



ARDIŞIK KESME KALIPLARINDA ŞERİT MALZEMENİN BİLGİSAYAR YARDIMIYLA TASARIMI

Faruk MENDİ

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Teknikokullar/Ankara

Geliş Tarihi : 06.12.1999

ÖZET

Ardışık kesme kalıpları, sac metal parçaların talaşsız imalat yöntemiyle, seri şekilde üretilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Genel olarak klasik yöntemlerle yapılmakta olan kalıp tasarımı ve uygun kalıp elemanlarının seçimi, tasarımcı için önemli olan zaman kaybına ve maliyetin yükselmesine sebep olur. Ayrıca, muhtemel tasarım değişikliklerinde yeterli esneklik sağlanamamaktadır. Bu çalışmada şerit tasarımı yapabilen QBASIC dilinde 1MB'lık bir program geliştirilmiştir. Oluşturulan veri tabanlarına göre; şerit malzeme tasarımının yanında, kuvvet analizi yapılabilmekte, kalıplama kuvveti hesaplanmakta, kalıbın ağırlık merkezi bulunabilmekte, standart olmayan parçaların tasarımı ile standart olan parçaların seçimi sağlanabilmektedir. Bu çalışma ile kalıp tasarımında hız, yeterli esneklik ve hassasiyet elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Ardışık kesme kalıpları tasarımı, Bilgisayar destekli tasarım, Şerit malzeme tasarımı

COMPUTER AIDED DESIGN OF THE STRIP LAYOUT IN PROGRESSIVE CUTTING DIE

ABSTRACT

Progressive cutting dies have a very important position on the series manufacture of the sheet metals by the method of no-turnings reproduction system. By using classical methods, the design of the dies and the choosing of the suitable die parts are generally time consuming and money spending for designer. In this study, we development a program based on 1 MB study in QBASIC program which can design strip layout. According to the data base, in addition to strip layout design, force analysis, force capacity of the press dies, gravity force center can be found. By making the design of not standard die parts, you can also choose the standard die parts. With this computer program for die design, you can get much more sensitive, enough flexible and fast results.

Key Words : Progressive cutting die design, Computer aided design, Strip layout design

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerin hızına paralel olarak, makine imalat yöntemlerinde de büyük gelişmeler yaşanmaktadır. Makine parçalarının alışlagelmiş imalat yöntemlerine lazerle işleme, elektro-mağnetik şekillendirme gibi bir çok yeni yöntemler eklenmiştir. Buna karşılık klasik talaşlı ve talaşsız imalat yöntemlerinin önemi hiçbir zaman azalmamıştır.

Talaşsız imalat yöntemlerinden olan kalıpcılık;

- Her alanda kullanılan pek çok parçanın, düşük maliyetle üretimini sağlar,
- Malzeme sarfiyatını en aza indirir,
- Üretim kapasitesini maksimuma çıkarır,
- İşçiliği en aza indirir,
- Seri halde pek çok parça üretiminde kullanılır.

Yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı kalıpcılık, talaşsız imalat yöntemleri içerisinde yaygın uygulama alanı olan teknolojilerinden biridir. Gelişen teknolojide hareket sağlayan miller, dişli çarklar, kasnaklar, kavramalar vb. kısımlar kadar, bunlara yardımcı olan kabin, kaporta, gibi kısımların dizaynı da çok önem kazanmıştır (Bardaklı, 1997).

Bu yardımcı kısımlar oluşturulan sistemlerin dinamik, kinematik ve statik yapılarını etkilemektedir. Yapıların da estetik olması tercih edildiğinden bu sistemleri oluşturan sac kısımların işleme teknolojileri de kendilerini devamlı geliştirmek zorunda bırakılmıştır. Günümüzde saclar metal, plastik karışımı gibi bir çok malzemeyi kapsamaktadır (Donaldson et al., 1973).

Sac malzemelerin işlenmesinde geçmişten günümüze bakıldığında, metal sac malzemelerin en çok kullanılan tür olduğu görülmektedir. Sac metal malzemeleri işleme teknolojileri de devamlı gelişmektedir. Sac metal malzemeler üzerinde kalıplarla kesme, bükme, çekme gibi bir çok prosesler gerçekleştirilebilmektedir. Bunların kesme işlemi ile birlikte bükme, çekme gibi bir çok prosese tabi tutulduğu göz önüne alınırsa, kesme işleminin önemi ortaya çıkar (Donaldson et al., 1973).

Kesme kalıpları sac metal kalıpcılığında en çok kullanılan türlerdendir. Sac metal kesme kalıpları ile üretim kolay ve otomatiktir. Üretim oranı yüksektir. Sarf edilen insan gücü azdır. Üretilen parçalar özdeş ve standarttır. Bu faktörler kesme kalıplarının kullanımını artırmaktadır (Erişkin, 1986).

Ardışık kesme kalıpları şerit malzemenin ilerlemesi ile oluşturulan istasyonlarda çeşitli kesme işlemlerini yapmak suretiyle ürünün yapımını sağlayan komplike sistemlerdir. Şerit malzeme kalıp içerisindeki istasyonlarda ilerlerken son istasyondan bitmiş ürün olarak çıkar. Ardışık kesme kalıpları, teknolojide en çok kullanılan kesme kalıbı türüdür.

Ardışık kesme kalıpları tasarım ve imalat olmak üzere iki kademededen meydana gelmektedir. Kalıp tasarımı, yapının kesin olarak belirtilmesi, uygulanacak ilkelerin saptanması, bu ilkeleri sağlayan elemanların seçimi, hesaplanması, montaj ve parça resimlerinin hesaplanmasına kadar geçen süreçtir. Günümüzde bütün bu işlemler Bilgisayar Destekli Tasarım adını taşıyan programların yardımı ile kolaylıkla yapılabilmektedir (Bardaklı, 1997).

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD); standartları saklama, kütüphane oluşturma, oluşturulan parametreleri silme, saklayabilme, değiştirme,

birleştirme, resim çizme vb. işlemleri yaparak otomasyonu sağlamaktadır.

2. ARDIŞIK KESME KALIPLARI

Ardışık kesme kalıpları zımba, alt kalıp, sıyırıcı plaka, zımba tutucu plaka, kılavuz sütun, burç gibi temel kalıp parçaları ve bağlantı elemanları, dayanıcılar, pimler gibi yardımcı elemanlardan oluşur.

Ardışık kesme kalıplarının geometrik yapısı etüt edilmeden, kuvvet analizi yapılmadan, elemanları seçilmeden ve bütün bunlar birbiri ile ilişkilendirilmeden optimum bir tasarım yapılması mümkün değildir.

Ardışık kesme kalıbı yapımında pimler mümkün olduğu kadar birbirinden uzağa yerleştirilmeli ve bağlantılar en az iki cıvata kullanılmak suretiyle sağlanmalıdır (Anon., 1984).

Kalıp tasarımı sırasında dişi kalıp kalınlığına bağlı olarak, kalıp içerisinde oluşturulacak boşluklar, sisteme ait değerler kullanılarak Tablolardan belirlenmelidir (Büyükbaş, 1987).

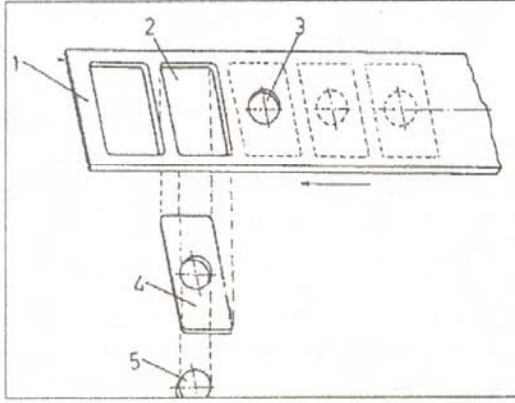
Fakat çok büyük ve karmaşık kalıpların tasarımında içerdeki boşluğun kenara olan mesafe miktarları kalınlığın iki yada üç katı alınması ile basitçe çözümlenebilir (Kafkasyalı, 1990).

2. 1. Kesme Teorisi

Kısmen bitirilmiş yada tamamen bitirilmiş parçalar ve artık malzeme, zımba ile kesme operasyonun şerit malzemedeki sonucudur. Zımba işlenmemiş malzemeyi kestiği zaman iş parçası ve artık malzeme oluşur, bu işleme boşaltma işlemi denir. Eğer artık malzeme iş parçasından elde edilmiş ise, bu işleme zımbayla delme denir.

Kesme her iki operasyonun birlikte olduğu hallerdeki işleme verilen addır. Kesme teorisi kendince bir bütün olarak ele alınan işlemdir. Genellikle boşaltma işleminin sonucunda elde edilen iş parçası, delme işleminin sonucunda elde edilen artık malzemedir.

Bu durumlar Şekil'1 de gösterilmiştir.



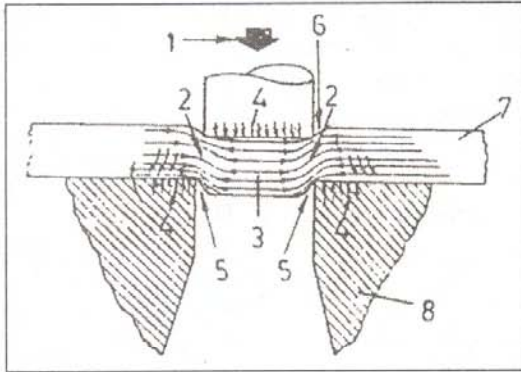
1. Artık şerit 2. Boşluk 3. Parça 4. İş parçası 5. Artık malzeme
Şekil 1. Kesme işleminin şerit malzemede gösterimi

Zımba ile malzemenin bir parçası kesildiği zaman, kesme operasyonunda üç safha oluşur.

1. Plastik deformasyon
2. Kesme
3. Kırılma

2. 1. 1. Plastik Deformasyon

Zımbanın iş parçasının üst kısmına doğru hareketi ile, şerit malzemeye değdikten hemen sonra iş parçasında kuvvetler oluşur. Malzemenin elastiklik sınırı aşıldığında deformasyon başlar. Elastik-plastik şerit değişimi ile birlikte iş parçasında alt radyüs bandı, şerit malzemede üst radyüs bandı oluşur (Şekil 2).



1. Başlık kuvveti 2. Basma gerilmesi 3. Çekme gerilmesi
4. Basınç 5. Üst radyüs 6. Alt radyüs 7. Malzeme 8. Alt kalıp

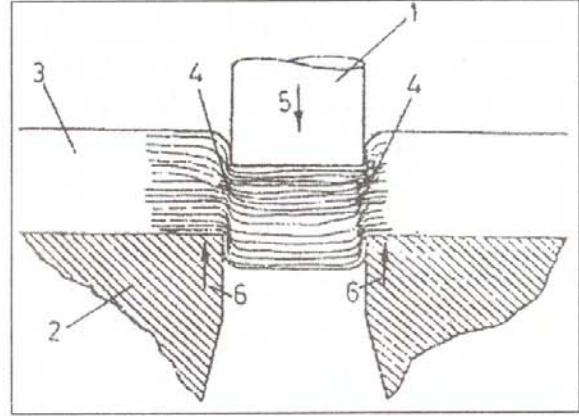
Şekil 2. Plastik deformasyon

2. 1. 2. Kesme

İş parçası zımba ile kalıp boşluğuna itilir. Operasyonun bu noktasında sonuç olarak malzeme kesilerek ayrılmaya başlar. Malzeme zımba ve alt kalıbın kesme kenarında kırılmaya zorlanır. Böylece bu kenarlardan malzeme kesilmeye başlar. Bu anda iş parçası kalıp boşluğuna doğru itilir. Malzeme tekrar kırılmaya zorlanarak kalıp boşluğunda kesilir.

Bu ikinci operasyon, şerit malzemenin üst kenarında üçte bir ve delik kenarında üçte bir kesme bandı ile bir radyüs bandı oluşturarak sonuçlanır (Şekil 3).

Eğer kalıp ile zımba arasındaki kesme boşluğu doğru verilmiş ise zımba ile kalıp arasında meydana gelen kırık hattı ideal olur.

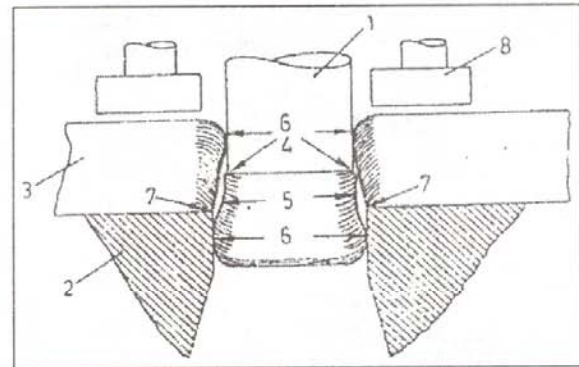


1. Zımba 2. Alt kalıp 3. Malzeme 4. Kesme bandı 5. Zımba kuvveti 6. Kalıp kuvveti

Şekil 3. Kesme safhaları

2. 1. 3. Kopma

Malzemenin direnci kesme kuvvetlerine karşı koyamadığı an kesme operasyonu tamamlanır. Zımba malzemeye doğru itilince şerit kırılır. Kalıp ve zımbanın kesme kenarları arasındaki boşluktan dolayı malzemedeki direnç kuvveti bir kopma bandında ve belirli bir açıda meydana gelir. Bu durum Şekil 4'te gösterilmektedir.

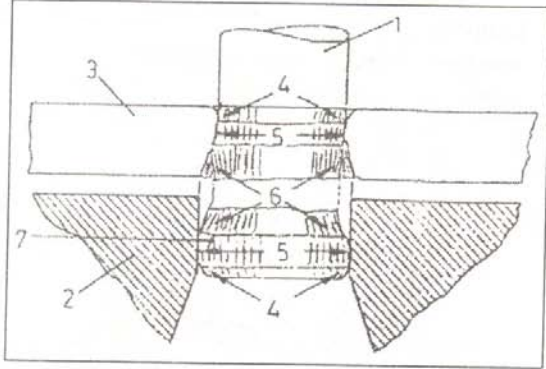


1. Zımba 2. Alt kalıp 3. Malzeme 4. Çapak 5. Kırılma bandı
6. Kesme bandı 7. Çapak 8. Sıyırıcı plaka

Şekil 4. Kopma safhası

Zımbanın hareketi ile oluşan kesme bandı, delikle parçayı yapışık şekilde tutmuştur. Zımbanın geri hareketinde kalıptaki engel boşluğu kapatır. Bu engel sıyırıcı plaka olarak adlandırılır. Bu plakanın görevi kalıp tasarımına temel olması kılavuzlama yapması ve kesilen parçanın yukarı çıkmasını engellemektir (Pollack, 1988).

Kesilen malzeme kalıp içerisinde itilir. Şekil 5'te kalıp boşluğunda tutulan parçada oluşan kesme bandı gösterilmektedir.

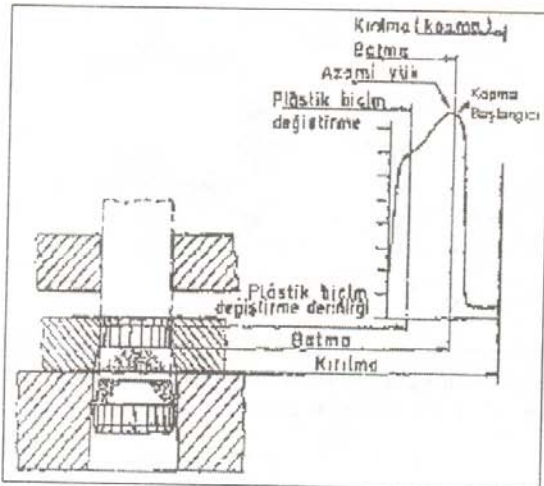


1. Zımba 2. Alt kalıp 3. Malzeme 4. Radyus bandı 5. Kesme bandı 6. Kırılma bandı 7. Parça

Şekil 5. Kesme operasyonunda iş parçasında oluşan bandlar

2. 2. Kesme Kuvveti İle Kesme Olayı Arasındaki Bağntı

Şekil 6'da bir kesme veya delme zımbasının malzemenin içerisine itildiği zaman, kesme kuvvetinin tipik bir yük dağılımını veren eğri gösterilmektedir. Zımba malzeme ile temasa geçtiği an malzeme direnç göstermeye başlar. Yük plastik biçim değiştirme safhasında sürekli artar. Batma oluşurken artmaya devam eder. Kırılma meydana geldiği zaman biriken yük aniden serbest kalır. Yük eğrisi yatay çizgi seviyesine tamamen gelmez. Kesme devresinin altına ulaşmaya kadar tedrici olarak alçalmaya devam eder.



Şekil 6. Kesme kuvvetinin kesme olayı ile olan bağntısı

Tedrici bir yük azalması olur, çünkü kalıp deliğindeki açılmal boşluk etkisini gösterdiği zaman kesilen parçalar daha serbestçe hareket ederler (Ostergaard, 1963).

3. ŞERİT MALZEMENİN HAZIRLANMASI

Kalıplanacak parçanın değişik yerleşim planlarından en uygun olanının şerit malzeme üzerine aktarılması kalıp tasarımında atılacak adımlardan ilkidir. Şerit malzeme hazırlama yöntemiyle uygulanacak işlemler aşağıda açıklanmıştır.

Kalıplanacak parçanın biçimi ve boyutlarına uygun olarak hazırlanacak şerit malzemedeki kesme payı miktarının en az seviyede tutulması gerekir. Kesme payı miktarı azaltılan şerit malzemedeki kalıplanacak parça sayısı artacak ve üretim maliyeti azalacaktır.

Tablo 1'de kalıplanacak parça boyutlarına ve şerit malzeme kalınlıklarına göre kesme payı miktarları verilmiştir. Yumuşak ve kalınlığı fazla olmayan malzemelerde kesme payı miktarı % 50 artırılır (Pollack, 1988).

Tablo 1. Malzeme Kalınlığına Göre Kesme Payı Miktarları

Şerit malzeme Kalınlığı (t ≥ 0.6 mm)	
Malzeme Kalınlığı (t) mm	Kesme Payı Miktarı (b) mm
0.6-0.8	0.8
0.8-4.8	t
3.2 nin üzeri	3.2

Kesme boşluğu normal olan zımba ve kalıpla yapılan kesme işleminde, zımba malzemeye bir miktar batır. Batma miktarına zımba batma derinliği denir. Malzeme cinsine göre zımba batma oranı açıklanır. Zımba batma oranları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Malzemelerin Cinslerine Göre Zımba Batma Oranları Ve Kesme Dayanımları (Erişkin, 1986).

Malzemenin Cinsi	Kesme Dayanımı (daN/mm ²)	Zımba Batma Oranı (%)
% 0.10 C'lu çelik Gerginliği giderilmiş Soğuk haddelenmiş	25-30	50
% 0.20 C'lu çelik Gerginliği giderilmiş Soğuk haddelenmiş	30	38
% 0.30 C'lu çelik Gerginliği giderilmiş Soğuk haddelenmiş	35-40	40
Alüminyum alaşım	5.6	28
Bakır	15.5	60
Çinko	10	55
Kurşun	2.5	50
Pirinç	20-25	50
Kalay	3.5	50
Nikel alaşımları	25	55

4. BİLGİSAYAR PROGRAMI

Program QBASIC ile hazırlanmıştır. Şerit malzeme hazırlama programının hazırlanmasında kullanılan bilgisayar donanımının, programlama dilinin ve programı oluşturan alt programların bilinmesi programın anlaşılmasını kolaylaştıracaktır.

Anapano.bas, Arkeskal. bas, Bagel. bas, Burçlar. bas, Kaleltas. bas, Kalgeo. bas, Kalsat. bas, Kaltas. bas, Kalaspan. bas, Kuvaliz1. bas, Kuvaliz 2. bas, sactas. bas, Saplar. bas, Sonuc. bas, Sütünlar. bas, Zimbalar.bas, ana programın çalışmasında kullanılan ve her biri programa ait başka bir fonksiyonunu içeren alt programlardır.

Bu 16 alt program birbiri ile etkileşimli çalışmaktadır. Anapano. bas ismi verilen program kütüğü sayesinde diğer bütün alt programların yönetimi sağlanabilmektedir.

Anapano.bas programının çalıştırılması ile Şekil 7'deki ana kontrol panosuna ulaşılır. Programın seçenekleri içerisinde



Şekil 7. Program ana kontrol panosu

1. Şerit malzemenin hazırlanması
2. Kalıbın tasarlanması
3. Çıkış

seçenekleri yerleştirilmiştir. Programın başlangıcına ait akış şeması Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Ana program akış şeması

Şerit malzemenin hazırlanması için Şekil 7'deki Kontrol menüsünden 1 seçeneği seçilmelidir.

Programda daha sonra,

- Malzemenin belirlenmesi
- Kesme payı miktarının belirlenmesi
- Şerit yerleşiminin belirlenmesi

basamakları kullanıcıya sunulur. Kullanıcı bilgisayar ile etkileşimli bir şekilde istenilen bilgilerin bilgisayara yüklenmesini sağlar. Bu bilgilerin girilmesi sırasında gerekli olacak özel mukavemet bilgileri tabloları ve malzemelere ait bilgiler tablolar ile kullanıcıya sunulmaktadır (Şekil 9).

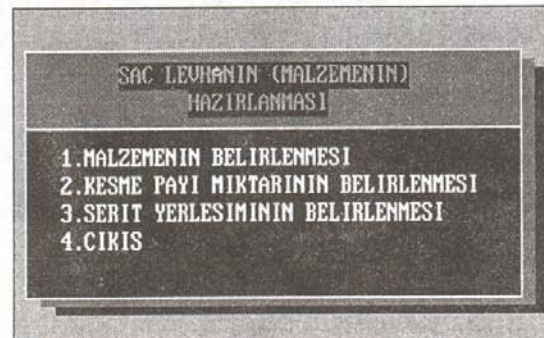
Ana pano üzerinden şerit malzemenin hazırlanması seçeneği içerisinde, kullanılacak sac malzemenin cinsinin belirlenmesinde çelik malzemeler ve çelik olmayan malzemeler seçeneği olup, buradan çelik olmayan malzemeler seçildiğinde Şekil 9'da gösterilen seçim menüsü gelmektedir.

ÇELİK OLMAYAN MALZEMELER		
MALZEMENİN CİNSİ	KESME DAYANIMI (daN/mm ²)	ZİMDA BATHA ORANI (%)
1 - ALUMİNYUM ALAŞIMLARI	5.00-32.00	60
2 - PİRİNC	20.00-35.00	50
3 - BAKIR	15.00-49.00	55
4 - BRONZ	15.00-49.00	25
5 - KURŞUN	2.50	50
6 - KALAY	3.50	50
7 - ÇİNKO	10.00	50
8 - NİKEL	25.00	55

KALİPLANACAK MALZEMENİN
KESME DAYANIMINI GİRİNİZ (daN/mm²):?

Şekil 9. Şerit hazırlamada malzeme seçimi

Sac levhanın hazırlanması seçeneği altında yapılacak işlemler Şekil 10'da görülmektedir.



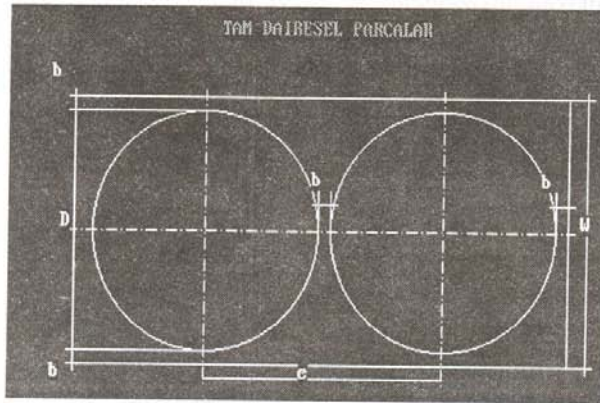
Şekil 10. Sac levha hazırlama seçenekleri

Sac levhanın üzerine parçanın yerleştirilmesi işlemi Şekil 11'de görülmektedir. Bu işlem Şekil 10'daki menüden şerit yerleşiminin belirlenmesi seçeneği ile yapılmaktadır.



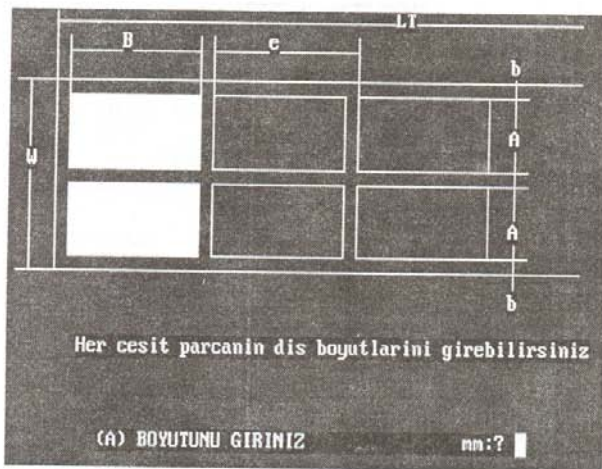
Şekil 11. Programın çalışma aşamaları

Şekil 11'de görülen menüden tek sıralı dairesel kalıplamanın seçilmesi ile ilgili yerleşim planı Şekil 12'de görülmektedir.



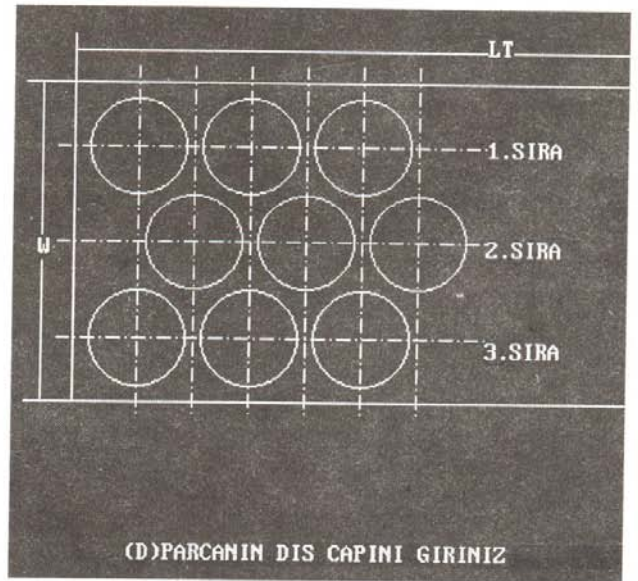
Şekil 12. Tek sıralı yerleşim görüntüsü

Şekil 11'de görülen menüden çift sıralı kalıplama seçilmesi ile ilgili yerleşim planı Şekil 13'de görülmektedir.



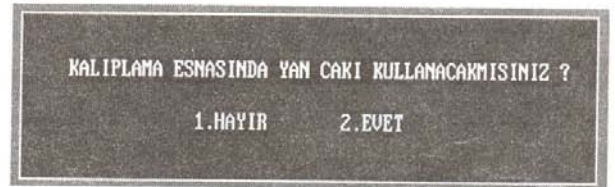
Şekil 13. Çift sıralı kalıplama yerleşimi

Şekil 11'de görülen menüden üç sıralı kalıplama seçilmesi ile ilgili yerleşim planı Şekil 14'de görülmektedir.



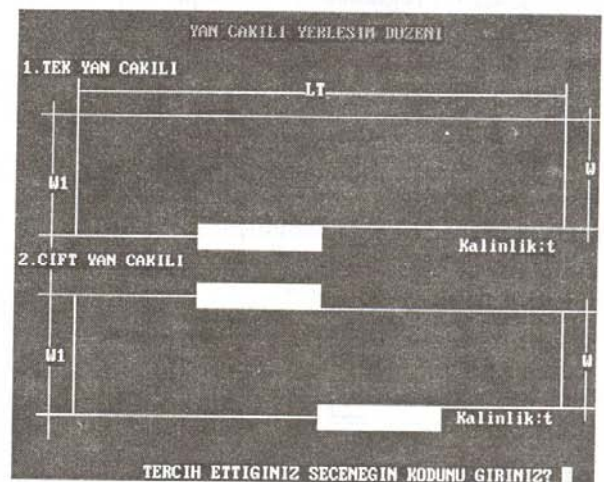
Şekil 14. Üç sıralı kalıplama yerleşimi

Şerit malzemenin belirlenmesi ve harcanan malzeme verimini bulmak için, şerit yerleşimi düzenlendikten sonra, Şekil 15'deki panodan tasarımcıya yan çakı kullanmak isteyip istemediği sorulur.



Şekil 15. Yan çakı istek panosu

Evet cevabında, ekrana tek veya çift yan çakıların yerleşim planı gelir (Şekil 16).



Şekil 16. Yan çakı kontrol panosu

Bu menüde, istenilen tercihin yapılmasının ardından ekrana sac levha boyutlarına ilişkin bilgiler gelir (Şekil 17).

SERİT MALZEME KESME DAYANIMI	daN/mm ² : 1
SERİT MALZEME GENİSLİĞİ (W)	mm: 14
SERİT MALZEME KALINLIĞI (t)	mm: 1
SERİT MALZEME BOYU (LT)	mm: 500
PARÇA SAYISI (N)	: 45

KALIPLANACAK PARÇANIN VERİMİNİ BELİRLEMEK

1. İSTİYORUM 2. İSTEMİYORUM

TERCİH ETTİĞİNİZ SEÇENEĞİN KODUNU GIRINIZ?

Şekil 17. Sac levha boyutlarının verileri

Bu bilgilerle beraber şerit malzemenin veriminin istenip istenmediği sorulur. Evet yanıtında parça alanı ve şerit malzeme verimi görüntülenir (Şekil 18).

Böylece şerit malzeme tasarımına ilişkin işlemler tamamlanmış olur. Daha sonra ekrana kalıbın diğer elemanlarının tasarımına ilişkin menüler gelecektir.

(PARÇA ALANININ BELİRLENMESİ)

KALIPLANACAK PARÇA BİCİMİ

TERCİHİNİZ?

11 DİĞER SEÇİMLER

Şekil 18 Şerit malzemenin verimi

5. SONUÇ

Şerit malzeme tasarımında kazanç sağlamak, hata yapma olasılığını en aza indirmek, tasarımcıyı fazla yormamak, pratik ve hassas olarak tasarım yapmak için bu program düzenlenmiştir.

Program küçük ve orta ölçekli işletmelerin ağırlıkta bulunduğu ülkemiz sanayine hitap edebilmektedir. İşletmelerde kullanılan kişisel bilgisayarlar ile kullanıma uygundur. Bu programın diğer bir amacı ise ardışık kesme kalıpları konusunda eğitim veren

kurum ve kuruluşlarda kullanılmak üzere hazırlanmış olmasıdır.

Programı oluşturan tablolardan şerit malzeme bilgileri ve planlanan şerit yerleşimi sayısal değerlerle programa girilerek şerit malzemenin tasarlanması sağlanır.

Tasarımcı zihninde şekillendirdiği kalıp geometrisini menüler yardımı ile sayısal olarak programa girebilir. Programa girilen kalıp geometrisi değerlerine göre kuvvet analizi yapılır. Kuvvet analizine bağlı olarak standart olmayan alt kalıp, zımba, sıyırıcı plaka gibi parçalar tasarlanabilir. Standart olmayan kalıp elemanlarının boyutlarına göre, kalıp setleri gibi standart olan elemanlar, oluşturulan veri tabanından seçilir.

Bu çalışma ile kalıp tasarımı süresi, geleneksel yöntemlere göre oldukça kısaltılmıştır. Ayrıca kalıp üzerinde herhangi bir tasarım değişikliği çok kısa bir sürede yapılabilmektedir. Bu olgu kalıp maliyetini olumlu yönde etkileyecektir.

6. KAYNAKLAR

Anonymous, 1984. Fundamentals of Tool Design: Society of Manufacturing Engineers. Second Edition, 293-364, Dearbon, Michigan.

Bardaklı, H. 1997. Ardışık Kesme Kalıplarının Bilgisayar Yardımı ile Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniv., 10-60, Ankara.

Büyükbaş, H. 1987. Computer Aided Strip Layout and die Design for Sheet Metal Press Cutting Operations: A Masters Thesis in Mechanical Eng. METU, 23-66, Ankara.

Donaldson, C., Le Cain, Goold, V. 1973. Tool Design: Mc Graw Hill Book Company, Third Edition, 632-722, Illinois.

Erişkin, Y. 1986. Uygulamalı Sac Metal Konst.: Gazi Üniv. Teknik Eğt. Fak. Yayını, 11-110, Ankara.

Kafkasyalı, İ. 1990. Computer Aided Design of Progressive Press Dies for Cutting Operations: A Masters Thesis in Mechanical Eng., METU, 1-76, Ankara.

Ostergaard, D. 1963. Basic Diemaking: Mc Graw Hill Book Company, 1-38, Illinois.

Pollack, H. 1988. Tool Design: Prentice Hall, Inc., Second Edition, 414-461, New Jersey.