

2. KOORDİNAT TANIMLAMA YÖNTEMLERİ

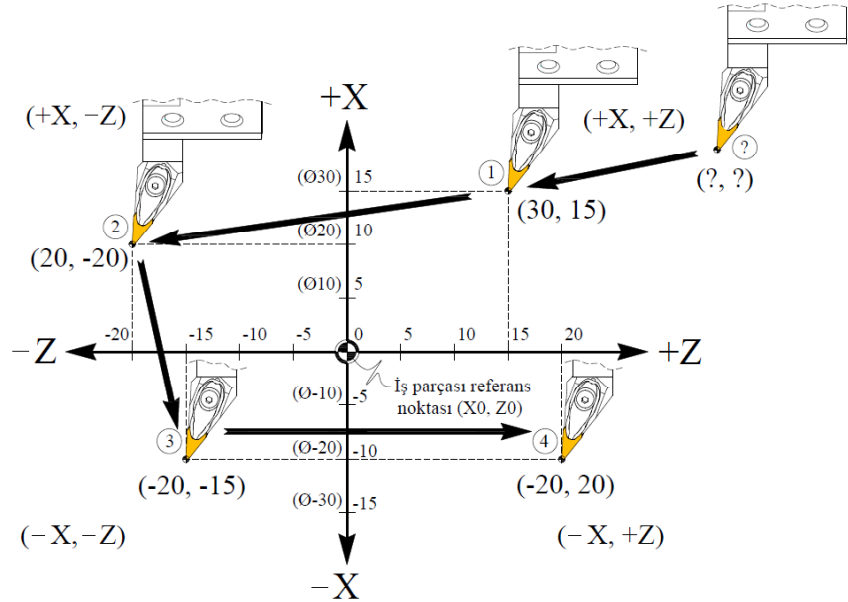
CNC torna tezgahında kesici takım hareketlerinin otomatik olarak işletim sistemi tarafından gerçekleştirilebilmesi için işlenecek parçanın geometrisini oluşturan unsurlara ait koordinat değerlerinin uygun hareket komutları ile birlikte NC program içerisinde tanımlanması gerekmektedir. Fanuc işletim sistemli CNC torna tezgahlarında koordinat tanımlama işlemi, iki ayrı yöntemle gerçekleştirilir. Bunlar;

- 1) Mutlak koordinat tanımlama yöntemi,
- 2) Artışlı (eklemeli, izafi, artımsal) koordinat tanımlama yöntemi,

şeklindedir.

2.1. Mutlak (Bağıl) Koordinat Tanımlama Yöntemi

İş parçası geometrisini oluşturan unsurlara ait koordinatlar, sadece program içerisinde belirtilen iş parçası referans noktası (G54~G59) dikkate alınarak tanımlanır. Kesici takımın bulunduğu noktanın hiçbir önemi yoktur. Önemli olan kesici takımın gideceği nokta koordinatlarının iş referans noktasına göre doğru bir şekilde belirlenmesidir. Nokta koordinatları CNC torna tezgahında “XZ” çalışma düzleminde (G18), kartezyen koordinat eksen takımlarından “X” ve “Z” yönlerinde tanımlanır. X eksen iş parçasının çap değerlerinin tanımlanmasında kullanılır. X ekseninde koordinat tanımlamaları çap değeri olarak yapılmasına rağmen tezgah kontrol ünitesi tanımlanan değer yarı değerini dikkate almaktadır. Mutlak koordinat tanımlama işlemi ile ilgili örnek Şekil 1’de görülmektedir.



Koordinat tanımlama yöntemi	Hareket başlangıç ve bitiş noktaları	Eksen belirteci ve koordinat değeri	
Mutlak	? ⇒ 1	X30.	Z15.
Mutlak	1 ⇒ 2	X20.	Z-20.
Mutlak	2 ⇒ 3	X-20.	Z-15.
Mutlak	3 ⇒ 4	X-20.	Z20.

Şekil 2.1. Mutlak koordinat tanımlama yöntemi ile iş parçası unsurlarına ait nokta koordinatlarının belirlenmesi

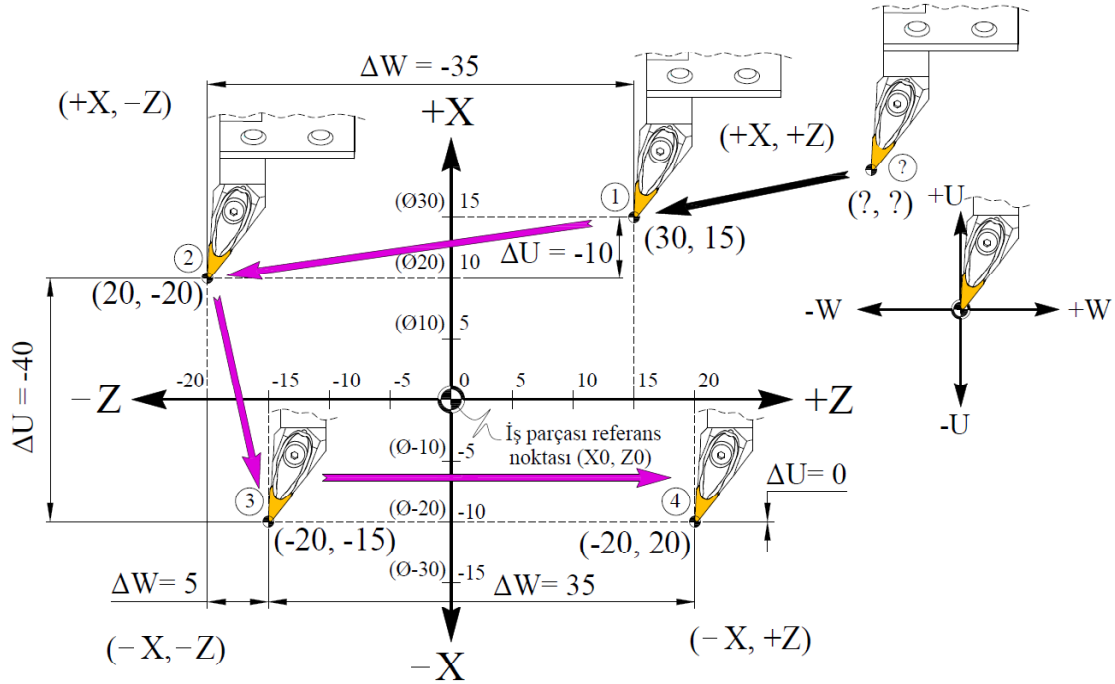
Koordinat tanımlama yöntemi	Hareket başlangıç ve bitiş noktaları	Eksen belirteci ve koordinat değeri	
Mutlak	$1 \Rightarrow 2$	X40.	Z0.
Mutlak	$2 \Rightarrow 3$	X50.	Z-5.
Mutlak	$3 \Rightarrow 4$	X50.	Z-50.
Mutlak	$4 \Rightarrow 5$	X80.	Z-50.
Mutlak	$5 \Rightarrow 6$	X100.	Z-60.

İlgili örnekte ① nolu noktanın X eksenindeki koordinat değeri belirlenirken, ② nolu noktanın çap değerinden ($\varnothing 50$ mm) verilen yarıçaptaki pah ölçüsünün iki katı ($5 \times 2 = 10$ mm) çıkarılır. Bu nedenle ① nolu noktanın “X” eksenindeki koordinatı “X40.” olarak bulunur. İşlenecek parçaya ait teknik resim üzerinde, örnekte olduğu gibi “X” eksenini yönünde belirtilen ölçülendirme, ilgili noktanın çap değerini belirtmiyorsa, bu tür ölçülerin 2 katı koordinat hesaplamalarında kullanılır. Benzer hesaplama, ④ nolu noktanın “X” ekseninde koordinat değerinin belirlenmesinde de yapılmalıdır. Burada ⑤ nolu noktanın çapına ait “X” eksenindeki koordinat değeri $\varnothing 100$ mm’den, verilen 45° lik 10 mm boyutundaki pah ölçüsünün 2 katı 20 mm çıkarılarak, ④ nolu noktanın “X” ekseninde koordinat değeri $\varnothing 80$ mm olarak hesaplanır.

107

2.2. Artışlı (Artımsal, Eklemeli, İzafi) Koordinat Tanımlama Yöntemi

Bu teknikte, kesici ucun en son bulunduğu nokta referans (orijin) noktası kabul edilir. Bu noktaya tezgah ana eksenleri ile aynı eksen yönlerine sahip kartezyen koordinat eksenlerinin yerleştirildiği kabul edilir. Tezgah işletim sisteminin, takımın gideceği nokta koordinatlarının artışlı koordinat yöntemi ile tanımlandığını algılaması için gerekli tanımlamalar yapılır. Fanuc işletim sistemli torna tezgahlarında nokta koordinatlarının artışlı koordinatlar ile tanımlandığı, eksen belirteci olarak “X” eksenini için “U”, “Z” eksenini için de “W” harfinin kullanılmasıdır. Artışlı koordinat tanımlama yönteminde kesici takımın bulunduğu nokta ile gideceği nokta arasındaki farklar (ΔX ve ΔZ) tanımlanmaktadır. Bu farklar hesaplanırken her iki eksen takımı için de kesici takımın gideceği noktanın mutlak koordinat değerlerinden, bulunduğu noktanın mutlak koordinat değerleri çıkarılarak hesaplanmaktadır. Bu nedenle program içerisinde artışlı koordinat tanımlama işleminin yapılabilmesi için kesici takımın mutlak koordinat tanımlama yöntemi ile uygun bir noktaya getirilmesi gerekmektedir. Kısaca, NC program içerisinde artışlı koordinat tanımlama işleminden önce, kesici takım mutlak koordinat tanımlama işlemi yapılarak iş referans noktasına göre koordinatları bilinen bir noktaya getirilmesi gerekir. Artışlı koordinat tanımlama yönteminde, referans noktasının, kesici uç ile birlikte her hareketin sonlandığı yere taşındığı kabul edilir. Her gidilen nokta, kendisinden sonra tanımlanacak artışlı koordinatlar için eksen takımının orijini olur. Artışlı koordinat tanımlama yöntemi ile ilgili örnekler Şekil 2 ve Şekil 3’te yer almaktadır.



Koordinat tanımlama yöntemi	Hareket başlangıç ve bitiş noktaları	Eksen belirteci ve koordinat değeri	
Mutlak	? \Rightarrow 1	X30.	Z15.
Artışlı	1 \Rightarrow 2	U-10	W-35.
Artışlı	2 \Rightarrow 3	U5.	W-40.
Artışlı	3 \Rightarrow 4	U0.	W35.

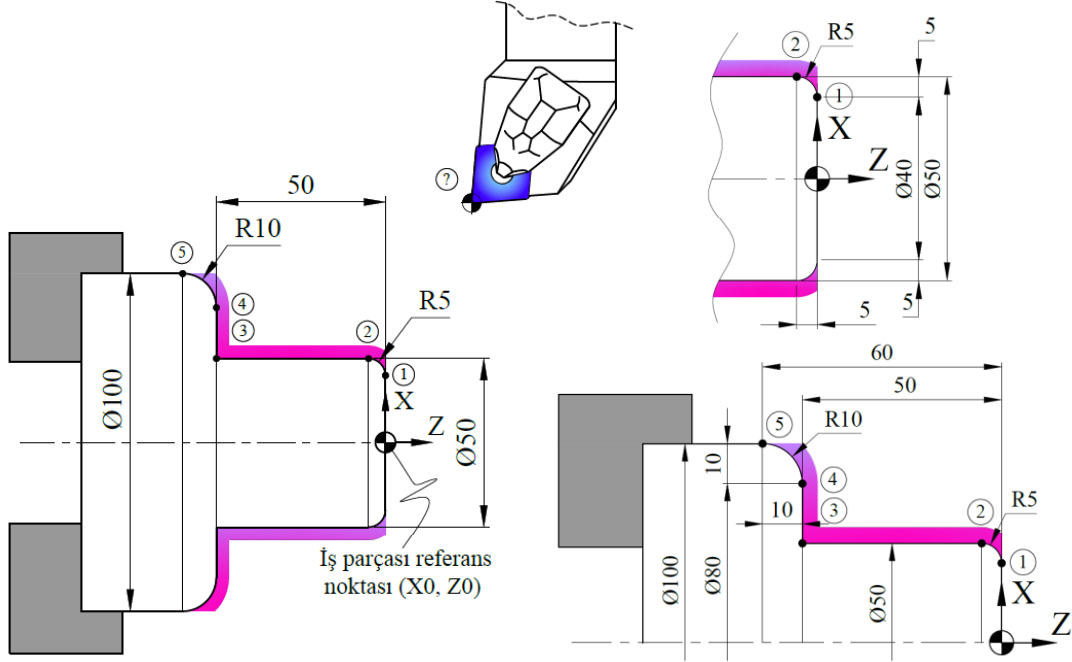
Şekil 2. Artışlı koordinat tanımlama yöntemi

Artışlı koordinat değerlerinin tespitinde, matematiksel olarak ifade edilen;

$$U(\Delta X) = \text{Gidilen noktanın mutlak X değeri} - \text{Gelen noktanın mutlak X değeri}$$

$$W(\Delta Z) = \text{Gidilen noktanın mutlak Z değeri} - \text{Gelen noktanın mutlak Z değeri}$$

şeklindeki formüller kullanılabilir.



Koordinat tanımlama yöntemi	Hareket başlangıç ve bitiş noktaları	Eksen belirtici ve koordinat değeri	
Mutlak !!!	? ⇔ 1	X40.	Z0.
Artışlı	1 ⇔ 2	U10.	W-5.
Artışlı	2 ⇔ 3	U0.	W-45.
Artışlı	3 ⇔ 4	U30.	W0.
Artışlı	4 ⇔ 5	U20.	W-10.

Şekil 3.xx. Artışlı koordinat tanımlama yöntemi ile ilgili örnek

Örnekte, kesicinin ilk hareketi bilinmeyen bir koordinat değerinden başlamaktadır. Bu nedenle kesicinin bu noktadan ① nolu noktaya konumlanmasında, artışlı koordinat tanımlama yöntemi kullanılamaz. Burada sadece mutlak koordinat tanımlama yöntemi kullanılabilir. Ayrıca, artışlı koordinat değerleri hesaplandığında “0” değeri alan koordinatlar yazılmasa da olur. Eksik veya hatalı bir koordinat tanımlaması yapılmaz. Bu durum çizelgede boyanmış koordinatlar şeklinde gösterilmiştir.

4. KESİCİ TAKIM MALZEMELERİ

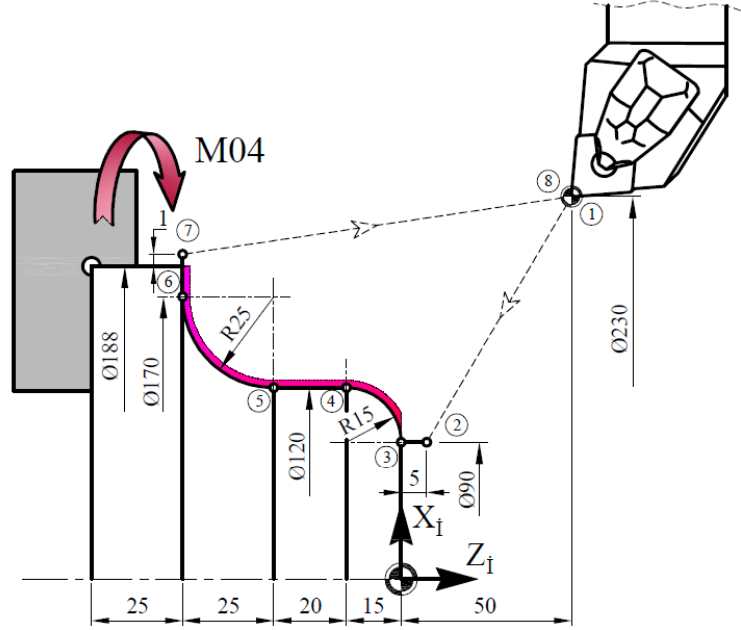
Talaşlı imalat işlemlerinde işleme maliyeti ve ürün kalitesinin değişiminde, kesici takım etkin rol oynamaktadır. İşleme maliyetinin düşük olması, yüksek değerlerde seçilen işleme parametrelerinde, kesici takımın uzun süre kesme geometrisi ve diğer özelliklerini muhafaza etmesine bağlıdır. Buda kesici takım malzemesinin işleme esnasında maruz kaldığı kuvvetler, sıcaklık, sürtünme (abrasiv) ve yapışma (adhesiv) etkileri ile birlikte diğer etkenlere (titreşim, kimyasal çözücüler, oksidasyon, difüzyon, vb.) uzun süre dayanabilmesi ile mümkündür.

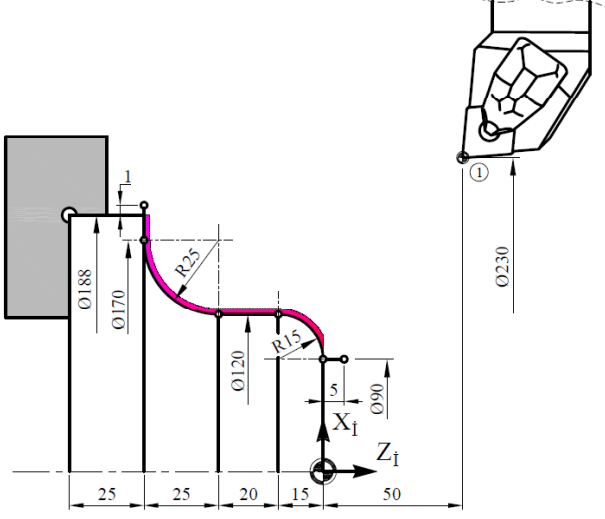
Talaşlı imalat metodu ile metal ve alaşımlarını şekillendirmenin yaygınlaştığı Endüstri Devrimi'nden günümüze kadar kesici takımlar alanında yapılan çalışmalar, kesici takımların performanslarında kıyaslanamayacak artışları beraberinde getirmiştir. Yeni kesici takım malzemelerinin geliştirilmesi, kesici takımlara kaplamaların uygulanması ve mevcut kesici takımların geometrilerinin ve yapılarının iyileştirilmesi sonucu kesici takımların aşınma dirençleri ve performansları önemli ölçüde iyileştirilmiştir. Örneğin, endüstri devriminin ilk günlerinde sertleştirilmiş karbon çeliği bir kesici takımla buhar motorunun bir silindiri işlemek 27,5 gün sürmüştür. O zaman kullanılan kesme hızının yaklaşık olarak 5 m/min olduğunu dikkate alırsak, aynı iş günümüzde seramik veya kübik bor nitrür (CBN) bir kesici takımla 500 m/min hatta 1000 m/min kesme hızı ile işlenerek 100 ve 200 kat gibi daha kısa sürelerde bitirilebilir [].

Endüstri devriminin ilk günlerinde kullanılan kesici takımlarla günümüzde kullanılan kesici takımların performansları arasında kıyaslanamayacak derecede farklar olmasına rağmen, kesici takımlar alanındaki araştırma ve geliştirme faaliyetleri yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bunun da başlıca iki nedeni vardır. Bunlardan birisi; küreselleşen dünyamızdaki zor rekabet şartlarıdır. Birim zamandaki üretim miktarını artırmak ve dolayısıyla maliyeti düşürmek için kesme hızının artırılması çok önemli bir faktördür. İkinci faktör ise endüstriyel ürünler için özellikleri daha iyi olan malzemelerin geliştirilmesi ve kullanılmasıdır. Yüksek sıcaklıklarda iyi sürünme direnci sergileyen demir ve nikel esaslı süperalaşımlar, titanyum alaşımları ve özgül dayanımları ile aşınma dirençleri oldukça yüksek olan metal matrisli kompozit malzemeler (MMK) bu yeni geliştirilen malzemelere örnekler olarak verilebilir. Bu malzemelerin özelliklerinin iyi olması tasarım yönünden caziptir. Ancak, malzemelerin sertlik ve dayanım özelliklerinin yüksek olması talaşlı imalat metodlarıyla şekillendirme bakımından çoğunlukla problemler çıkarmaktadır. Hızlı takım aşınması, yüksek kesme kuvvetleri ve kaba yüzey pürüzlülük değerleri bunlardan bazılarıdır.

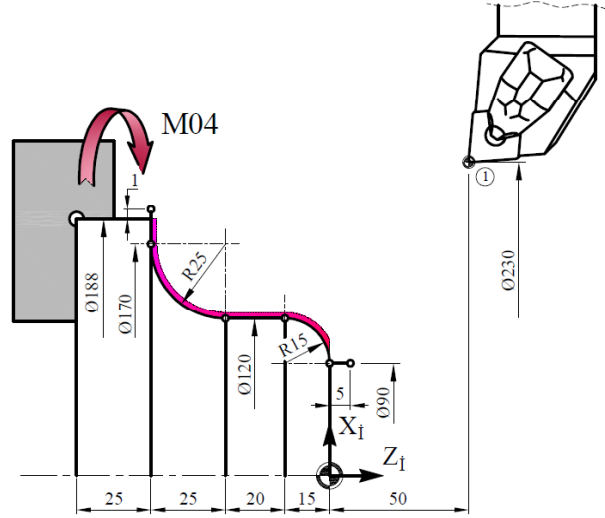
Talaşlı imalat işlemlerinde ideal bir kesici takım, içyapı, geometri ve kesme hattı ile yüzey özellikleri açısından aşağıdaki şartları bünyesinde barındırmalıdır. Bunlar;

Örnek Uygulama: Aşağıdaki uygulamada bitirme işleme ile kesici takım, 3 – 4 nolu noktalar ile 5 – 6 nolu noktalar arasını yay formundaki patikayı takip ederek işleyecektir.



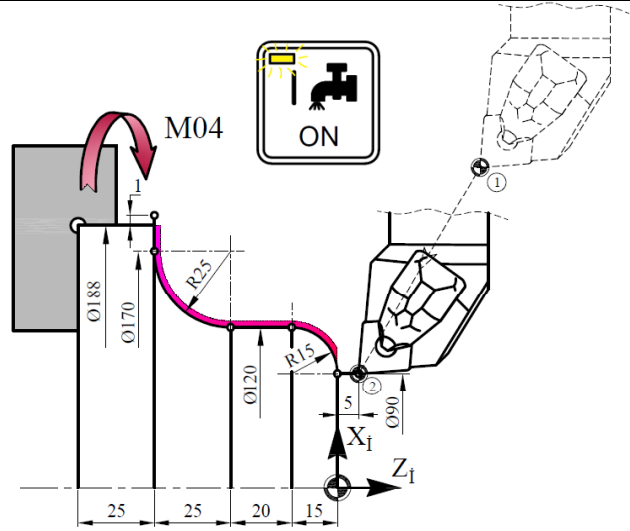
Mutlak koordinatlar kullanarak hazırlanmış NC program satırları	Açıklamalar
O1001;	Program adı
N05 G54 G21;	İş referansı ve metrik ölçü sistemi seçimi
N10 T0101 (Bitirme işleme);	Taretin "01" nolu hanesinde yer alan kesici takımın kesme pozisyonuna konumlanması, "Tool Offset" ve "Tool Geometry/Data" sayfalarındaki "01" nolu satırda yer alan değerlerin algılatılması
N15 G00 X230. Z50. ;	 <p>Kesici takımın son bulunduğu konumdan ① nolu güvenlik noktasına "G00" komutu ile konumlanması.</p>

N20 G97 S2200 M04;



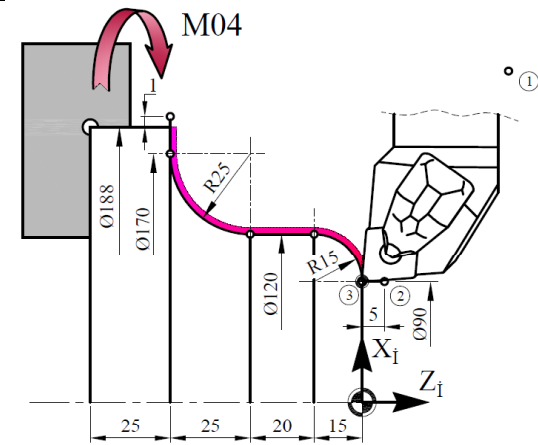
İş milinin 2200 dev/dak sabit devirde, saat ibresi ters yönünde döndürülmesi.

N25 G00 X90. Z5. M08;



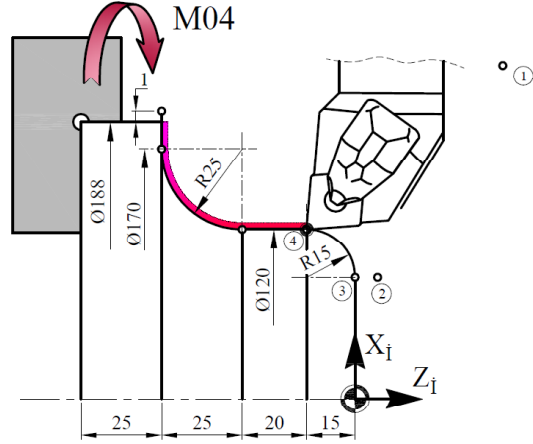
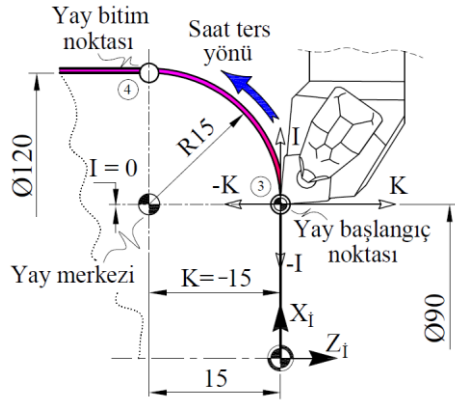
"G00" hızlı konumlama komutu kullanılarak, kesicinin ① nolu noktadan ② nolu noktaya, iş parçasına yaklaştırılması ve soğutma sıvısının açılması.

N30 G01 X90. Z0. F0.2;



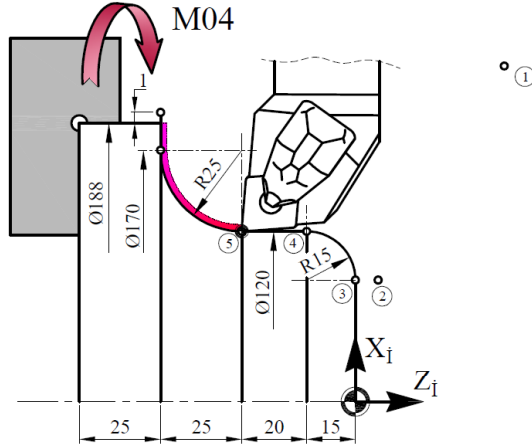
Kesici takımın ② nolu noktadan ③ nolu yay başlangıç noktasına "G01" komutu kullanılarak doğrusal patikayı takip ederek 0.2 mm/dev ilerleme miktarında emniyetle konumlanması.

N35 G03 X120. Z-15. R15. F0.2;
ya da
N35 G03 X120. Z-15. I0. K-15. F0.2;



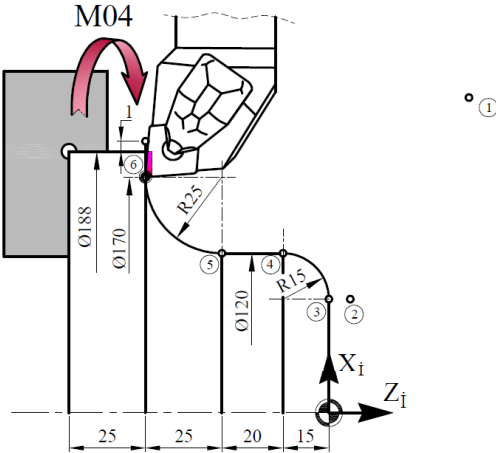
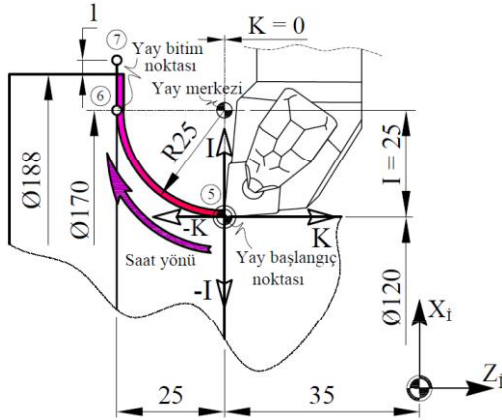
Kesici takımın "G03" saat ibresi ters yönünde yay hareketi ile ③ nolu yay başlangıç noktasından, ④ nolu yay bitim noktasına, 0.2 mm/dev ilerleme miktarında talaş kaldırarak konumlanması.

N40 G01 X120. Z-35. F0.2;



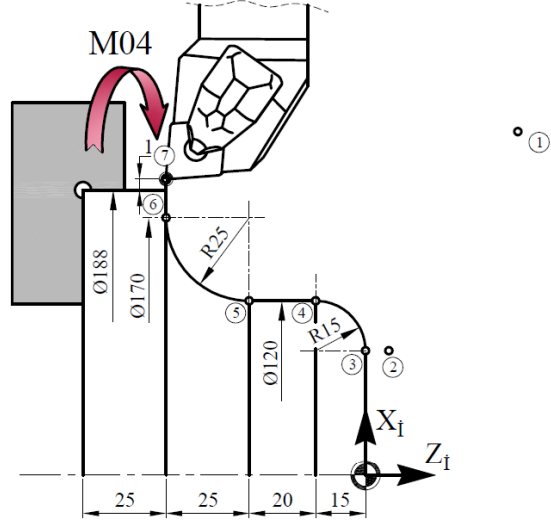
Kesici takımın ② nolu noktadan ③ nolu yay başlangıç noktasına "G01" komutu kullanılarak doğrusal patikayı takip ederek 0.2 mm/dev ilerleme miktarında talaş kaldırarak konumlanması.

N45 G02 X170. Z-60. R25. F0.2;
ya da
N45 G02 X170. Z-60. I25. K0. F0.2;



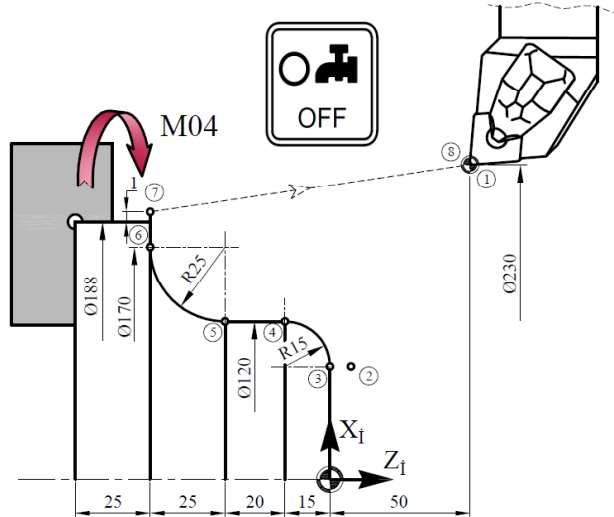
Kesici takımın "G02" saat ibresi yönünde yay hareketi ile ⑤ nolu yay başlangıç noktasından, ⑥ nolu yay bitim noktasına, 0.2 mm/dev ilerleme miktarında talaş kaldırarak konumlanması.

N50 G01 X200. Z-60. F0.2;



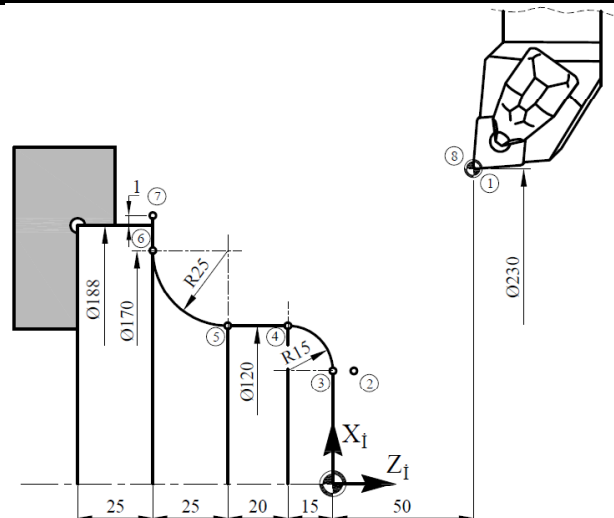
Kesici takımın ⑥ nolu noktadan ⑦ nolu noktaya "G01" komutu kullanılarak 0.2 mm/dev ilerleme miktarında, talaş kaldırarak, doğrusal patikayı takip ederek konumlanması.

N55 G00 X230. Z50. M09;

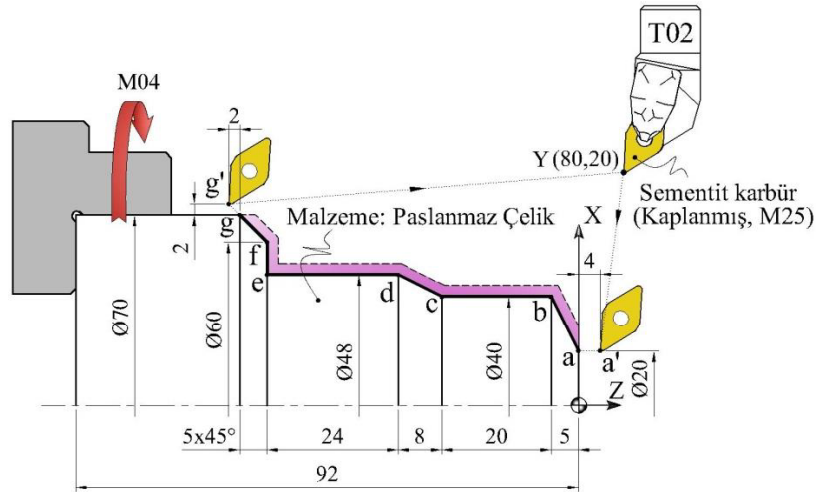


Kesici takımın ⑦ nolu noktadan ⑧ nolu noktaya, "G00" hızlı konumlama komutu kullanılarak iş parçasından uzaklaştırılması ve aynı zamanda soğutma sıvısının kapatılması.

N60 M30;



Çözümlü örnek uygulama 4:



<i>Mutlak koordinatları kullanarak NC program yazma</i>	<i>Açıklamalar</i>	<i>Artışlı koordinatları kullanarak NC program yazma</i>
O2301;	Program adı	O2301;
G54 G21;	İş referansı ve metrik ölçü sistemi seçimi	G54 G21;
G50 S2000;	En yüksek devir sayısını belirtme	G50 S2000;
T0202;	Taretin "02" nolu hanesinde yer alan kesici takımın kesme pozisyonuna konumlanması, "Tool Offset" ve "Tool Geometry/Data" sayfalarındaki "02" nolu satırda yer alan değerlerin algılatılması	T0202;
G00 X80. Z20. ;	"Y" yaklaşma noktasına hızlı konumlama	G00 X80. Z20. ; (Mutlak)
G96 S215 M04;	215 m/dak sabit kesme hızı ile saat ibresi ters yönünde fener milinin dönmesi	G96 S215 M04;
G00 X20. Z4.;	"a" noktasına hızlı konumlama	G00 U-60. W-16.;
G01 X20. Z0. F0.23;	"a" noktasına 0.23 mm/dev ilerleme hızı ile düzgün doğrusal hareketle konumlama	G01 U0. W-4. F0.23;
G01 X40. Z-5. F0.23;	"b" noktasına 0.23 mm/dev ilerleme hızı ile düzgün doğrusal hareketle konumlama	G01 U20. W-5. F0.23;
G01 X40. Z-25. F0.3;	"c" noktasına 0.23 mm/dev ilerleme hızı ile düzgün doğrusal hareketle konumlama	G01 U0. W-20. F0.23;
G01 X48. Z-33. F0.3;	"d" noktasına 0.23 mm/dev ilerleme hızı ile düzgün doğrusal hareketle konumlama	G01 U8. W-8. F0.23;
G01 X48. Z-57. F0.3;	"e" noktasına 0.23 mm/dev ilerleme hızı ile düzgün doğrusal hareketle konumlama	G01 U0. W-24. F0.23;
G01 X60. Z-57. F0.3;	"f" noktasına 0.23 mm/dev ilerleme hızı ile düzgün doğrusal hareketle konumlama	G01 U12. W0. F0.3;
G01 X74. Z-64. F0.3;	"g" noktasına 0.23 mm/dev ilerleme hızı ile düzgün doğrusal hareketle konumlama	G01 U14. W-7. F0.3;
G00 X80. Z20.;	İş parçasından uzaklaşmak için hızlı hareketle "Y" noktasına konumlama	G00 U6. W84.;
M30;	Programı sonlandırma	M30;