

## Dış Tornalama İşlemleri İçin Bilgisayar Destekli Kater ve Uç Seçimi

**A. Alper Kalaç**

Yüksek Makina Mühendisi

**Can Çoğun**

Prof. Dr.

Makina Mühendisliği Bölümü  
Gazi Üniversitesi  
Ankara

*Bu çalışmada, dış yüzey tornalama işlemlerinde kater ve uç seçimi yapan bir yazılım geliştirilmiş ve denenmiştir. İşparçası malzemesi, kesici takım sistemi ve uygulama bilgileri girildikten sonra yazılım yardımıyla oluşturulan işparçası geometrisine uyan kesici takım açıları hesaplanarak uygun takımlar yazılım tarafından seçilir. Yazılım, kaba işleme kesici takımının işleyebilmesi için parçada gereken geometrisel kabalaştırmaları yapar ve oluşan yeni kaba forma uyan kesici takımları seçer. Geliştirilen yazılım Microsoft Visual Basic 5.0 programlama diliyle yazılmış olup, Sandvik Coromant 98 Kataloğundan alınmış standart kesici takım bilgilerini içeren Microsoft Access 95 esaslı bir veri tabanını kullanmaktadır.*

*Anahtar kelimeler: Dış Yüzey Tornalama, Kesici Takım Seçimi.*

### GİRİŞ

Tornalama işlemlerinin çeşitliliği ve iş parçalarının işlenebilirliğinin farklı olması kesici takım malzemesinin, biçiminin ve açılarının farklı olmasını gerektirir. Bir kesici takım kataloğu açıldığında karşılaşılabilecek birçok kesici takım arasından hangisinin işe en uygun olacağını kestirilebilmesi hayli güç bir iştir. Günümüzde birçok talaşlı imalatçı farklı bir kesici takım seçmenin ne gibi işleme sonuçları doğuracağını tahmin edemediklerinden tecrübe edilmiş kesici takımları seçmeye özen göstermektedirler. Bu çalışmada "kesici takım" terimi "kesici ucu" ve kesici ucun bağlandığı "kateri" ifade etmek için kullanılmıştır.

Tornalama operasyonlarındaki işparçaları gerçekte üç boyutlu nesnelere olmalarına rağmen iki boyutta tanımlanabilirler. İki boyutlu işparçasını oluşturan kısımları (bu çalışmada "elemanlar" olarak anılacaktır) basit geometriler olarak tanımlamak mümkündür. Bu tanımlama, işparçasını oluşturan elemanların şekline göre ilk ve son çaplarını ve elemanın boyunu veya bazı diğer özelliklerini (iç veya dış bükeylik yarıçapları gibi) belirterek yapılabilir.

İşparçasının son şeklini oluşturabilmek için uygulanan talaş kaldırma işlemi herhangi bir kesici takım ile yapılamaz. Seçilen takımın malzeme özellikleri yanında takım geometrisinin de doğru

olması gerekir. Kaba işlemede kullanılan kesici takımlar, hassas işlemede kullanılanlara göre daha fazla paso derinliklerini işleyebilmekte ve dolayısıyla işleme hızını artırabilmektedirler. Böylelikle kaba yüzeyleri oluştururken uygun kaba kesici takımlar kullanarak toplam işleme süresi kısaltılabilmekte ve dolayısıyla işleme maliyeti düşürülebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, geliştirilen bir yazılım yardımıyla tornada silindirik, konik, iç ve dış bükey elemanların oluşturduğu işparçalarının dış yüzeylerini işlerken kaba operasyonlar için yarı bitmiş işparçası geometrisini belirlemek ve işparçasına bu şekli verebilmek için gereken kaba işleme takımlarını seçmek, daha sonra istenen yüzey kalitesine göre son şekli verebilecek kesici takım geometrilerini belirleyip, takımları seçmektir. Belirtilen bu işlevlerin yapılabilmesi için programda: i) işparçası şeklini oluşturma, ii) oluşturulan işparçası geometrisinin analizi, iii) uygun kesici takımların tespiti modülleri geliştirilmiştir. Yazılım Microsoft Visual Basic 5.0 programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Veri tabanı ise Microsoft Access 95 veri tabanı programı yardımı ile Sandvik Coromant 1998 kesici takım kataloğu kullanılarak oluşturulmuştur. Veri tabanına erişim SQL kodları kullanılarak yapılmıştır.

Saygın ve Eskicioğlu tarafından geliştirilen IRPPS yazılımında bilgisayar destekli kural tabanlı bir imalat planlama yazılımında AUTOCAD altında dxf dosyaları ile parçanın geometrisi oluşturulmuştur

[1, 2]. Dönel parçalar için nesneye yönelik bir ürün geometrisi modelleme sistemi Shafiq, Saygın ve Eskicioğlu'na [3] ait bir çalışmada C++ programlama diliyle geliştirilmiştir. Chen ve Hinduja [4, 5] çalışmalarında 2 boyuta indirgenmiş işparçası geometrisini esas alarak, kesici takımın işparçası elemanları ile çarpışma (kesişme) koşullarını incelemiş ve elde edilen genel prensiplerden faydalanarak kaba tornalama operasyonları için kesici takım açılarının belirlenmesini sağlamıştır. Tokuroğlu ve Anlağan [6] Turnbase 1.0 adlı tornalama işlemleri için geliştirdikleri veritabanı sisteminde, seçilen talaş kaldırma yöntemine uygun takım tipini bir menüden seçmekte ve diğer menülerden takım malzemesi, kaplaması, vb özellikleri tanımlamaktadır. Kesici takım sertliği ve imalatçı firma tanımlamasını takiben takım seçilebilmektedir. Bu seçimlerde işparçası geometrisi bilgisi kullanılmamıştır. Diğer bir çalışmada Günel ve Çoğun [7] Microsoft Access yazılımı bünyesinde oluşturulan bir kesici takım (uç ve katerler) veritabanı yardımıyla işlenecek malzemeye, operasyona, uç sistemine, uç tipine, uç geometrisine, kesme hızına ve ilerleme hızına göre uç ve kater seçebilmektedir. Her aşamada kullanılan menülerden yapılan seçimler, takip eden menülerdeki seçenek sayısını azaltmakta ve son aşamada oldukça az sayıda uç ve kater kullanıcıya sunulmaktadır. Ashraf [8] çalışmasında dönel parçalar için parça geometrisi tanımlama modülünün oluşturduğu veri kütüğü ve takım veritabanında bulunan ISO takım kodlarını kullanarak takım seçmektedir. Geliştirilen sistem, kanal ve vida operasyonları için gerekli takımları da seçebilmekte olup boyuna tornalamada seçilecek takımların rijitliğini sağlamak için büyük uç açısına sahip takımlara öncelik vermektedir.

Bu çalışmanın diğerlerine olan üstünlükleri, kullanılan veri tabanının "Microsoft Access" gibi "Windows" işletim sisteminin bünyesindeki çok kapsamlı, esnek ve diğer veri tabanlarına uyumlu bir sistemde yaratılmış olması, Sandwick 98 kataloğu bilgilerinin çok detaylı bir şekilde veri tabanına girilmiş olması, uç ve kater seçiminde ekonomiklik seçeneğinin varlığı, katerlere uygun uçların seçilmesi ve sadece işleme koşullarını kullanarak (işparçası geometrisi kullanılmadan) takım seçiminin yapılabilmesidir.

#### İNDEKSLENMİŞ UÇLAR VE KATERLER

Günümüzde tornalama işlemlerinin %90'ında indekslenmiş uçlar ve katerler kullanılmaktadır. İndekslenmiş uçlar ISO 1832 [9]'ye göre standartlaştırılmışlardır. İndeksler rakam ve harflerden oluşmaktadır. Türk Standartlarında (TSE)

kesici takımlarla ilgili terim, standartlar ve açılar TS 3712'de verilmektedir [10].

#### Uçlar [11]

**Uç şekli:** Kesici ucun üstten görünüş şeklidir. Tek harfle simgeleştirilmiştir. Kare için S, üçgen için T, daire için R gibi.

**Uç Boşluk açısı:** Uçun üstten görünüş yüzeyine dik düzlem ile uç kenarının oluşturduğu açıdır. Tek bir harfle sembolize edilmiştir. Günümüzde kullanılan 10 harf yardımıyla 0°-30° arasındaki açılar belirtilir. Örneğin 0°'lik boşluk açılı uç N harfi ile, 11°'lik boşluk açılı uç P harfi ile gösterilir.

**Tolerans:** Uç kalınlığı ve kesici köşe dairesellik toleransını tanımlar. Tek bir harf ile sembolize edilmiştir. Küçük toleranslar uç fiyatını arttırır.

**Uç tipi:** Uç özelliklerine göre adlandırılır. Tek bir harf ile sembolize edilir. Örneğin, düzlemsel uçlar (deliksiz ve talaş kırıcısız) N harfi ile, tek tarafında talaş kırıcı olanlar R harfi ile, delikli ve tek tarafında talaş kırıcı olanlar M harfi ile temsil edilir.

**Uç boyutu:** İki haneli rakam ile belirtilir. Dairesel şekilli olanların dışındaki uçların kesme kenar uzunluğunu belirtir. Dairesel olanlarda ise çapı gösterir.

**Uç kalınlığı:** 01, 02, 03, T3, 04 gibi 12 adet ifade vardır. Bunlar 1,59 mm'den 12,0 mm'ye kadar çeşitli kalınlıkları gösterir. T3 sisteme sonradan eklendiği için farklıdır.

**Kesici köşe yarıçapı:** Kesici köşe yarıçapını temsil eden harflerle sembolize edilmiştir. Dairesel uçlar için 00 kullanılır.

**Kesici kenar şekli:** Tek bir harf ile sembolize edilir. Keskin kenar olabileceği gibi çeşitli boyutlarda pah kırılarak da oluşturulmuş değişik kenar geometrileri mevcuttur.

**Kesme yönü:** Kesme yönünü belirten tek bir harf ile gösterilir. Sağdan sola doğru işleme için R, tersi için L ve her iki yönde de kullanılabilenler için N harfleri kullanılır.

**Üretici seçeneği:** Opsiyoneldir. Ek bilgileri belirtmek için kullanılır. Harf veya rakam ile sembolize edilir. ISO tarafından tanımlanmamış başka indekslenebilir uçlar da mevcuttur. Örneğin kanal, kesme ve dış açma uçları standart hale getirilmemişlerdir.

Günümüzde yaygın olarak T-MAX P, T-MAX U ve T-MAX uç sistemleri kullanılmaktadır:

i) **Dış/iç Negatif kesici uç (T-MAX P):** Genel dış yüzey tornalama işlemleri için negatif kesici uçları kapsar. Çok kaba tornalamadan çok hassas tornalamaya kadar tüm işlemlerde kullanılabilir. Negatif şekilli oldukları için güçlü kesme kenarlarına sahiptirler. Büyük çaplı iç yüzey tornalama işlemlerinde de kullanılabilirler. Konik işlemlerde en fazla 27°'lik eğimleri işleyebilirler.

ii) İç/dış pozitif kesici uç (T-MAX U): İç yüzey tornalama işlemleri için kullanılırlar. Bunun yanında küçük çaplı dış yüzey işlemlerinde de kullanılabilirler. Kaba, orta ve hassas tornalama işlemleri için geliştirilmiştir. Pozitif şekilli oldukları için düşük kesme kuvvetleri oluştururlar. Konik işlemlerde en fazla 50°'lik eğimleri işleyebilirler.

iii) Seramikler (T-MAX): Seramik uçlardan oluşmuşlardır. Sayıları diğerlerine göre daha azdır. Konik işlemlerde en fazla 27°'lik eğimleri işleyebilirler.

#### **Katerler [11]**

Kullanılan bağlama sistemi, uç ve kater arasındaki dayanak yüzeyine kuvvet uygulayarak ucu hareketsiz hale getirir. Aşağıda yaygın olarak kullanılan bağlama sistemleri sunulmuştur.

i) Üstten bağlamalı (overhead clamping) (C tipi): Bu bağlama sistemi deliksiz uçlar için uygulanır. Hafif ve orta talaş işlemleri için uygun olan bu sistem ucu geriye doğru bastırarak kesme işlemlerinde kullanılmalıdır. Çok kaba işlemler için uygun değildir.

ii) Delikten bağlamalı (çektirmeli) (Lever lock clamping) (P tipi): Sadece negatif talaş açılı delikli uçlar için uygundur. Rijitliği iyi olan bir bağlama sistemidir. Çelik ve dökme demirlerin orta ve kaba işlemlerinde kullanılır.

iii) Delikten vidalamalı (screw clamping) (S tipi): Kaba uygulamalar için uygun değildir. Genelde pozitif talaş açılı uçların kullanımında yaygındır.

vi) Üstten ve delikten bağlamalı (wedge clamping) (M tipi): Kater ucunda yeterli mesafe olmadığı zaman bu sistem kullanılır. Pahalı bağlama sistemlerinden biridir.

Katerlerin tanımlanmasında kullanılan ana özellikler aşağıdadır:

Uç Şekli: Çeşitli şekillerde 8 çeşit uç vardır.

Kater Stili: İş parçasına kesici kenar ayar açıları belirtilmiş 22 çeşit kater stili vardır. Harflerle sembolize edilmiştir.

Uç Boşluk Açısı: Uç boşluk açısı denmesine rağmen gerçekteki değerine karşılık gelmez. Gerçek boşluk açısı uç katre bağlandıktan sonra oluşur. Harflerle belirtilmiştir.

Kater Yönü: Sağ kater (R), sol kater (L) veya normal kater (N) olabilir.

Kater Yüksekliği: mm cinsinden katerin yüksekliğine karşılık gelen iki basamaklı rakam ile belirtilir.

Kater Eni: mm cinsinden katerin enine karşılık gelen iki basamaklı rakam ile belirtilir.

Takım Uzunluğu: Kater ve ona bağlı ucun birlikte oluşturduğu mesafedir. 32mm ile 500mm arasındaki belli değerlerden oluşur. Örneğin 150mm uzunluğundaki kater M harfi ile sembolize edilir.

Kesici Kenar Uzunluğu: Ucu kesme işleminde kullanılan kısmının boyudur.

Özel Stil: Opsiyondur. Hassas takımları isimlendirmek için kullanılır.

#### **GELİŞTİRİLEN YAZILIMIN MANTIĞI**

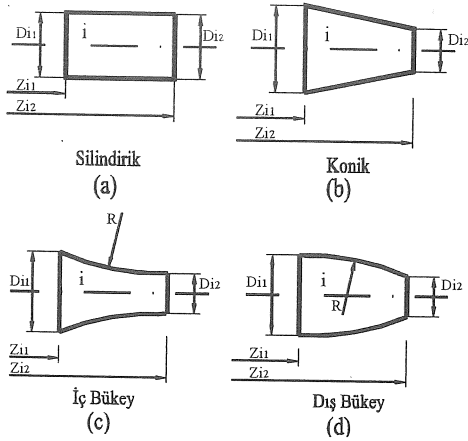
##### **İşparçası Şekli**

İş parçası silindirik, konik, iç ve dış bükey gibi basit geometrilerin (elemanların) eklenmesi ile oluşur. Eklenmek istenen ardışık elemanların verileri girilerek işparçası tanımlanır. Şekil 1 kullanılacak elemanları ve bunları tanımlamak için gerekli ölçüleri (parametreleri) göstermektedir. Ölçü tanımlarında D ve Z, çap ve işmiline uzaklık bilgilerini tanımlar. Harfin yanındaki ilk rakam elemanın numarasını, alt indis olarak verilen 1 ve 2 sayıları ise sırasıyla elemanın sol ve sağ ucuyla ilgili bilgiyi tanımlar. İlk tanımlanan eleman torna tezgahının aynasına (sıfır noktası) en yakın olandır. İlk elemanın Z11 ölçüsü sıfırdır. Her elemanın Zi2 ölçüsü bir sonraki elemanın Z(i+1)1 ölçüsüne eşit olmalıdır. Elemanlar 1'den başlayarak numaralandırılır. Bu numaralar ölçüleri ifade eden harflerden sonra yazılır. Örneğin 2 nolu elemanın sıfıra yakın (sol) kenarının çapı D21, sıfıra uzak (sağ) kenarının çapı D22 dir. Silindirik elemanlar, başlangıç ve bitiş noktalarının torna tezgahının aynasına (sıfıra) olan uzaklığı (Zi1, Zi2) ve çapı (Di1 = Di2) ile tanımlanır (Şekil 1a). Konik elemanların iki çap değeri vardır. Başlangıç çapı (Di1) son bitiş çapından (Di2) büyük olursa daralan, aksi halde genişleyen konik yüzey elde edilir (Şekil 1b). İç ve dış bükey elemanlarda konik yüzey oluşturmak için tanımlanan ölçülere ek olarak iç/dış bükeylik yarıçap değeri (R) de belirtilmelidir (Şekil 1c ve 1d). İç veya dış bükey yüzeyler çember denklemi kullanılarak oluşturulur. İç/dış bükeylik yarıçapı o elemanın boyundan küçük olamaz. Böyle bir yüzey ard arda azalan ve artan iki iç bükey yüzey oluşturularak elde edilebilir. Dış bükeylik durumunda ise Zi1 ve Zi2'den geçen ve yarıçapı o elemanın boyundan küçük olan bir yüzey elde etmek mümkün değildir.

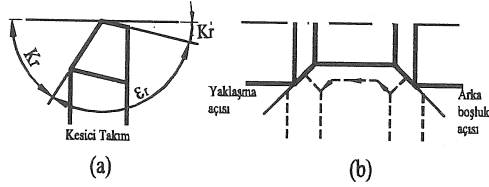
##### **Oluşturulan İş Parçası Geometrisinin Analizi**

Tornalama işlemleri esnasında kesici takımın yalnızca kesme (kesici) kenarı işparçası ile temasta olmalıdır. Bunun için kesici takımın kesici kenar ayar açısı (Kr) ve yardımcı kesici kenar açısı (Kr<sup>1</sup>) doğru olarak hesaplanmalıdır (Şekil 2a). Geliştirilen yazılımda işparçası geometrisi oluşturulduktan sonra geometri üzerinden Kr ve Kr<sup>1</sup> hesaplanmaktadır. Eğer kaba işleme yapılacaksa oluşturulan geometri kabalaştırıldıktan sonra açılar hesaplanmaktadır. Buradaki "kabalaştırma" terimi, işparçası geometrisinin sağ katerle işlenebilecek hale (sağ kalemle işleme yapılabilecek şekilde kabalaştırma)

veya dairesel yüzeylerin de konikleştirilerek (iç ve dış bükey elemanların kabalaştırılması) kaba operasyonlara uygun hale getirilmesini ifade etmektedir.



Şekil 1. İş parçasını oluşturan elemanların geometrileri ve tanımlayıcı ölçüleri (parametreleri)



Şekil 2. Sağ kalem için işparçasında oluşan açılar

Kesici takımın sağdan sola veya soldan sağa doğru hareketi sırasında işparçasında oluşturduğu açıya yaklaşma açısı; takımın arka kenarının oluşturduğu açıya da arka boşluk açısı denir. Kesici takımın sağdan sola doğru hareketi sırasındaki bu açılar Şekil 2b'de gösterilmiştir. Soldan sağa doğru hareket sırasında oluşan açılar Şekil 2b'dekin tam tersi olacaktır.

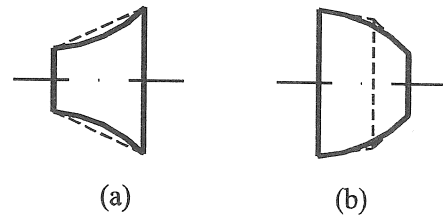
**İç ve dış bükey yüzeylerin kabalaştırılması:** İç ve dış bükey yüzeyler konik yüzeylere dönüştürülerek kabalaştırılır [8]. İç bükeylerde iki uç noktanın birleştirilmesi sonucu konik yüzey elde edilirken (Şekil 3a) dış bükeylerde iki uç noktadan çizilen teğetlerin kesişimiyle iki konik yüzey elde edilir (Şekil 3b).

**Sağ kalemle işleme yapabilecek şekilde kabalaştırma:** Bu adımda her bir elemanın birbirine göre boyut ve konumları göz önünde bulundurularak kaba işleme yüzeyleri oluşturulmaktadır. İç ve dış bükey yüzeyler de kabalaştırıldıktan sonra işparçası, silindirler ve koniklerden oluşmaktadır. Bu kabalaştırmalar sonucunda aşağıdaki durumlardan bahsedilebilir:

**Durum 1:** Şekil 4a'daki gibi çap farkının bulunduğu durumlarda sağ kalem 1 nolu yüzeye yanaşamaz. Bu durumda kesici takım değişikliği yapmamak için geçici bir yüzey oluşturularak kaba şekil oluşturulur. Elemanlar konik veya silindirik olabilir. Tek şart D21 çapının D12 çapından büyük olmasıdır. Bu tip yüzeylerde 2 nolu elemanın A noktasından maksimum arka boşluk açısına eşit açığa sahip konik bir yüzey oluşturulur. Böylelikle kesici takım 1 nolu yüzeye erişebilir. Oluşturulan geçici yüzey, orta veya hassas işleme yapılacaksa sol kalem ile işlenir.

Takımın arka boşluk açısına göre oluşturulacak konik yüzeyin A<sup>1</sup> noktası 1 nolu eleman yüzeyine temas etmezse (1 nolu elemanın boyu yeterince uzun değilse veya D21 çapı fazla büyükse) şekli kabalaştırmak için iki seçenekten biri kullanılır: i) Şekil 4b'deki gibi D12 çapının D21 çapından küçük veya eşit olması şartıyla D22 çapı D31 çapından küçük olduğu durumlarda A noktasından uygun eğimi sağlayacak konik yüzey 2 nolu elemanın yerine geçer. ii) D21 çapı D12 çapından, D22 çapı da D31 çapından küçükse iki kritere bakılır. D12 çapı D31 çapından büyükse (Şekil 4c) uygun eğimde 3 nolu elemandan başlayan konik yüzey 2 nolu elemanın yerine geçer. D12 çapı 2 nolu elemanın D31 çapından küçükse (Şekil 4d) 3 nolu elemanın başı ile 1 nolu elemanın sonu eğime bakılmaksızın birleştirilir. Oluşan konik yüzeyin eğimi kesici takımın işleyebileceği eğimden büyük olsa bile bu durum geometrinin sonraki taranışında durum 2'ye göre uygun hale getirilecektir.

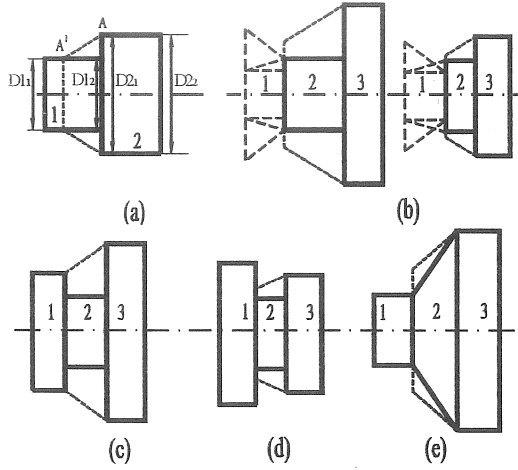
**Durum 2:** Şekil 4e'deki gibi eğimi sağ kalemin işleyemeyeceği kadar büyük olan geometriler de yine konik geometriler kullanılarak kabalaştırılır. Bu tip geometrilerde 1 nolu elemanın geometrisi ne olursa olsun konik yüzey eğimi sağ kalemle işlemeye uygun koniğe çevrilir. Oluşan olumsuz geometriler Durum 1'e uygun hale dönüştürüleceğinden işlenebilir.



Şekil 3. İç bükey ve dış bükey geometrilerin kabalaştırılması

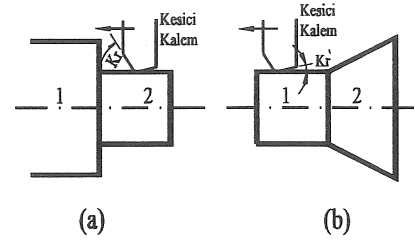
**Kesme açılarının belirlenmesi:** Talaş kaldırma işlemi sırasında kesici takımın  $K_r$  ve  $K_r^1$  açıları, talaş kaldırılan elemanın geometrisinin yanısıra bir önceki ve bir sonraki elemanların da geometrileri ve konumları tarafından belirlenir [4, 5].



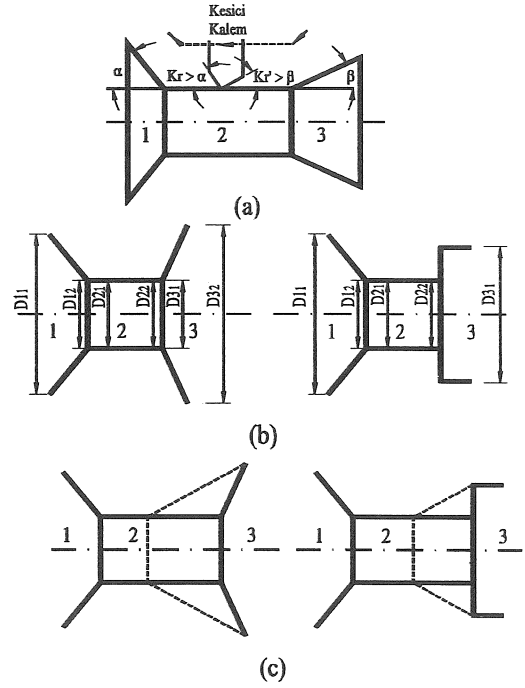


Şekil 4. Sağ kalem için kabalaştırma

**Silindirik Eleman:** Silindirik düz bir çubuk işlenirken takımın  $Kr$  ve  $Kr^1$  açılarının  $0^\circ$ 'den büyük olması yeterlidir. Ancak Şekil 5a'daki gibi bir parça geometrisi için aynı şeyleri söylemek mümkün değildir. Bu şekilde 2 nolu eleman herhangi bir geometride olabilir. 2 nolu elemanın  $D21$  çapı 1 nolu parçanın  $D12$  çapından büyük olduğu durumda, bu tip geometriyi işleyebilmek için bir önceki örnekten farklı olarak takımın  $Kr$  açısının  $90^\circ$ 'den büyük olması gerekir. Aksi halde çap değişiminin olduğu yüzeyi işlemek mümkün olamaz. Şekil 5b'de ise  $Kr^1$  açısını 2 nolu eleman sınırlamaktadır. Dolayısı ile kesici takımın  $Kr^1$  açısının, 2 nolu elemanın eğiminden (açısından) büyük olması gerekmektedir. Şekil 6a'daki geometriyi oluşturabilmek için (3 nolu eleman yüzeyinin sağ katerle işlenebildiği varsayılarak)  $Kr$  açısının 1 nolu elemanın eğiminden büyük olması gerekirken  $Kr^1$  açısının da 3 nolu elemanın eğiminden büyük olması gerekmektedir. 1 nolu elemanın eğimine  $\alpha$ , 3 nolu elemanın eğimine  $\beta$  dersek  $Kr > \alpha$ ,  $Kr^1 > \beta$  olmalıdır. Şekil 6b'deki 3 nolu elemanın eğimi sağ kalemın yanaşamayacağı kadar büyükse ya da  $D31$  çapı  $D22$  çapından büyükse 2 nolu yüzey sol kalemle işlenir. Eğer 1 nolu yüzeyin eğimi de sol kalemın yanaşamayacağı kadar büyükse ya da  $D12$  çapı  $D21$  çapından büyükse 2 nolu yüzeye hem sağ kalem hem de sol kalem yanaşamaz. Bu durumda 2 nolu yüzey kanal kalem ile işlenir. 2 nolu elemanın boyunun Şekil 6c'deki gibi uzun olduğu durumlarda bu yüzeyin tamamının kanal kalemle işlenmesinin pek pratik olmayacağı açıktır. Bu durumda 3 nolu elemandan 2 nolu elemanın yüzeyine sağ kalemın işleyebileceği eğimde geçici bir yüzey oluşturulur. Sağ kalemın 1 nolu elemanı da işleyip görevini tamamlamasından sonra oluşturulan geçici yüzey sol kalemle işlenerek istenen yüzey elde edilmiş olur.



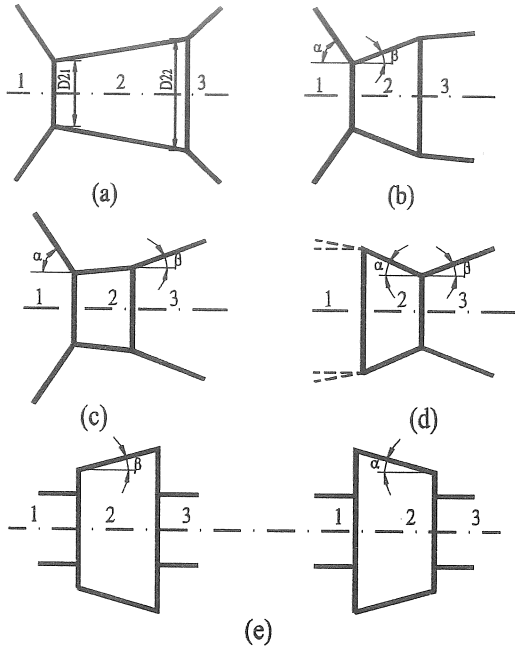
Şekil 5.  $Kr$  ve  $Kr^1$  açılarına göre kabalaştırma



Şekil 6. Takımın  $Kr$  ve  $Kr^1$  açılarının 1 ve 3 nolu elemanlara göre belirlenmesi

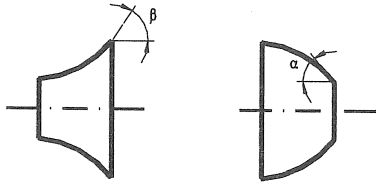
**Konik Eleman:** Şekil 7a'daki gibi (3 nolu eleman sağ kalemın işlemesine engel olmayacak eğimde) bir yüzey işlenirken 1 ve 3 nolu elemanların eğimleri yanında 2 nolu elemanın eğimi de kesici takımın açılarını sınırlar. 2 nolu elemanın  $D21$  çapının  $D22$ 'den küçük olduğu durumda  $Kr^1$  etkilenirken tersi durumda ( $D22 < D21$ )  $Kr$  etkilenir.

Şekil 7b'de 2 nolu elemanın eğimi 3 nolu elemanınkinden büyüktür. Böyle bir yüzey işlenirken  $Kr > \alpha$ 'dan,  $Kr^1$  da  $\beta$ 'den büyük olmalıdır. Şekil 7c'de ise  $\beta$ , 3 nolu elemanın eğimine eşit olacaktır. Genel olarak Şekil 7b-d'deki geometrileri işleyebilmek için kesici takımın  $Kr$  açısı  $\alpha$ 'dan,  $Kr^1$  açısı da  $\beta$ 'den büyük olmalıdır. 1 ve 3 nolu elemanların 2 nolu eleman ile komşu kenarlarının çapları Şekil 7e'deki gibi daha küçükse açıları belirlemede tek faktör  $\beta$  veya  $\alpha$  olacaktır ( $Kr^1 > \beta$  veya  $Kr > \alpha$ ).



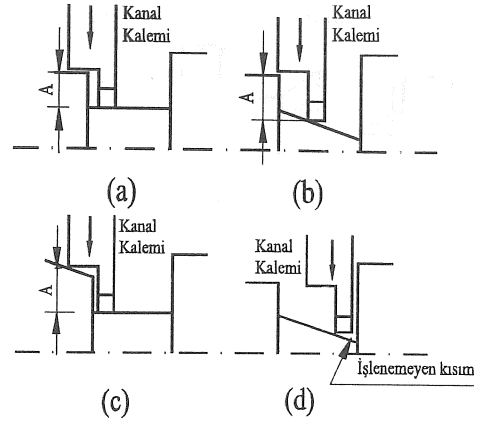
Şekil 7. Konik işlemede  $K_r$  ve  $K_r^1$  açılarını sınırlayan çeşitli durumlar

**İç ve dış bükümler:** Bu tip yüzeylerin işlenmesi için gerekli açıların hesaplanması konik parçaların işlenmesinde olduğu gibidir. Konik parçalarda yüzeyin eğiminde koniklik açısı kullanılırken iç ve dış büküm parçalarda dairesel yüzeyde oluşan en büyük eğim kullanılır [5] (Şekil 8).



Şekil 8. İç ve dış büküm elemanlarda kullanılan eğimler

**Kanal kalem ile işlenecek elemanlar:** İş parçasında herhangi bir parça yüzeyi işlenirken parçanın ve komşu parçaların geometrileri ne sağ ne de sol kalem çalışmasına müsaade etmiyorsa o yüzey kanal kalem ile işlenir. Kanal kalem ile işleme yaparken geometrik kriter olarak kalem dalma derinliği, işlenecek yüzeyin iki ucuna dalabilmek için gerekli derinliklerin kıyaslanması sonucu bulunur. Bu kıyaslama sonucunda küçük derinlik esas alınır. Şekil 9a'daki gibi bir yüzey kanal kalemle işlenirken A derinliğini sağlayabilecek (kurtarabilecek) sol kater kullanılır. Şekil 9b ve 9c'deki yüzeyler işlenirken ise A derinliği şekildeki gibi hesaplanır



Şekil 9. Kanal kalem işleme derinliğinin (A) Bulunması

### Veri Tabanından Uygun Kesici Takımların Seçimi

Bu çalışmada yaratılan veritabanında, sadece Sandvik Kataloğunun [11] dış yüzey operasyonları için tanımladığı torna kalemleri yer almıştır. İç tormalama işlemleri ile ilgili geometrik analiz bu çalışmada yer almadığından veritabanına da ilgili takımlar girilmemiştir.

**Kater seçimi:** İş parçasının geometrik analizi sonucu her bir eleman için şu parametreler bulunur: 1) Takımın yönü (sağ/sol), 2) Takım kesici kenar ayar açısı ( $K_r$ ), 3) Takımın yardımcı kesici kenar açısı ( $K_r^1$ ). Bu elemanlar işleme (kater) yönlerine göre gruplandırılır. Sağ katerle işlenecek elemanlar incelenerek en büyük  $K_r$  ve  $K_r^1$  bulunur. Bu açılara  $(K_r)_{max}$  ve  $(K_r^1)_{max}$  denirse, kesici kenar ayar açısı  $K_r$  ( $(K_r)_{max}$ 'dan, yardımcı kesici kenar açısı  $K_r^1$  da  $(K_r^1)_{max}$ 'dan büyük olan veri tabanındaki bütün katerler sağ katerle işlenecek bütün elemanları işleyebilir. Aynı işlem sol katerle işlenecek elemanlar için de yapılır. Örneğin sağ katerler için  $(K_r)_{max} = 75^\circ$ ,  $(K_r^1)_{max} = 25^\circ$  olsun. Uç açısı  $80^\circ$ 'den daha küçük olan en büyük uç açılı kesici takım kullanılmalıdır [11].

**Uç seçimi:** Kater seçimi yapıldıktan sonra uç seçimi yapılır. Seçilen katerin tipine uygun uç veritabanından belirlenir. Kesici uç belirlenirken Sandvik kataloğunun [11] tavsiyelerinden faydalanılır.

**Kanal kalem seçimi:** Kanal kalem ile işlenecek yüzeylerde iş parçasının geometrik analizi sonucunda belirlenen şu bilgiler bulunur: 1) Kesici takımın yönü (sağ/sol), 2) Dalma derinliği. Birden fazla kanal kalem ile işlenecek yüzey varsa hepsinin aynı yönlü kalemle işlenip işlenemeyeceği kontrol edilir. İşlenebiliyorsa en büyük derinliği sağlayan kanal kalem belirlenir.

## YAZILIMIN ALT PROGRAMLARI

### Çizim Fonksiyonu

İşparçası geometrisinin oluşturulduğu alt programdır. İşparçası geometrisi silindirik, konik, iç ve dış bükey yüzeylerin birleşiminden oluşmaktadır. Bu yüzeyler iki boyutlu olarak tanımlanmaktadır. Form üzerindeki Z eksenini program içinde X eksenini kabul edilmektedir. Y eksenini X'in saat yönünün tersi yönde  $90^\circ$  çevrilmesi ile elde edilir. Şekiller form üzerine  $800 \times 800$ 'lük bir çözünürlükte çizilmektedir. (0,0) noktası formun sol kenarının ortasına yerleştirilmiştir. "Zoom" komutları ile bu görüntü büyütülüp küçültülmektedir.

İlk eleman için  $i = 0$  dir. Her eleman ekleme işlemi sonunda  $i = i + 1$  şeklinde artar. Örneğin işparçası 7 kısımdan oluşuyorsa son eleman için  $i = 6$  dir. Her bir eleman için oluşturulmuş dizinlerde o eleman ile ilgili bilgiler saklanmaktadır.  $X1(i)$  elemanın ilk çapını,  $X2(i)$  elemanın son çapını,  $Y1(i)$  eleman başlangıcının,  $Y2(i)$  eleman sonunun 0 (sıfır)'a olan uzaklıklarını,  $P(i)$  eleman adını,  $a(i)$  ve  $b(i)$  iç ve dış bükey yüzeyin merkez koordinatlarını,  $R(i)$  iç ve dış bükey elemanların iç/dış bükeylik yarıçapını tanımlar.  $a(i)$ ,  $b(i)$ ,  $R(i)$  silindirik ve konik yüzeyler için 0'dır. Bu dizinlere kullanıcı tarafından program içinde değerler verilir. İş parçasını oluştururken kullanıcı tarafından girilen çap değerleri ikiye bölünerek  $Y(i)$  değerleri hesaplanır. ( $Y(i)=D/2$ ). Form üzerinde görülen Z eksenini (aslında X eksenidir) üzerinde  $Y(i)$  değerleri 0'dır. Dolayısıyla Z ekseninin üst kısmında oluşturulan eleman profilinde  $Y(i)$  değerlerinin (-) işaretli olarak kullanılarak eksenin alt kısmında simetriği oluşturulur. Kullanılan yüzeyler için çap ve boy bilgileri aşağıdaki şekilde tanımlanır:

**Silindirik yüzeyler:**  $P(i) = 1$ 'dir. Silindir, boyu ve çapı ile tanımlanır. X-Y düzlemi üzerinde dikdörtgen olarak çizilebilir. Silindir boyu dikdörtgenin X eksenine paralel çizilirken, çap Y eksenine paralel çizilir. Kullanıcı silindirik elemanı eklemek için  $X2(i)$  ve  $Y1(i)$  koordinatlarını girer. Elemanın ilk çapı son çapına eşittir ( $Y2(i)=Y1(i)$ ) ve  $X1(i)=X2(i-1)$ 'dir.

**Konik yüzeyler:**  $P(i)=2$ 'dir. Kullanıcı  $Y1(i)$  ve  $Y2(i)$  değerlerini ayrı ayrı girer.

**İç/Dış Bükey Yüzeyler:** İç bükey için  $P(i)=3$ , dış bükey için  $P(i)=4$ 'tür. Kullanıcı  $Y1(i)$ ,  $Y2(i)$ ,  $X2(i)$ ,  $R(i)$  değerlerini girer. Daire denklemi kullanılarak yüzey oluşturulur. Öncelikle iç/dış bükey yüzeyin dairesellik merkez koordinatları hesaplanır ve  $a(i)$ ,  $b(i)$  dizinlerinde saklanır. Daire denklemine uygun koordinatlar noktalanarak yüzey oluşturulur.

### SQL ifadeleri

Program, Microsoft Access ortamında [12-14] hazırlanmış olan *deneme1.mdb* veri tabanından

bilgileri alarak sorgu işlemini gerçekleştirmektedir. *mbd* dosyasında bulunan tablolar SQL ifadeleri kullanılarak sorgulanır. Sorgu işlemi sonucu visual basic ortamında oluşturulmuş data nesnesine aktarılır [15].

**Kater seçimi:** Kater seçimi ile ilgili aşağıda verilecek ifadeler içindeki değişkenler şunlardır;

**sistem8:** Sistemi tanımlar. T-Max P, T-Max U, T-Max değerlerinden birini alır. Kullanıcı girdileri kısmında kesici uç bilgisi bölümünde kullanıcı tarafından belirtilir.

**Yakacı:** Program tarafından hesaplanan, geometriye uygun en büyük kesici kenar ayar açısıdır.

**Arkacı:** Program tarafından hesaplanan, geometriye uygun en büyük yardımcı kesici kenar açısıdır

**Hoft:** Program tarafından belirlenir. İşleme yönünü belirtir (R veya L).

**Nor:** İki yönde de işleme yapabilen katerlerin seçimini sağlar. N değerini alır.

**Duz:** Düz işlemeyi belirtir

**Egik:** Konik işlemeyi belirtir.

Kater seçimi kaba ve hassas seçim olmak üzere iki ayrı bölümde yapılır. Bunun nedeni kaba kater seçilirken V tipi katerleri elemektir. Bu iki bölüm kendi içlerinde, hesaplanan yardımcı kesici kenar açısının  $0^\circ$  olup olmamasına göre ikiye ayrılır. Eğer yardımcı kesici kenar açısı sıfırsa düz ve konik işleme yapan katerler arasından, sıfırdan büyükse sadece konik işleme yapan katerler arasından seçim yapılır. Kaba kater seçiminde konik işleme yapabilenler seçilecekse SQL 1 (Çizelge 1); düz ve konik işleme yapabilenler seçilecekse SQL 2 ifadesi kullanılır. Hassas işlemler için konik işleme yapılacaksa SQL 3 ifadesi; düz işleme yapılacaksa SQL 4 ifadesi kullanılır. Bu SQL ifadeleri, *deneme1.mdb* dosyasındaki *tutucu222* tablosunda yer alan katerler listesinden istenen özellikteki katerleri seçerek bir ön veri oluşturmaktadır. Bu ön veri daha sonra açıklanacak başka sorgularla tekrar sorgulanır. Bahsedilen SQL ifadelerinde, kullanıcı tarafından belirtilen sistemde, program içinde hesaplanan takım kesici kenar ayar açısı ve yardımcı kesici kenar açısının oluşturduğu sınırlar içinde, hesaplanan yönde işleme yapan katerler alınarak ön veri oluşturulur. Bu işlemler sonucu oluşturulan *aqw01* ön veri tablosunda hesaplanan kesici kenar ayar açısı ve yardımcı kesici kenar açısı aralığındaki bütün katerler mevcuttur. Aynı tip katerin farklı boyutlu olanları da bu tabloda bulunmaktadır. Kullanıcıya mümkün olduğu kadar az sayıda kater sunularak karar vermeyi kolaylaştırmak için aynı tipte fakat farklı boyutta olanlar tek bir seçenek halinde sunulmaktadır. Burada en küçük boyutlu olanlar

seçilmektedir. Bu işlem SQL 5 ifadesi ile gerçekleştirilerek sonuç *aqw02* tablosuna aktarılır.

Eğer kullanıcı ekonomik seçim yapmak istemişse SQL 6 ifadesi ile *aqw02* tablosu tekrar sorgulanır. Sorgu işlemi sonucunda *aqw02* tablosu içinde kesici kenar ayar açısı ve yardımcı kesici kenar açısı toplamı en küçük olanlar seçilir. Ekonomik seçimde amaç seçilecek kesici ucu mümkün olduğunca büyük açılı yaparak takımın daha güçlü olmasını dolayısıyla daha uzun ömürlü olmasını sağlamaktır. Bağlama sistemi de ekonomikle rol oynadığı için *aqw02* tablosunda mevcut katerler arasından her bağlama sistemi için en büyük uç açılı olan kater seçilerek listeye eklenmektedir. SQL 6 ifadesi sonucunda bulunan değerler ile SQL 7 ifadesi yardımıyla elde edilen seçim sonucu, tablolamaya uygun hale getirilir.

**Uç seçimi:** Uç seçimi yapılırken daha önce seçilen katerin sipariş kodundan ilgili bilgiler alınarak uç adlı tablodan SQL 8 ifadesi ile uygun tüm kesici uçlar listelenir. Bu SQL ifadesinde Sandvik kataloğunun "Tavsiyeler" kısmındaki [11] hususlar göz önünde bulundurulmuştur.

**Kanal kalem seçimi:** Kanal kalem seçimi yapılırken, program içinde kanal kalem ile işleme yapılacak kısımlarda derinlik ve işleme yönü bilgileri kullanılır. Derinlik normal kanal katerlerinin işleyebileceğinden daha büyükse blok kalemleri arasından seçim gerçekleştirilir[11]. Seçim yapılırken kanal işleminin yönü etkili olur. Eğer kanal kalemiyle tormalama yapılacaksa "turning" katerleri arasından seçim yapılır (SQL 9). Normal katerler arasından seçim SQL 10 ifadesi ile yapılır. Bu ifadelerde *kesiciler\_tutucu* tablosundan program içinde hesaplanmış en büyük kesme derinliğinden daha derinlere dalabilen ve hesaplanmış yönde işleme yapabilen katerler seçilir. Kullanıcı uygun kateri seçtikten sonra seçilen katere uygun uçlar listelenir. Bunun için seçilen katerin kodları arasından uygun veriler alınarak SQL 11 ifadesi kullanılır. Eğer blok tipi kater seçilecekse *blok* tablosundan hesaplanmış en büyük işleme derinliğinden daha derin işleme yapabilen bloklar arasından seçim SQL 12 ile yapılır. Kullanıcının uygun bloğu seçiminden sonra bu blok ile birlikte çalışabilen lamalar SQL 13 yardımıyla listelenir. Daha sonraki aşamada uygun uçlar, gerekli verilerin seçilen lama kodundan alınarak SQL 14 ifadesinde kullanılmasıyla uygun uçlar listelenir. Burada blok katerlerin tormalama işlemi yapamaması yüzünden sadece kanal açabilen (grooving) uçlar arasından seçim yapılır.

## YAZILIMIN AKIŞ SİSTEMATIĞI (KULLANIMI)

Program çalıştırıldıktan sonra programla ilgili bilgi verici sayfalar herhangi bir tuşa basılarak geçildikten sonra ana menüye girilir. ANA MENÜ penceresinde "SEÇENEKLER" menüsü altında şu alt menüler mevcuttur:

**Dosya Operasyonları:** Önceden oluşturulmuş işparçası şeklini yüklemek için "YÜKLE" veya yeni oluşturulmuş şekli kaydetmek için "KAYDET" seçenekleri bulunur.

**Çizim Fonksiyonları:** İş parçası şeklini oluştururken kullanılan elemanların (silindir, konik, iç bükey ve dış bükey) sırasıyla boyut bilgileri girilir.

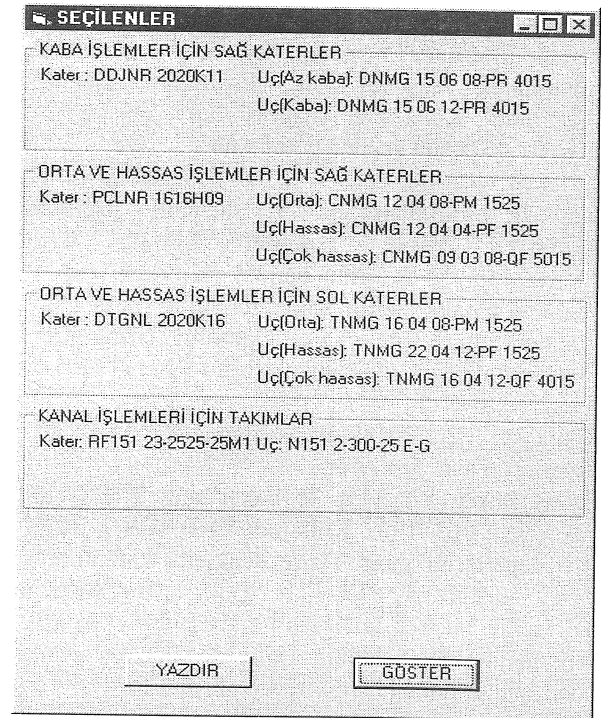
**Veri Tabanı Görme/Düzeltilme:** Access 95 veri tabanı oluşturma programı kullanılarak oluşturulmuş olan tabloları incelemek, yeni veri girişi yapmak veya veri silmek için kullanılır.

**Çıkış:** Programdan çıkmak için kullanılır.

Kullanıcının kesici takım seçimi yapması için iki seçenek vardır: 1.Oluşturulan şekile göre seçim, 2. Hızlı seçim

### Oluşturulan Geometriye Göre Seçim

Oluşturulmuş olan işparçası geometrisine uygun kesici takım açıları hesaplanır. "TAMAM" tuşuna basıldıktan sonra Şekil 10'daki pencere açılır. Bu penceredeki bilgiler aşağıda verilmiştir.



Şekil 10. Kullanıcı girdileri penceresi

**Malzeme:** Bu başlık altında işparçası malzemesi seçilmektedir. Malzeme listesi Alman DIN normuna göre isimlendirilmiş olup Sandvik 98 kataloğundakine uygun olarak sınıflandırılmıştır. Alaşimsız çelikler, düşük alaşımlı çelikler, yüksek alaşımlı çelikler ve dökme çelikler ISO P sınıfına dahildir ve mavi renk ile temsil edilmişlerdir. Paslanmaz çelikler, refraktör süper alaşımlar ve titanyum alaşımları ISO M sınıfına dahildir ve sarı renk ile temsil edilmişlerdir. Dökme demirler, sertleştirilmiş metaller ve alüminyum alaşımları ISO K sınıfına dahildir ve kırmızı renk ile temsil edilmişlerdir. Kullanıcı aşağı yukarı oklar yardımıyla listede gezinir ve seçtiği malzemenin hangi sınıfa dahil olduğunu ve malzeme hakkındaki açıklayıcı bilgileri görebilir. Seçilen malzemeye göre “uygulama” ve “kesici uç bilgisi” seçenekleri sınırlanmaktadır [11].

**Kesici uç bilgisi:** Günümüzde yaygın olarak kullanılan T-MAX P, T-MAX U ve T-MAX uç sistemlerinden birinden seçim yapılır.

**Uygulama:** Tornalama işlemleri seçilir. Seçilen malzemeye göre sınırlanmaktadır.

**Ekonomik seçim:** Bu seçenek işaretlendiğinde program, girilen veya hesaplanan kesici kenar ayar açısı ve yardımcı kesici kenar açısına uygun kesici takımları, fiyatta rol oynayan bağlama sistemlerine göre sınıflandırıp her bir sistemin en büyük uç açısına sahip katerlerini listeler. Sandvik'in Bağlama Sistemleri ucuzdan pahalıya doğru şöyle sıralanmaktadır.

1. S tipi (delikten vidalı bağlama)
2. C tipi (üstten bağlama(bastırma))
3. P tipi (delikten çekerek bağlama)
4. M tipi (hem üstten bastırarak hem içerden çekerek bağlama)
5. D tipi (hem üstten bastırarak hem içerden çekerek bağlama)

İşaretlenmezse parça geometrisine uygun tüm katerler listelenir. Program ekonomik seçimin her iki durumunda da en küçük boyutlu katerleri seçer.

Kaba işlemlerden en az biri işaretlenmişse kaba işlenecek şekil program tarafından oluşturularak kullanıcıya gösterildikten sonra uygun katerler ayrı bir pencerede listelenir. Herhangi bir kaba işlem seçilmemişse, kaba geometri oluşturulmayacağı için doğrudan uygun katerler listelenir. “GERİ” tuşu ile bir önceki sayfaya dönülür. “YARDIM” tuşu ile kullanıcıyı girdileri hakkında bilgiler bulunan sayfaya ekrana gelir. “TAMAM” tuşu ile bir sonraki adıma geçilir.

Katerler penceresi üç kısımdan oluşmaktadır (Şekil 11a). “KABA İŞLEMLER” yazısına basıldığında

kaba işlemler için seçilmiş katerlerin listesi yukarıdakine benzer biçimde görülebilir. Eğer kullanıcı girdileri penceresinden herhangi bir kaba işlem seçeneği seçilmemişse bu yazı pasif (gri renkte) olacaktır. Kater listesinde herhangi bir kater kliklendiğinde o kater ile ilgili bilgiler Sandvik 98 Kataloğundakine uygun olarak çerçeve içinde gösterilir. “GERİ” tuşu ile seçme işlemi sona erdirilerek ana menüye dönülür. Listeden herhangi bir kateri seçmek için istenen katerin üzerine çift kliklenir. Yeni bir pencere ile seçilen katera uygun uçlar listelenir.

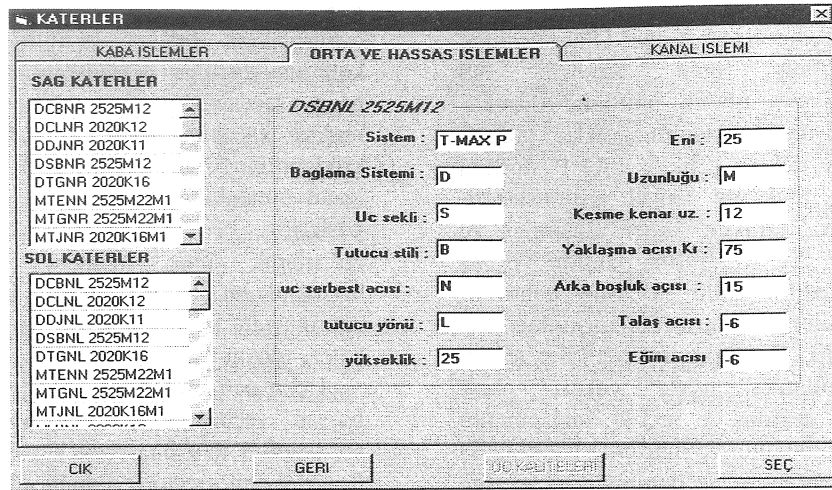
Uçlar penceresi Şekil 11b’de gösterilmiştir. “Çok hassas” seçeneği kullanıcı girdileri penceresinden seçilmediği için bu seçenek pasiftir (gri renktedir). Katerler penceresinde olduğu gibi uçlar penceresinde de seçilen ucun katalogta mevcut bilgileri çerçeve içinde gösterilir. Listeden herhangi bir kesici ucun üzerine kliklendiğinde o ucun üretildiği kaliteler menüsünün sağ tarafında listelenir. Kullanıcı bu kaliteler hakkındaki bilgilere “UÇ KALİTELERİ” tuşuna tıklayarak ulaşabilir. Sandvik 98 kataloğundaki uç geometrileri ile ilgili bilgiler de “GEOMETRİLER” tuşu kliklenerek listelenebilir [11]. Eğer katerler penceresinden seçilen katera uygun uç veri tabanında bulunamamışsa uçlar penceresinden seçilen uca uygun kater “UYGUN KATER” tuşu kliklenerek listelenebilir. Hangi işlem için uç bulunamadığı mesaj penceresi ile kullanıcıya bildirilir. Bu olay genellikle uç ile kater arasında boyut farkı olan durumlarda gerçekleşir. Uygun uçlar listeleniyorsa “UYGUN KATER” tuşu pasiftir. “GERİ” tuşu ile katerler penceresine dönülür.

Uç seçme işlemi “SEÇ” tuşu ile yapılır (Şekil 11a). Bu tuşa basıldıktan sonra seçilen uç ayrı bir pencerede gösterilir. Seçilen uç ve katerlerin listendiği pencere Şekil 12’de gösterilmiştir. “YAZDIR” tuşu ile seçilen takımlar, oluşturulan işparçası şekli ve boyutları yazıcıdan çıkartılabilir.

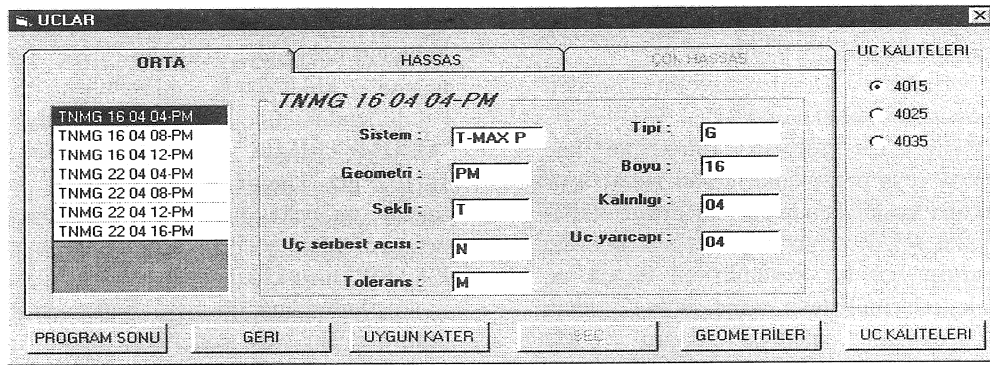
#### Hızlı seçim

Ana menüden “HIZLI SEÇİM” tuşu ile işparçası şekli oluşturulmadan takım seçmek mümkündür. Hızlı seçimde, kullanıcı girdileri penceresinde (Şekil 13) geometriye göre seçimde girilen değerlere ek olarak maksimum yaklaşma açısı, maksimum arka boşluk açısı ve kater yönü girilir. Kanal kalemi seçimi yaparken işlenecek maksimum derinlik ve istenen kater yönü girilir. Bunların dışındaki bütün parametreler pasif duruma geçer. Sonraki adımlar geometriye göre seçimdeki gibidir.



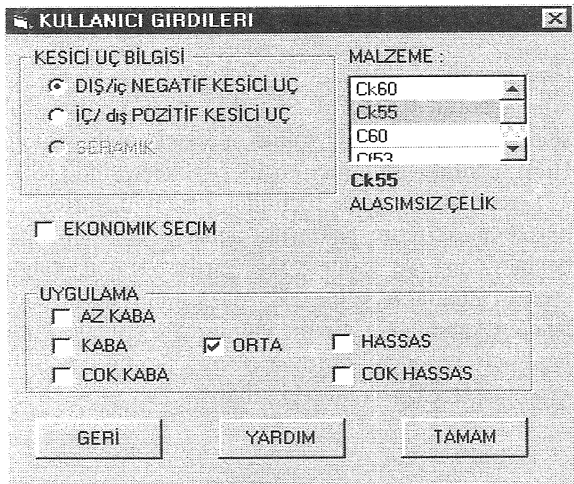


(a)

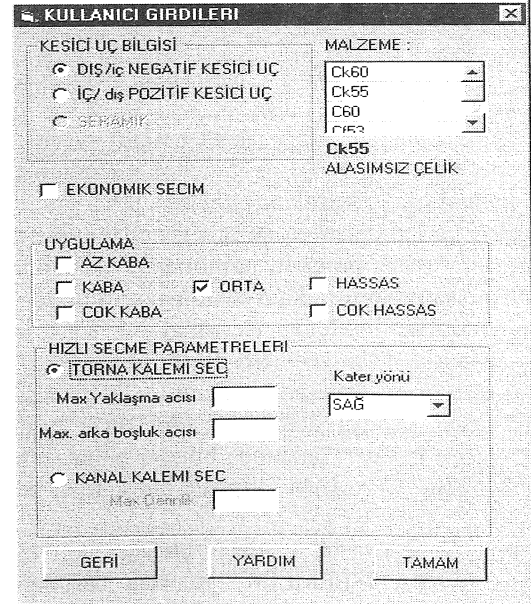


(b)

Şekil 11. a) Katerler ve b) Uçlar penceresi



Şekil 12. Seçilenler penceresi



Şekil 13. Hızlı seçim için kullanıcı girdileri penceresi



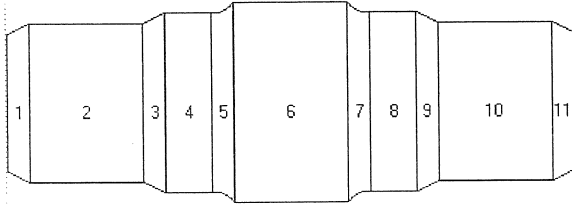
## ÖRNEK UYGULAMA

Örnek uygulamada, Şekil 14a'daki işparçasını kaba orta ve hassas işleyebilmek için kater ve uç seçimi yapılmıştır. Seçimde ekonomi dikkate alınmıştır. İşparçası malzemesi olarak TiAl6V4ELI titanyum alaşımı seçilmiştir. Seçim dış/iç pozitif kesici takımlar (T-MAX P) arasından yapılmıştır.

1, 3, 6, 13 ve 17 nolu elemanlar uygun eğimli konik yüzeylere dönüştürülerek kaba işlemeye uygun hale getirilmiştir. Bu elemanlar orta ve hassas işlemlerde sol kater ile işlenecektir. 8 nolu eleman işlenirken sağ ve sol takım yüzeye yanaşmadığı için bu yüzeyin işlenebilmesi için program kanal kalem seçimi yapmıştır. 8 nolu eleman kaba işlenirken 7 ve 9 nolu elemanların çapları dikkate alınarak kaba yüzey oluşturulmuştur.

### BİTMİŞ İŞ PARÇASI BOYUTLARI VE KULLANILACAK KATERLER VE UÇLAR

	Z1 (mm)	Z2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	R (mm)
1.	0	4	13	15	0
2.	4	24	15	15	0
3.	24	28	15	17	0
4.	28	36	17	17	0
5.	36	40	17	19	4
6.	40	60	19	19	0
7.	60	64	19	17	4
8.	64	72	17	17	0
9.	72	76	17	15	0
10.	76	96	15	15	0
11.	96	100	15	13	0



Kater seçiminde ekonomi dikkate alınmadı

İş Parçası Malzemesi: 20MoCrS4 AZ ALASIMLI ÇELİK

#### ORTA ve HASSAS İŞLEMLER İÇİN KATERLER VE UÇLAR

Kater: DTG NR 2020K16	Uç(Orta): TNMG 16 04 04-PM 4015
Kater: DTG NR 2020K16	Uç(Hassas): TNMG 16 04 12-PF 1525
Kater: DTG NR 2020K16	Uç(Çok hassas): TNMG 16 04 04-QF 4015
Kater: DCLNL 2020K12	Uç(Orta): CNMG 12 04 08-PM 1525
Kater: DCLNL 2020K12	Uç(Hassas): CNMG 12 04 08-PF 1525
Kater: DCLNL 2020K12	Uç(Çok hassas): CNMG 12 04 12-QF 4015

(a)

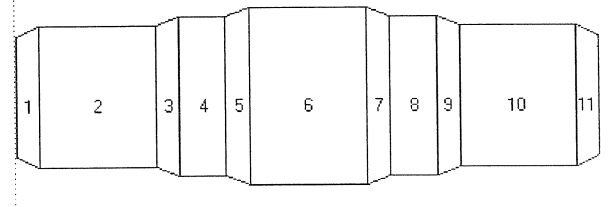
## SONUÇ

Bu çalışmanın amacı dış yüzey tornalama işlemlerinde kaba, orta ve hassas işlemler için doğru kalem geometrilerini belirlemede kullanıcılara yardım etmektir. Bu amaçla Microsoft Access 95 programı yardımıyla Sandvik Coromant Kataloglarından silindirik, konik, iç bükey ve dış bükey işleme geometrilerine uygun kesici uç ve katerlerini içeren bir veri tabanı oluşturulmuştur. Geliştirilen yazılım Microsoft Visual Basic 5.0 programlama diliyle yazılmıştır.

Geliştirilen bir çizim programı yardımıyla ekrandan bilgi girişi yapılarak işparça geometrisi oluşturulmaktadır. İşparçası geometrisinin analizini takiben takımın kesme yönünün belirlenmesi, kanal kalemlerinin kullanılacağı yerlerin tespiti, takımlar

### KABA OLARAK İŞLENECEK İŞ PARÇASI BOYUTLARI VE KULLANILACAK KATERLER VE UÇLAR

	Z1 (mm)	Z2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	R (mm)
1.	0	4	13,04907	15	0
2.	4	23,89939	15	15	0
3.	23,89939	28	15	17	0
4.	28	35,89939	17	17	0
5.	35,89939	40	17	19	0
6.	40	60	19	19	0
7.	60	64	19	17	0
8.	64	72	17	17	0
9.	72	76	17	15	0
10.	76	96	15	15	0
11.	96	100	15	13	0



Kater seçiminde ekonomi dikkate alınmadı

İş Parçası Malzemesi: 20MoCrS4 AZ ALASIMLI ÇELİK

#### KABA İŞLEMLER İÇİN KATERLER VE UÇLAR

Kater: DDJNR 2020K15	Uç(Az kaba): DNMG 15 06 16-PR 4015
Kater: DDJNR 2020K15	Uç(Kaba): DNMM 15 06 08-PR 4015

(b)

Şekil 14. Örnek Çıktı. a. Bitmiş işparçası, b. Kaba olarak işlenecek işparçası

için uygun açı ve ölçülerin hesabı yapılmaktadır. Kaba işleme takımlarının seçimi için geliştirilen bir yaklaşımla işparçalarının kaba formu oluşturulmakta ve bu yeni geometri esas alınarak takım seçimi yapılmaktadır. Ayrıca işparçası geometrisi oluşturulmaksızın kullanıcı tarafından girilen parametrelere uygun uç ve kater seçimi de yapılabilmektedir. Kullanıcıya sunulan takımlar ekonomiklik açısından en küçük boyutlu olanlardan seçilmektedir. Bunun yanında kesici ucun bağlanma biçimine ve sistemine göre de seçenekler sınıflandırılmıştır.

Yapılan bu çalışma aşağıdaki hususlar doğrultusunda daha da geliştirilebilir:

1. Dış açma, tırtıl çekme, delik işleme, delik delme vs. gibi daha ayrıntılı parça geometrileri eklenebilir.
2. Uç kalitelerinin seçimi otomatikleştirilebilir.
3. Malzeme işleme hızı ve diğer gerekli bilgiler programa girilerek işlem süresi, takım ömrü, maliyet gibi performans verileri elde edilebilir.
4. Ekonomik seçimin kapsamı genişletilebilir. Örneğin, kesici kenar sayısı fazla olan uçların az olanlara ve iki yüzü de kullanılabilen uçların tek yüzü kullanılanlara tercihi yaptırılabilir.

#### COMPUTER AIDED TOOL HOLDER AND INSERT SELECTION IN EXTERNAL TURNING OPERATIONS

In this study, a software is developed to select the tool holders and the inserts for turning operations of external surfaces. The workpiece geometry is formed by adding primitive geometries on each other. Workpiece material, tooling system and application information are used to calculate the suitable cutting tool angles for the constructed workpiece geometry.

The software uses the calculated tool angles for selecting the cutting tools. Some geometrical modifications are made on the finished workpiece geometry to convert it into a suitable form for roughing operations. The roughing tools are selected in accordance with the modified geometry of the workpiece. The software is developed by using Microsoft Visual Basic 5.0 programming language. It utilizes a database created in Microsoft Access 95 containing information in the Sandvik Coromant 1998 Tools Catalogue for Turning.

Keywords: External Turning, Cutting Tool Selection.

#### KAYNAKÇA

1. Saygın, C., *A Rule Based Approach in Sequencing Machining Operations for Rotational Parts*, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Ankara, 1992.
2. Saygın, C. ve Eskicioğlu, H., *Integrated Rule Based Process Planning System for Rotational Components*, *Int. Conf. on Engineering Software (ICES)*, UK, 2-9, 1993.
3. Şafiq, M. S., Saygın, C. ve Eskicioğlu, H., *Dönel Parçalar için Nesneye Yönelik bir Ürün Modelleme Sistemi*, 6. *UMTİK Kongresi*, Ankara, 13-20, 1994.
4. Chen, S. J., Hinduja, S., *Checking for Tool Collision in Turning*, *Computer-Aided Design*, 20, (1983) 5, 281-289
5. Chen, S. J., Hinduja, S., Barrow, G., *Automatic Tool Selection for Rough Turning Operations*, *Int. J. Mach. Tools Manufact.*, 29, (1989) 1, 535-553.
6. Tokuroğlu, N. T. ve Anlağan, Ö., *Turnbase 1.0: Tornalama İşlemleri için Hazırlanan Genel Amaçlı bir İşlenebilirlik Veritabanı Sistemi Yazılımı Tanıtımı ve Gösterimi*, 5. *UMTİK*, 103-111, ODTÜ, 1992.
7. Günel, E. ve Çoğun, C., *Cutting Tool Selection by Using 'Microsoft Access' Database Software*, *33<sup>rd</sup> Int. MATADOR Conf.*, 125-130, Manchester, 2000.
8. Ashraf, N., *Automatic Tool Selection and Production Routing Generation for Rotational Parts*, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Ankara, 1994.
9. ISO 1832, *Standart for Cutting Tool Inserts*, 1985.
10. TSE, *TS 3712 Kesici Aletler - Açılar Genel Terimler ve Referans Sistemleri*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1982.
11. *Sandvik Coromant Turning Tools Catalogue*, AB Sandvik International, İsveç, 1998.
12. Oktay, D., *Microsoft Access*, Pusula Yayıncılık ve İletişim Ltd., İstanbul, 1997.
13. Yanık, M., *Microsoft Access*, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 1997.
14. Fleming, V. H., *Handbook of Relational Database Design*, Addison-Wesley Publishing Company, 1989.
15. Uysal, M., *Visual Basic 5.0 ile İleri Uygulamalar*, Beta Basım Yayım Dağıtım A. Ş., İstanbul, 1997.

Çizelge 1. Yazılımda kullanılan SQL ifadeleri

(SQL 1) *select [entering angle kr]+[end cutting edge angle] as toplam,\* from tutucu222 where (((tutucu222.system) = "" & sistem8 & "")) and (((tutucu222.[insert shape])<>" & vtipi & "")) and (((tutucu222.[entering angle kr])>" & yakaci & "")) and (((tutucu222.[end cutting edge angle])>" & arkaci & "")) and (((tutucu222.[hand of tool])="" & hoft & "")) or (((tutucu222.[hand of tool])="" & nor & "")) and (((tutucu222.[-x-z])="" & egik & ""))*

(SQL 2) *select [entering angle kr]+[end cutting edge angle] as toplam,\* from tutucu222 where (((tutucu222.system) = "" & sistem8 & "")) and (((tutucu222.[insert shape])<>" & vtipi & "")) and (((tutucu222.[entering angle kr])>" & yakaci & "")) and (((tutucu222.[end cutting edge angle])>" & arkaci & "")) and (((tutucu222.[hand of tool])="" & hoft & "")) or (((tutucu222.[hand of tool])="" & nor & "")) and (((tutucu222.[-z])="" & duz & ""))*

(SQL 3) *select [entering angle kr]+[end cutting edge angle] as toplam,\* from tutucu222 where (((tutucu222.system) = "" & sistem8 & "")) and (((tutucu222.[entering angle kr])>" & yakaci & "")) and (((tutucu222.[end cutting edge angle])>" & arkaci & "")) and (((tutucu222.[hand of tool])="" & hoft & "")) or (((tutucu222.[hand of tool])="" & nor & "")) and (((tutucu222.[-x-z])="" & egik & ""))*

(SQL 4) *select [entering angle kr]+[end cutting edge angle] as toplam,\* from tutucu222 where (((tutucu222.system) = "" & sistem8 & "")) and (((tutucu222.[entering angle kr])>" & yakaci & "")) and (((tutucu222.[end cutting edge angle])>" & arkaci & "")) and (((tutucu222.[hand of tool])="" & hoft & "")) or (((tutucu222.[hand of tool])="" & nor & "")) and (((tutucu222.[-z])="" & duz & ""))*

(SQL 5) *select distinct [clamping system]+[insert shape]+[holder style]+[insert clearance angle] as expr2, ([entering angle kr]+[end cutting edge angle]) as expr1, aqw01.[clamping system], aqw01.[insert shape], aqw01.[holder style], aqw01.[insert clearance angle], [hand of tool], min(aqw01.shank\_height) as minofshank\_height, min(aqw01.[shank width]) as [minofshank width], min(aqw01.[tool length]) as [minof tool length], min(aqw01.[cutting edge length]) as [minofcutting edge length] from aqw01 group by([entering angle kr] + [end cutting edge angle]), aqw01.[clamping system], aqw01.[insert shape], aqw01.[holder style], aqw01.[insert clearance angle], aqw01.[hand of tool] order by ([entering angle kr]+[end cutting edge angle])*

(SQL 6) *select distinctrow aqw01.[clamping system], min(aqw01.toplam) as minoftoplam, min(aqw01.shank\_height) as minofshank\_height1, min(aqw01.[shank width]) as [minofshank width1], min(aqw01.[tool length]) as [minof tool length1], min(aqw01.[cutting edge length]) as [minofcutting edge length1] from aqw02 inner join aqw01 on aqw02.[clamping system] = aqw01.[clamping system] group by aqw01.[clamping system]*

(SQL 7) *select distinctrow aqw01.[order code], aqw01.system, aqw01.[clamping system], aqw01.[insert shape], aqw01.[holder style], aqw01.[insert clearance angle], aqw01.[hand of tool], aqw01.shank\_height, aqw01.[shank width], aqw01.[tool length], aqw01.[cutting edge length], aqw01.[entering angle kr], aqw01.[end cutting edge angle], aqw01.[rake angle], aqw01.[angle of inclination], aqw01.[-x], aqw01.x, aqw01.[-z], aqw01.z, aqw01.[-x-z], aqw01.[-xz] from (aqw03 inner join aqw02 on (aqw03.[clamping system] = aqw02.[clamping system]) and (aqw03.minoftoplam = aqw02.expr1)) inner join aqw01 on (aqw02.[minofcutting edge length] = aqw01.[cutting edge length]) and (aqw02.[minofshank width] = aqw01.[shank width]) and (aqw02.minofshank\_height = aqw01.shank\_height) and (aqw02.[hand of tool] = aqw01.[hand of tool]) and (aqw02.[insert clearance angle] = aqw01.[insert clearance angle]) and (aqw02.[holder style] = aqw01.[holder style]) and (aqw02.[insert shape] = aqw01.[insert shape]) and (aqw02.[clamping system] = aqw01.[clamping system])*

(SQL 8) *select distinctrow [system rec].system, malz.din, uc.geometry, [system rec].application, uc.[order code], uc.[insert shape], uc.[ins clearance angle], uc.tolerance, uc.[insert type], uc.[insert size], uc.[insert thickness], uc.[nose radii] from (malz inner join [system rec] on malz.[cmc yakin] = [system rec].[cmc yakin]) inner join uc on ([system rec].[basic chamfer] = uc.[basic chamfer]) and ([system rec].geometry = uc.geometry) and ([system rec].system = uc.system) where ((([system rec].system)="" & sistem8 & "")) and ((malz.din)="" & malzeme8 & "")) and (([system rec].application)="" & uygulama8 & "")) and ((uc.[insert shape])="" & ucsekli & ""))*

(SQL 9) *select \* from kesiciler\_tutucu where((([holder type]= 'f151\_23') or ([holder type]='f151\_22')) and (hot = "" & hoft & "")) and ((kesiciler\_tutucu.[seat size]) > " & turn & "") and (ar > " & maxrar & ""))* (SQL 10) *select \* from kesiciler\_tutucu where(((kesiciler\_tutucu.ar) > " & maxrar & "") and ((kesiciler\_tutucu.hot) = "" & hoft & ""))*

(SQL 11) *select distinctrow kesici\_uc.[order code], kesici\_uc.process, kesici\_uc.hot, kesici\_uc.[holder type], kesici\_uc.la, kesici\_uc.re, kesici\_uc.[seat size], kesici\_uc.[insert type], kesici\_uc.alfapf, kesici\_uc.gamar from kesici\_uc inner join kesiciler\_tutucu on kesici\_uc.[seat size] = kesiciler\_tutucu.[seat size] where (((kesiciler\_tutucu.[order code])="" & tut & "")) and (kesici\_uc.process="" & pro & ""))*

(SQL 12) *select \* from blok where ar > " & MAXblok & "*

(SQL 13) *select \* from blade where(((blade.ar) > " & maxblok & ""))*

(SQL 14) *select kesici\_uc.[order code], kesici\_uc.process, kesici\_uc.hot, kesici\_uc.[holder type], kesici\_uc.la, kesici\_uc.re, kesici\_uc.[seat size], kesici\_uc.[insert type], kesici\_uc.alfapf, kesici\_uc.gamar from blade inner join kesici\_uc on blade.[seat size] = kesici\_uc.[seat size] where (((blade.[order code])="" & tut & "")) and (kesici\_uc.process='grooving'))*