times F$ )                                |
| q2   | İlk talaş derinliği                                                   |
| F    | Vida adımı (kesicinin ilerleme miktarı)                               |

## 7. GELİŞTİRLEN SİSTEM

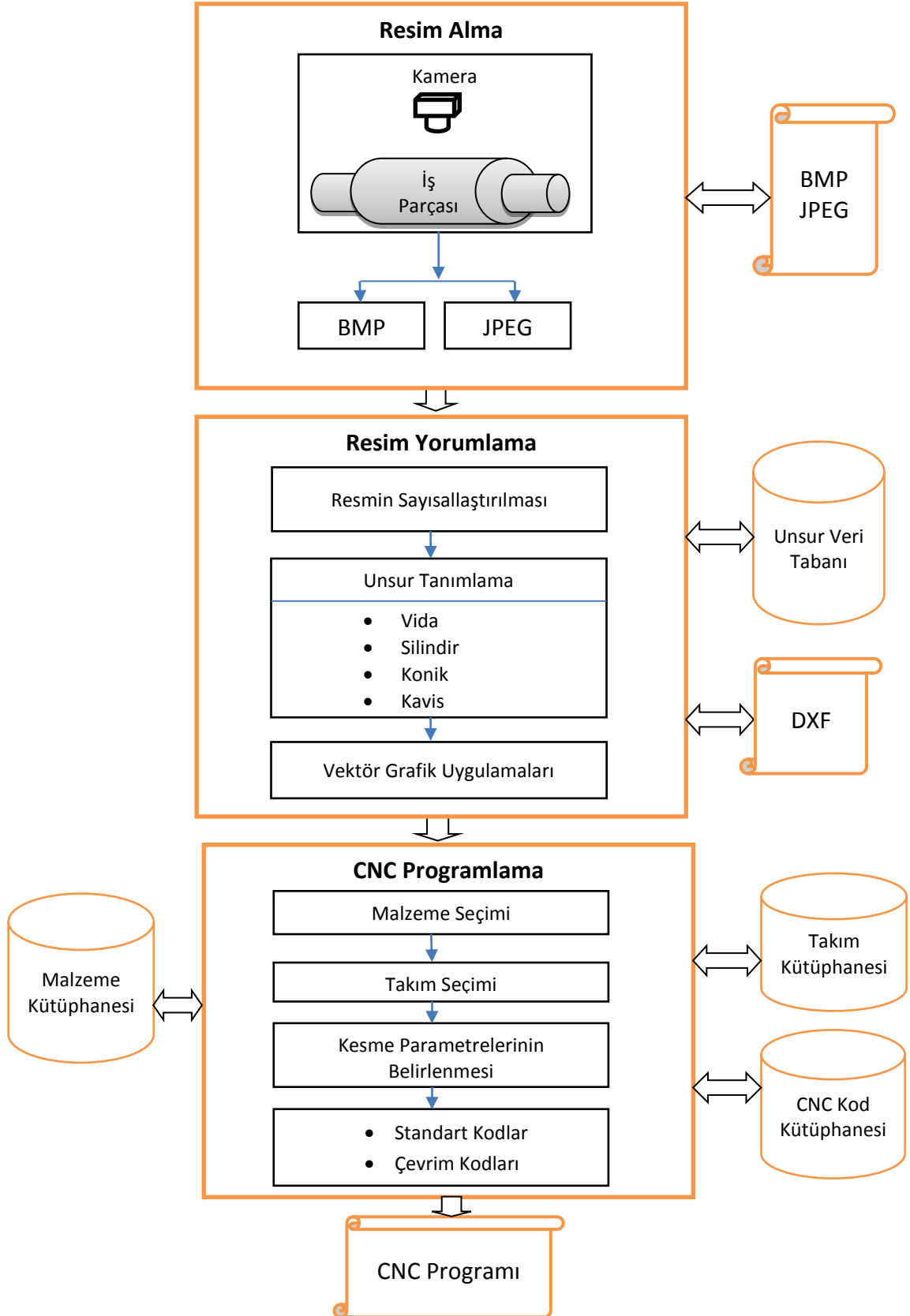
Yapılan bu tez çalışmasında, Şekil 7.1'de akış şeması verilen TKNC adı verilen bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem kendi içinde ana 3 bölümden oluşmaktadır.

1. İş parçalarının BMP resimlerinin alınması ve değerlendirilmesi
2. Geometrik unsurlar için BMP resimlerin yorumlanması
3. CNC parça programlarının çıkarılması

İş parçasının görüntüsü kameradan doğrudan alınabildiği gibi bilgisayar içerisinde bulunan JPEG ve BMP formatlı torna parçası resimleri de kullanılabilir. Aynı zamanda dosyadan DXF formatındaki resimler alınarak resim işleme ve unsur tanımlamaya gerek duyulmadan DXF içerisinde bulunan unsurlar doğrudan program içerisinde bulunan unsur veri tabanına yüklenerek görüntülenmektedir.

Geometrik unsur tanımlamanın yapılabilmesi için önce resim sayısal veriye dönüştürülmektedir. Kullanıcıya sunulan vektörel parça görüntüleme ekranı ile belirlenen unsur bilgilerinde değişiklik yapılabilirdiği gibi ekleme ve çıkarmada yapılabilir. Parça bilgileri AutoCAD DXF formatında kayıt edilebilir, kaydedilen dosya tekrar açılarak kullanılabilir.

Tanımlanmış torna parçası için malzeme seçimi yapıldıktan sonra işlenecek unsurlar için takım, kesme parametreleri ve İşleme tipi belirlenmesi ile CNC kodu türetilmektedir.



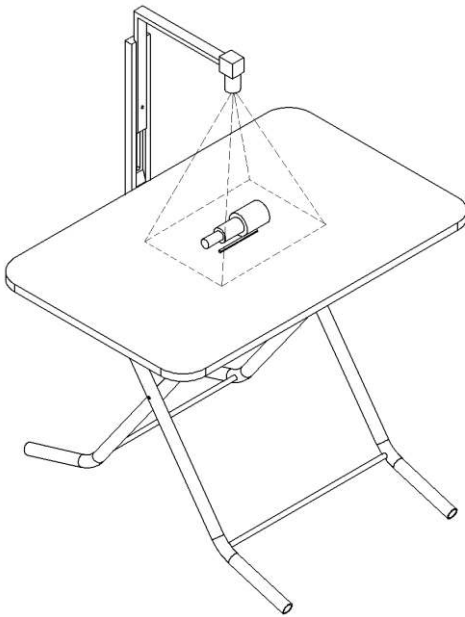
Şekil 7.1. Geliştirilen TKNC

## 7.1. BMP Formatlı, İş Parçası Resimlerinin Alınması ve Değerlendirilmesi

TKNC sisteminde, önce iş parçalarının BMP görüntüleri alınmakta sonrasında alınan BMP görüntüler üzerinde yorumlama öncesinde ön değerlendirmeler ve düzenlemeler yapılmaktadır.

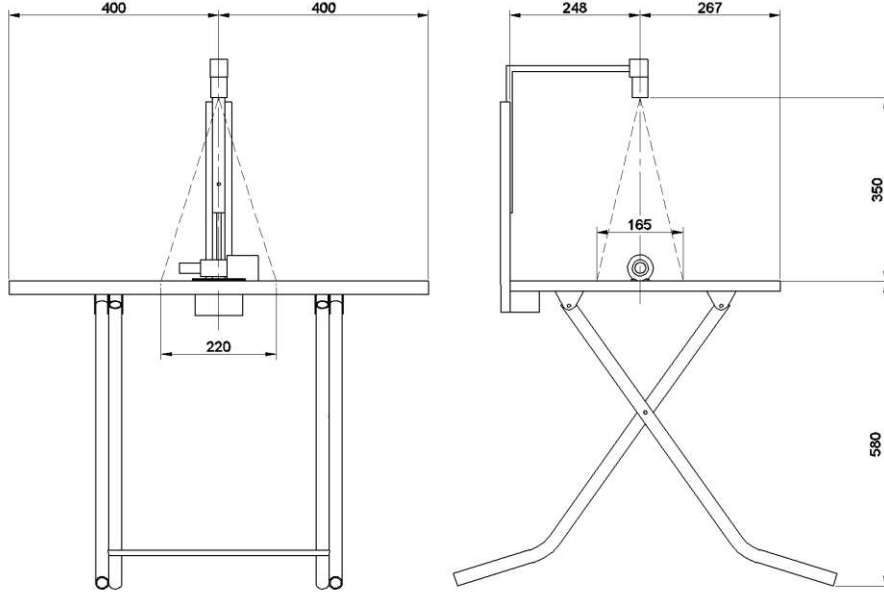
### 7.1.1. BMP Resimlerinin alınması

İş parçası görüntülerinin aynı şartlarda alınabilmesi ve bilgisayara aktarılmasında bir platform tasarlanmıştır (Şekil 7.2). Platform üzerinde, iş parçalarının konulacağı bir yer ve belirli bir yükseklikte bağlı bir kamera bulunmaktadır. Platformun yüzeyine siyah kumaş geçirilmiştir. Kamera USB kablo ile bilgisayara bağlanmıştır. TKNC programı ile iş parçalarının görüntüsü kayıt altına alınmadan önce ön izlemesi yapılabilmektedir. Karar verilen BMP görüntü 640x480 boyutunda 24 bit renkli veya 8 bit gri tonlardaki resim otomatik olarak kayıt altına alınmaktadır. Görüntünün kayıt altına alınmasından sonra program tarafından otomatik olarak açılmaktadır.



Şekil 7.2. Tasarlanan platform perspektif görünüşü

İmal edilen platforma ait ölçüler Şekil 7.3’de, 3 boyutlu fotoğrafı Şekil 7.4’de verilmiştir.



Şekil 7.3. Tasarlanan platform ölçüleri



Şekil 7.4. Elde edilmiş platform görünüşü

Platformda görüntü almak için Ueye marka, renkli UI-2210-C model (Şekil 7.5) endüstriyel kamera kullanılmıştır.



Şekil 7.5. Ueye marka UI-2210-C model kamera

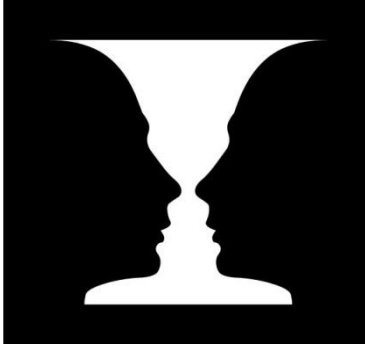
Çalışma sürecinde kullanılan endüstriyel kameranın özellikleri Çizelge 7.1’de verilmiştir.

Çizelge 7.1. Ueye marka UI-2210-C model kamera özellikleri

|                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Bağlantı türü                         | USB 2.0                               |
| Objektif Yuvası                       | C-Mount                               |
| Sensör Teknolojisi                    | CCD (Sony)                            |
| Model (renkli)                        | UI-2210-C                             |
| Çözünürlük (hxv)                      | 640 x 480                             |
| Çözünürlük Derinlik                   | 8 bit, 16 bit, 24 bit                 |
| Çözünürlük Kategorisi / Piksel Sınıfı | VGA                                   |
| Sensör Boyutu                         | 1 / 2 "                               |
| Kapak                                 | Global                                |
| max.fps (normal mod)                  | 75 fps                                |
| Poz Süresi (normal mod)               | 40µs - 630ms 40µs - 630ms             |
| Poz Süresi (deklanşörde)              | 40µs - 10Min. 40µs - 10dk.            |
| AOI Modları                           | yatay + dikey                         |
| Sensor Model (m/c)                    | ICX414AL / ICX414AQ                   |
| Piksel Derinliği (µm)                 | 9.90 9,90                             |
| Optik Boyut                           | 6.336 x 4.752 mm 6,336 x 4,752 mm     |
| Koruma Sınıfları                      | IP30                                  |
| Boyutlar                              | H: 34,00 mm, W: 32,00 mm, L: 34.40 mm |
| Ağırlık                               | 74.00 g 74,00 g                       |
| Güç Kaynağı                           | USB                                   |

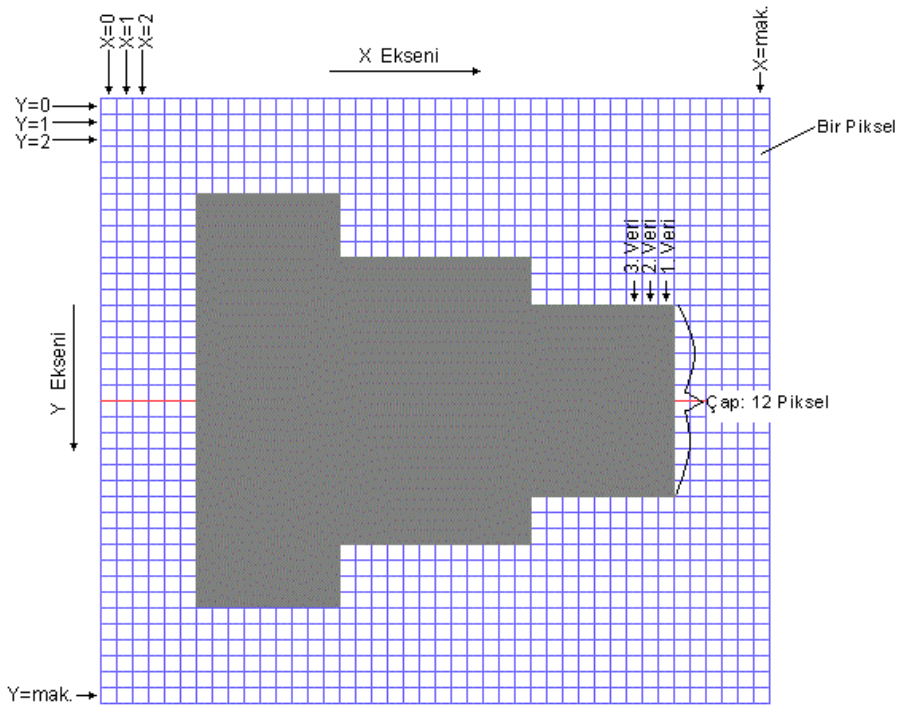
### 7.1.2. BMP resimlerin değerlendirilmesi

İş parçası unsurlarını tanımlamak için, zeminden ayrıştırılmış şeklin sayısal veriye dönüştürülmesi gerekir. Şekil ile zemini belirlemek için resim işlenerek iki renk (siyah-beyaz) gurubuna ayrılır. Bazı durumlarda, şekil ve zeminin yer değiştirdiği, hangisinin şekil, hangisinin zemin olduğuna karar verilemediği durumlar olabilir. Birey, bir yönden baktığında şekli, zemin olarak algılayabilir. Bir diğer yönden baktığında da zemin; şekil zannedilebilir. Ancak aynı anda ikisi de şekil olarak algılanamaz. Şekil 7.6'da şekil-zemin ilişkisini anlatmak için en sık verilen örneklerden biri gösterilmektedir. Şekildeki zemin rengini değiştirerek (beyaz ya da siyah), istersek vazo, istersek de birbirine bakan iki insan yüzü görmemiz mümkündür. TKNC sisteminde siyah renk zemin için, beyaz renk ise şekil için kullanılmıştır.



Şekil 7.6. Şekil-Zemin ilişkisi

Normal de, bitmap resmin işlenmesine yönelik kullanılan yazılımlarda, piksel tarama başlangıç noktası ( $x=0$ ,  $y=0$ ) resmin üst sol köşesi alınmaktadır. Fakat, bu çalışmada iş parçası resimleri, imalat başlama yönü sağ baştan başlandığı için unsur tanımlama işlemine sağ baştan başlanmıştır ( $X\text{-max}$ ). Resmin sayısal veriye dönüştürme işlemi sağ üst baştan başlayarak sola doğru ( $X$  eksen) her sütundaki ( $Y$  eksen) piksel değeri sayısal olarak listelenir (Şekil 7.7) ve listelenen bu sayısal değerlerin sıralı ilişkisine göre unsurlar belirlenir.

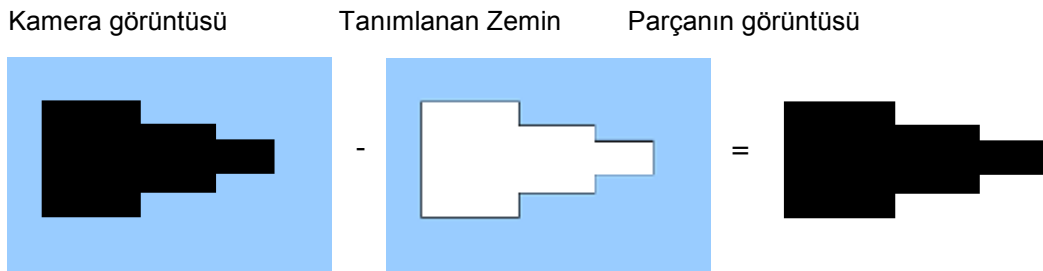


Şekil 7.7. Resmin sayısal veriye dönüştürülmesi

Visual Basic Net programında şeklin sayısal veriye dönüştürülmesi için kullanılan programdan bazı satırlar aşağıda verilmiştir.

```
PublicSubResimi_Tara()
Kontrol.Ç_Tanımla.Veri_Listesi.Clear()
DimbmDataAsBitmapData = Resim_Trm.LockBits(NewRectangle(0, 0,
Resim_Trm.Width, Resim_Trm.Height), ImageLockMode.ReadWrite,
Resim_Trm.PixelFormat)
DimYeniByte(bmData.Stride * bmData.Height - 1) AsByte
System.Runtime.InteropServices.Marshal.Copy(bmData.Scan0, YeniByte, 0,
YeniByte.Length)
Dim L AsByte = bmData.Stride / bmData.Width
For X = Kontrol.P1.X * 2 To Kontrol.P2.X * L - L Step L
DimÇapölçüAsInteger = 0
For Y = Kontrol.P1.Y To Kontrol.P2.Y - 1
Çapölçü += If(YeniByte(Y * bmData.Stride + X) = 255, 1, 0)
Next
IfÇapölçü> 4 ThenKontrol.Ç_Tanımla.Veri_Listesi.Add(Çapölçü)
Next
System.Runtime.InteropServices.Marshal.Copy(YeniByte, 0, bmData.Scan0,
YeniByte.Length)
Resim_Trm.UnlockBits(bmData)
Kontrol.Ç_Tanımla.Veri_Listesi.Reverse()
EndSub
```

Kamera görüntüsü alınan BMP resmin işlenmesinde ideal yöntem olan LockBits-UnlockBits yöntemi ile pikseli oluşturan bayt değerleri toplanarak listelenir ve büyükten küçüğe doğru sıralanır. Şekil zeminden koyu renkte olması durumunda, renk ayrıştırma listesinden bir renk değeri seçilir. Bu değerin altında kalan pikseller için 0 (zemin), üstünde kalan pikseller için de 1 (şekil) değerlerinin elde edilmesi sağlanır (Şekil 7.8).



Şekil 7.8. Zeminin ve şeklin tanımlanmış görüntüsü

Resim üzerindeki şekil ve zemini belirlemek kullanılan program satırları aşağıda verilmiştir.

```
DimbmDataAsBitmapData = Resim_Trm.LockBits(NewRectangle(0, 0,
Resim_Trm.Width, Resim_Trm.Height), ImageLockMode.ReadWrite,
Resim_Trm.PixelFormat)
```

```
DimYeniByte(bmData.Stride * bmData.Height - 1) AsByte
System.Runtime.InteropServices.Marshal.Copy(bmData.Scan0, YeniByte, 0,
YeniByte.Length)
```

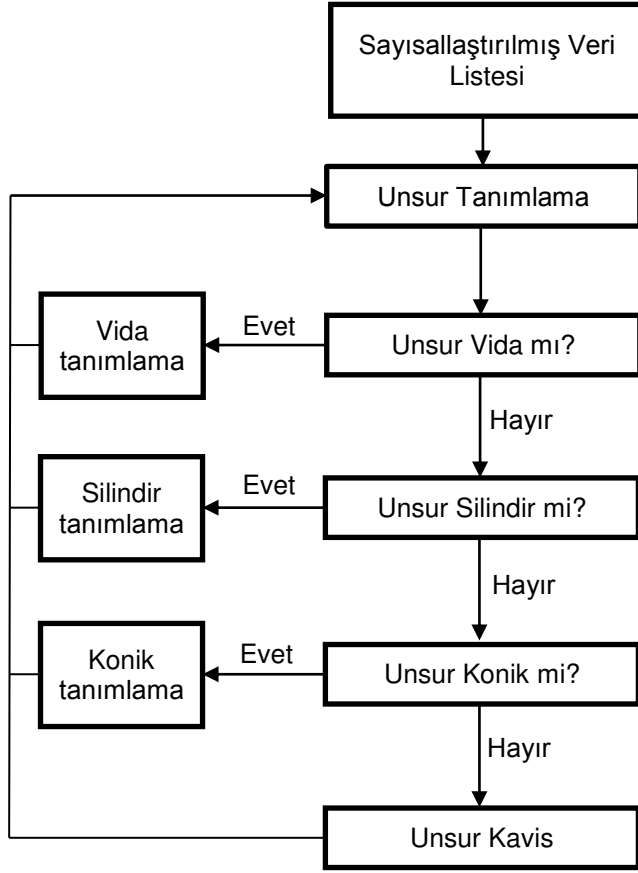
```
Dim B AsInt16 = Renk_Listesi.Item(No) :Dim i AsInteger = 0
```

```
DoWhile i + 2 <YeniByte.Length
Dim A AsInteger = CInt(YeniByte(i)) + CInt(YeniByte(i + 1)) + CInt(YeniByte(i + 2))
If A < B Then
YeniByte(i) = 0 : YeniByte(i + 1) = 0 : YeniByte(i + 2) = 0
Else
YeniByte(i) = 255 : YeniByte(i + 1) = 255 : YeniByte(i + 2) = 255
EndIf
i += 3
Loop
```

Yukarıdaki program satırı ile alınan BMP resim pikseller gözden geçirilerek 1 şekli, 0 rengi zemin olarak ayrılır.

## 7.2. Geometrik Unsurlar için BMP Resimlerin Yorumlanması

Bu bölümde, BMP formatında alınan resim üzerindeki unsurların tanımlanmasında kullanılan metotlar açıklanmıştır. Geliştirilen TKNC sisteminde unsur tanımlama için kullanılan akış diyagramı Şekil 7.9'da gösterilmiştir.



Şekil 7.9. Unsur tanımlama akış diyagramı

Unsur tanıma için, vida, silindir, konik ve kavis (parabolik eğri) olmak üzere 4 farklı unsur tanımlama işlemi yapılmaktadır. Unsura ait bilgiler, karar verilen unsura yönelik çıkarılmaktadır.

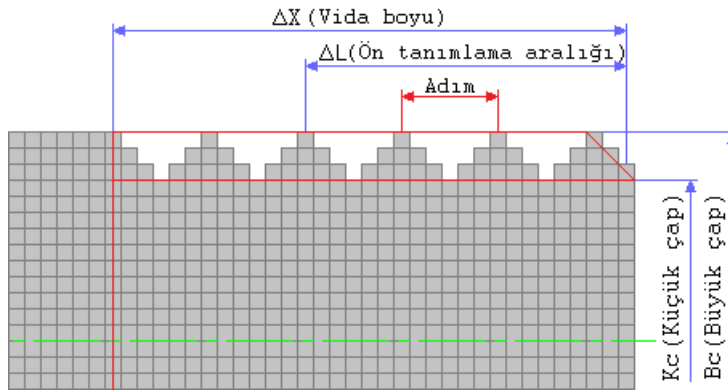
Unsur tanımlama işlemi, ön tanımlama işlemi ile başlamaktadır. Unsura karar verildiğinde ön tanımlamanın başlamış olduğu pikselden başlayarak ön tanımlamanın bittiği piksel sırası değeri artırılarak ilgili unsur için tanımlama toleransını dışına çıkana kadar işlem sürdürülür.

Adı ve başlangıç noktası belirlenmiş olan unsurun, bitiş noktası bulunarak belirlenen iki (başlangıç ve bitiş) nokta arasında geometrik ölçüleri hesaplanarak unsurun boyutları belirlenmiş olur. Aynı işlemler parçanın sağ başından başlayarak sonuna kadar aynı şekilde tekrarlanır. Böylece, BMP

resimlerin içerdği geometrik unsurlar, sayısal olarak tanımlanmış olur. Diğer bir ifade edile bitmap resim vektör resme dönüştürülmüş olur.

### 7.2.1. Vida tanımlama

Vida unsuru için yapılan ön tanımlama işleminde, belirli bir piksel aralığında ( $\Delta L$ ) sıralı piksel sütunları büyük çap ( $B_c$ ) ve küçük çap ( $K_c$ ) tolerans değerleri içerisinde ve belirli periyotta pikseller artıp azalıyor ise vida olarak kabul edilir (Şekil 7.10).  $\Delta L$  aralığından sonraki piksel değerleri tolerans değerini aşana kadar vida tanımlama işlemini sürdürülerek bitiş noktası ( $\Delta X$ ) bulunur. Çap değeri için elde edilen sıralı sayısal değerlerinin maksimumu alınır. Vida adımı ise, iki maksimum (Şekil 7.10' Adım olarak verilmiştir) değer arası alınır.

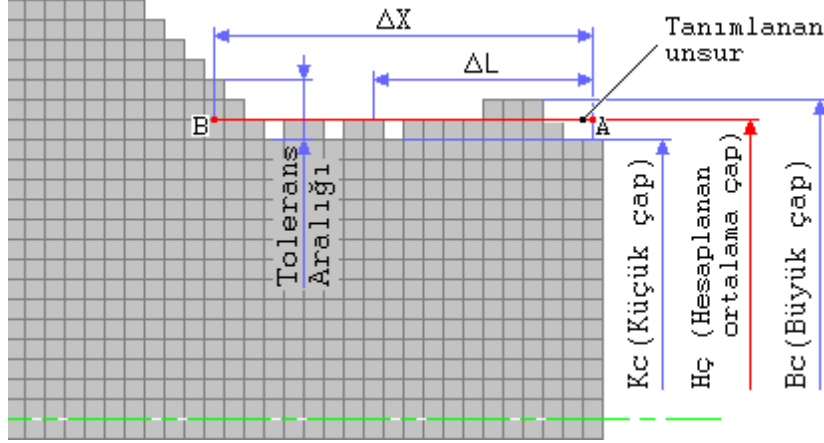


Şekil 7.10. Vida tanımlanması

### 7.2.2. Silindir tanımlama

Silindir tanımlama için yapılan ön tanımlamada, belirli bir aralıktaki ( $\Delta L$ ) sıralı piksel sütunları tek tek incelenir. Yapılan değerlendirmede, piksellerin büyük çap ( $B_c$ ) değeri ile küçük çap ( $K_c$ ) değerleri, kabul edilen tolerans değerleri içerisinde ise silindir olarak kabul edilir (Şekil 7.11). Devamında ise,  $\Delta L$  aralığından sonraki piksel değerleri tolerans değerini aşana kadar silindir tanımlama işlemini sürdürülerek bitiş noktası ( $\Delta X$ ) bulunur. Çap değeri için

sıralı sayısal değerlerinin aritmetik ortalama alınırken başlangıç ve bitiş noktası kademenin başladığı ve bittiği nokta olarak tanımlanır.



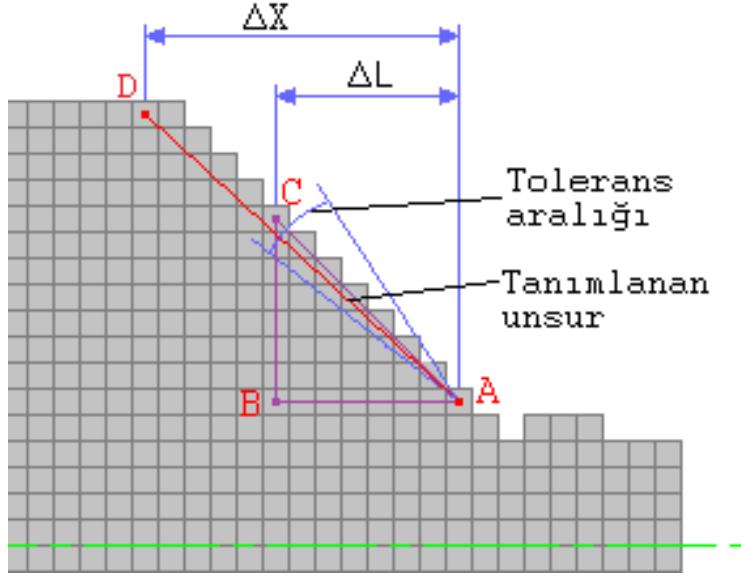
Şekil 7.11. Silindirin tanımlanması

Parça üzerindeki kanal unsurları program tarafından silindir unsur olarak adlandırılmaktadır.

### 7.2.3. Konik tanımlama

Konik unsur için alan metodu kullanılmaktadır. Ön tanımlama, belirli bir piksel aralığında ( $\Delta L$ ) sıralı piksel sütunlarının toplamı tolerans değerleri içerisinde lineer olarak artıyor veya azalıyor ise konik olarak kabul edilir. Belirlenen  $\Delta L$  aralığından sonraki piksel değerleri için de konik tanımlama işlemi, piksel alanı  $\Delta X$ 'e oranı tolerans değerini aşana kadar işlem sürdürülür ve unsur bitiş noktası bulunur.

Şekil 7.12'de görüldüğü gibi  $\Delta L$  aralığında oluşan ABC üçgenin matematiksel alanı ile  $|AB|$  doğrunu üzerinde kalan piksellerin oluşturduğu piksel alanın oranı bir birine eşit veya ön tanımlama toleransı içerisinde ise tanımlanacak unsur konik olarak kabul edilir.



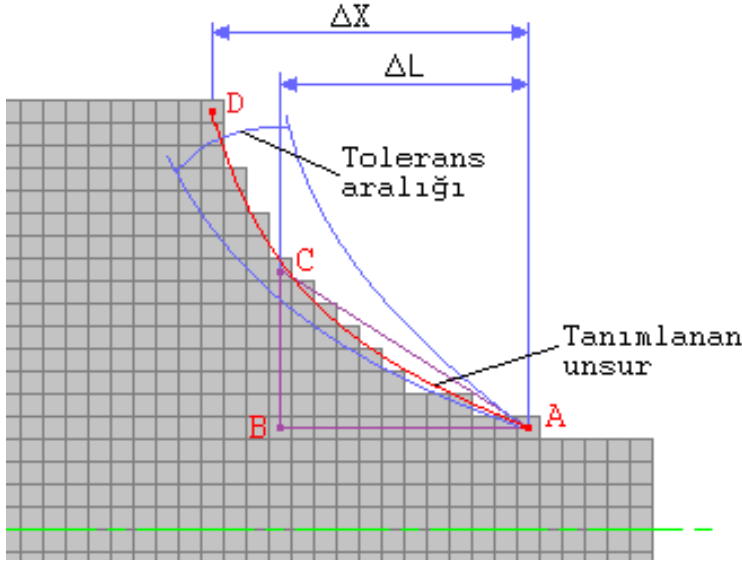
Şekil 7.12. Konik tanımlanması

Kademenin başladığı ve bittiği nokta tanımlanan koniğin başlangıç ve bitiş noktası olarak kabul edilir.

#### 7.2.4. Kavis tanımlama

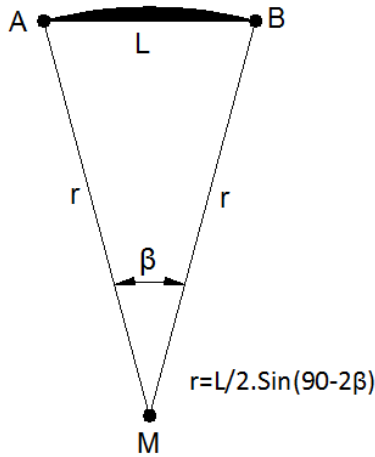
Sıralı piksel sütunları tolerans değerleri içerisinde parabolik olarak artıyor veya azalıyor ise kavis olarak kabul edilir. Ardından, işlem tanımlama tolerans değerini aşana kadar sürdürülerek bitiş noktası bulunur. Başlangıç ve bitiş noktası işlemin başladığı ve bittiği noktasıdır. Yarıçap değeri için ise hesaplanan değer (Şekil 7.14) kullanılır.

Kavis tanımlamada Şekil 7.13'de görüldüğü gibi, belirli bir  $\Delta L$  aralığı içinde oluşan ABC üçgeninin matematiksel alanından,  $|AB|$  doğrusu üzerinde kalan piksellerin toplamı çıkarılır.  $|AC|$  doğrusu ile kavis arasında kalan bölgenin alanı (Şekil 7.14) bulunmuş olur. Bulan alan ile yarıçap hesaplanabilir.



Şekil 7.13. Kavis tanımlanması

Yarıçap hesaplanmasında,  $|AB|$  doğrusu ve üzerindeki alan kullanılmaktadır (Şekil 7.14). yarıçap değeri  $\beta$  açısının  $0^\circ$  dan başlayarak  $180^\circ$  ye kadar yarıçap değeri hesaplanır. Hesaplanan yarıçap değeri ile  $|AC|$  doğru ve yayı arasında kalan değer matematiksel olarak hesaplanır. Ardından, bulunan alanın üstüne çıkılana kadar işlem sürdürülerek yarıçap değeri bulunur.



Şekil 7.14. yarıçapın hesaplanması

Şekil 7.13'de ABC üçgeninin matematiksel alanından  $|AB|$  üzerinde kalan piksel toplamları çıkarıldığında – değer çıkıyor ise A noktasında C noktasına

saat ibresi yönünde yay oluşurken bu değerin + çıkması durumunda A noktasından B noktasına saat ibresi tersi yönünde yay oluşturur ki buda kavisin yönünün bulunmasına yardımcı olur.

Kavisin tam tanımlanması için  $\Delta L$  aralığında bulunan yarıçap değerinin  $\Delta L$  sonrası  $\Delta X$  için hesaplanan yarıçap değerine bölümü tanımlama toleransını aşana kadar tanımlama işlemi sürdürülerek kavisin bitiş noktası bulunur. Böylece yarıçap değeri başlangıç ve bitiş değeri ile kavisin yönü bulunmuş olur.

### 7.2.5. Unsurların boyutlandırılması

Geliştirilen sistem unsur tanımlamada resim üzerindeki piksel bilgilerini kullanılmaktadır. Tanımlanmış unsurların boyut ölçüleri mm değeri kullanıldığından, tanımlamadan sonra elde edilen piksel sayısı mm'ye çevrilmektedir (kamera yüksekliğine göre). Bunun için geliştirilen sistem Şekil 7.15 deki tolerans tablosunda kutu içerisinde belirtilen 1 pikselin milimetre değeri ile çarparak mm değeri bulunur. Yapılan denemelerde 1 pikselin en uygun milimetre değeri içi 0,42 katsayısı bulunmuştur.

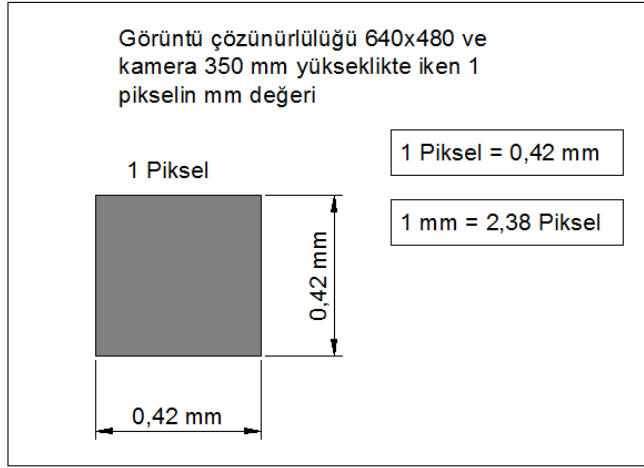
The screenshot shows a software window titled "Tolerans Tablosu" with a close button (X) in the top right corner. The window is divided into several sections for defining tolerances:

- Ön Tanımlama Genişliği (Pre-definition Width):**
  - Vida Ön Tanımlama Genişliği : 20
  - Silindir Ön Tanımlama Genişliği : 13
  - Konik Ön Tanımlama Genişliği : 15
  - Kavis Tanımlama Genişliği : 12
- Silindir ve Vida Tanımlama Toleransı (Cylinder and Thread Definition Tolerance):**
  - Vida Tanımlama Toleransı : 8
  - Silindir Tanımlama Toleransı : 3
- Silindir ve Vida Tanımlama Toleransı (Cylinder and Thread Definition Tolerance):**
  - 1 Pikselin Milimetre Değeri : 0.42 (highlighted with a red box)
- Konik Tanımlama Toleransı (Conical Definition Tolerance):**
  - Konik Ön Tanımlama Toleransı Min : 0,8
  - Konik Ön Tanımlama Toleransı Max : 1,25
  - Konik Tanımlama Toleransı Min : 0,8
  - Konik Tanımlama Toleransı Max : 1,25
  - Konik Tanımlama Yöntemi : Alan
- Kavis Tanımlama Toleransı (Arc Definition Tolerance):**
  - Kavis Tanımlama Toleransı Min : 0,75
  - Kavis Tanımlama Toleransı Max : 1,25
  - Kavis Tanımlama Yöntemi : Alan

At the bottom of the window, there are buttons for "Kaydet" (Save), "Sil" (Delete), "Yenile" (Refresh), and "Tamam" (OK). There are also two dropdown menus for "640x480 Bitmap (UEye)".

Şekil 7.15. Tolerans tablosu (1 pikselin milimetre değeri)

TKNC sisteminde Şekil 7.15’de görüldüğü gibi 1 piksel, 0,42 mm olarak bulunmuştur. 0,42 mm piksel büyüklüğü kameranın aşağıya indirilmesi durumunda resmi oluşturan piksel sayısı artacağı için unsur ölçülerinin hesaplanmasında kullanılan piksel büyüklüğü küçük kalacaktır. Kameranın parçadan uzaklaşması durumunda ise parçayı ifade eden piksel sayı azalacak dolayısı ile geometrik ölçüler için belirlenen katsayı büyük kalacaktır.



Şekil 7.16. Piksel ve mm uzunluk ölçü birimi

Şekil 7.16’da geliştirilen sistemde elde edilen piksel büyüklüğü için bilgiler verilmiştir. Buna göre örnek olarak Şekil 7.17’de verilen unsura yönelik piksel sayısı alınırken 0,42 mm piksel büyüklüğü için;

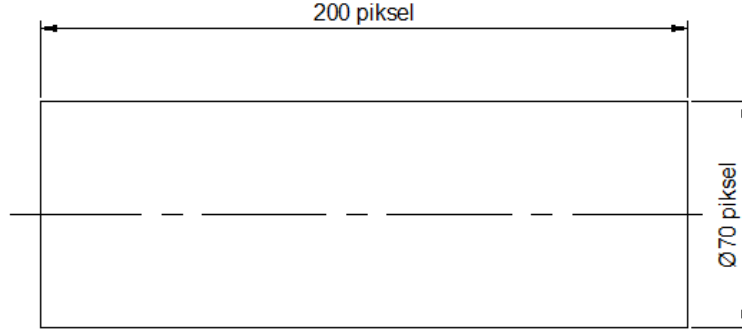
$$\text{Boyu} = 200 \cdot 0,42 = 84 \text{ mm,}$$

$$\text{Çapı} = 70 \cdot 0,42 = 29,4 \text{ mm.}$$

0,6 mm piksel büyüklüğü kullanılması durumunda;

$$\text{Boyu} = 200 \cdot 0,60 = 120 \text{ mm,}$$

$$\text{Çapı} = 70 \cdot 0,60 = 42 \text{ mm olarak bulunacaktır.}$$

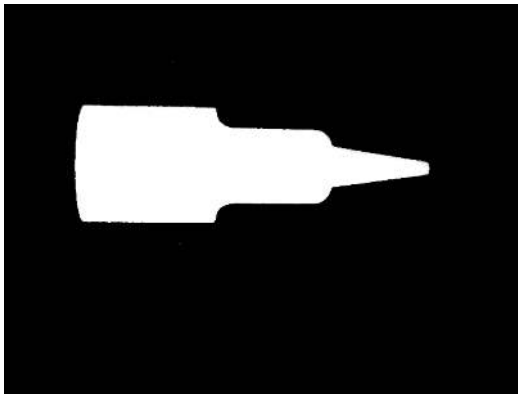


Şekil 7.17. Piksel ölçü sisteminde tanımlanan silindirik unsur

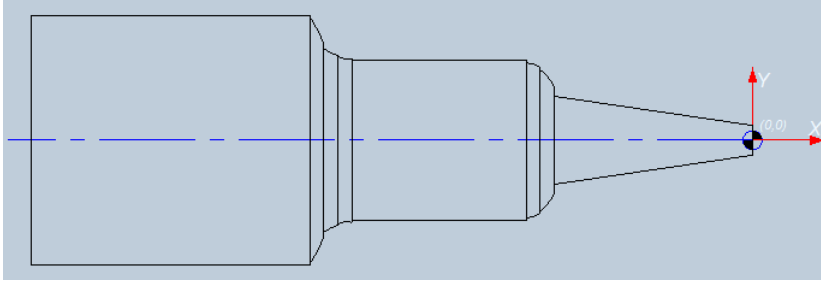
### 7.2.6. Unsurların belirlenmesinde karşılaşılan zorluklar ve kabuller

Bitmap parça görüntüsünü vektörel bir görüntüye kayıpsız olarak dönüştürmek, diğer bir deyişle resim üzerindeki unsurları kayıpsız dönüştürmek mümkün değildir. Bunun en büyük sebebi ise parça geometrisini piksellerle tam olarak ifade etmek mümkün değildir. Şekil 3.12’de görüldüğü gibi bitmap resimde görüntü yaklaştırılınca bozulmalar meydana gelmektedir. Bununla birlikte, görüntü çözünürlüğü artırılması durumunda unsur tanımlaması değişebilmektedir.

Şekil 7.18’de kamera görüntüsü bulunan torna parçası Şekil 7.19’daki gibi tanımlanmıştır. Silindirik ve konik yüzeyler başarılı bir şekilde tanımlanırken, Kavis ve vida tanımlama ise konik ve silindirik tanımlama kadar başarılı değildir. Unsur tanımlamaya yönelik yapılan çalışmalarda karşılaşılan sonuçlar ve uygulanan yöntemler aşağıda anlatılmıştır.



Şekil 7.18.Örnek parça görüntüsü 1



Şekil 7.19.Tanımlanmış parça görüntüsü (silindirik, konik ve kavis unsurlar)

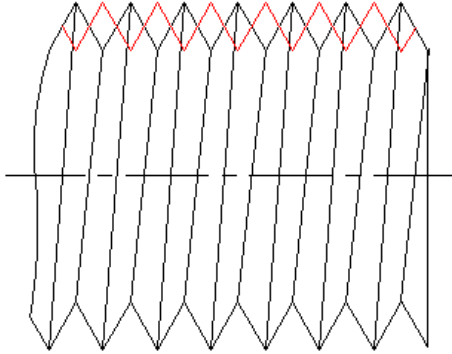
1. Unsur tanımlama aralığı ( $\Delta L$ ) çok küçük verilmesi, unsurun istenilen şekilde tanımlanamamasına sebebiyet verebilir. Tanımlama aralığının çok büyük verilmesi ise, küçük unsurların belirlenmesini zorlaştırarak olumsuz tanımlanmalara sebebiyet verebilmektedir. Unsur tanımlama daha açık bir ifade ile unsur tanımlama tolerans değerinin küçük verilmesi, bir unsuru birden fazla şekilde tanımlarken, bu değer büyük verilmesi de tanımlama yapılacak unsurun tanımlanamamasına neden olabilmektedir.

Geliştirilen TKNC sisteminde, silindir ve konik verimli olarak tanımlanabilmektedir. Silindir tanımlama için belirlenen ön tanımlama aralığı ( $\Delta L$ ) 0,3 mega piksel görüntülerde 8 ile 12 piksel aralığı ideal iken, 3 mega piksel görüntülerde ise 12 ile 16 piksel olumlu sonuç vermektedir. Unsur tanımlama toleransı değerleri ise 0,3 mega piksel görüntü için 2-3 piksel, 3 mega piksel görüntü için 3-4 piksel ideal sonuçlar vermektedir. Konik tanımlama için tanımlama aralığı ( $\Delta L$ ) 0,3 mega piksel görüntülerde 10 ile 14 piksel değeri ideal iken, 3 mega piksel görüntülerde 14 ile 20 piksel olumlu sonuç vermektedir. Tanımlama toleransı değerleri ise 0,3 mega piksel görüntü için alan oranları 0,80~1,2 değer aralığı, 3 mega piksel görüntü için 0,85~1,15 değer aralığı ideal sonuçlar vermektedir.

Kavis tanımlamada konik ve silindir kadar olumlu sonuç alınamamıştır. Bunun sebebi ise  $\Delta L$  aralığı ile  $\Delta X$  aralığı için hesaplanan yarıçap değerleri oranı tolerans değerleri dışına çıkarak birden fazla unsur tanımlama şeklinde

olmaktadır. Bu tanımlama sorunu parça üzerinde bulunan kavislerin daha net ve yüksek çözünürlüklü (megapikselli) kamera görüntüleri ile daha olumlu sonuçlar elde edilebilir.

Vida tanımlamada büyük çap ile küçük çapın belirli bir frekansta dalgalanması gerekmektedir, Şekil 7.20'de eksen altında kalan maksimum değer eksen üstünde kalan minimum değer hizasına gelmekte buda şekil üzerinde eksen altında oluşan zikzak eksen üzerine aynalanarak farklı renkli çizgi ile belirtilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi çapı oluşturan piksel sütunları arasındaki fark yarı yarıya azalmış ve dalgalanma iki katına çıkmıştır buda vida tanımlamayı zorlaştırmaktadır. TKNC, küçük adımlı vidaların tanımlamayı silindir olarak kabul etmektedir. Bu sorunun giderilmesi için tanımlanacak unsuru daha fazla sayıda pikselle ifade edilmesi, bunun içinde daha yüksek çözünürlüğe sahip kamera kullanılmalıdır.

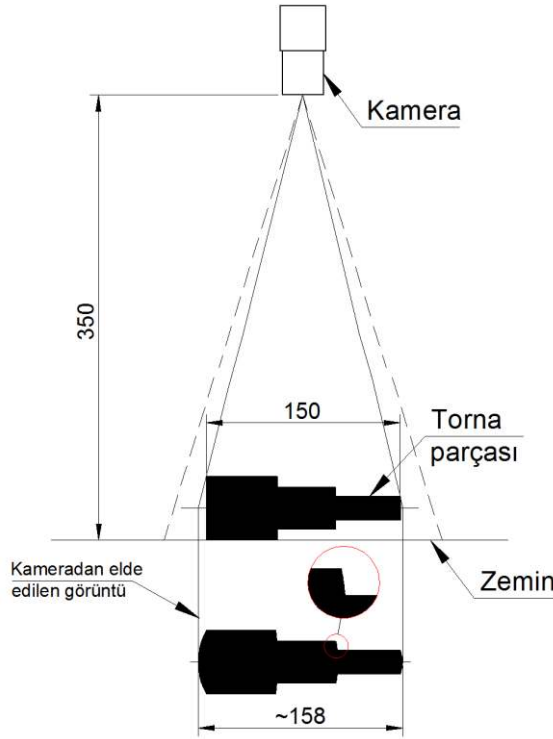


Şekil 7.20. Vida tanımlamayı zorlaştıran görüntü kaybı

Unsur tanımlama işlemi için alınan piksel tolerans değerleri, deneme ve yanılma ile elde edilmiştir.

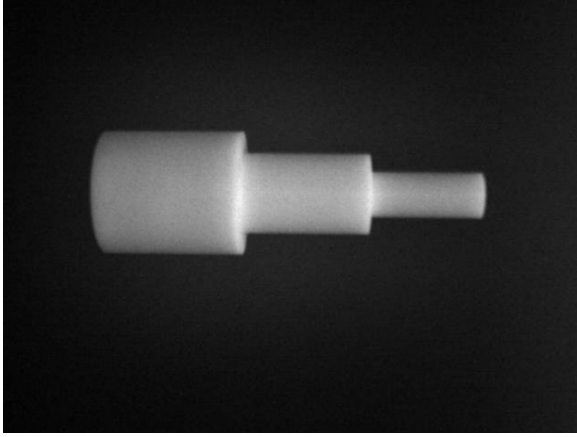
2. Unsur tanımlamada meydana gelen olumsuzluklardan biriside parçanın bir düzlem üzerinde yer almasına rağmen kamera ile tek bir odak noktasından görüntü alınması ve parçanın da silindirik olması nedeni ile kameradan alınan parça görüntüsü olması gerekenden farklı bir görüntüye sahiptir. Şekil

7.21’de görüldüğü gibi parçanın başlangıç ve bitiş kısmı düz olmasına rağmen bombeler oluşmakta aynı zamanda parçanın boyu olması gerekenden (150 piksel) fazla uzun (158 piksel) olmaktadır. Sert kademe geçişlerinde de aynı sorunlar meydana gelmektedir. Oluşan bu problemler Uye kameradan alınan 640x480 edatında görüntüde baş ve sondan 7 piksel silinirken kademe geçişlerinde de 3 piksel atlatılarak problem kısmen çözümlenmiştir.

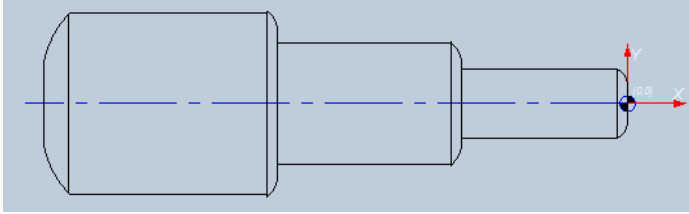


Şekil 7.21. Görüntü almada kamera ve parçadan kaynaklanan olumsuzluklar

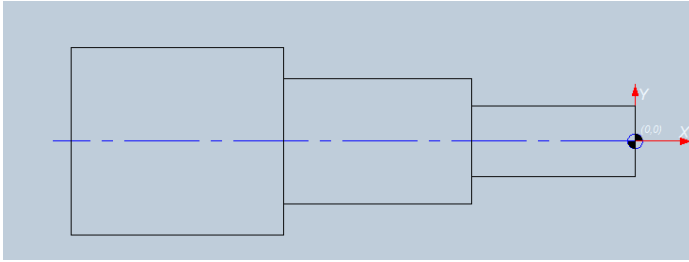
Şekil 7.22’da gösterilen torna parçası kamera görüntüsü olduğu gibi işlendiğinde Şekil 7.23’deki gibi tanımlanırken, baş ve son kısmında 7 kademe geçişlerinde de 3 piksel çıkarıldığında Şekil 7.24’deki gibi istenilen şekilde tanımlama yapılmıştır.



Şekil 7.22. Örnek parça görüntüsü 2

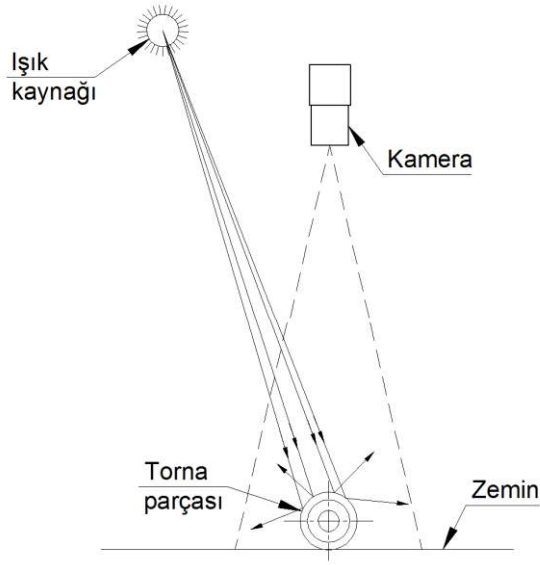


Şekil 7.23. Tanımlanmış parça görüntüsü (görüntü düzeltilmeden yapılan uygulama)



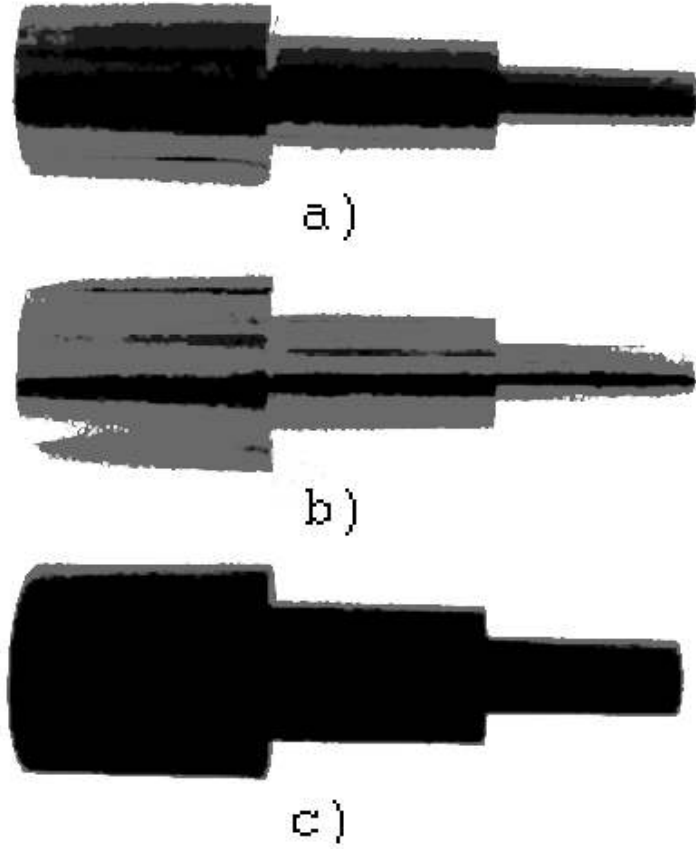
Şekil 7.24. Tanımlanmış parça görüntüsü (görüntü düzeltildikten sonra yapılan uygulama)

3. Görüntü almada bir başka olumsuzlukta parça yüzeyinin silindirik olmasından dolayı ışık kaynağından yayılan ışınların parça yüzeyine farklı açılarda çarparak yansmasıdır (Şekil 7.25). Bu sebepten dolayı şekil ile zeminin birbirinden ayrıştırması zorlaşmaktadır aynı zamanda parça sınır kenarlarında girinti ve çıkıntılar artmaktadır.



Şekil 7.25. Görüntü almada ışık kaynağı ve parçadan kaynaklanan olumsuzluklar

Uygulamada çelik, alüminyum ve polyemit olmak üzere üç farklı malzeme türü kullanılmıştır (Şekil 7.26). Çelik malzemelerin ışık yansımalarından (Şekil 7.26) dolayı kamera görüntüleri istenilen şekilde alınamamıştır. Alüminyum malzemelerde de benzer olumsuz sonuçlar alınmıştır. Bu sebepten dolayı parçalar beyaza boyanarak meydana gelen bu olumsuzluk giderilmeye çalışılmıştır.



Şekil 7.26.Farklı türde malzemelerin görüntülenmesi. a) Alüminyum, b) Çelik, c) Polyemit.

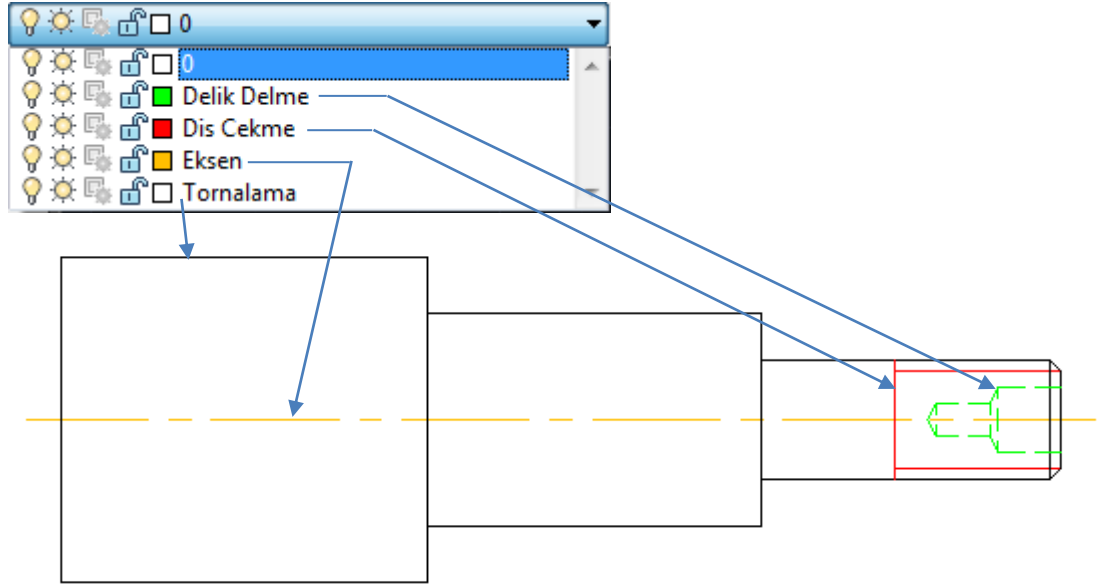
#### 7.2.7. CAD uygulamaları

Uye Kamera ile alınan BMP resimler üzerinde yapılan, unsur tanımlamada meydana gelen olumsuzluklar için TKNC sistemine parça geometrisi düzeltme modülü eklenmiştir. Basit bir CAD ortamına benzer olan bu modülde, unsur düzenleme, ekleme ve silme işlemleri ile parça geometrisi üzerinde istenilen şekilde dönüşüm sağlanmaktadır. Bu modül TKNC programının tanıtıldığı bölümde (8. bölüm) anlatıldığından burada verilmemiştir.

### 7.2.8. Geometrik bilgilerinin DXF formatına dönüştürülmesi

TKNC programı, BMP resimlerin yorumlanması ile elde edilen parça geometrik bilgileri (unsurları) DXF formatına doğru (line) ve yay (arc) nesnesi olarak dönüştürülebilmektedir.

TKNC Programında tanımlanan ve eklenen unsurlar, DXF veri formatına dönüştürülmesinde DXF 2010 versiyonu kullanılmaktadır. Dönüşüm sırasında, unsurların AutoCAD ortamında Şekil 7.27'de örnek olarak verilen katmanlarla ifade edilmektedir.



Şekil 7.27. AutoCAD DXF 2010 formatı içinde kayıtlı katmanlar

Unsur bilgilerinin DXF formatına dönüştürülmesinde kaydedilecek nesne sayısı heksadesimal olarak bazı bölümlerin içerisinde belirtilmesi gerekmektedir. Nesne sayısının belirtilmesine dikkat edilmeli aksi takdirde program dosyayı açmayıp hata vermektedir.

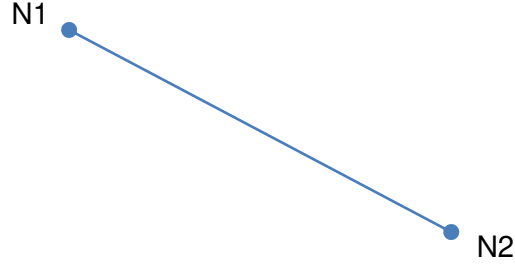
DXF formatına dönüştürürken kaydedilecek nesne sayısı heksadesimal olarak bazı bölümlerin içerisinde belirtilmesi gerekmektedir. Nesne sayısı belirtilmesine dikkat edilmeli yoksa program dosyayı açmayıp hata verebilir.

Nesne sayısına yönelik olarak DXF formatı içerisinde kodlanması gereken bölümler aşağıda verilmiştir.

|                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 0                                 | X-Ray                            |
| SECTION                           | 350                              |
| 2                                 | 1F1                              |
| HEADER                            | 0                                |
| 9                                 | XRECORD                          |
| ...                               | 5                                |
| \$HANDSEED                        | 278 (Nesne sayısının bir eksiği) |
| 5                                 | 102                              |
| 27A (Nesne sayısının bir fazlası) | ...                              |
| 9                                 | ACAD_ROUNDTRIP_2008_TABLESTYL    |
| ...                               | E_CELLSTYLEMAP                   |
| OBJECTS                           | 360                              |
| 0                                 | 277 (Nesne sayısının iki eksiği) |
| DICTIONARY                        | 0                                |
| 5                                 | ...                              |
| C                                 | CELLSTYLEMAP                     |
| 330                               | 5                                |
| ...                               | 25A (Nesne sayısının iki eksiği) |
| ACDB_RECOMPOSE_DATA               | 102                              |
| 350                               | ...                              |
| 278 (Nesne sayısının bir eksiği)  | CELLSTYLE_END                    |
| 3                                 | 0                                |
| ...                               | ENDSEC                           |
| ...                               | 0                                |
| ...                               | EOF                              |

KNC programının geliştirilmesinde kullanılan Visual Basic Net'in resim işleme yöntemi ile elde edilen nesne bilgilerinin (line, arc vb.) ifade edilme şekli ile DXF formatındaki tanımlamaların birbirine uyarlanması gerekmektedir. Unsurları meydana getiren bu uyarlamalar, genelde aynı olup bazı nesneler için gerek olup doğru nesnesi (Line) Visual Basic Net ve AutoCAD

programlarında benzer yapıda Şekil 7.28'deki gibi, başlangıç noktası (N1) ve bitiş noktası (N2) bulunmaktadır.



Şekil 7.28. Basic Net ve AutoCAD programında doğrunun ifade edilişi

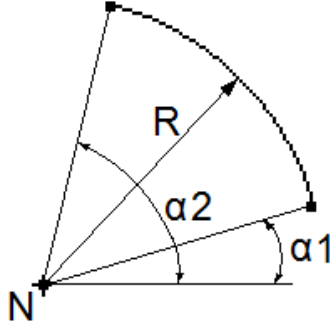
Visual Basic Net programında doğru için aşağıdaki komut kalıbı kullanılır.

```
e.Graphics.DrawLine (NewPen(Color.Black, 1), (CSng(Nokta1_X),
CSng(Nokta1_Y), CSng(Nokta2_X), CSng(Nokta2_Y))
```

AutoCAD DXF formatı doğru için aşağıdaki komut kalıbı kullanılır.

|            |      |
|------------|------|
| LINE       | 5    |
| 5          | 20   |
| 23D        | 0    |
| 330        | 30   |
| 1F         | 0.0  |
| 100        | 11   |
| AcDbEntity | -205 |
| 8          | 21   |
| Eksen      | 0    |
| 100        | 31   |
| AcDbLine   | 0.0  |
| 10         | 0    |

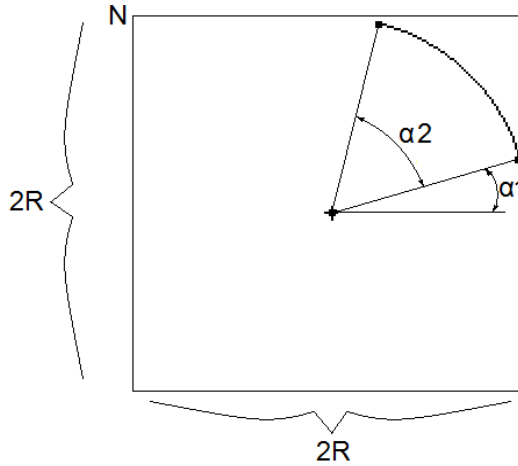
Visual Basic Net ve AutoCAD programlarında yay farklı yapıdadır bu sebeple dönüşümü yapılır. AutoCAD programında yay Şekil 7.29'daki gibi merkez noktası (N), yay yarıçapı (R), yayın başlangıç noktasının merkez noktasına olan açısı ve bitiş noktasının merkez noktasına olan açısı belirtilir.



Şekil 7.29. Yay'ın ifade edilişi (AutoCAD)

Visual Basic Net de yay Şekil 7.30'deki gibi dikdörtgen kalıp içerisinde belirtilir. Yayı oluşturmak için dikdörtgen başlangıç noktası (N), dikdörtgenin en ile boyu yarıçapın iki katı( $2R$ ), yayın başlangıç noktasının merkez noktasına olan açısı ve yayın genişlik açısı belirtilir. Visual Basic Net programında yay için aşağıdaki komut kalıbı kullanılır.

```
e.Graphics.DrawArc(NewPen(Color.Black, 1), CSng(M_x - Abs(Radüs)),
CSng(M_y - Abs(Radüs)), CSng(Abs(Radüs) * 2), CSng(Abs(Radüs) * 2),
CSng(Teta), CSng(Alfa))
```



Şekil 7.30. Yay'ın ifade edilişi (Visual Basic Net)

AutoCAD DXF formatı yay için aşağıdaki komut kalıbı kullanılır.

|     |    |
|-----|----|
| ARC | 20 |
| 5   | 18 |
| 23F | 30 |

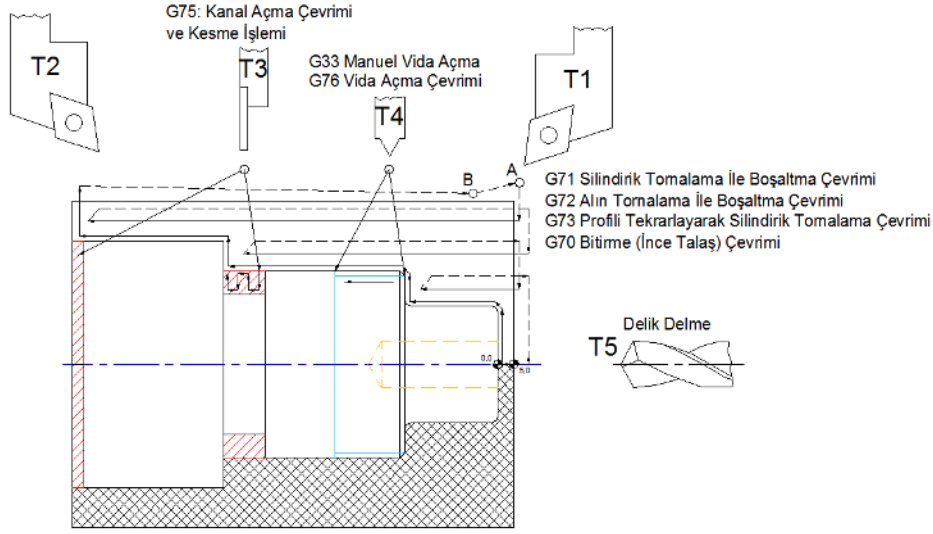
|            |         |
|------------|---------|
| 330        | 0.0     |
| 1F         | 40      |
| 100        | 2       |
| AcDbEntity | 100     |
| 8          | AcDbArc |
| Tornalama  | 50      |
| 100        | -7.1    |
| AcDbCircle | 51      |
| 10         | 90      |
| -2         | 0       |

### 7.3. CNC Programlama

TKNC sisteminde bulunan unsurlar için, CNC bölümünde;

- Genel tornalama,
- dış çekme,
- delik delme,
- Kesme ve kanal açma.

Şeklinde işleme operasyonlar gruplandırılmaktadır (Şekil 7.31). TKNC, torna parçasının kademelerini sıralı bloklar şeklinde tanımlar. Kademe bloklarına kanal ve dış açma bilgisi eklendiği gibi işlem tiplerine bağlı olarak takım ve çevrim bilgisi de eklenebilmektedir. TKNC sistemi alt yapısında CNC kodu üretmek için tüm bilgiler hazır durumda tutulmaktadır. Dolayısı ile bu bilgiler istenildiği anda sistematik olarak CNC koduna çevrilmektedir.



Şekil 7.31. Kademelerin işlenmesi

TKNC programında CNC parça programının oluşturulmasında iki farklı yöntem kullanılmaktadır. İlki, iş parçasının ham parçadan (kütük) çevrim kodları ile işlenmesi, ikincisi ise iş parçasının yarı mamul bir parçadan işlenmesidir. İş parçaları üzerindeki unsurların işlenmesinde bir sıra takip edilmektedir; kanal açma, diş çekme, delik delme ve son olarak da kesme işlemleri sırası ile yapılır.

Geometrik bilgileri bilinen iş parçanın CNC kodlarının türetilmesi için kesici takım ve kesme parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Geliştirilen sistemde Access veri tabanı kullanılarak kesici takım ve malzeme kütüphaneleri oluşturulmuştur. Takım kütüphanesinden herhangi bir takım kolaylıkla belirlenebilmektedir. Takımların seçilmesinden sonra uygun kesme parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Uygun kesme parametrelerinin belirlenebilmesi için işlenecek olan iş parçasının malzemesinin bilinmesi gerekmektedir. Bunun için sisteme bir malzeme kütüphanesi de eklenmiştir. Böylelikle de, seçilecek olan bir kesici takım ve iş parçası malzemesi için sistem tarafından otomatik olarak en uygun kesme parametrelerinin önerilmesi sağlanmıştır. Geliştirilen sistem içerisinde malzeme kütüphanesi bulunan malzeme gurupları aşağıda sıralanmıştır.

- Çelikler,
- Paslanmaz çelikler,
- Dökme demirler,
- Demir içermeyen metaller,
- Isıl dirençli süper alaşımlar,
- Sertleştirilmiş malzemeler.

Verilen malzeme grupları için sisteme aşağıda verilen standartlar eklenmiştir.

- DIN EN (Avrupa),
- BS (İngiltere),
- SS (İsveç),
- AISI/SAE/ASTM (ABD),
- UNI (İtalya),
- UNE (İspanya),
- JIS (Japonya).

Takım kütüphanesi:

- Genel tornalama,
- Diş çekme,
- Delik delme,
- Kanal açma ve kesme.

Takımlarından oluşmaktadır.

İş parçası malzemesi belirlendikten sonra takım kütüphanesinden kolaylıkla bir kesici takım seçilerek takım için kesme parametreleri belirlenebilmektedir. Takım parametreleri iş parçası malzemesi ve takım malzemesine göre etkileşimli olarak değişir.

Bu sistemde iş parçası üzerinde sıralanmış olan imalat işlemlerinin uygulanabilmesi için işleme uygun takımın, CNC tezgâhının takım magazinine bağlanması gerekmektedir. TKNC sisteminde unsurları işlemek için uygun takım tiplerinin seçilerek sıralaması yapılabilmektedir.

Geliştirilen sistemde CNC parça programları oluşturulurken, temel parça işleme kodları dışında kalan, işlemeye başlangıç ve bitirilmesine yönelik yardımcı kodlarda kullanılmaktadır (Çizelge 7.2).

Çizelge 7.2. Başlangıç ve bitiş kodları

| Sıra | Kod | Açılama                       |
|------|-----|-------------------------------|
| N5   | G21 | Metrik ölçü sistemi           |
| N10  | G54 | İş parçası referans noktası   |
|      | ... |                               |
| N290 | M05 | Fener milini durdurulur       |
| N295 | M30 | Program bitirir ve başa döner |

İşlemeye başlangıç kodlarından sonra, tornalama işlemi için gerekli takım (T0101), devir sayısı (S), kesicinin parçaya dalma koordinatları gibi hazırlıklar için oluşturulacak olan gerekli tüm bilgiler, CNC programların başlangıcında tekrarlanır (Çizelge 7.3).

Çizelge 7.3. Takım seçimi işlem kodları

| Sıra | Kod             | Açılama                                                      |
|------|-----------------|--------------------------------------------------------------|
| N14  | M09             | Soğutma suyunu kapat                                         |
| N15  | T0101           | Takım seçimi                                                 |
| N20  | G00 X80.0 Z10.0 | Hızlı olarak park noktasına gönderme                         |
| N21  | M08             | Soğutma suyunu açar                                          |
| N25  | S1500 M03       | Fener milini saat ibresi yönünde 1500 dev/dak hızla döndürme |

CNC parça programlarında parçanın işlenmesinde kullanılan kesici hareketlerinin oluşturulmasında, işlenecek olan iş parçasının yarı mamul ve ham (kütük) olması program satırlarını değiştirmektedir. Yarı mamul bir parçanın işlenmesine yönelik olarak kesici hareket bilgileri için iş parçasının geometrisi sağ baştan başlayarak tüm kademelerin başlangıcındaki ve

bitişindeki noktaları (N50 ve N95 sıra numaralı satırlar arası) sıralı olarak kesme hızında işlenir. Yalnız ham parça işlenmesi durumunda ise öncelikle çevrim kodları tanımlanır (N35, N40, N45 ve N120). Sonrasında kesici hareketleri için parça geometrisi, baştan başlayarak tanımlanır (yarı mamulde olduğu gibi) (Çizelge 7.4).

Çizelge 7.4. Genel tornalama kodları

| Sıra | Kod                         | Açılama                                                                                                                  |
|------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N35  | G00 X110.0 Z5.0             | Çevrim başlama noktası                                                                                                   |
| N40  | G71 U4.8 R1.0               | Her pasoda 2.4 mm (Ø4.8 mm) talaş alınacak ve geri çıkma mesafesi 1 mm                                                   |
| N45  | G71 P50 Q95 U1.0 W0.5 F0.15 | Bitmiş profil başlangıç satır numarası 50, son satır numarası 95; X ve Z de ince talaş payı 0,5 mm, ilerleme 0,15 mm/dev |
| N50  | G00 X36.0 Z5.0              | İşleme başlama noktası                                                                                                   |
| N55  | G01 Z0.0                    | Yavaş ilerleme ile ilk kademenin başlangıç noktasına yanaşır                                                             |
| N60  | G03 X40.0 Z-2.0 R2.0        | R2 kavis tornalama                                                                                                       |
| N65  | G01 Z-47.0                  | 40 mm silindirik tornalama                                                                                               |
| N70  | G02 X46.0 Z-50.0 R3.0       | R3 kavis tornalama                                                                                                       |
| N75  | G01 X54.0                   | X54 çapa çıkma                                                                                                           |
|      | ...                         |                                                                                                                          |
| N120 | G70 P50 Q95                 | İnce talaş çevrimi                                                                                                       |

İş parçasının dış çapı tornalandıktan sonra sırası ile kanallar işlenir. Kanal açmanın ikinci öncelikte olmasının sebebi, dış çekme işlemi öncesi dış açılacak kademenin sonunda kanalların olmasıdır. Kanal tornalama için kanal açma işleminde kanal genişliği kullanılacak olan kesicinin genişliğinden büyük olması durumunda G75 çevrimi kullanılmaktadır (Çizelge 7.5). Kanal açma işleminde ilk olarak kesici çevrimin başlayacağı park konumuna getirilir (N140, N145 ve N150 sıra numaralı satırlar). Devamında kanalın bitiş noktası değerlerinin de bulunduğu kanal çevrim işlemi yapılır (N155 ve N160 sıra numaralı satırlar). Son olarak da takım park konumuna yanaşır. (N165 ve N170 sıra numaralı satırlar). Kanal genişliği kalem genişliğiyle aynı ise çevrim kullanılmaya gereksinim olmadan doğrudan işlenir. Bu işlemler için önce kesici kanal hizasına getirilir, sonrasında kesici dalma hareketi yapar.

Çizelge 7.5. Kanal tornalama çevrim kodları

| Sıra | Kod                                   | Açılama                                                       |
|------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| N140 | G00 X106.0                            | Parçanın çapından uzaklaşma                                   |
| N145 | G00 Z-113.0                           | Çevrim başlangıç noktası hizasına yanaşma                     |
| N150 | G00 X65.0                             | Çevrim başlangıç noktası çapa yanaşma                         |
| N155 | G75 R1.0                              | 15 mm boyunda 5 mm (çap da 10mm) derinliğinde kanal tornalama |
| N160 | G75 X50.0 Z-125.0 P3.0 Q1.0 R0.2 F0,1 |                                                               |
| N165 | G00 X106.0                            | Parçadan uzaklaşma                                            |
| N170 | G00 X80.0 Z50.0                       | Hızlı olarak park noktasına gönderme                          |

Diş çekme işleminde paso sayısı birden fazla ise G76 diş açma çevrimi kullanılır (Çizelge 7.6). G76 diş çekme çevriminde diğer çevrimler gibi tanımlanmaktadır. Kesicinin çevrim başlangıç noktasına gelmesi (N190, N195 ve N200), parametrelerin tanımlanması (N200 ve N205) ve takımın park konumuna çekilmesi (N215 ve N220 sıra numaralı satırlar).

Çizelge 7.6. Diş çekme çevrim kodları

| Sıra | Kod                             | Açılama                                 |
|------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| N190 | G00 Z-45.0                      | Çevrim başlama noktası hizasına yanaşma |
| N195 | G00 X65.0                       | Çevrim başlama noktası çapa yanaşma     |
| N200 | G76 P120360 Q0.1 R0.2           | 12 pasoda adımı 3 boyu 25mm diş çekme   |
| N205 | G76 X55.0 Z-75.0 P2.5 Q0.5 F3.0 |                                         |
| N210 | G00 X106.0                      | Geri çıkma                              |
| N215 | G00 X80.0 Z50.0                 | Hızlı olarak park noktasına gönderme    |

Diş çekme işlemi bir pasoda gerçekleştirilecekse G33 manuel diş çekme çevrimi kullanılır (Çizelge 7.7).

Çizelge 7.7. Diş çekme kodları

| Sıra | Kod             | Açılama                                           |
|------|-----------------|---------------------------------------------------|
| N191 | G00 Z-48.0      | Diş çekme başlama noktasının 2mm gerisine yanaşma |
| N196 | G00 X55.0       | Diş dibine yanaşma                                |
| N201 | G33 Z-75.0 F3.0 | Adımı 3 boyu 25mm diş çekme                       |
| N206 | G00 X106.0      | Geri çıkma                                        |
| N211 | G00 X80.0 Z50.0 | Hızlı olarak park noktasına gönderme              |

Delik delme işlemi için takım parçanın ekseninde başlangıç noktasına yanaşır, yavaş ilerleme ile delik boyunca ilerler ve geri çıkarak takım park konumuna yanaşır (Çizelge 7.8).

Çizelge 7.8. Delme işlemi kodları

| Sıra | Kod             | Açılama                              |
|------|-----------------|--------------------------------------|
| N235 | G00 X0.0 Z3.0   | Parça eksenine yanaşma               |
| N240 | G01 Z-25.0      | 25 mm boyunda delik delme            |
| N245 | G00 Z3.0        | Geri çıkma                           |
| N250 | G00 X80.0 Z50.0 | Hızlı olarak park noktasına gönderme |

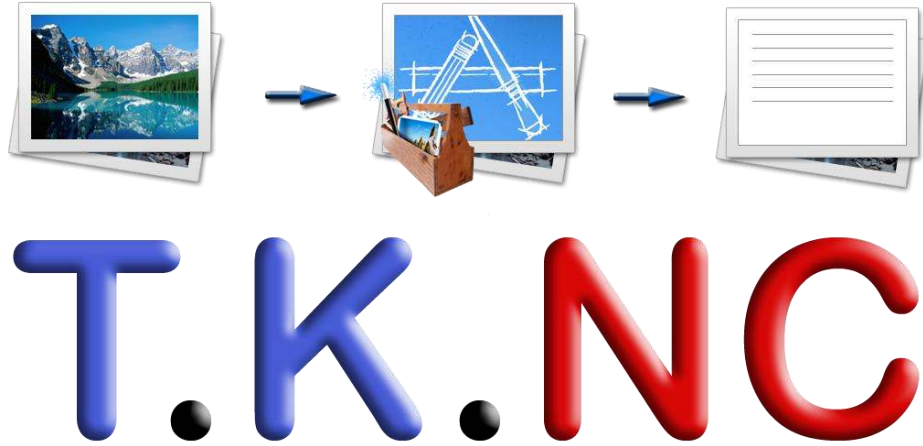
Parça işlendikten sonra kesilmek istenirse kesme takımı parçanın sonuna yanaşarak çap sıfır noktasına yavaş ilerleme ile gelir ve geri çekilerek park konumuna yanaşır (Çizelge 7.9).

Çizelge 7.9. Kesme işlemi kodları

| Sıra | Kod               | Açılama                              |
|------|-------------------|--------------------------------------|
| N270 | G00 X103.0 Z203.0 | Başlama noktası                      |
| N275 | G01 X0.0          | Kesme hizasına yanaşma               |
| N280 | G00 X103.0        | Geri çıkma                           |
| N285 | G00 X80.0 Z50.0   | Hızlı olarak park noktasına gönderme |

## 8. GELİŞTİRİLEN PROGRAMIN TANITILMASI VE KULLANIMI

Geliştirilen programının açılış sayfası ve logosu Şekil 8.1’de verilmiştir.

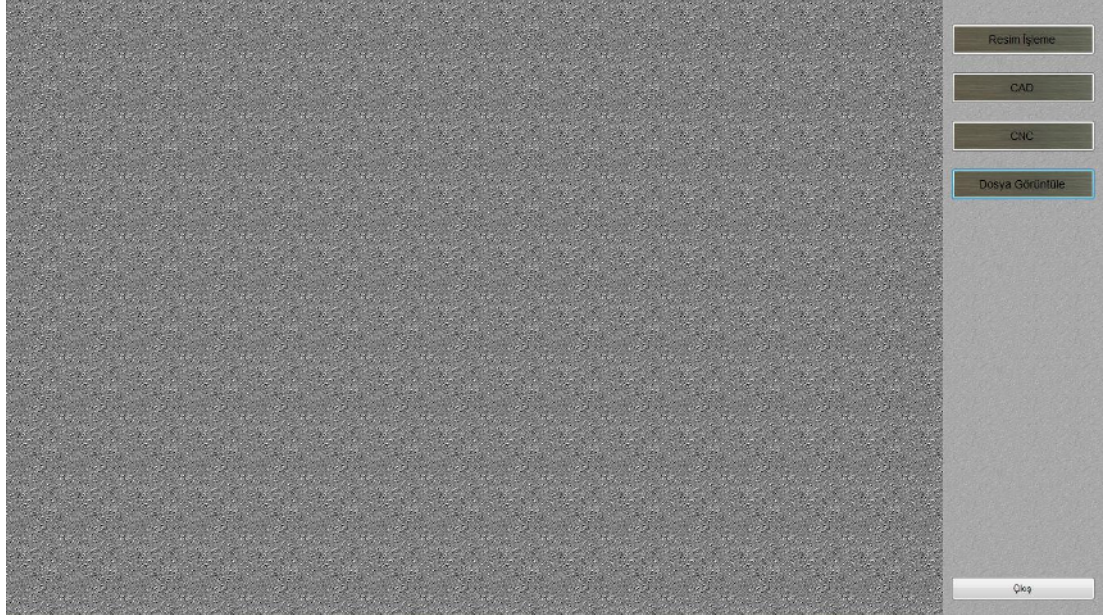


Şekil 8.1. Programın açılış görünümü ve logosu

TKNC programı, BMP görüntüsü alınan iş parçalarına yönelik otomatik CNC kodlarını üretmektedir. Program, farklı bit derinliklerinde 640x480 boyutlarındaki BMP formatında resimleri kamera ile alabildiği gibi dosyadan açma yöntemi ile de kayıtlı bulunan farklı format (JPEG, DXF), bit derinliğindeki ve boyutlardaki resimleri de açabilmektedir. Fakat, daha büyük boyutlardaki resimlerin yorumlanabilmesinde farklı tolerans değerleri kullanmak gerekmektedir. Geliştirilen TKNC sistemin de oluşturulan tolerans tablosu sayfasından (Şekil 8.14) değiştirilerek kullanılabilir. TKNC programı dört aşamadan oluşmaktadır (Şekil 8.2).

1. Resim işleme,
2. CAD,
3. CNC,
4. Dosya Görüntüleme.

Bölümlerin başlıkları bölüm giriş butonları Şekil 8.3'te daha net olarak verilmiştir.



Şekil 8.2. Geliştirilen programın kontrol paneli

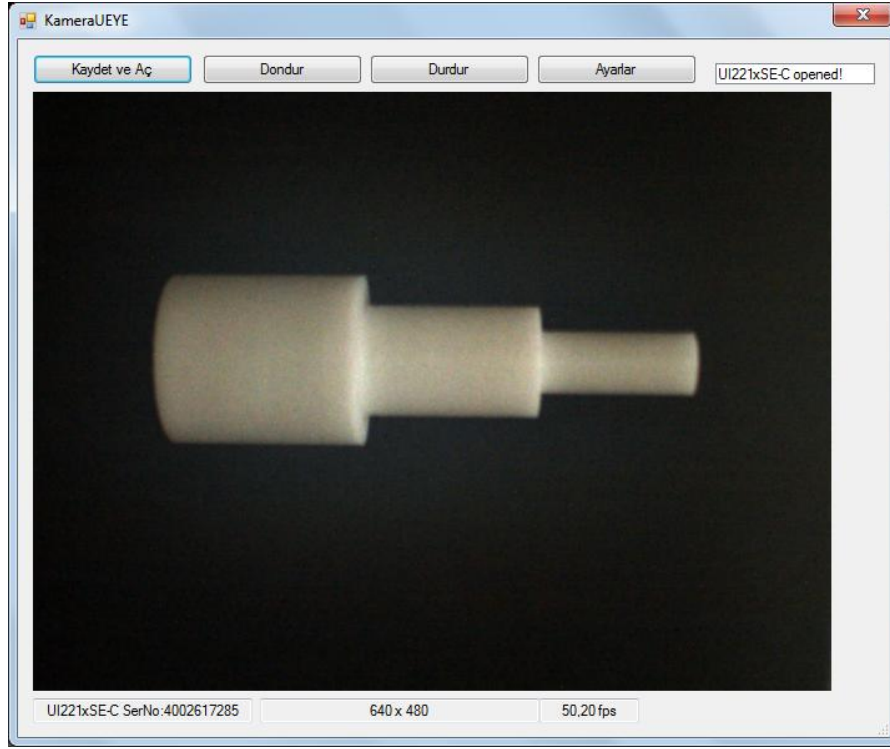


Şekil 8.3. Bölüm giriş butonları

### 8.1. Resim İşleme

Programın bu bölümünde resmin işlenmesi, şekil-zemin olarak iki guruba ayrılarak şekil olarak belirlenen pikseller yataydaki her piksel dikey olarak taranarak sayısal veriye dönüştürülür.





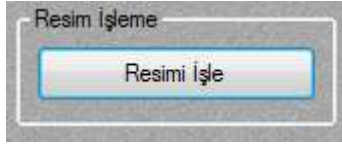
Şekil 8.6. Kameradan görüntü almak için kullanılan form sayfası

Dosya butonuna (Şekil 8.5) basıldığında ise karşımıza dosya açma diyalog penceresi (Şekil 8.7) gelir. Bu pencereden bilgisayar içinde istenilen bir resim seçilerek “Kaydet ve Aç” butonuna basılarak görüntü alınır.



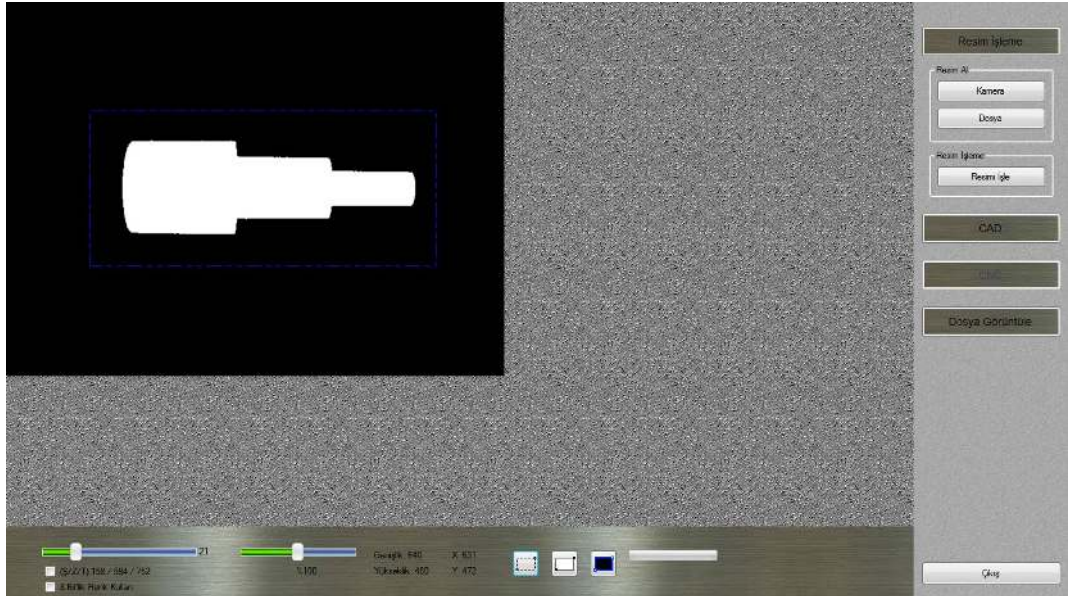
Şekil 8.7. Dosya açma diyalog penceresi

Kamera veya dosyadan resim açıldıktan sonra, sistem taraşından otomatik olarak resimdeki renk sayısı belirlenir. Sistem eklenen renk ayracı (Şekil 8.11) ile renkler şekil ve zemin olarak iki guruba ayrılır. Belirlenen bu iki grup, “Resmi İşle” butonuna (Şekil 8.8) basılarak resim işlenir. Resim üzerinde şekil ve zeminden oluşan görüntü oluşturulur. Beyaz renk şekli ifade ederken siyah renk zemini ifade eder.



Şekil 8.8. Resmi işle butonu

Yeni oluşturulmuş görüntüde (Şekil 8.9) parça belirgin değilse renk gurubu değiştirilerek resim yeniden işlenir ve şekillin zeminden tamamen ayrılması sağlanır. Bu işlem ile aynı zamanda BMP resmin vektör tabanlı resme çevrilmesi işleminde kullanılacak olan sıralı sayısal verilerden oluşur.



Şekil 8.9. Resmin işlenmiş görünümü

Resim uygun parametre ile işlendiğinde şekil ile zemin birbirinden ayrılır (Şekil 8.9). Görüntüde hata var ise alt panelde (Şekil 8.10) bulunan yardımcı

butonlar (Şekil 8.12) vasıtası ile görüntü düzeltilir. Kesikli çizginin bulunduğu buton tarama alanını seçerken diğer iki butondan siyah olan seçilen alanı siyaha (zemin) boyarken beyaz olan beyaza(şekil) boyar.



Şekil 8.10. Alt panel



Şekil 8.11. Renk ayarları



Şekil 8.12. Yardımcı butonlar

Alt panelde saydıklarımızdan başka resmin büyültüp küçültmeye yarayan ölçek (Şekil 8.13) bulunur. Son olarak da resim ebadını ve fare imleç konumunu gösteren etiketler bulunmaktadır.



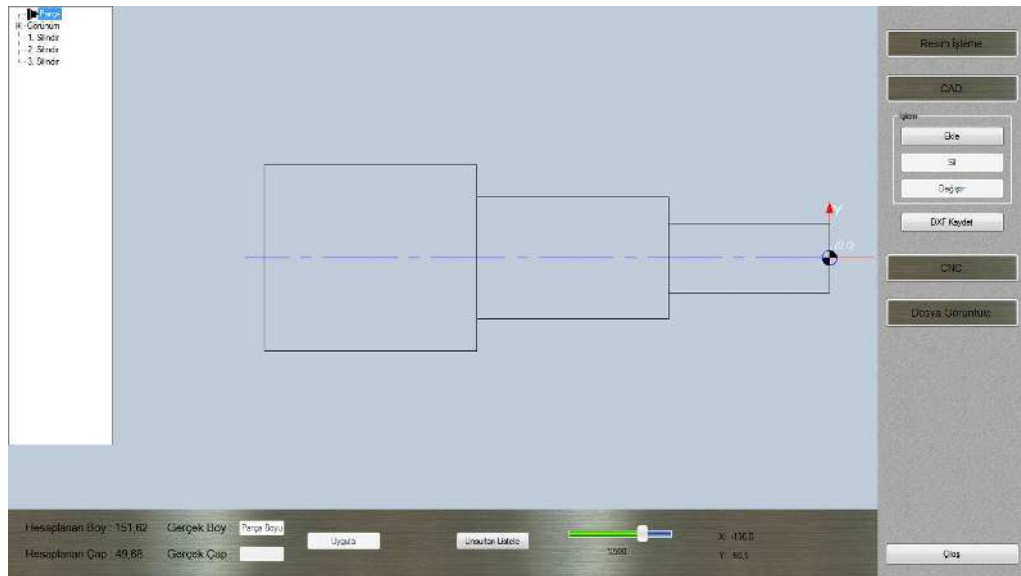
Şekil 8.13. Ölçek

## 8.2. CAD Bölümü

CAD bölümünde oluşturulan çizim üzerinde değişiklikler yapıldığı gibi çizim kaydedilip tekrar açılabilir. Unsur üzerinde ölçüler değiştirilebildiği gibi silinerek yeni unsurlarda eklenebilir. Aynı zamanda oluşturulan tüm unsurlar

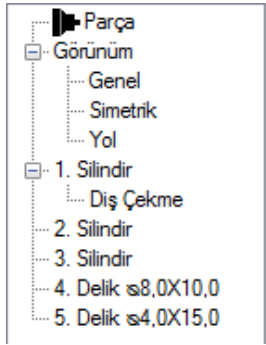
sıralı olarak unsur ağacında (Şekil 8.16) sıralanır. Bir önceki bölümde (Resim İşleme) görüntü işlemesi tamamlanan resim giriş butonlarından (Şekil 8.3) CAD butonuna basılmasıyla sayısal sıralı veri vektör resme dönüştürülür. Dönüşüm düzgün değilse bir önceki bölümden resim yeniden işlenerek giriş butonlarından (Şekil 8.3) CAD butonuna farenin sağ tuşuna basılarak açılan “Tolerans Tablosu Formu” tolerans değerleri (Şekil 8.14) ayarlanarak uygun dönüşüm işlemi yapılır (Şekil 8.15).

Şekil 8.14. Programın Tolerans sayfası



Şekil 8.15. Çizimin oluşturulmuş haldeki programın görüntüsü

Parçanın çizimi oluşturulduktan sonra unsur ağacından (Şekil 8.16) parça seçilerek alt panelde (Şekil 8.17) parça bilgileri görüntülenir. Hesaplanan parça boyu istenilen değerde değilse gerçek parça boyunun yer aldığı yazı kutusuna gerçek değer girilerek uygula butonuna basılır. Uygula butonuna basıldığında tüm unsurları gerçek parça boyu ile hesaplanan parça boyuna oranlanarak değiştirilir.

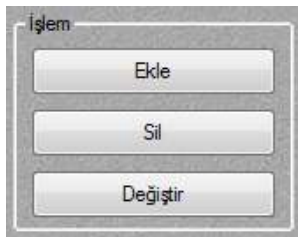


Şekil 8.16. Unsur ağacı (CAD bölümü)



Şekil 8.17. Alt panel (parça bilgisi)

Parça boyu düzeltilmesinin ardından gereksiz unsurlar silinir. Silinecek unsur önce unsur ağacı (Şekil 8.16) ya da parçanın görüntülenen resmi üzerinden seçilir. İşlem butonlarından (Şekil 8.18) sil butonuna basılarak veya seçilen unsura sağ tıklanarak gelen işlem menüsünden (Şekil 8.19) seçilen sil ile silme işlemi uygulanır. Uygulama gerçekleşmeden program silme onayı ister onay verilirse tamamen silinir.



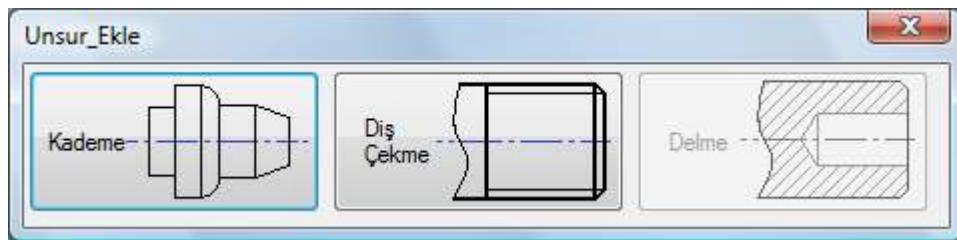
Şekil 8.18. CAD işlem butonları

Silinen unsurun boy uzunluğu, normalde parçanın son kademesine eklenir. Eğer istenirse işlem menüsünden (Şekil 8.19) diğer sil seçenekler de seçilerek boy uzunluğu bir önceki veya bir sonraki kademeye eklenebilir. Silinen unsurun uzunluğu kavis'e eklenecekse başlangıç ve bitiş uzunluğu kavisin çap uzunluğundan büyükse, kavis ölçüsü oranlanarak büyütölür. Konikte boy değişirken açı değişmez. Silindir de sadece boy değişir.



Şekil 8.19. İşlem menüsü

Unsur eklenmek istenirse, unsur seçildikten sonra İşlem menüsü veya butonundan ekle seçeneğine basıldığında unsur ekleme sayfası (Şekil 8.20) ekranda görülür. Bu sayfada kademe (silindir, konik ve kavis), delme ve dış çekme gibi unsurlar eklene bilmektedir. Unsur ekleme sayfası ile parçanın seçilen unsura yönelik eklemeler ve değişiklikler yapılabilmektedir.



Şekil 8.20. Unsur ekleme sayfası (unsur seçili)

Unsur ekleme sayfasından kademe butonuna basıldığında ekrana “Ekle” gelir (Şekil 8.21). Bu sayfadan unsur tipi seçilebilmekte sonra unsur ekleme formu açılır. Unsur tipi Silindir seçildiğinde form sayfası şekil 8.21'deki görünüme

sahiptir. Sadece boy ve çap değerleri girilerek kademenin başına mı yoksa sonuna mı ekleneceği seçilerek ekle butonuna basılır. Parça boyu verilen maksimum değeri aşamaz.

şekil 8.21. Unsur ekleme bilgi formu (silindirik)

Unsur tipi Konik seçildiğinde form görünümü şekil 8.22'deki gibidir. Kademenin başındaki ve sonundaki çap değeri ve boy değeri girilir. Açısal değer bilgi amaçlı olduğu için değer girilemez. Boy değeri maksimum değeri aşamaz. Girilen ap değerleri eşit olamaz çünkü eşit olduğunda silindirik kademeyi ifade eder. Gerekli değerler girildiğinde ekle butonuna basılarak unsur eklenir.

şekil 8.22. Unsur ekleme bilgi formu (konik)

Unsur tipi kavis seçildiğinde form görünümü şekil 8.23. deki gibidir. Kademenin başındaki ve sonundaki çap, boy ve yarı çap değeri girilir. ap ve

boy değeri istenilen değeri girilirken boy değeri maksimum değeri aşamaz. Yarıçap değeri minimum değerin altında ve eksi değerinin üstünde değeri yazılırsa yazı kutusu arka plan rengi kırmızıya döner ve ekle butonu işleme kapanır. Unsur eklemek için minimum değerin üzerinde veya eksi değerinin altında değeri girilir. Eksi değeri saat ibresi yönünde kavis oluştururken artı değeri saat tersi yönünde kavis oluşturur. Kavisin minimum değeri unsurun başlangıç noktası ile bitiş noktasına olan uzaklığın yarısını ifade eder eksi değeri alması durumunda bu değerin başına eksi işareti getirilir ve kavis için maksimum değeri ifade eder. Boy değeri ise maksimum değeri aşamaz. Gerekli değerler girildiğinde ekle butonuna basılarak unsur eklenir.

Şekil 8.23. Unsur ekleme bilgi formu (kavis)

Vida unsuru eklemek için unsur ekleme sayfasında bulunan (Şekil 8.20) “Diş Çekme” butonuna basılır. Açılan sayfadan (Şekil 8.24) vida boyu, adımı ve derinlik değeri girildikten sonra ekle butonuna basılarak unsur eklenir. Eklenen unsur, unsur ağacında alt bilgi olarak görüntülenir. Silinmek veya değişiklik yapmak için unsur ağacı kullanılır.

Şekil 8.24. Unsur ekleme bilgi formu (diş çekme)

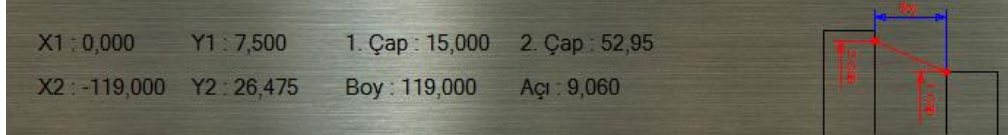
Unsur ekleme sayfasındaki (Şekil 8.20) “Delme” butonuna tıklandığında görülen delik için unsur ekleme sayfasından (Şekil 8.25) çap ve boy değeri girilerek unsur eklenir. Çap ve boy için sınırlandırma yoktur. Matkap çapı parçanın çap değerini aşmamasına dikkat edilmeli, boy değeri ise parça boydan boya delinmeyecekse parçanın boy değerini aşmamalıdır.

Şekil 8.25. Unsur ekleme bilgi formu (delik delme)

Unsur ekle, sil işlemi yapıldıktan sonra tüm unsurlar (Unsur ağacından veya çizim ekranından) seçilerek ölçüleri kontrol edilir. Unsur seçildiğinde alt panelde unsur bilgileri görüntülenir. Silindir unsur bilgileri Şekil 8.26, konik unsur bilgileri Şekil 8.27 ve kavis unsur bilgileri Şekil 8.28'deki gibi görüntülenmektedir.



Şekil 8.26. Alt panel unsur bilgisi (silindirik)

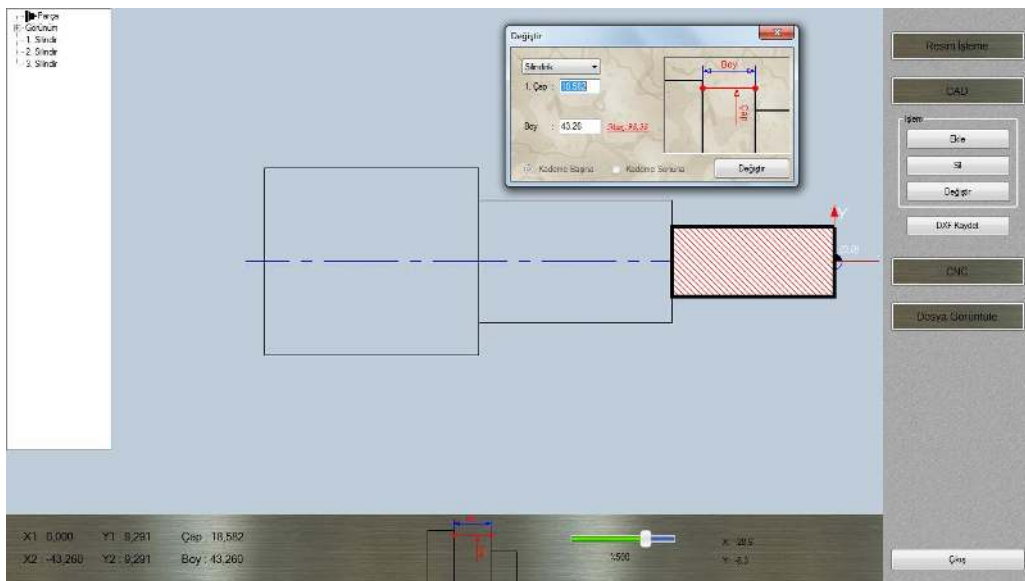


Şekil 8.27. Alt panel unsur bilgisi (konik)



Şekil 8.28. Alt panel unsur bilgisi (kavis)

Alt panelden ölçüleri görüntülenen unsurun ölçü bilgileri yanlış ise İşlem butonundan değiştir butonuna veya işlem menüsünden değiştire basılarak da işlem gerçekleştirilir (Şekil 8.29). Unsurun üstüne çift tıklayarak da (Şekil 8.29) pratik olarak işlem gerçekleştirilir. Unsur değişiminde unsur ekleme sırasında gelen program sayfaları sayesinde pratik olarak ölçüler değiştirilir.

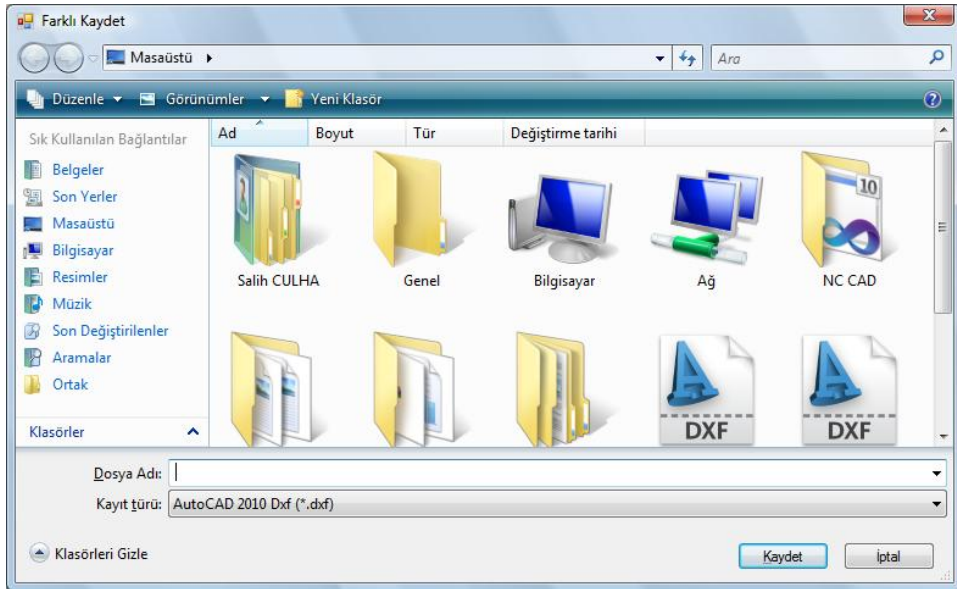


Şekil 8.29. Unsurun değişim esnasındaki görünümü

Çizimi tamamlanan parça DXF formatında kaydedilebilir. Bunun için DXF Kaydet butonuna (Şekil 8.30) basılarak kaydet diyalog penceresinden (Şekil 8.31) dosya adı yazılarak kaydet butonuna basılır.

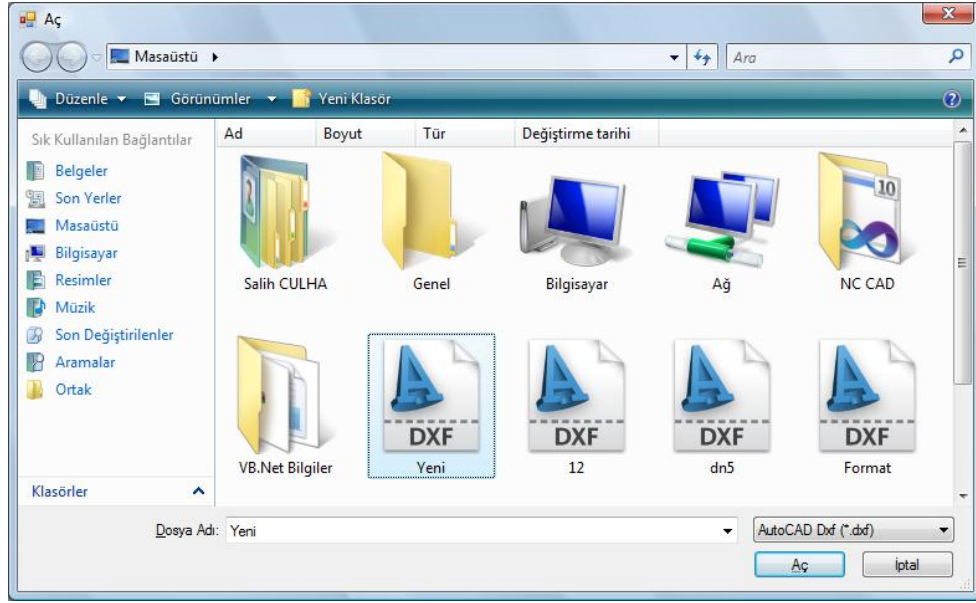


Şekil 8.30. DXF kaydet butonu



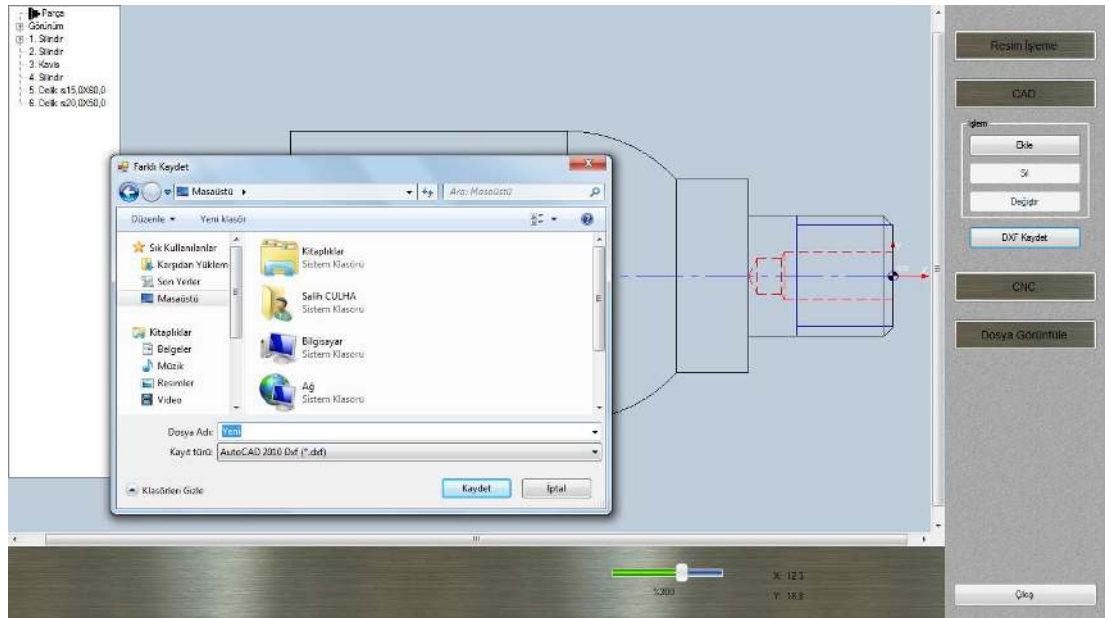
Şekil 8.31. DXF kaydet diyalog penceresi

Kaydedilen DXF veriyi açmak için ise programın ana giriş butonlarından (Şekil 8.3) resim işleme butonu ile açılan aç diyalog penceresi (Şekil 8.32) kullanılır. Açılan sayfadan önce dosya formatı olarak AutoCAD DXF seçilir, sonrasında görüntülenen DXF dosyalardan açılması istenen seçilerek açılır.

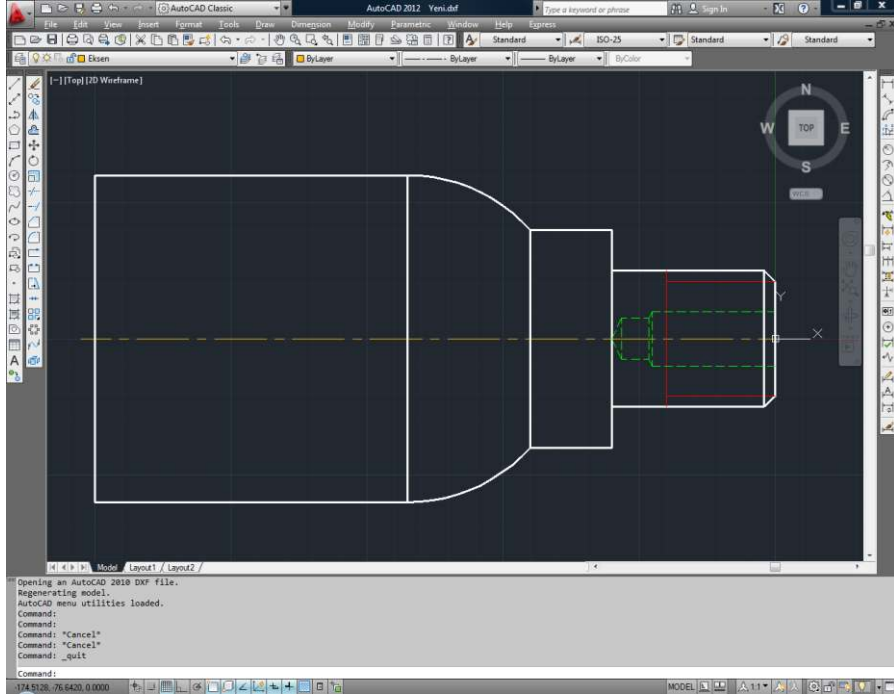


Şekil 8.32. Aç diyalog penceresi

Şekil 8.34'te tanımlanan örnek bir parça için oluşturulan DXF dosyası kaydedilmiş (Şekil 8.33) ve AutoCAD programında (Şekil 8.34) açılmıştır.



Şekil 8.33. Örnek paçanın DXF formatında kaydedilmesi



Şekil 8.34. Örnek paçanın AutoCAD programında açılmış görüntüsü

### 8.3. CNC Bölümü

TKNC programının bu bölümde BMP resimlerde tanımlanan ve teknik çizimi oluşturulan torna parçası için CNC kodu türetilmektedir. CNC kod türetme işlemi için TKNC programı butonlarından (Şekil 8.3) CNC butonuna basılır, CNC butonu ile torna parçasının üretileceği malzeme cinsi ve ebatlarının belirlendiği iş parçası sayfası otomatik olarak açılır. Devam edebilmek için bu bölümdeki bilgileri doldurmak gerekir.

**İş Parçası**

**Malzeme**

Alaşımsız çelik (Mn<1,65)

DIN/EN (Avrupa) C45

Malzeme alt grubu : >0.25... ≤0.55% C

Üretim prosesi : Dövülmüş

Isıl işlem : Tavlanmış

Sertlik : 190 HB

Spesifik Kesme Kuvveti : 1700 N/mm<sup>2</sup>

ISO kodu : P 1,1-1,5

**Ham Parça Boyutları**

Çapı : 51 *Min: 51*

Boyu : 155 *Min: 155*

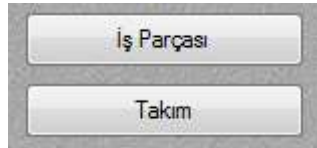
**Tamam**

**Malzeme Grupları:**

- F** Çelikler
- M** Paslanmaz Çelikler
- K** Dökme Demirler
- N** Demir İçermeyen Metaller
- S** İki Elementli Sıvı Akışkanlar
- H** Sertleştirilmiş Malzemeler

Şekil 8.35. İş parçası formu

TKNC programının ana sayfasında (Şekil 8.3) iş parçası ve takım için alt butonlar görülür (Şekil 8.36). İş parçası malzemesi ve ham ölçülerinde değişiklik yapılmak istenirse “İş Parçası” butonu (Şekil 8.36) ile açılan sayfa kullanılır. Parça çapı ve boyu teknik çizimdeki parça boyu ve çapından büyük veya eşit olmalıdır.



Şekil 8.36. İş parçası ve takım butonu

İşlenecek unsurlar için CNC kodu türetilmesi için işlenecek unsurların takım parametrelerinin bilinmesi gerekir. Bunun içinde takım kütüphanesinden uygun takımlar seçilerek unsurlarla ilişkilendirilmesi gerekir. Bu işlemleri gerçekleştirmek için “Takım” butonu (Şekil 8.36) kullanılır. Bu buton ile ekrana “Takımlar sayfası” (Şekil 8.37) açılır. Açılan “Takımlar” sayfasından



altında takım için takım kaliteleri belirlenir ve takım kalitesi de seçildiğinde takım parametreleri otomatik olarak belirlenir ve parametrelerde değişiklik yapılabilir, Tamam butonuna tıklanması ile takım listesine takım listesine eklenir.

**Torna Kalemi**

Uç Şekli : C (Eşkenar dörtgen 80°)

Uç Ölçüsü : 12

İşleme Tipi : İnce Talaş İşlemleri

Uygun Takımlar : CNMG 12 04 04-KF

Takım Kalitesi : GC3005

☐ Soğutma Suyu Kullan

Devir : 2355 *dev/dak*

İlerleme : 0.15 *mm/dak*

Talaş Derinliği : 0.5 *mm*

Park Konumu : 50 , 80

**Tamam**

**CNMG-KF**

80°

$iC$

$r_e$

$l$

$s$

**Tavsiye edilen değerler:**

Kesme Hızı : 370 m/dak  
(470~370~305 m/dak)  
(0.1~0.3~0.5 mm/dak ilerleme için)

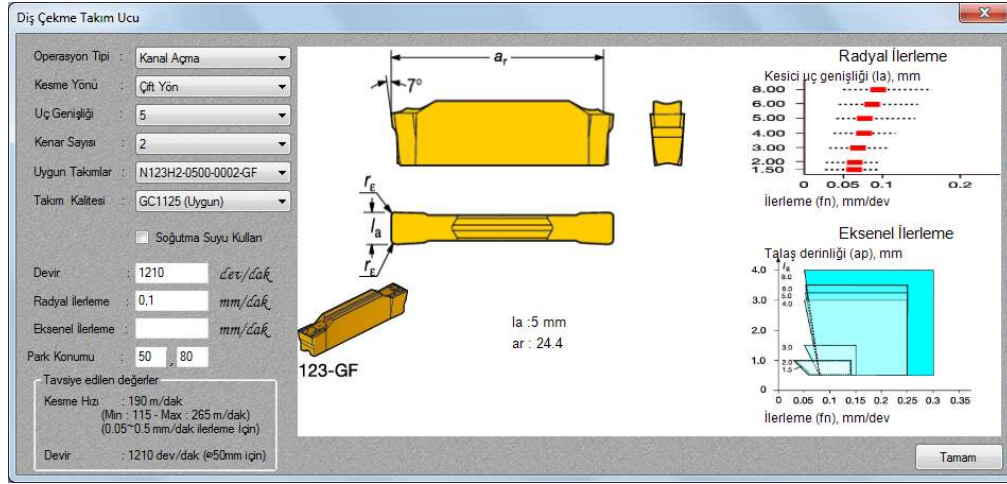
Devir : 2355 dev/dak (ø50 mm için)

İlerleme : 0.15 (Min: 0.08 Maks: 0.25)

Talaş Derinliği : 0.50 (Min: 0.15 Maks: 2.00)

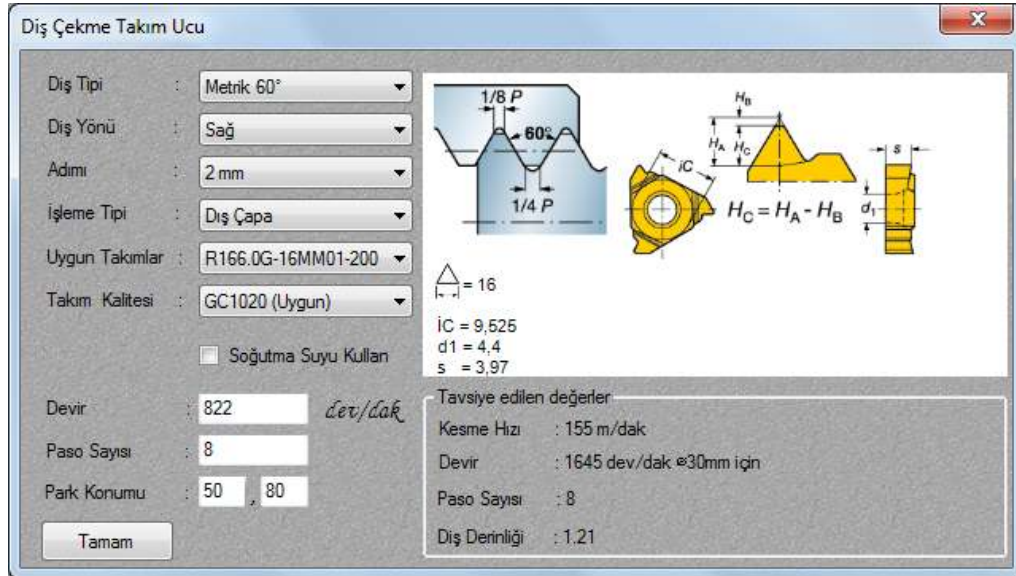
Şekil 8.39. Tornalama takımları formu

Kanal açma ve kesme için takım eklemek için Şekil 8.39’da verilen program sayfasından “Kanal / Kesme” butonu tıklanır (Şekil 8.40) kullanılır. Ekrana gelen sayfa (Şekil 8.40) üzerindeki işlemler tornalamaya benzer adımlardan oluşmaktadır. Tek farklılık ilerleme değerleri otomatik olarak belirlenmez ilerleme için ilerleme-kesici uç genişliği grafiği verilir. Bu grafiğinden faydalanılarak uygun ilerleme değeri belirlenerek tamam butonuna basılır.

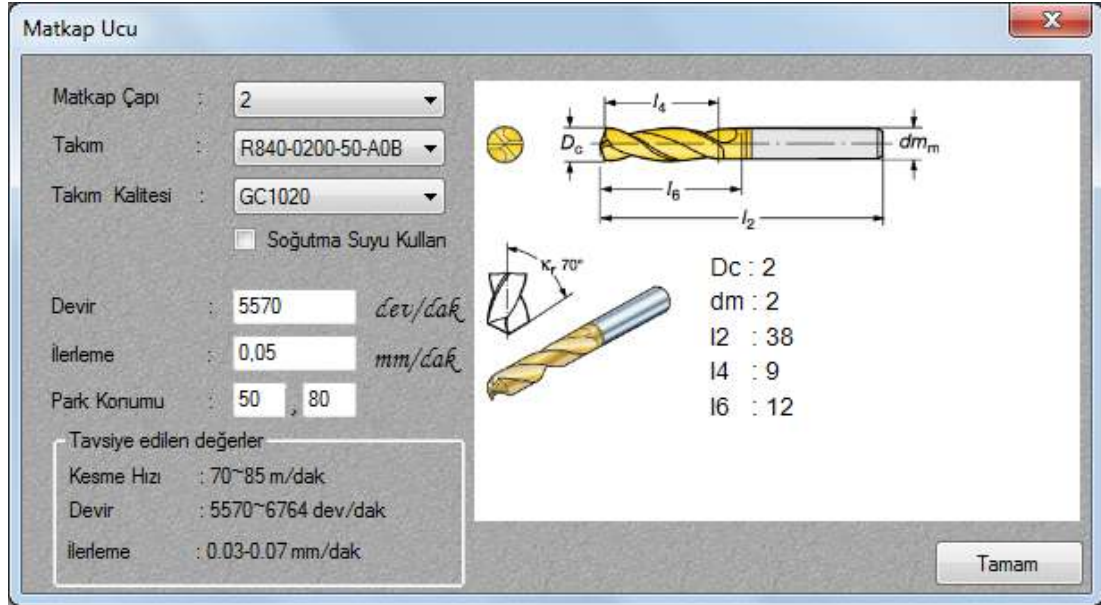


Şekil 8.40. Kanal açma ve kesme takımları formu

TKNC sisteminde diş çekme takımları için Şekil 8.41'deki ve delik delme için kullanılacak takımlar içinde Şekil 8.42'deki program sayfalarından oluşturulmaktadır.

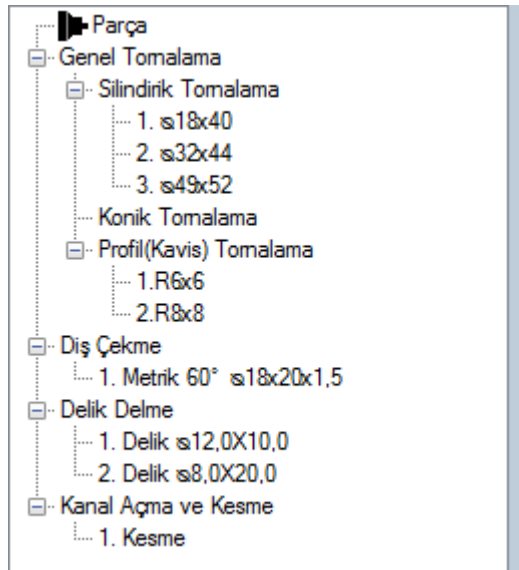


Şekil 8.41. Diş çekme takımları formu

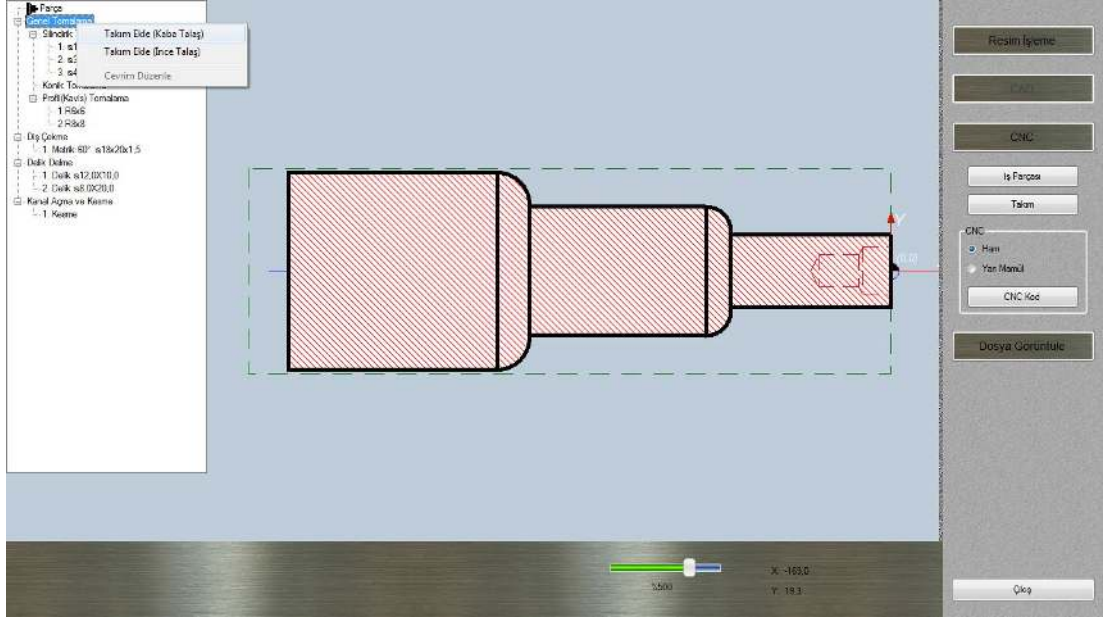


Şekil 8.42. Matkap ucu takım formu

Unsurlar için takım belirleme işlemi unsur ağacından (Şekil 8.43) seçilen unsura sağ tıklanarak yapılmaktadır. Açılan menüden yapılacak tercihe yönelik olarak ekrana gelen “Takımlar” listesinden atama yapılmaktadır (Şekil 8.37). Takım değişimi işlemi içinde aynı işlem takip edilir.



Şekil 8.43. Unsur ağacı (CNC bölümü)

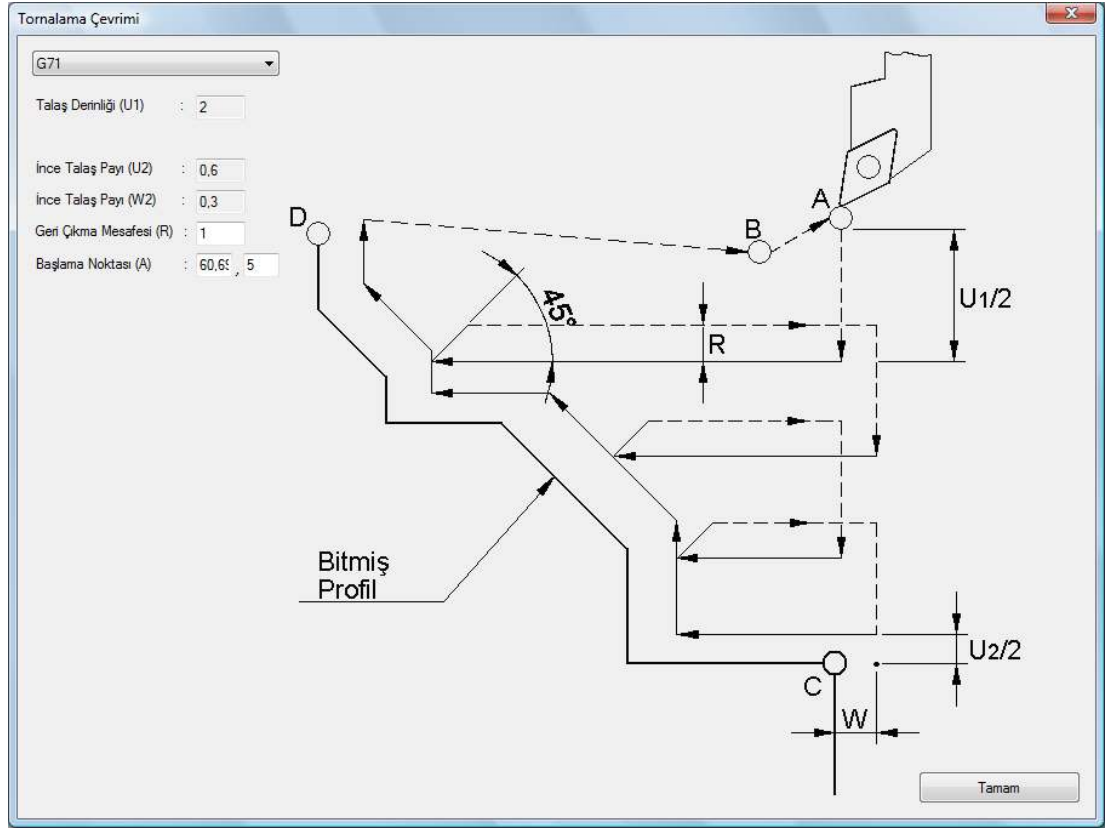


Şekil 8.44. Unsur ağacından unsur-takım eşleştirme işlemi

Unsurların takım bilgileri belirlendikten sonra çevrim bilgileri belirlenir. Delik delme ve kesme işlemlerinde çevrim kullanılmaz, diş çekmede paso sayısı bir (1)'den fazla ise çevrim kullanılır. Kanal açma işlemlerinde kanal genişliği kalem genişliğinden fazla ise çevrim kullanılır. Genel tornalama için ise işleme tipi (Şekil 8.50), yarı mamul seçilmesi durumunda çevrim gerektirmez.

Çevrim bilgilerinin bir bölümü seçilen takımındaki ilgili parametreleri kullanırken kalan diğer parametreler için sabit değerler kullanılmıştır. Sabit değerler değiştirirken diğer değerleri takım bilgilerini değiştirerek yapmak gerekir.

Ham parçalar (kütük) için silindirik tornalama çevrimi (Şekil 8.45), yaygın olarak kullanılan çevrimlerdendir. Çevrimlerde, geri çıkma mesafesi ve başlama noktası dışındaki tüm değerler, takım parametreleri ile ilgili olduğu için bu bilgiler, takım listesinden seçilen takım ile gelir.

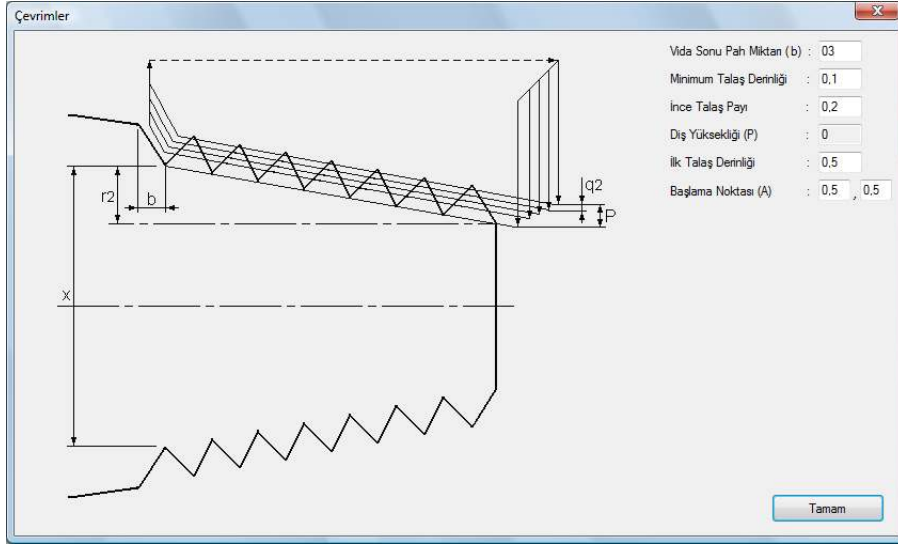


Şekil 8.45. Tornalama çevrimi bilgi formu (G71)

Alın tornalama çevrimi (Şekil 8.46) ve profil işleme çevrimi (Şekil 8.47) az kullanılan çevrimler olmasına karşın, TKNC sisteminde bu çevrimlerle yapılan tanımlamalara da yer verilmiştir.

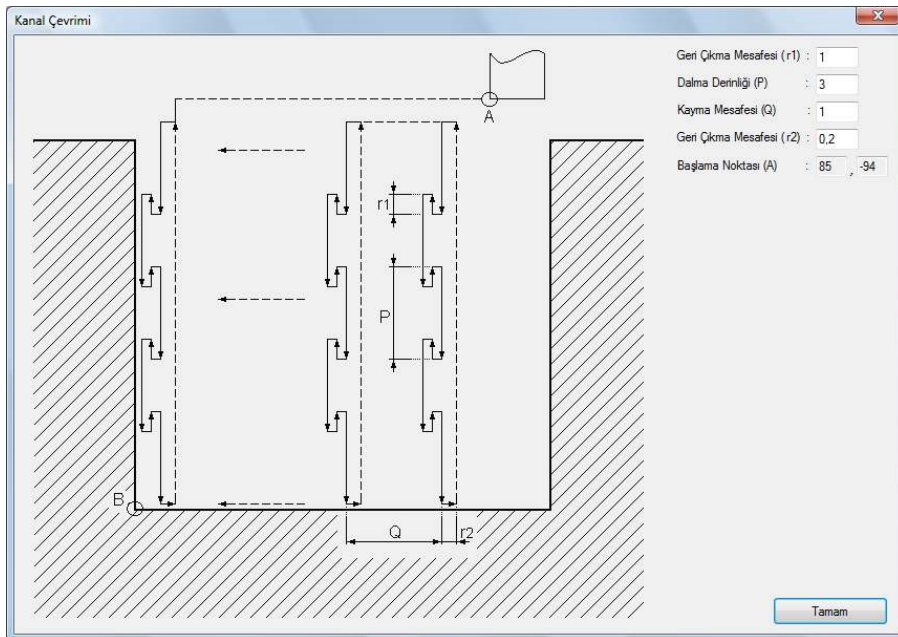


Vida çekme çevrimi (Şekil 8.48) unsur için seçilen takım pasa sayısı birin üzerinde ise kullanılır. Paso sayısı bir ise G33 manuel diş aşma komutu kullanılır.



Şekil 8.48. Diş aşma çevrimi bilgi formu

Kanal aşma çevrimi (Şekil 8.49) kanal genişliği takım genişliğinden fazla ise kullanılır.



Şekil 8.49. Kanal aşma çevrimi bilgi formu

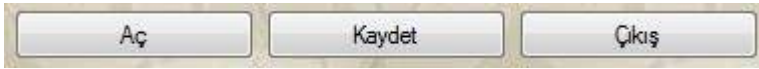
Takım ve çevrim bilgileri belirlenen unsurlar için CNC kodu türetmek için işleme tipini seçerek CNC Kod butonuna (Şekil 8.50) basılarak kod türetilir. Türetilen kodu “Dosya Görüntüle” bölümünde görüntülenir. Değişiklik yapılarak kaydedilebilir.



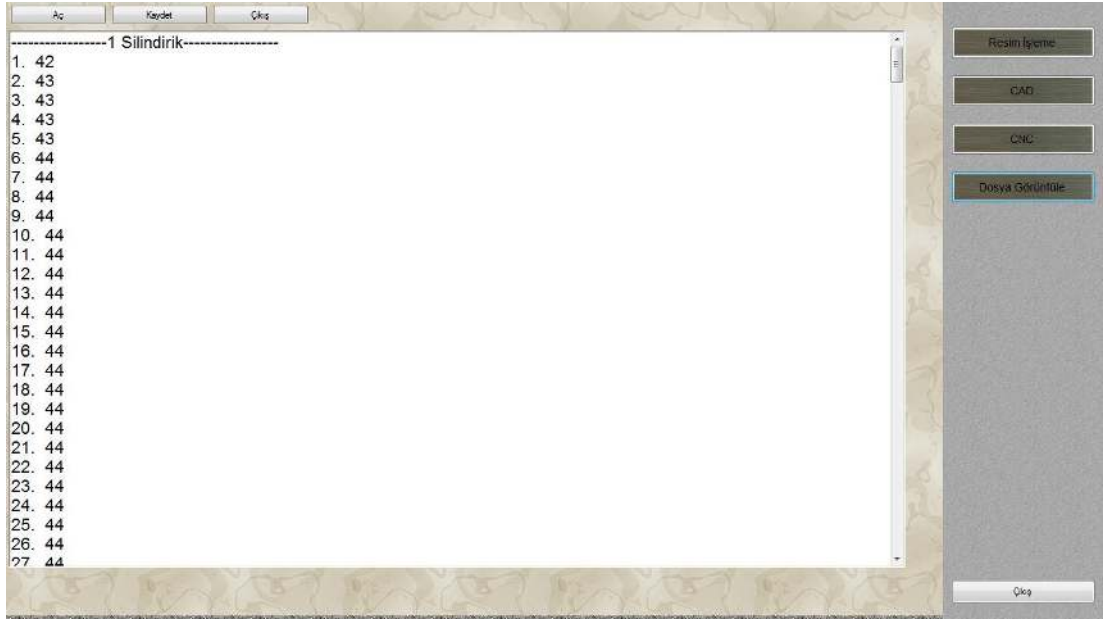
Şekil 8.50. CNC işleme tipi ve CNC kod butonu

#### 8.4. Dosya Görüntüle

Yorumlanan BMP resimlerden elde edilen unsurlara yönelik oluşturulan imalat operasyonları ve bilgileri, türetilen CNC parça programları ve DXF formatı bilgileri dosya görüntüleme ile ekranda görüntülenmektedir. Bu işlem için TKNC programı ana giriş butonlarından (Şekil 8.3) “Dosya Görüntüleme” butonu kullanılır. Unsur için, unsur dönüşüm bilgileri (Şekil 8. 52) ve uygulanacak olan operasyon bilgileri (Şekil 8.53) görüntülenmektedir.



Şekil 8.51. Dosya görüntüleme işlem butonları



Şekil 8.52. Unsur dönüşüm bilgisi



Şekil 8.53. Tanımlı unsur bilgisi

Türetilen CNC parça programlarını Şekil 8.54'teki gibi DXF formatına kaydedilmiş dosyalar ise Şekil 8.56'daki gibi görüntülenebilmektedir.



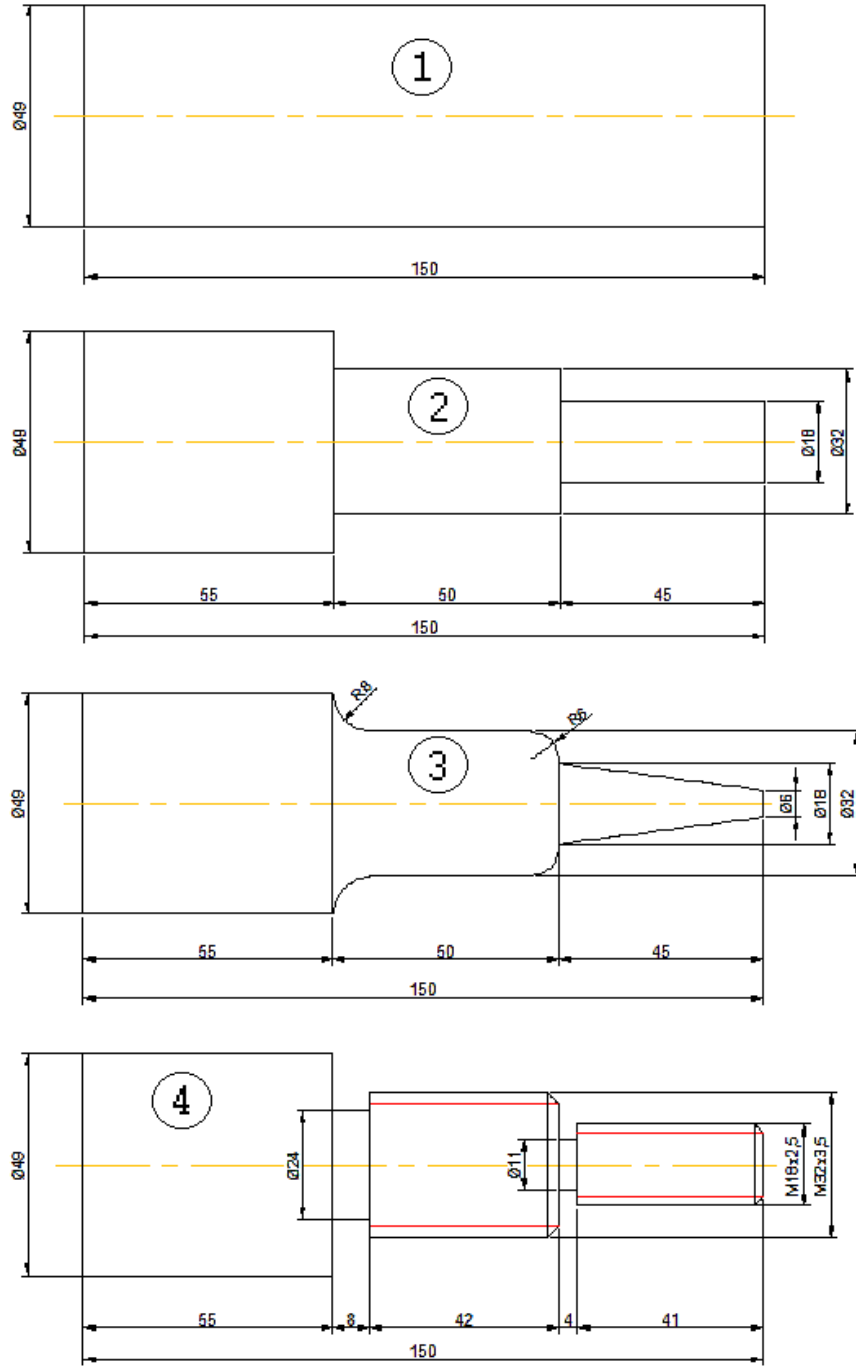
Şekil 8.54. Türetilen CNC kodu



Şekil 8.55. DXF dosyası görüntüleme

## 8.5. Örnek Uygulamalar

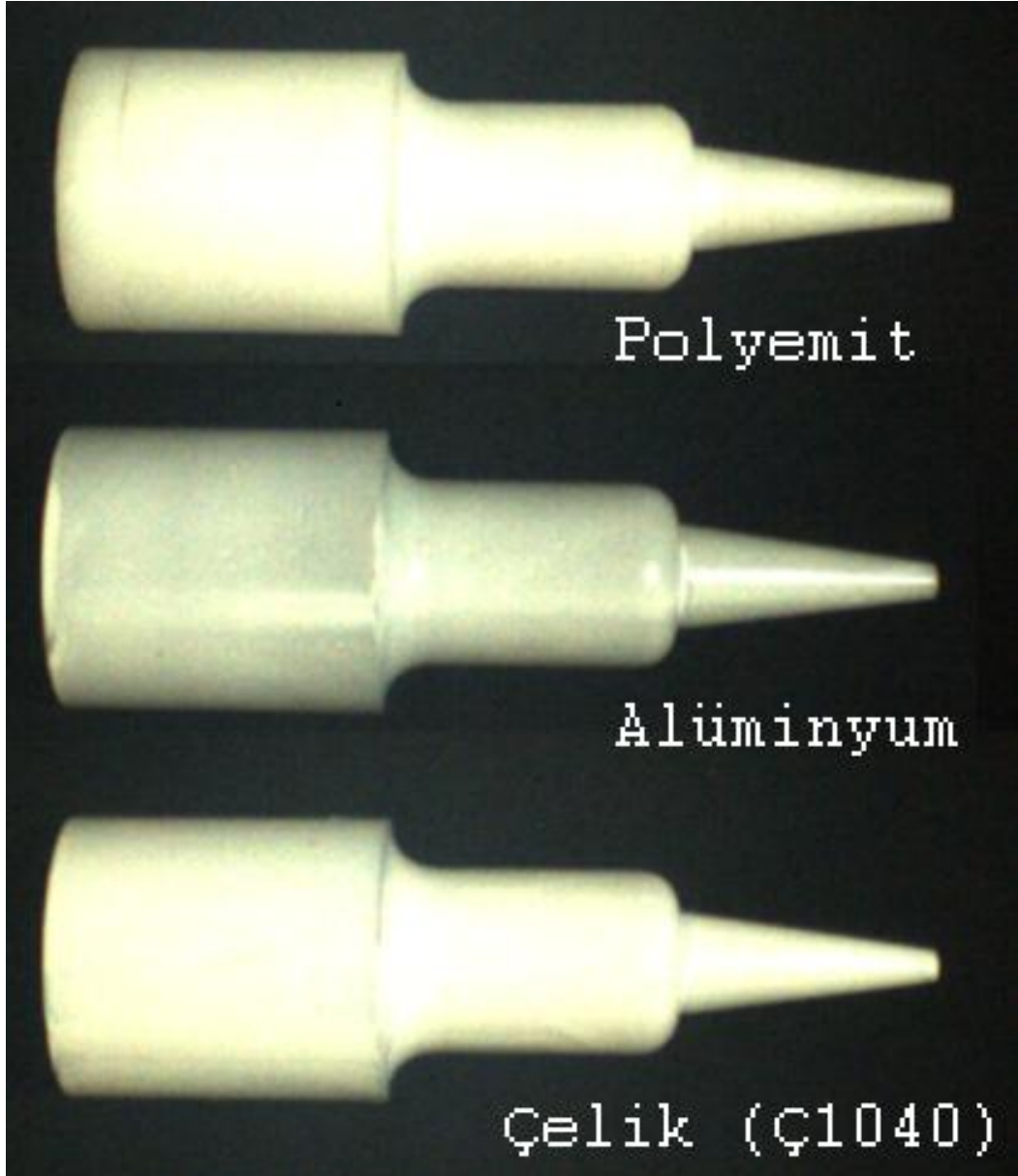
Geliştirilen programda, örnek uygulama yapmak için 4 farklı geometriye sahip ve çelik, alüminyum ve polyemit olmak üzere 3 farklı malzemeden oluşan iş parçaları imal edilmiştir.



Şekil 8.56. İmalatı yapılan örnek parça çizimleri

İlk uygulama parçası Şekil 8.56'de belirtilen 1 numaralı yarı mamul parça 49 mm çapında 150 mm boyundadır. Diğer uygulama parçaları ise 1 numaralı parçanın farklı profillerde işlenmesi ile elde edilmiştir. Örnek parça profilleri kolaydan zora doğru olacak şekilde belirlenmiştir.

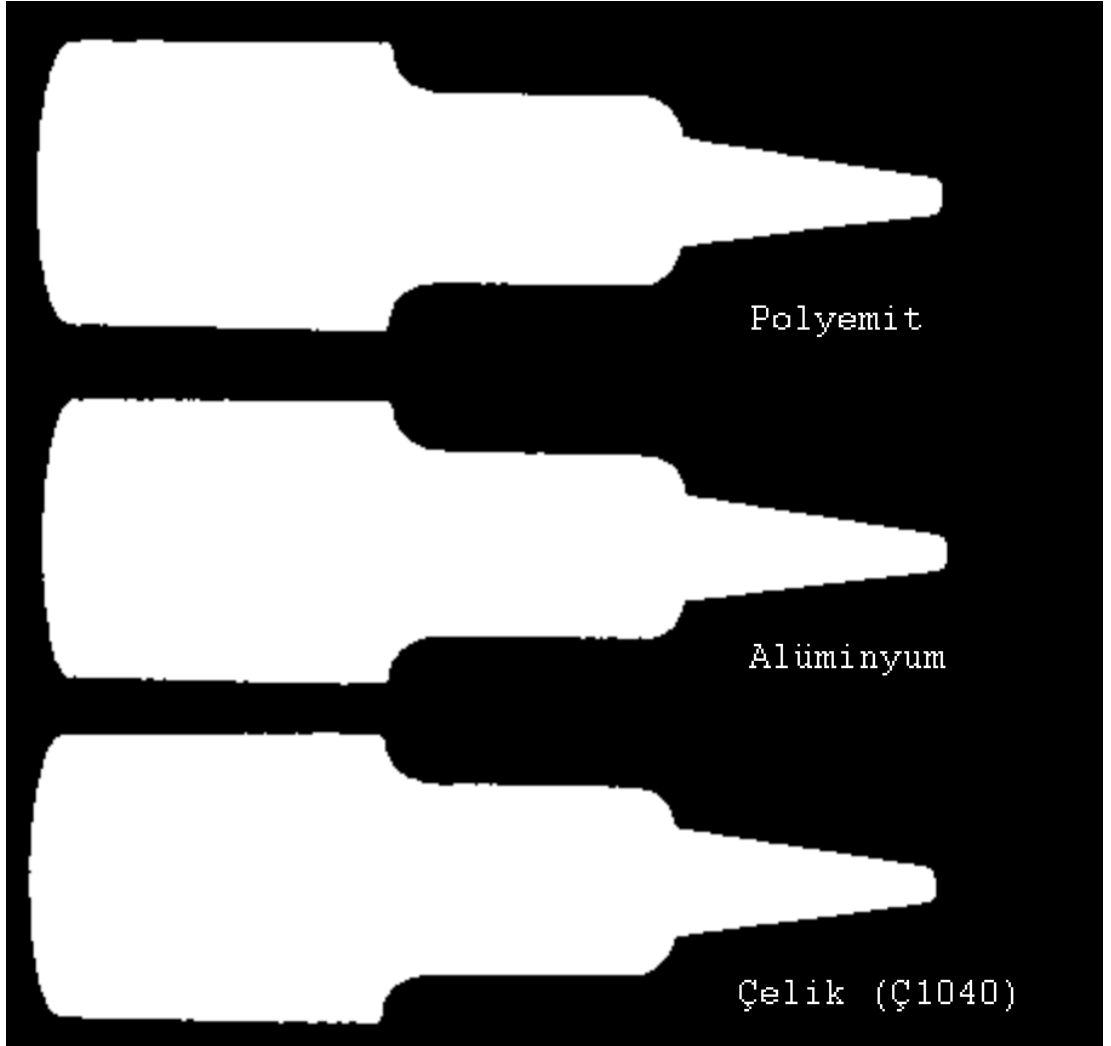
Şekil 8.55’da belirtilen 1 ve 2 nolu parçalar için uygulamalar Ek-1 ve Ek-2 de verilmiştir, 3 ve 4 nolu parçalar bu bölüm içerisinde verilmiştir.



Şekil 8.57. Kamera görüntüsü (3 nolu örnek parça)

Şekil 8.56’de belirtilen 3 numaralı polyemit, alüminyum ve çelik (Ç1040) parçaların geliştirilen program ile yapılan uygulama sırasında elde edilen kamera görüntüleri şekil 8.57’de verilmiştir. Çelik ve alüminyum parçalar

önceki bölümde (Bölüm 7) belirtilen ışık yansımasından dolayı olumsuz etkilendiği için beyaza boyanmıştır. Boyanan parçalara yönelik alınan resimler üzerinde (Şekil 8.57) yapılan yorumlamalardan olumlu sonuçlar alınmıştır. Şekil 8.58’de parça görüntüsünün dönüştürülmüş (işlenmiş) görüntüsü verilmiştir.



Şekil 8.58. İşlenmiş görüntü

Uygulama parçaları üzerinde, Şekil 8.59’da gösterilen tolerans değerleri ile tanımlama yapılmıştır. TKNC sistemi ile iş parçası Şekil 8.60’de gösterilen şekilde tanımlanmıştır. Geliştirilen sistemde tanımlanan parçalar, DXF formatına dönüştürülerek AutoCAD 2012 programında açılmış ve

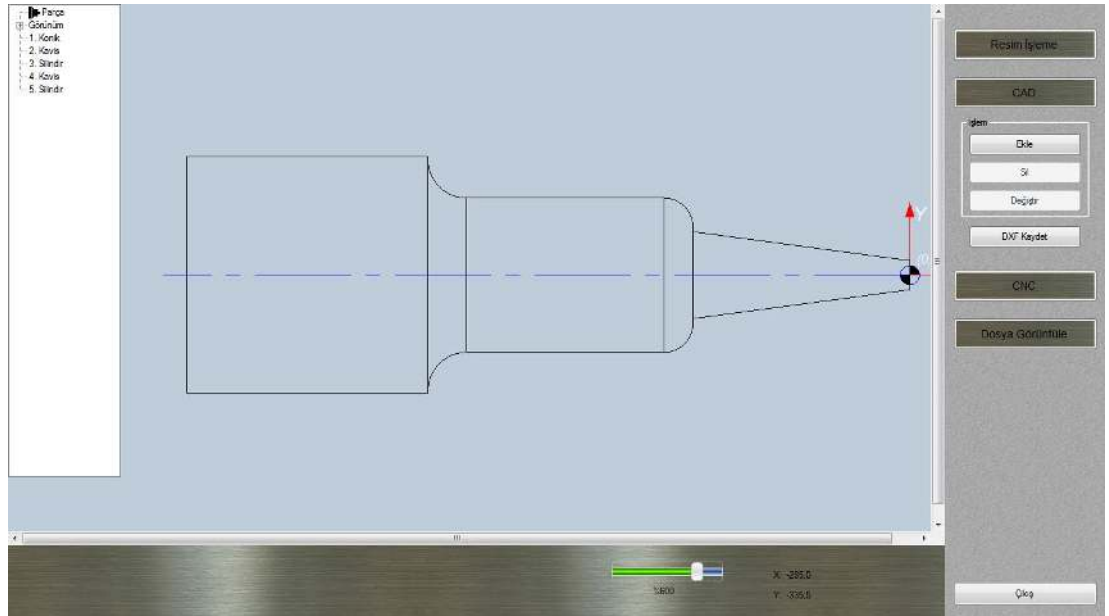
ölçülendirilmiştir (Şekil 8.61). Her üç malzeme için elde edilen ölçüler birbirine oldukça yakındır.

**Tolerans Tablosu**

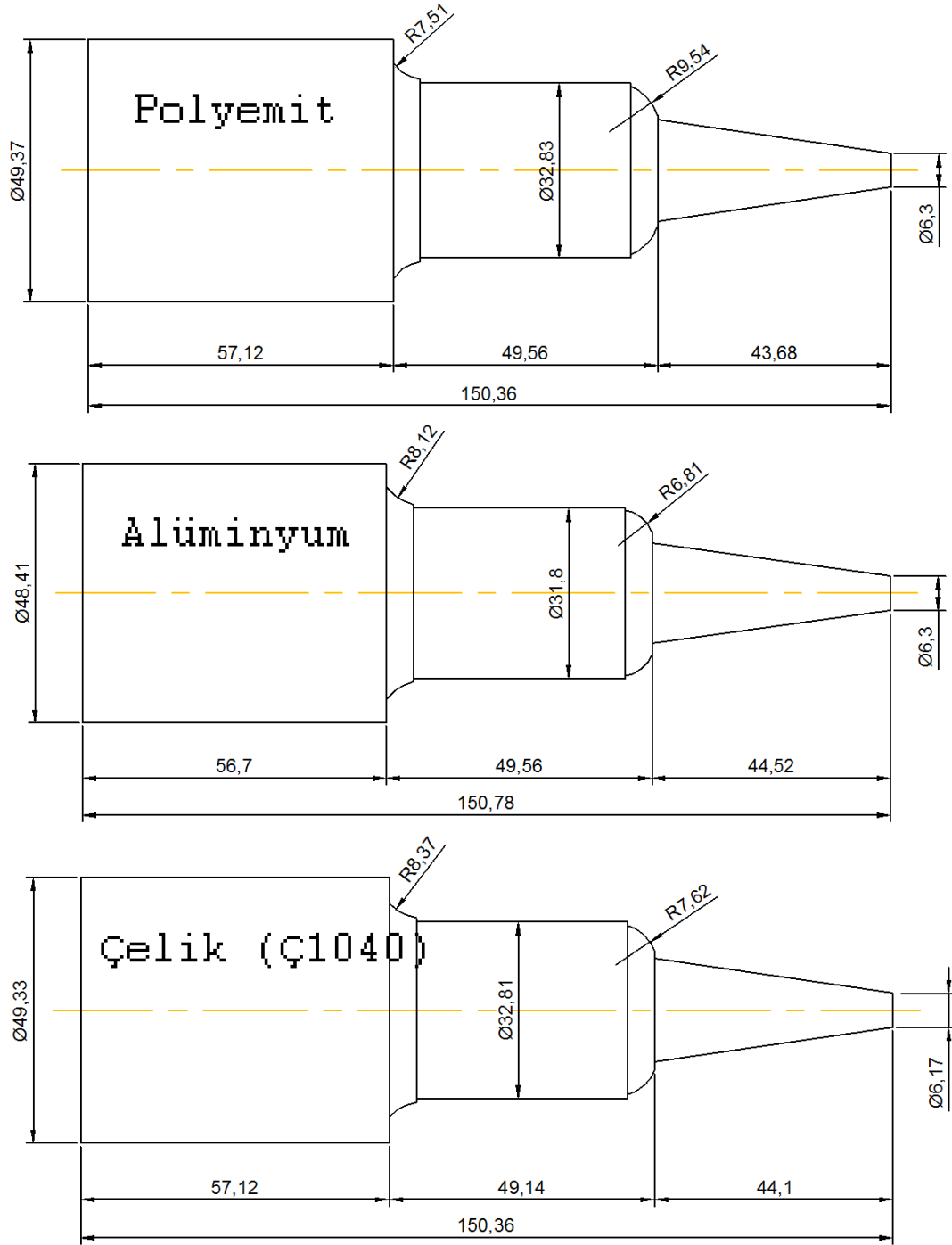
|                                                                                                                                                                                  |     |                                                                                                                                                                                                                                        |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Ön Tanımlama Genişliği</b><br>Vida Ön Tanımlama Genişliği : 20<br>Silindir Ön Tanımlama Genişliği : 13<br>Konik Ön Tanımlama Genişliği : 15<br>Kavis Tanımlama Genişliği : 12 |     | <b>Konik Tanımlama Toleransı</b><br>Konik Ön Tanımlama Toleransı Min : 0,8<br>Konik Ön Tanımlama Toleransı Max : 1,25<br>Konik Tanımlama Toleransı Min : 0,8<br>Konik Tanımlama Toleransı Max : 1,25<br>Konik Tanımlama Yöntemi : Alan |       |
| <b>Silindir ve Vida Tanımlama Toleransı</b><br>Vida Tanımlama Toleransı : 8<br>Silindir Tanımlama Toleransı : 3                                                                  |     | <b>Kavis Tanımlama Toleransı</b><br>Kavis Tanımlama Toleransı Min : 0,75<br>Kavis Tanımlama Toleransı Max : 1,25<br>Kavis Tanımlama Yöntemi : Alan                                                                                     |       |
| <b>Silindir ve Vida Tanımlama Toleransı</b><br>1 Pikselin Milimetre Değeri : 0,42                                                                                                |     |                                                                                                                                                                                                                                        |       |
| Kaydet                                                                                                                                                                           | Sil | Yenile                                                                                                                                                                                                                                 | Tamam |

640x480 Bitmap (UEye) 640x480 Bitmap (UEye)

Şekil 8.59. Tanımlamada kullanılan tolerans değerleri



Şekil 8.60. Tanımlanmış parça görüntüsü (tüm örnekler için aynı görüntü)



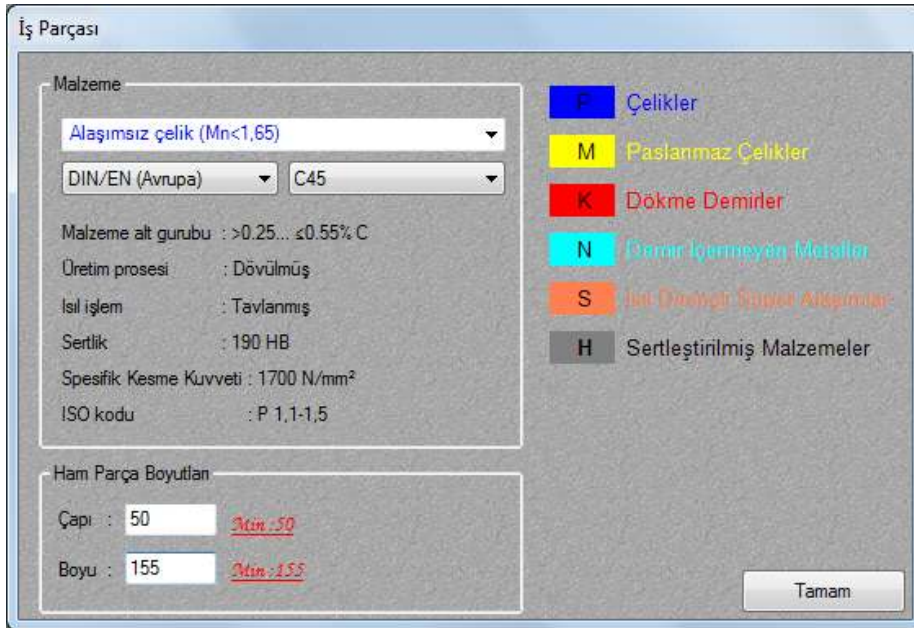
Şekil 8.61. Tanımlanan parçanın AutoCAD 2012’de ölçümü

Tanımlanan parça geliştirilen programın CAD bölümünde ölçüleri düzeltilerek listelenmiştir (Şekil 8.62).



Şekil 8.62. Tanımlanan unsurların listesi (düzeltme yapıldıktan sonra)

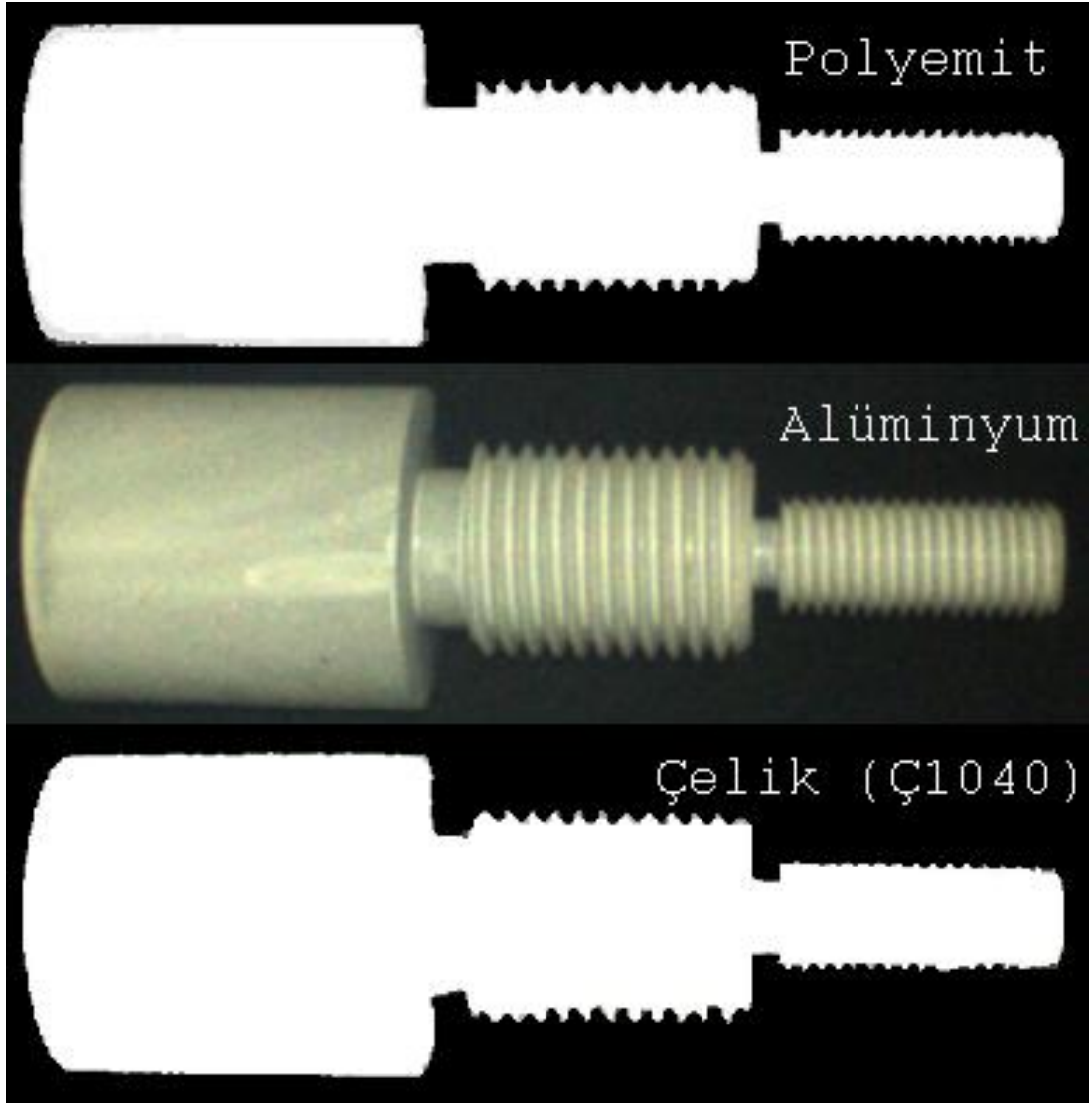
Tanımlanan parçalar için düzeltmeler yapıldıktan sonra CNC parça programların türetilmesine geçilmiştir. İlk önce iş parçası malzemesi seçilmiş (Şekil 8.63), ardından da kullanılacak takımlar seçilerek takım listesine eklenmiştir (Şekil 8.64).



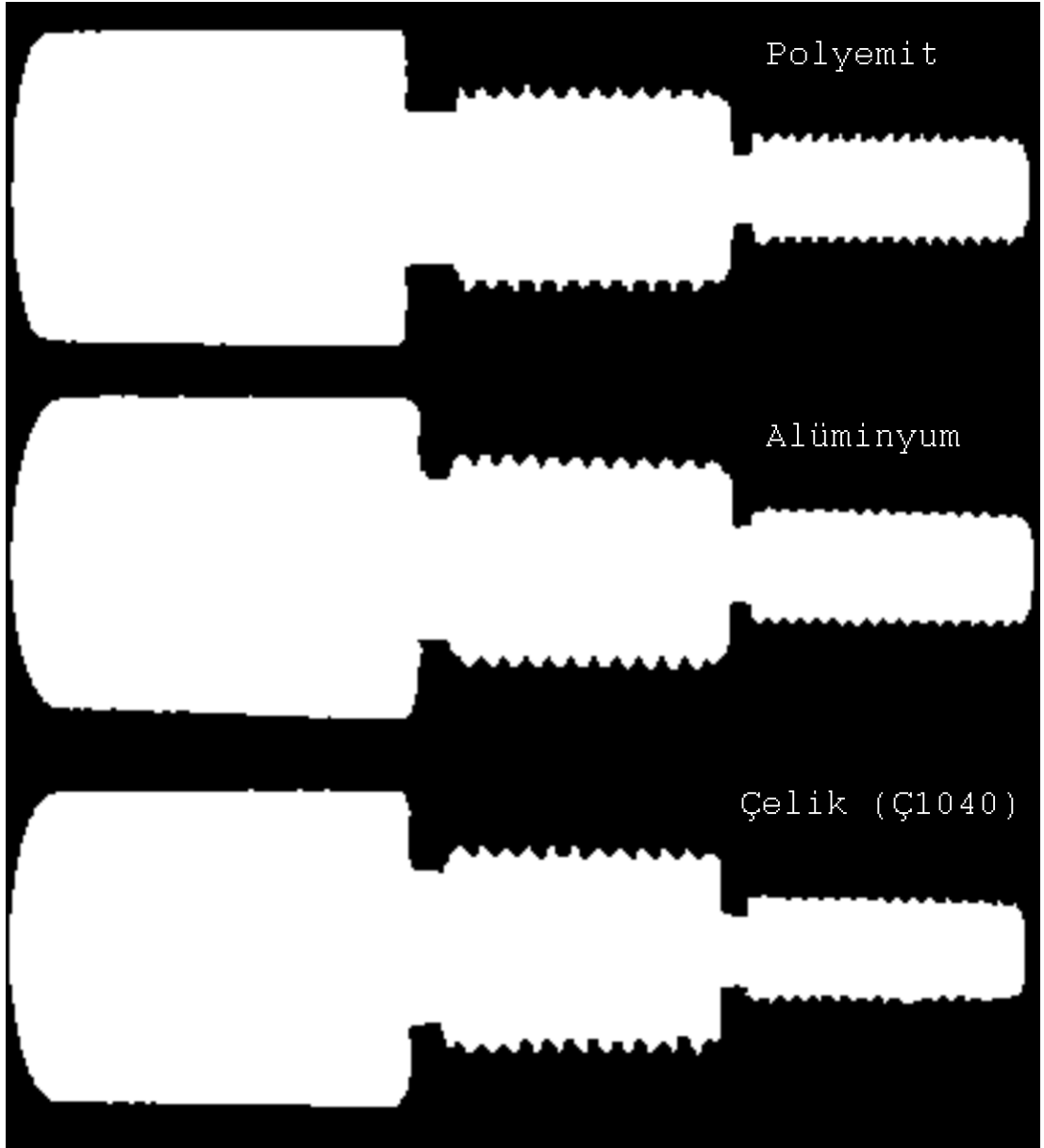
Şekil 8.63. Tanımlanan parçanın işlenmesi için belirlenen malzeme ve Özellikleri



Şekil 8.56'de belirtilen 4 numaralı polyemit, alüminyum ve çelik (Ç1040) parçaların geliştirilen program ile yapılan uygulama sırasında elde edilen kamera görüntüleri şekil 8.66'de verilmiştir. Sınır bölgelerde (vida geometrisi için) görüntü kayıpları fazla olmuştur. Görüntü kayıplarını azaltmak ve kamera ayarlarını daha iyi yapabilmek için çelik ve polyemit malzemede 8 bit'lik kamera görüntüsü kullanılmıştır. Parçalar işlendiğinde şekil 8.67'de gösterilen yakın sonuçlar elde edilmiştir.



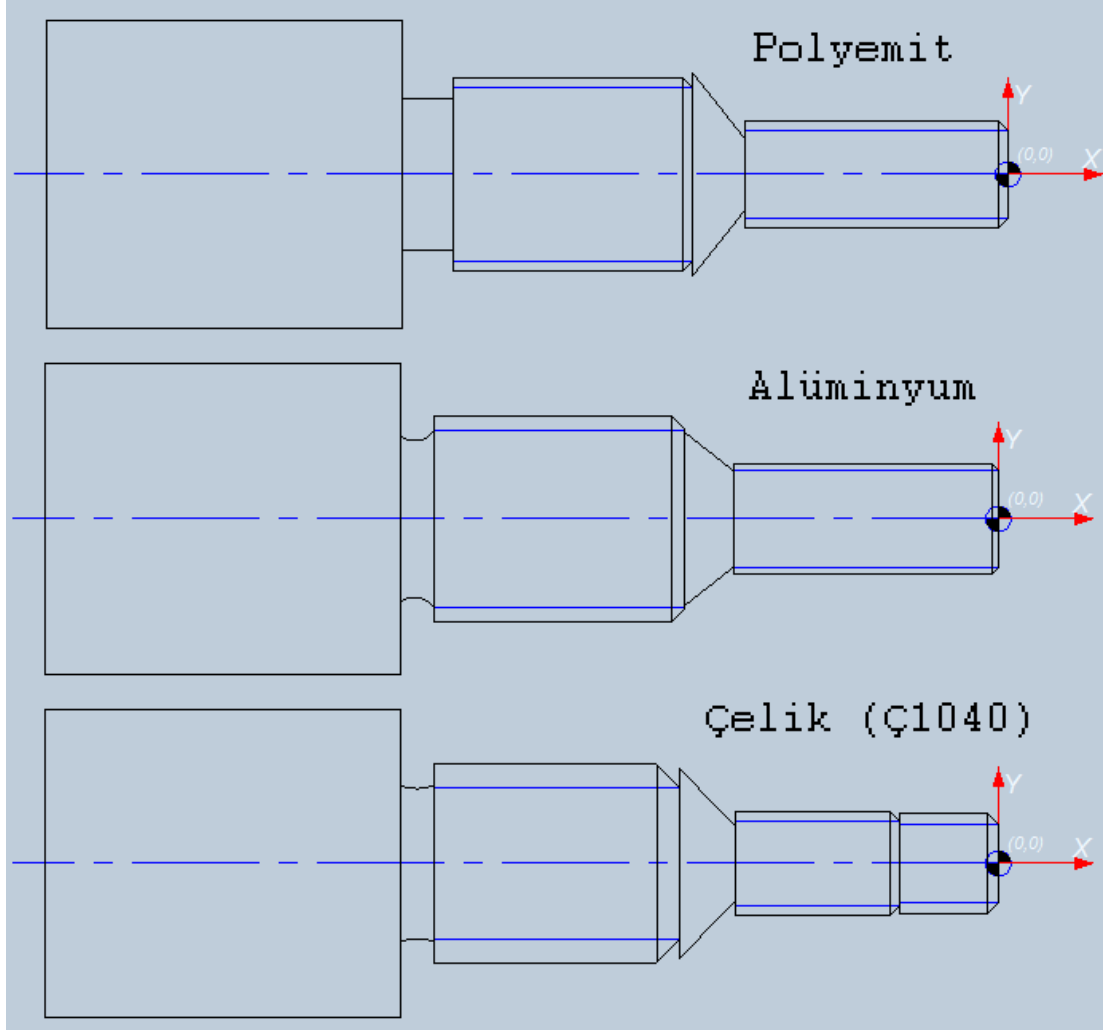
Şekil 8.66. Kamera görüntüsü (4 nolu örnek parça)



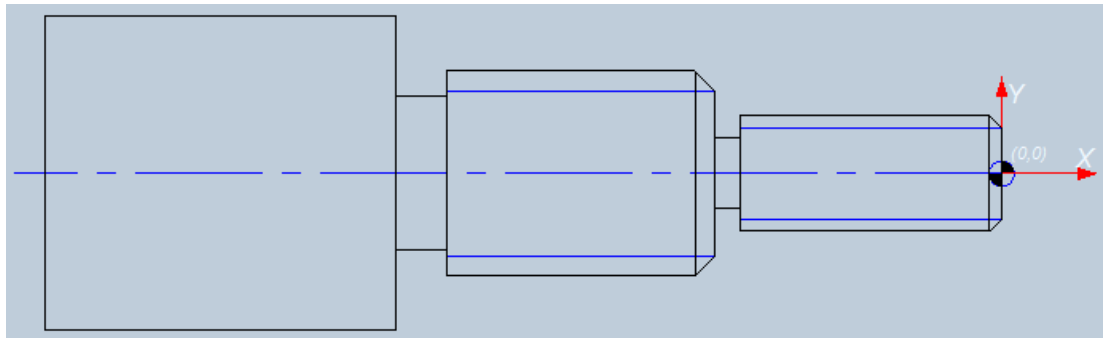
Şekil8.67. İşlenmiş görüntü

İşlenmiş parçalar Şekil 8.59’da gösterilen tolerans değerleri ile tanımlama yapılmıştır. Sonuçta sistem, parçaları Şekil 8.68’da gösterilen şekilde tanımlayabilmiştir. Tanımlanan parçalar DXF formatına dönüştürülerek AutoCAD 2012 programında açılmış ve ölçülendirilmiştir (Şekil 8.61). Parça tanımlaması istenilene yakın değerdedir, Parça üzerindeki küçük kanalın boyu kısa olduğu için silindir tanımlama tolerans değerlerini aşmış ve konuk

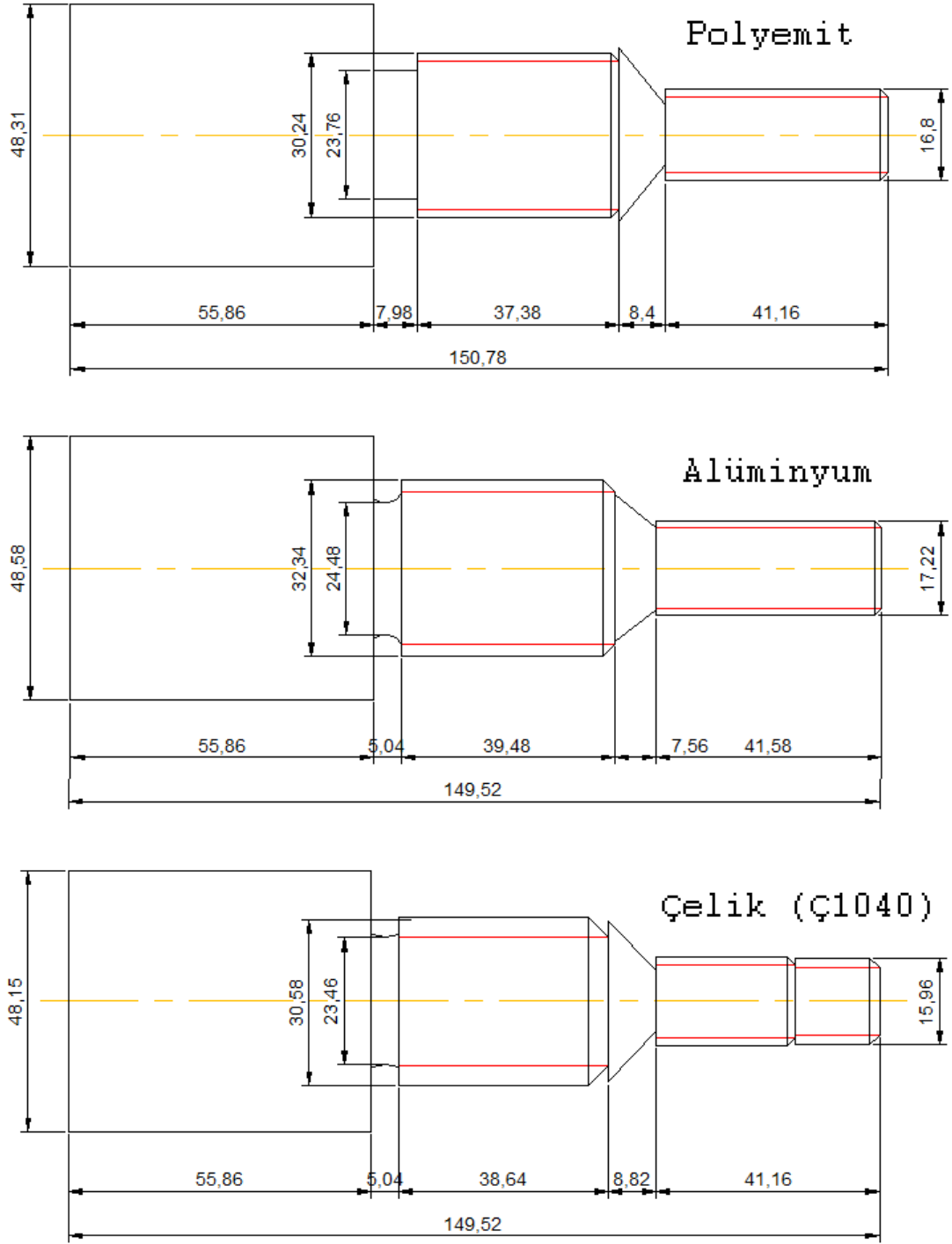
olarak tanımlanmıştır. Çelik malzemede görüntü kaybı fazla olduğu için küçük çaptaki vida iki benzer unsur şeklinde tanımlanmıştır.



Şekil 8.68. Tanımlanmış parça görüntüleri

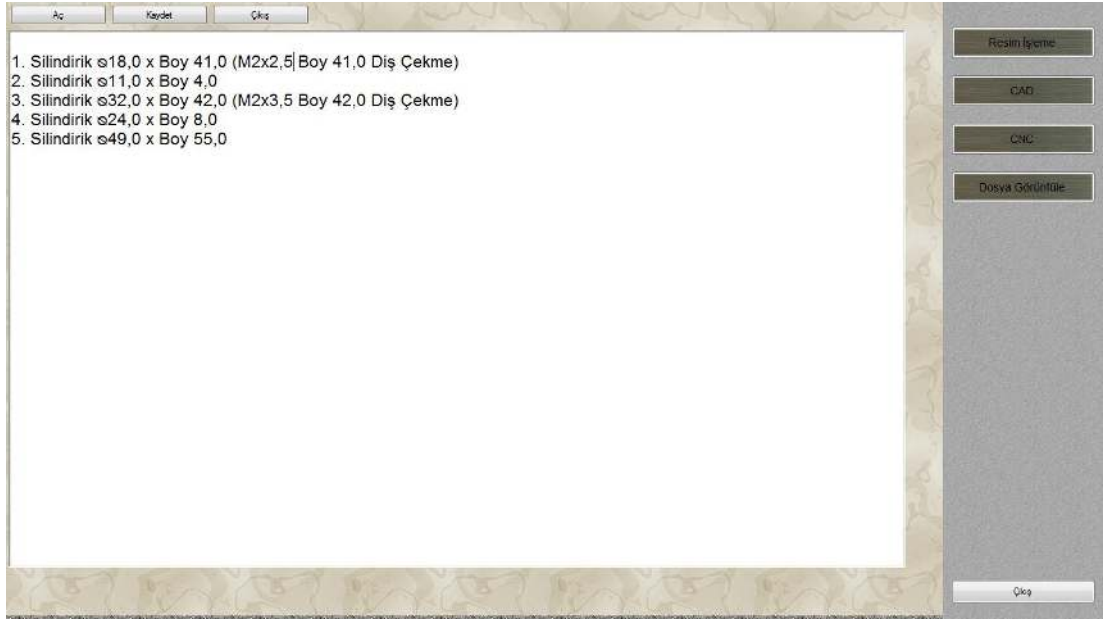


Şekil 8.69. Düzeltilmiş parça görüntüsü



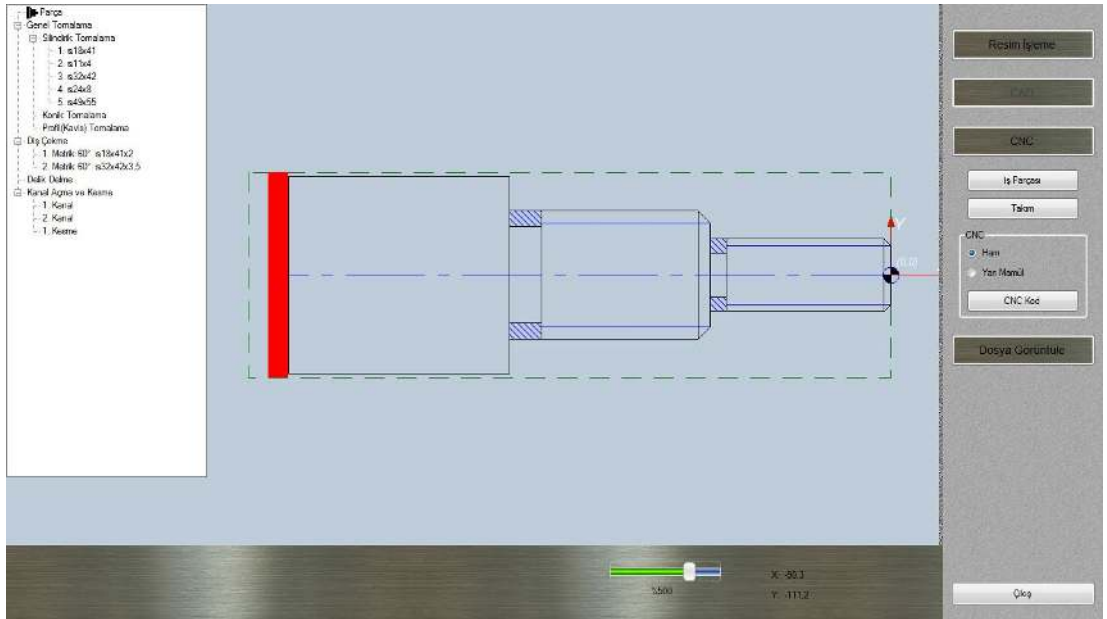
Şekil 8.70. Tanımlanan parçanın AutoCAD 2012’de ölçümü

Tanımlanan parça geliştirilen programın CAD bölümünde ölçüleri düzeltilerek listelenmiştir (Şekil 8.71).



Şekil 8.71. Tanımlanan unsurların listesi (düzeltme yapıldıktan sonra)

Tanımlanan parçalar için düzeltmeler yapıldıktan sonra CNC bölümüne geçilerek iş parçası malzemesi (Şekil 8.63), ardından da kullanılacak takımlar seçilmiştir (Şekil 8.73).



Şekil 8.72. Tanımlanan parça için CNC işlemleri

| No | Adı                                       | İşleme Tipi           | Devir        | İlerleme   | Talaş Derinliği |
|----|-------------------------------------------|-----------------------|--------------|------------|-----------------|
| T1 | 12 mm Eşkenar dörtgen 80° (GC3005)        | Tomalama (Orta Talaş) | 2309 dev/dak | 0,18 mm... | 0,96 mm         |
| T2 | 4 mm Kanal Açma Kalem Ucu (GC1125)        | Kanal Açma ve Kesme   | 1186 dev/dak | 0,1 mm/... |                 |
| T3 | 5 mm Kesme (Dilimleme) Kalem Ucu (GC2135) | Kanal Açma ve Kesme   | 799 dev/dak  | 0,12 mm... |                 |
| T4 | 2,5 mm Vida Kalem (GC1020)                | Diş Çekme             | 822 dev/dak  |            | 10 Paso         |
| T5 | 3,5 mm Vida Kalem (GC1020)                | Diş Çekme             | 822 dev/dak  |            | 12 Paso         |

Şekil 8.73. Tanımlanan parçanın işlenmesi için belirlenen takımlar ve takım parametreleri

Tanımlanan parçaya yönelik elde edilen CNC parça programı işlenecek olan ham parça için Şekil 8.74'te verilmiştir.

```

N5 G21
N10 G54
N15 T0101
N20 G00 X80.0 Z50.0
N25 S2309 M03
N30 G00 X60.0 Z5.0
N35 G71 U1.92 R1.0
N40 G71 P45 Q85 U1.92 W0.96 F0.18
N45 G00 X14.0 Z5.0
N50 G01 Z0.0
N55 G01 X18.0 Z-2.0
N60 G01 Z-45.0
N65 G01 X25.0
N70 G01 X32.0 Z-48.5
N75 G01 Z-95.0
N80 G01 X49.0
N85 G01 Z-150.0
N90 G70 P45 Q85
N95 G00 X80.0 Z50.0
N100 T0202
N105 G00 X80.0 Z45.0
N110 S1186 M03
N115 G00 X56
N120 G00 Z-45.0
N125 G00 Z3
N130 G01 X11.0 F0.1
N135 G00 X56
N140 G00 X80.0 Z50.0

```

Şekil 8.74. Tanımlanan parça için türetilen CNC kodu (4. parça)

## 9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstriyel kamera kullanılarak bitmap görüntüsü alınan, iş parçasının CNC torna tezgahında imalatının yapılmasına yönelik geliştirilen TKNC sistemi için elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

### 9.1. Sonuçlar

1. Geliştirilen sistem 8,16 ve 24 bit derinliğinde 640x480 ebadında ve BMP formatında parça görüntüsünü alabilmektedir. BMP formatı dışında işlenebildiği gibi farklı format (Jpeg, Jpg vb.) ve çözünürlükteki resimlerde yorumlanabilmektedir.
2. Geliştirilen TKNC programı sayesinde, silindirik iş parçasının kamera görüntüsü alınarak, hızlı bir şekilde CNC parça programları türetilmektedir.
3. Kameranın kullanılmasına yönelik hazırlanan, bağlama aparatı için oluşturulan hareketli mekanizma (yukarı, aşağı) sayesinde en uygun yükseklik ayarının yapılabilmesi sağlanmıştır.
4. Sistemin geliştirilmesinde kullanılan Visual Basic Net programının resim işlemeye yönelik sunduğu 3 yöntemden (Getpiksel-Setpiksel, Lockbit-Unlockbit ve Matris) en uygun olan bulunmuştur. Resim işleme Getpiksel-Setpiksel metodu işlemin yavaş olmasından dolayı, bu çalışmada Lockbit-Unlockbit yöntemi kullanılarak programın daha hızlı ve işlevsel çalışması sağlanmıştır.
5. Unsur tanımlamada en optimum yorumlamanın yapılmasına yönelik değişikliklerin yapılmasını sağlayan bir tolerans tablosu oluşturulmuştur.

6. Geliştirilen sisteme de uygulama yapabilmek için imal edilen alüminyum ve çelik parçalarda ışık yansımasından kaynaklanan olumsuzluklar meydana gelmiştir. Kameradan görüntü alma sırasında, alüminyum ve çelik malzemelerde ışık yansımasından dolayı meydana gelen olumsuzluklar, parçaların beyaza boyanması ile kısmen giderilmiştir.

7. TKNC sisteminde belirlenen unsurların sıralandığı “unsur ağacı” oluşturulmuştur. Unsur ağacından kolaylıkla unsurlar üzerine tıklaması ile değişiklik yapabilmektedir.

8. Geliştirilen sistemde alınan BMP resimden, vida, silindir, konik ve kavis unsurlarının tanıtılması sağlanmıştır.

9. TKNC sisteminde oluşturulan vektörel grafik (CAD) ortamında tanımlanan iş parçası üzerinde değişiklik yapılması sağlanmıştır. Parça üzerindeki unsurlar (silindir, konik, kavis vb.) şeklinde tanımlandığı için düzenleme, ekleme, silme vb. işlemler çok hızlı ve kolay bir şekilde yapılabilmektedir.

10. Program içerisinde hazırlanan takım kütüphanesi sayesinde uygun kesme parametrelerine çok hızlı ve kolay bir şekilde ulaşılabilir.

11. Sistem tarafında tanımlanan parçanın imalatı için gerekli olan CNC parça programları, basit birkaç işlem ile çok kısa sürede üretilmektedir.

12. Hazırlanan program sayesinde imalat için gerekli olan hazırlık safhaları kısalarak artan üretim verimliliği ile üretim maliyetlerini azaltmaktadır.

## 9.2. Öneriler

1. Farklı format yapıları (stl, iges vb.) kullanılarak piyasada kullanılan CAD/CAM programları ile veri transferi yapılabilir.

2. Türetilen CNC kodu Fanuc sisteme sahip tezgâhlarda çalışmaktadır. Farklı sisteme sahip tezgâhlar içinde geliştirilebilir.

3. Geliştirilen TKNC programı, sadece CNC torna tezgâhlarına yönelik CNC prpgramı türetilmektedir. Diğer tezgâhlar (freze, işleme merkezi vb.) içinde program geliştirilebilir.

## KAYNAKLAR

1. Aydemir, A. O., "Torna ve freze tezgahlarında bilgisayar destekli kesici takım seçimi", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-4 (2006).
2. Kert, M., "Gerçek görüntüden elde edilen koordinatlarla robot kol hareket optimizasyonu" , Yüksek Lisans Tezi, **Mutafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Antakya, (2006).
3. Asmaz, K., "Görüntü işleme ile iki boyutlu cisimlerden grafik modeller için veri eldesi", Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 1-2 (2006).
4. Samtaş, G., "Dijital görüntülerden üç boyutlu CAD modellerin elde edilmesi", Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-4 (2009).
5. İnce, S., "Teknik resim çıktılarının dxf veri formatına dönüştürülmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-2 (2006).
6. Akbaş, Ü., "Bmp formatlı iki boyutlu resimlerin dwg formatına dönüştürülmesi için bilgisayar programı tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-2 (2006).
7. Özdemir, A., "CNC'li torna tezgahlarına hazırlanan iş üretme programının bilgisayar yardımı ile simülasyonu", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (1988).
8. Cantürk, A., "CNC torna tezgahının PC ile programlanması bir CAD paketi", Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (1994).
9. Uludağ, İ., "CNC torna tezgahlarında diş çekme teknikleri ve PC bilgisayara uyarlanması", Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (1994).
10. Şensoy, E., "CAD/CAM, CNC sistemleri ve CNC torna tezgahları için CAD/CAM programı uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (1996).
11. Ünal, Y., "Seri üretim hatlarında görüntü işlemeyle kalite kontrolü", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (1998).

- 12.Çiçek, A., “AUTOCAD ortamında oluşturulan 2b'lu çizimlerden 3b'lu katı modellerin elde edilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2001).
- 13.Akıncı, M. T., “CNC torna tezgahları için dialog metodu kullanılarak NC kod türetilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2002).
- 14.Oktay, A., “Silindirik parçalar için bilgisayar destekli son işlemci tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2003).
- 15.Yıldız, Y., “Dönel parçalar için unsur tabanlı bir cam programı hazırlanması ve diğer programlama yöntemleri ile karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2004).
- 16.Zengin, R., “Görüntü işleme teknolojisi ve bir obje tanımlama uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, **Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Niğde, (2004).
- 17.Kurak, E., “CNC torna sistemlerinin incelenmesi ve CNC torna modeli üzerinde parça işleme simülasyonları”, Yüksek Lisans Tezi, **Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Edirne, (2004).
- 18.Soydan, F., “Nesne tanıma ve aralarındaki topolojik ilişkilerin semantik düzeyde incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Edirne, (2005).
- 19.Uslu, Ü., “Tomografik görüntü verilerinden 3 boyutlu CAD modelinin oluşturulması”, Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2006).
- 20.Mumcu, H., “İki boyutlu mühendislik çizimlerinden üç boyutlu katı modellerin oluşturulması” , Doktora Tezi, **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Sakarya, (2006).
- 21.Akan, H., “Sayısal görüntü işlemeye dayalı proses kontrolü için bir sistem tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2007).
- 22.Çiçek, A., Gülesin, M., “bdt/bdi uygulamaları için bilgisayar destekli parça tanıma yaklaşımının geliştirilmesi” , **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi**, Ankara, 4(2): 237-246 (2007).

- 23.Çiçek, A., Aslantaş, K., “Unsur matrisleri kullanarak 3 boyutlu işleme unsurlarının tanınması”, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi**, Ankara, 4(1): 147-155 (2010).
- 24.Göktaş, M., Dilipak, H.,Güldaş, A., “iki boyutlu profillerin işlenmesinde takım yolu ve ofsetleme için yeni bir algoritma geliştirilmesi”, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi**, Ankara, 4(1): 179-187 (2010).
- 25.Narang, N.V., Fischer, G.W., “Development of a framework to automate process planing functions and to determine machining parameters”, **International Jurnal of Machine Tools and Manufacture**, 72(2): 1921-1942 (1993).
- 26.Chan, T. F. And Vese, L. A., “Active contours without edges”, **IEEE Transactions on Image Processing**, 10 (2): 266-277 (2001).
- 27.Wu, W. and Yang, J., “Semi-Automatically Labeling Object in Images”, **IEEE Transactions on Image Processing**, 18 (6): 1340-1349 (2009).
- 28.Kroszynki, U.I., Palstroem, B., Trostmann, E. And Schlenchtendal, E.G., “Geometric Data Transfer Between CAD Systems: Solid Models”, **IEEE Computer Graphics and Aplications**, Vol. 9, No. 5, 57-71 (1989).
- 29.Bourke, P., “Bitmap formats”,**A Beginners Guide to Bitmaps**, 1-12, (1993)
- 30.Liu, W., Dori, D., (1999) “From Raster to Vectors: Extracting Visual Information From Line Drawing”, **Pattern Analysis & Applications**, 10-21. (1999).
- 31.Dori, D. Liang, Y. Dowell, J. and Chai, I. “Sparse pixel recognition of primitives in engineering drawings”, **Mach. Vision Applicat.**, Vol. 6, 69–82 (1993).
- 32.Dori, D. “Vector-based arc segmentation in the machine drawing under standingm system environment”, **IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.**, Vol. 17, 1057–1068 (1995).
- 33.Dori, D. and Liu Wenyin, L. “Automated CAD Conversion with the Machine Drawing Understanding System: Concepts, Algorithms, and Performance”, **IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS**, Vol. 29, NO. 4, (1999).
34. Gülesin, M., Güllü A., Avcı, Ö. ve Akdoğan, G., “CNC Torna ve Freze Tezgahlarının Programlanması (Fanuc)”, **Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.**, Ankara, (2005)

**EKLER**

## EK-1 Örnek uygulama 1



Şekil 1.1. Parçanın imalat ölçüleri



Şekil 1.2. Parçanın kamera görüntüsü

### EK-1 (Devam) Örnek uygulama 1



Şekil 1.3. Parçanın işlenmiş görüntü



Şekil 1.4. Tanımlanmış parça görüntüsü

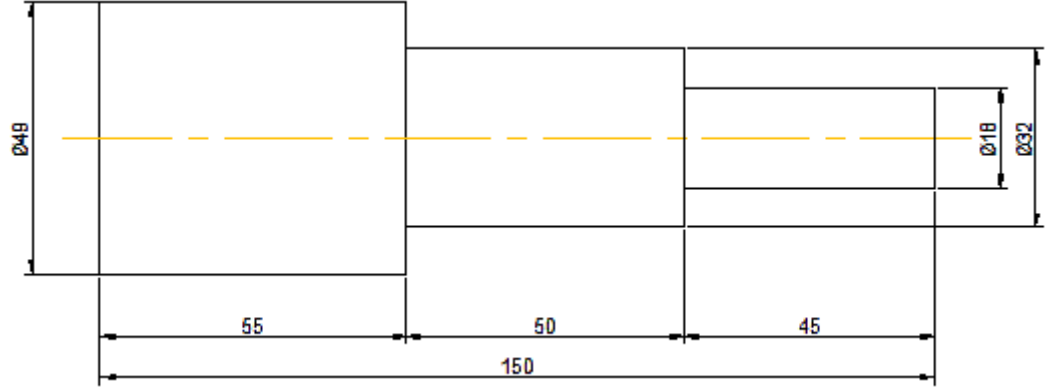


## EK-1 (Devam) Örnek uygulama 1

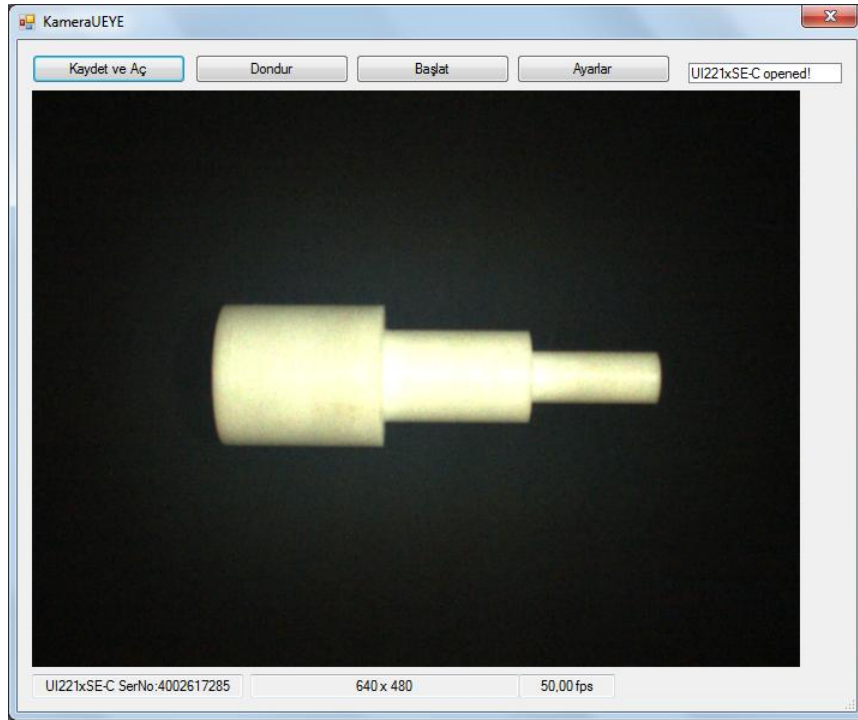


Şekil 1.7. İş parça için türetilen CNC programı

## EK-2 Örnek uygulama 2

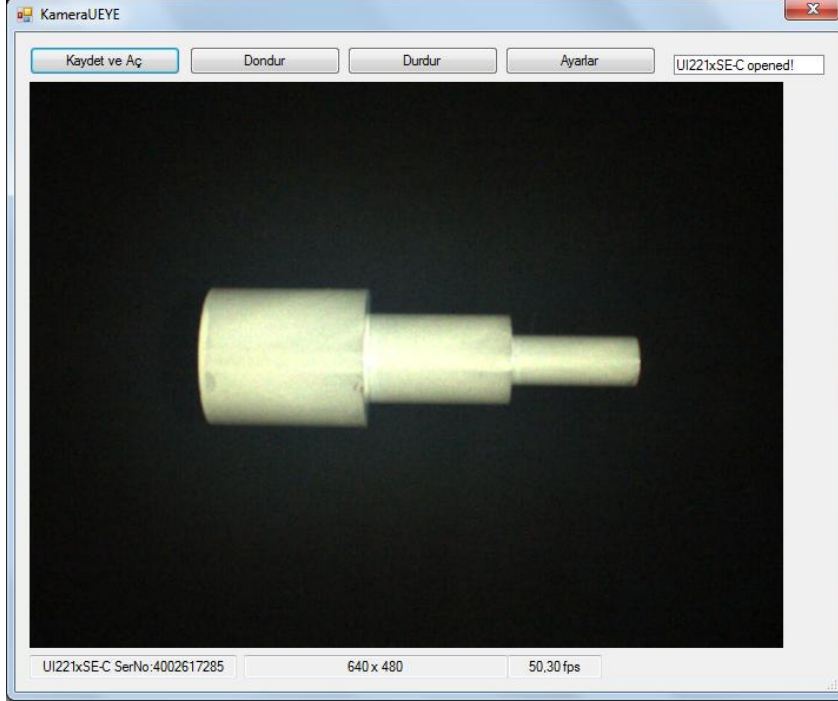


Şekil 2.1. Parçanın imalat ölçüleri



Şekil 2.2. Kamera görüntüsü (polyemit malzeme)

## EK-2 (Devam) Örnek uygulama 2

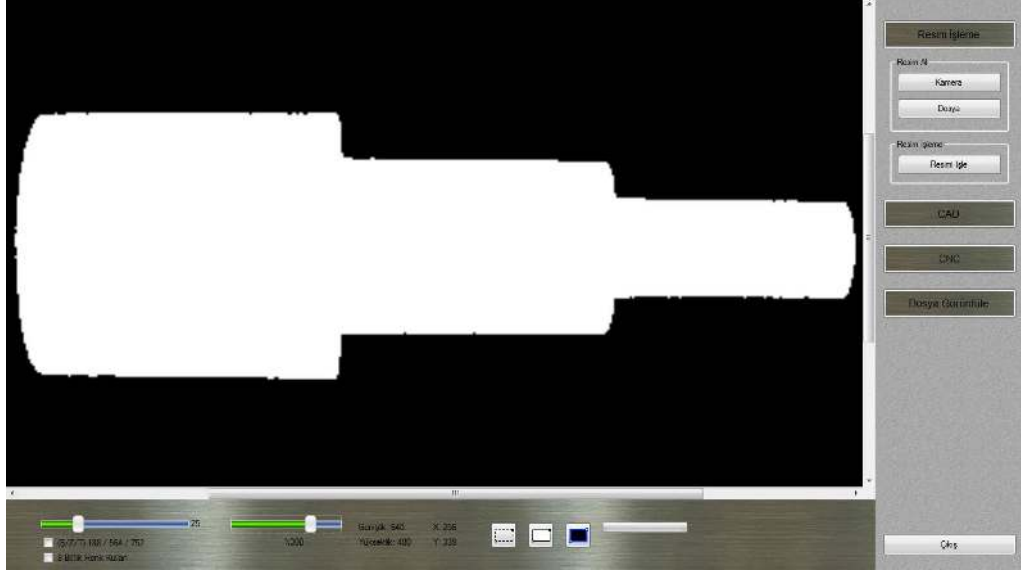


Şekil 2.3. Kamera görüntüsü (alüminyum malzeme)

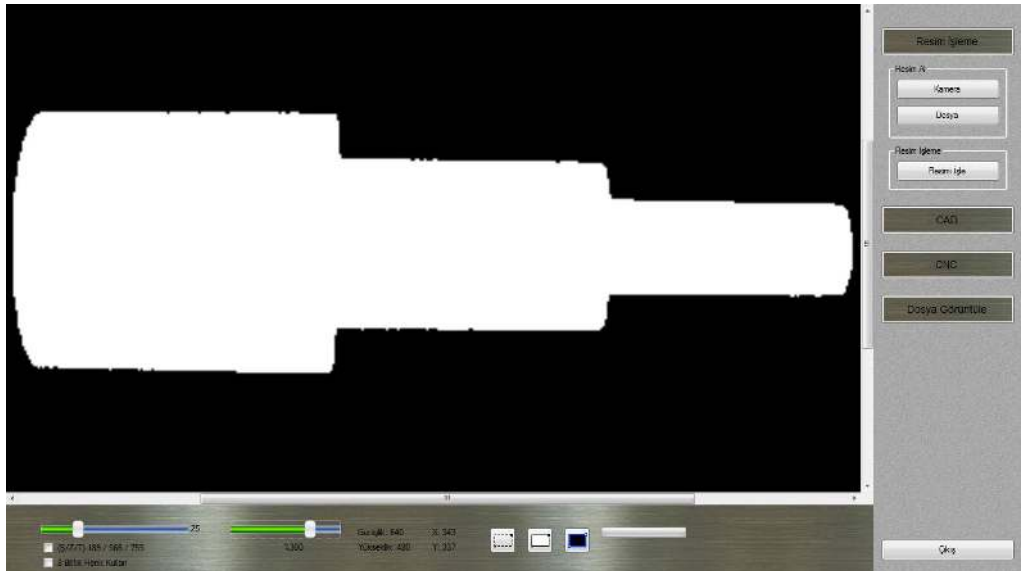


Şekil 2.4. Kamera görüntüsü (Ç1040 çelik malzeme)

## EK-2 (Devam) Örnek uygulama 2

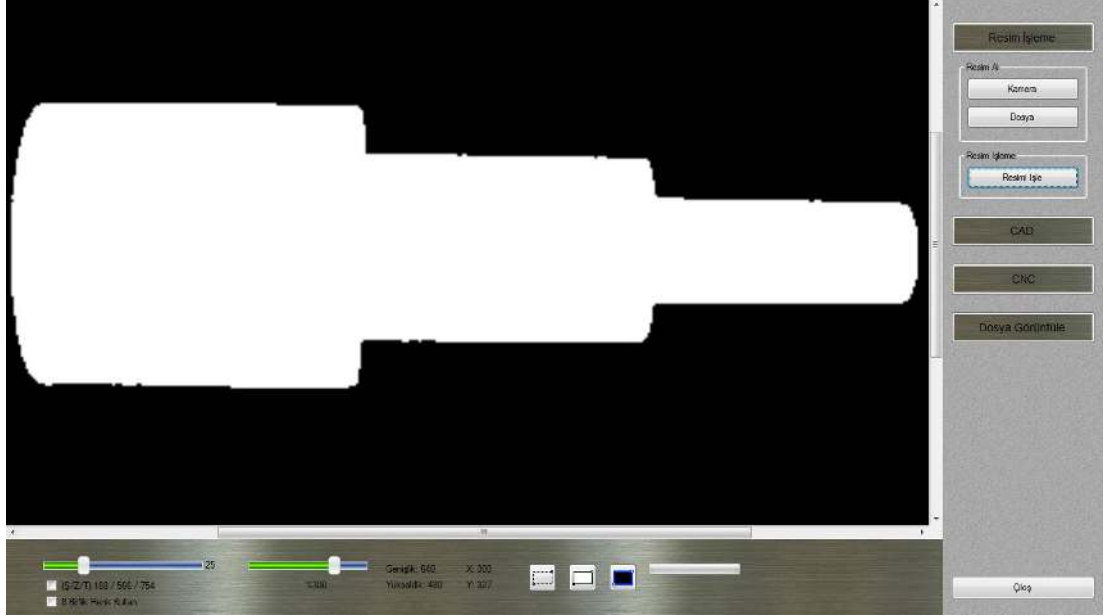


Şekil 2.5. Kamera ile alınan BMP resmin işlenmiş görüntü (polyemit malzeme)



Şekil 2.6. Kamera ile alınan BMP resmin işlenmiş görüntü (alüminyum malzeme)

## EK-2 (Devam) Örnek uygulama 2

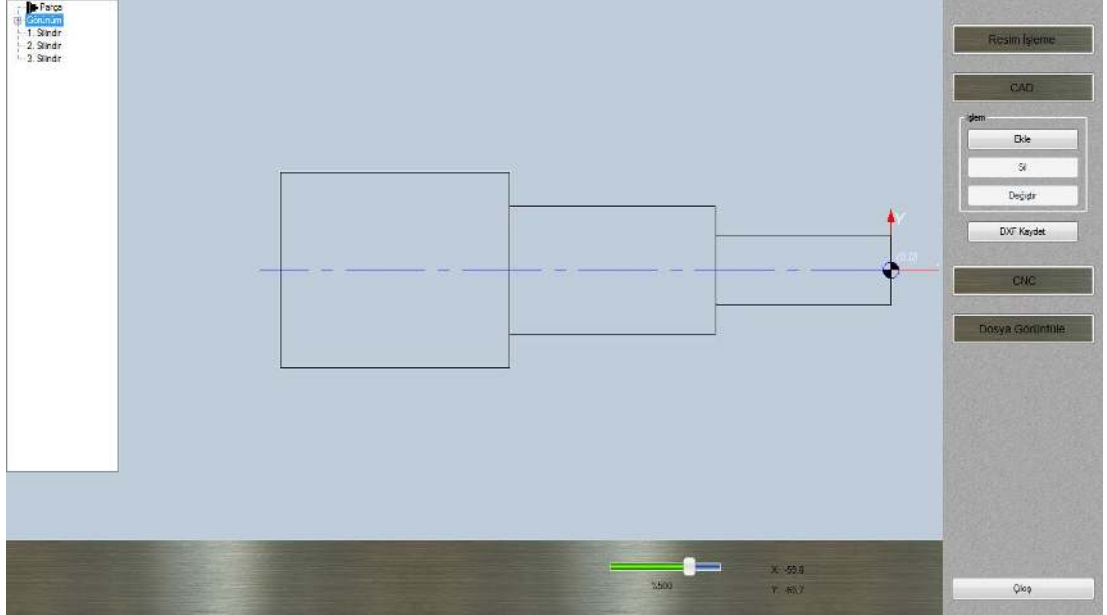


Şekil 2.7. Kamera ile alınan BMP resmin işlenmiş görüntü (Ç1040 çelik malzeme)

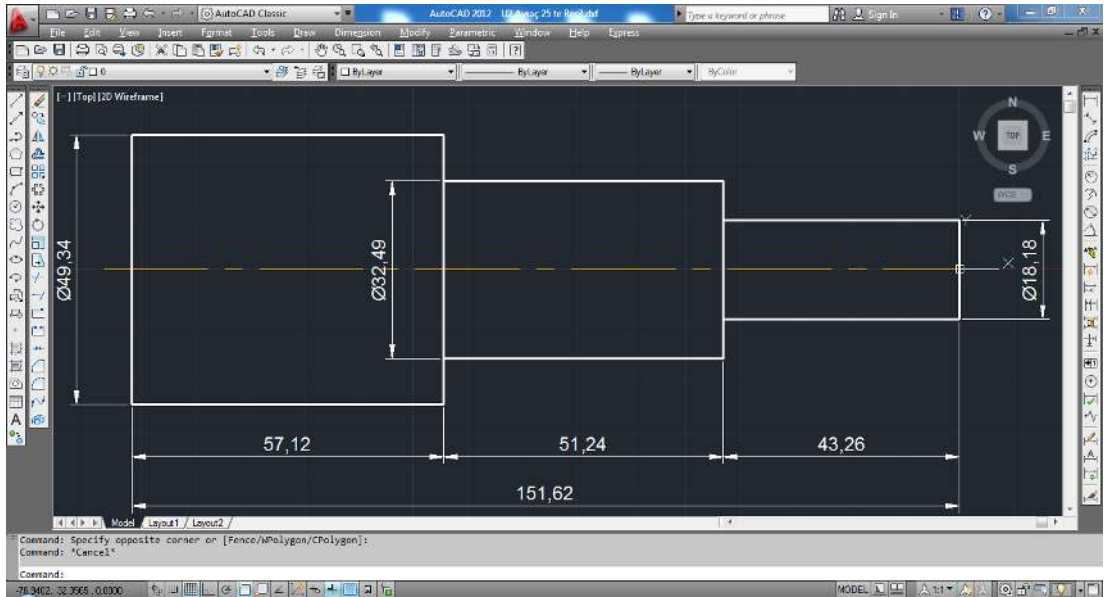
| Tolerans Tablosu                            |              |
|---------------------------------------------|--------------|
| <b>Ön Tanımlama Genişliği</b>               |              |
| Vida Ön Tanımlama Genişliği :               | 18           |
| Silindir Ön Tanımlama Genişliği :           | 13           |
| Konik Ön Tanımlama Genişliği :              | 15           |
| Kavis Tanımlama Genişliği :                 | 12           |
| <b>Silindir ve Vida Tanımlama Toleransı</b> |              |
| Vida Tanımlama Toleransı :                  | 8            |
| Silindir Tanımlama Toleransı :              | 3            |
| <b>Silindir ve Vida Tanımlama Toleransı</b> |              |
| 1 Pikselin Milimetre Değeri :               | 0.42         |
| <b>Konik Tanımlama Toleransı</b>            |              |
| Konik Ön Tanımlama Toleransı Min :          | 0.8          |
| Konik Ön Tanımlama Toleransı Max :          | 1.25         |
| Konik Tanımlama Toleransı Min :             | 0.8          |
| Konik Tanımlama Toleransı Max :             | 1.25         |
| Konik Tanımlama Yöntemi :                   | Alan         |
| <b>Kavis Tanımlama Toleransı</b>            |              |
| Kavis Tanımlama Toleransı Min :             | 0.7          |
| Kavis Tanımlama Toleransı Max :             | 1.4          |
| Kavis Tanımlama Yöntemi :                   | Alan         |
| Kaydet                                      | Sil          |
| Yenile                                      | Sistem Kaydı |
| Tamam                                       |              |

Şekil 2.8. Tanımlamada kullanılan tolerans değerleri

## EK-2 (Devam) Örnek uygulama 2

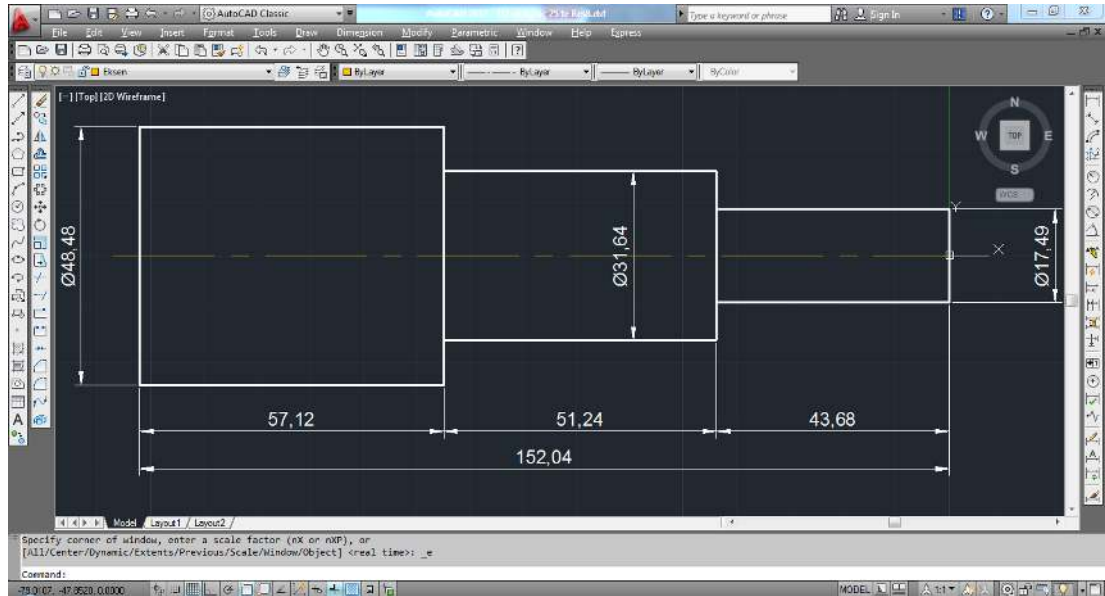


Şekil 2.9. Tanımlanmış parça görüntüsü (tüm malzemeler için aynı görüntü)

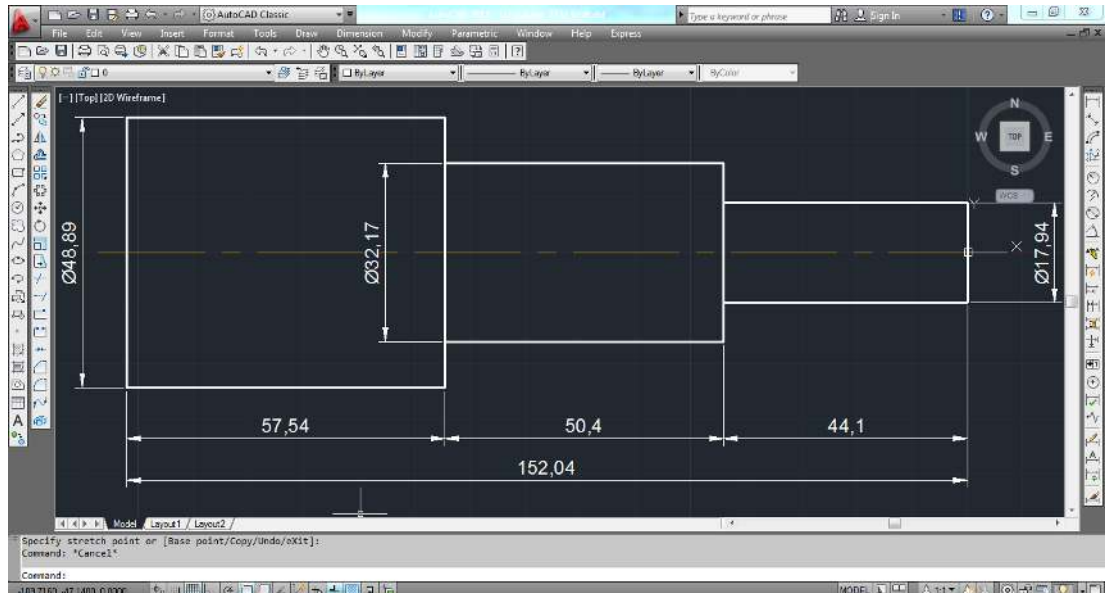


Şekil 2.10. DXF olarak kaydedilen parçanın AutoCAD 2012'de açılarak ölçülendirilmesi (polyemit malzeme)

## EK-2(Devam) Örnek uygulama 2



Şekil 2.11. DXF olarak kaydedilen parçanın AutoCAD 2012'de açılarak ölçülendirilmesi (alüminyum malzeme)



Şekil 2.12. DXF olarak kaydedilen parçanın AutoCAD 2012'de açılarak ölçülendirilmesi (Ç1040 çelik malzeme)



## EK-2(Devam) Örnek uygulama 2



Şekil 2.15. Tanımlanan parça için türetilen CNC programı

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : CULHA, Salih  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 27.01.1982 Kangal  
Medeni hali : Evli  
Telefon : 0 (346) 457 37 49  
Faks : 0 (346) 462 10 49  
e-mail : [salih.culha@gmail.com](mailto:salih.culha@gmail.com)

### Eğitim

| Derece | Eğitim Birimi                            | Mezuniyet tarihi |
|--------|------------------------------------------|------------------|
| Lisans | Gazi Üniversitesi/ Makine Eğitimi Bölümü | 2004             |
| Lise   | Kangal Endüstri Meslek Lisesi            | 1999             |

### İş Deneyimi

| Yıl  | Yer                    | Görev         |
|------|------------------------|---------------|
| 2007 | Kangal Termik Santrali | Teknik Ressam |

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Bilgisayar, Makine ve Elektronik Teknolojileri, Tarih ve Teknoloji Belgeselleri