

ARDIŞIK DELME-KESME KALIPLARINDA BİLGİSAYAR DESTEKLİ ŞERİT YERLEŞİMİ VE PLANLAMASI

Hakan GÜRÜN Muammer NALBANT Hakan DİLİPAK Ahmet ÖZDEMİR
Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Eğitimi Bölümü, 06500, Ankara Türkiye

ÖZET

Klasik yöntemlere dayalı ardışık sac metal kalıp tasarımı ve şerit yerleşim planı, tasarımcı için önemli zaman kaybına sebep olmakta ve kalıp maliyetini yükseltmektedir. Tasarımdaki zaman kaybını en aza indirmeyi amaçlayan bu çalışmada, ardışık delme-kesme kalıpları için bir bilgisayar destekli tasarım sistemi geliştirilmiştir. Çalışmada, BDT (Bilgisayar Destekli Tasarım) ortamında katı model olarak tasarlanmış bir sac-metal ürünün şerit yerleşim planı, büyük oranda kullanıcı etkileşiminden uzak olarak oluşturulmuştur. Kullanıcıya sadece üç soru sorulmaktadır. Geliştirilen sistemde, AutoCAD 2002 paket programının yanı sıra Visual LISP ve VBA (Visual BASIC For Application) programlama dilleri kullanılmıştır. Bu çalışma ile ardışık delme-kesme kalıplarının tasarımında hız, esneklik ve hassasiyet elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Bilgisayar destekli tasarım, Kalıp tasarımı, Şerit yerleşim planı

COMPUTER AIDED STRIP LAYOUT DESIGN OF SEQUENTIAL PIERCING AND CUTTING DIES

ABSTRACT

The sequential design of sheet metal dies based on classical methods and layout plan cause a considerable amount of waste of time and increase the cost of dies for the designer. In this study aiming to minimize the waste of time in designing, a computer aided designing system for piercing and cutting dies has been developed. Strip layout plan for a solid model of a sheet metal part designed in a CAD environment can be achieved with little user interaction. In the system developed only three questions are asked to the user. In this work Visual LISP and VBA (Visual BASIC For Application) languages were used within AutoCAD 2002. Through the use of the system developed piercing-cutting die design has become faster, more flexible and more accurate.

Key Words: Computer aided design, Die design, Strip layout design

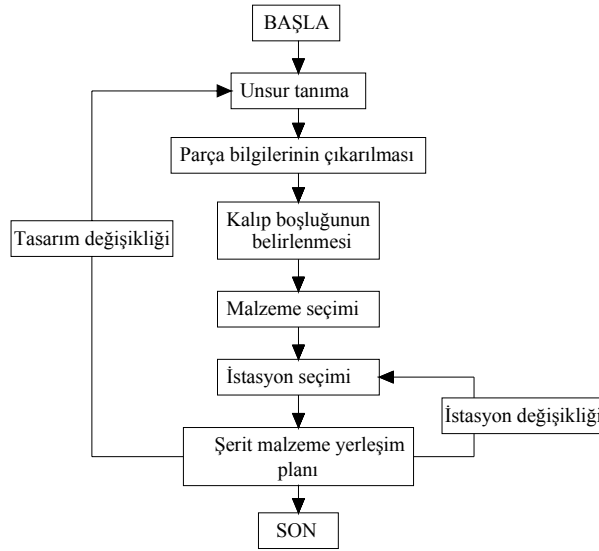
1. GİRİŞ

Günümüz teknolojinin temel hedefi, maliyet, zaman ve kalite açısından en ideal değerlerde üretim yapmaktır. Üretimin, istenilen seviyeye ulaşabilmesi için, ürünün tasarım aşamasının çok iyi yapılması gerekmektedir. Bir parçanın üretim maliyetinin yaklaşık % 70'i, tasarım işlemi sırasında belirlenir. Bu husus, parça tasarımcısının aynı zamanda üretim maliyetlerinin büyük bir kısmını da belirlediğini gösterir [1].

Kalıpla ilgili hesaplamalar, kalıp tasarımı ve imalatı, endüstrinin en önemli alanlarından birini oluşturmaktadır. Gerek kalıp tasarımının gerekse imalatının uzun süre alması, bu alanda bir çok çalışma yapılmasına neden olmuştur [2-9]. Choi ve arkadaşları [2], standart parçaların bulunabilirliği, tek yada çift yönlü operasyonlar için malzeme israfını en aza indiren kullanım oranı, şerit malzeme kesme payı miktarları ve bükme dayanımını artıran tasarım gereksinimleri gibi birçok faktörü hesaba katarak bir düzenleme yapmıştır. Parasad ve Somasundaram [3], sac metal kalıpcılığında boşluk bırakmak için bilgisayar destekli kalıp tasarımı sistemini uygulamış ve tasarımını gerçekleştirmişlerdir. AutoCAD'in özelliklerini artıran

parametrik programlama ile standart kalıp elemanları veri tabanı oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen sistemin en büyük avantajı, takım konfigürasyonları bilgilerini içeren en verimli şerit ve kalıp yerleşiminin hızlı bir şekilde oluşturulmasıdır. Nye [4], en verimli şekilde malzeme kullanımı için, kenar boşluklarını belirleyen tam ve doğru bir algoritma geliştirmiştir. Bu algoritmada, şerit üzerinde bir defada kaç adet parça basılacağı, parçanın nasıl yerleştirileceği ve en az atık malzeme oranının nasıl oluşturulacağı belirlenmektedir. Choi ve arkadaşları [6] tarafından yapılan çalışmada, düzensiz şekilli sac metal ürünlerde delme ve bükme veya kenar boşluğu bırakma için geliştirilmiş bilgisayar destekli tasarım ve imalat sistemi tanıtılmaktadır. Bilgi temelli sistem kuralları, ürünün malzemesi ve kalınlığı, kesme geometrisinin karmaşıklığı, kesme profili, pres tezgahının bulunabilirliği gibi faktörler, sistem tasarımında hesaba katılmaktadır. Sing ve Sekhon [9] yaptıkları çalışmada şerit yerleşim planının hazırlanması sırasında tasarımcıya yirmi üç adet soru sormuşlardır. Soru sayısının fazla olması hata yapma olasılığını artırmaktadır. Hazırlanan programda şerit yerleşim planının oluşturulması sırasında tasarımcıya 4 farklı soru sorulmaktadır.

Geliştirilen bilgisayar programında, BDT (Bilgisayar Destekli Tasarım) ortamında, katı model olarak tasarlanmış sac metal ürünün tek sıralı, çift sıralı, tersyüz, pim dayamalı, tek yan çakılı ve çift yan çakılı olarak şerit malzeme yerleşim planı bilgisayar desteğinde otomatik olarak tasarlanmaktadır. Bunun için şerit yerleşimi hazırlanacak olan iş parçasının katı model olarak tasarlanmış olması gerekmektedir. Şerit yerleşim planı akış şeması Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.Şerit yerleşim planı akış şeması

Program çalıştırıldığında, katı model olarak tasarlanmış olan sac metal iş parçasının üzerindeki unsurlar otomatik olarak algılanmaktadır. Daha sonra, bu bilgilere göre tasarımda gerekli olan veriler hesaplanmakta ve kalıp boşluğu belirlenmektedir. Kullanıcı malzemeyi ve istasyon sayısını (en fazla beş istasyon) belirledikten sonra, şerit malzeme yerleşim planı oluşturulmaktadır. Bu aşamadan sonra, kullanıcı farklı istasyon belirleyerek yeniden şerit malzeme yerleşimi oluşturabileceği gibi, gerekirse sac metal ürün üzerinde de tasarım değişikliği yaparak tekrar şerit malzeme yerleşim planı oluşturabilmektedir.

2. SAC METAL KALIPÇILIĞINDA ŞERİT YERLEŞİMİ

Kalıplanacak parçanın birkaç değişik yerleşim planından en uygun olanının şerit malzeme üzerine aktarılmasına “şerit malzeme hazırlama yöntemi” denir. Kalıplanacak parçanın biçimi ve ölçülerinin, şerit malzeme üzerine aktarılması hatasız ve verimli üretimin temel şartlarından biridir.

Kalıplanacak parçanın şerit malzeme üzerine aktarılmasında öncelikle:

1. Atık malzeme yüzdesinin,
2. Şerit malzeme çeşitlerinin,
3. Şerit malzeme hadde yönünün,
4. Şerit malzeme çapak yönünün,

5. Kalıplama işleminde kullanılacak pres tezgahının,
6. İstenilen üretim şeklinin,
7. Kalıp maliyetinin, bilinmesi gerekmektedir [10].

Kalıplanacak parçanın biçimi ve boyutlarına uygun olarak hazırlanacak şerit malzemedeki kesme payı miktarı veya atık malzeme yüzdesinin en az seviyede tutulması, kalıp tasarımcısının amaçladığı ilk işlemlerden biridir. Kesme payı miktarı azaltılan şerit malzemedeki kalıplanacak parça sayısı artacak ve üretim maliyeti azalacaktır. Şerit malzeme kesme payı miktarını en aza indirmek amacıyla bir adımda üretilecek parça yüzey alanının en fazla ve atık malzeme yüzey alanının da en az olması gerekir.

Kalıplama işlemi sırasında şerit malzeme, kısa boylu şerit veya rulo halde kullanılabilir. Kalıplanacak parçanın biçimi, yerleşim konumu ve kalınlığına bağlı olarak hazırlanan kısa boylu şerit malzeme kalıp içerisinden bir veya birden fazla defa geçebilir. Rulo şerit malzeme ise genellikle kalıp içerisinden bir defadan fazla geçirilemez. Üretimi yapılacak olan parçanın maliyetini en aza indirebilmek ve kalıplama işleminin hatasız olarak yapılabilmesini sağlamak amacıyla, istenilen üretim sayısı, malzeme kalınlığı ve bir vuruşta kalıplanacak parça sayısına bağlı olarak kısa boylu şerit malzeme veya rulo seçimi yapılmalıdır.

3. ŞERİT YERLEŞİM PLANININ BİLGİSAYAR DESTEKLİ OLUŞTURULMASI

Şerit yerleşim planının bilgisayar desteğinde üretilmesinin amaçlandığı bu çalışmada, zorunlu seçimler (malzeme, istasyon sayısı ve şerit yerleşim şekli) haricinde, kullanıcı müdahalesinin olmaması çalışmanın en önemli özelliğidir. Yerleşim planı 7 aşamadan geçilerek yapılmaktadır.

Bunlar sırasıyla:

1. Parça geometrisinin girilmesi,
2. Unsur tanıma,
3. İş parçası malzemesinin seçimi (kullanıcı tarafından),
4. Şerit malzeme yerleşim şeklinin belirlenmesi (kullanıcı tarafından),
5. İstasyonların belirlenmesi (istasyon sayısı ikiden fazlaysa kullanıcı tarafından),
6. Şerit yerleşimi için gerekli hesaplamaların yapılması,
7. Şerit yerleşim planının oluşturulması.

3.1. Parça Geometrisinin Girilmesi

Kalıp tasarımının yapılabilmesi için parçanın doğru ve hatasız biçimde tasarlanmış olması büyük önem taşımaktadır. Yapılacak kalıplama şekli ve konumu dikkate alınarak parça katı modelleme tekniği kullanılarak tasarlanmalıdır. Kullanıcı kesme ve delme kalıplarında yapılabilecek her türlü şekli girebilir. Katı model tasarımı AutoCAD 2002 paket programının kabul ettiği herhangi bir veri formatında (DXF, SAT, DWG, vb.) olabilir.

3.2. Unsur Tanıma

AutoCAD 2002 paket programının çizim ortamında bulunan ve şerit malzeme yerleşim planı oluşturulacak olan ürün üzerindeki tüm unsurlar program tarafından otomatik olarak algılanmakta ve bu unsurlar ilgili dosyalara yazdırılmaktadır.

Program çalıştırıldığında, AutoCAD'in "explode" komutuyla, sac-metal ürün patlatılarak katı modelden, doğru, yay ve çemberlere dönüştürülmüştür. Daha sonra, kullanıcının ürün üzerinde bir nokta seçmesi istenmiş ve bu noktayı çevreleyen tüm çizgiler ana ürün olarak algılanmış, bu ana ürünün içerisinde kalan diğer tüm unsurlarda ürün üzerindeki delikler olarak tespit edilmiştir.

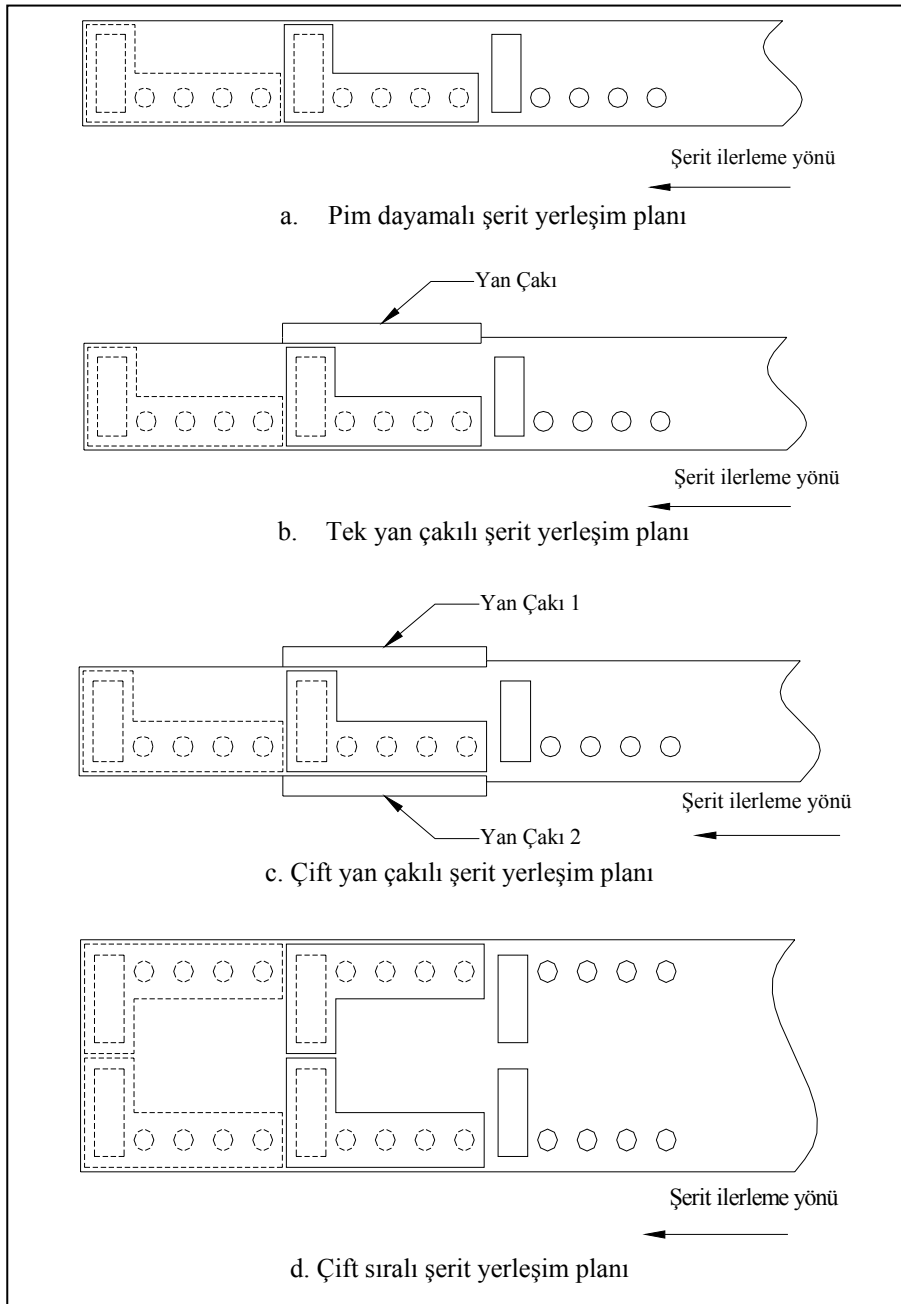
3.3. İş Parçası Malzemesinin Seçimi

Şerit malzeme yerleşim planının oluşturulması esnasında, ERDEMİR ürün kataloğunda bulunan 124 değişik sac malzeme kullanılmıştır [11]. Program, istenildiği takdirde yeni malzeme türlerinin girilmesine de imkan sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

3.4. Şerit Malzeme Yerleşim Şeklinin Belirlenmesi

Şerit malzeme yerleşim planının tasarlanması esnasında program tarafından kullanıcıya pim dayamalı şerit yerleşimi, tek yan çakılı şerit yerleşimi, çift yan çakılı şerit yerleşimi, çift sıralı şerit yerleşimi ve tersyüz şerit yerleşimi olmak üzere beş farklı seçenek sunulmuştur. Şerit tasarımında program, parçayı kullanıcının girmiş olduğu haliyle alır ve kesme paylarını da hesaba katarak parça geometrisini yan yana yerleştirmek suretiyle şerit yerleşim planını oluşturur. Şerit yerleşim planının oluşturulması sırasında yan çakıların boyutları ve yerleri program tarafından hesaplanarak çizime aktarılmaktadır. Pim dayamalar hesaplamalarda dikkate alınmış ancak, pim dayamaların yerleri, tasarlanan ürünlerin şekillerine göre farklılık göstereceğinden dolayı programda çizdirilmemiş ve tasarımcıya bırakılmıştır.

Hazırlanan programda aynı parça için oluşturulan pim dayamalı şerit yerleşim planı (Şekil 2-a), tek yan çakılı şerit yerleşim planı (Şekil 2-b), çift yan çakılı şerit yerleşim planı (Şekil 2-c), çift sıralı şerit yerleşim planı (Şekil 2-d) ve tersyüz şerit yerleşim planı Şekil 2-e'de verilmiştir.



Şekil 2. Hazırlanan programda oluşturulan şerit yerleşim planları

3.5. İstasyonların Belirlenmesi

Kalıplanacak parça üzerindeki farklı işlemler için müteakip istasyonlara ihtiyaç vardır. Özellikle parça üzerindeki birbirine çok yakın olan delme işlemlerinin müteakip istasyonlarda yapılması gerekmektedir. Programda parçanın kaç istasyonda üretileceği kullanıcının seçimine bırakılmıştır. Kullanıcının belirlediği istasyon sayısına bağlı olarak hangi istasyonlarda hangi işlemlerin yapılacağı da yine kullanıcıya sorulmakta ve kullanıcının seçimine göre operasyonların sırası belirlenmektedir. Hazırlanan programda, istasyon sayısı en fazla beş olarak sınırlandırılmıştır. Tasarımcının istasyon sayısını beşten daha büyük bir değer girmesi durumunda, program tarafından bir uyarı mesajı verilir ve istasyon sayısı beş olarak alınır. Tasarımcının istasyon seçimi yapmaması durumunda ise program, kalıbı iki istasyondan oluşacak şekilde düzenler.

3.6. Şerit Yerleşimi İçin Gerekli Hesaplamaların Yapılması

Kesme payı miktarları ve kesme boşluğunun doğru seçilmesi kalıpta ekonomiklik açısından önem arz etmektedir. Kesme payı miktarı ise seçilen malzemeye ve sac kalınlığına bağlı olarak, ürünün unsur tanınmasının yapıldığı anda oluşturulan dosyalardaki verilerin tekrar kullanılmasıyla hesaplanmaktadır. Kullanıcının seçimine bağlı olarak program tarafından hesaplanan parçanın alanı, kesilen toplam çevre uzunluğu, koordinatları, kalınlığı, kesme dayanımı, çekme dayanımı, tek taraflı kesme boşluğu, kalıplama kuvveti, adımı, atık malzeme oranı, şerit malzeme genişliği, kesme payları, en küçük kesitli zimbannın alanı ve çevre uzunluğu gibi değerler "VERILER.DAT" ismi verilen ASCII formattaki bir dosyaya kaydedilmektedir.

3.7. Şerit Yerleşim Planının Oluşturulması

Şerit yerleşimi için gerekli hesaplamaların yapılmasının ardından AutoCAD 2002 paket programının çizim editöründe, VBA'da yazılmış olan programın çalıştırılmasıyla şerit yerleşim planı iki boyutlu olarak oluşturulmaktadır. Ayrıca, sac metal kalıbın da üretildiği çalışmanın devamında şerit malzeme katı modelde de üretilmiştir.

4. GELİŞTİRİLEN BİLGİSAYAR PROGRAMI

Bilgisayar programı AutoCAD 2002 paket programında, Visual LISP ve VBA (Visual BASIC For Application) programlama dilleri kullanılarak hazırlanmıştır. VBA AutoCAD uygulamalarının kullanılabilirdiği Visual BASIC'in AutoCAD için özelleştirilmiş bir şeklidir.

Katı model olarak tasarlanan iş parçası ekranda iken program çalıştırıldığında, önce parçayı tanıyabilmek için kullanıcıdan parça üzerinde bir nokta seçilmesi istenir. Seçilen parçanın program tarafından tanımlanması, en büyük ve en küçük koordinatların bulunması, alanının ve hacminin hesaplanması, Visual LISP programı içerisinde AutoCAD'in massprop (mass properties – kütle özellikleri) komutu kullanılarak yapılmıştır. Visual LISP'de yazılan ve "SERIT.LSP" adı altında derlenen programın çalışması sırasında program, kullanıcının malzeme seçimini yapması için VBA'da yazılmış olan "KALIP1.DVB" dosyasını çalıştırarak Malzeme Seçim Menüsü'nü ekrana getirmekte ve kullanıcının veri tabanındaki malzemelerden herhangi birisini seçmesini istemektedir. Veri tabanında 124 adet malzeme olmasına rağmen programa konulan EKLE komut düğmesi sayesinde, programa yeni malzemelerin ilave edilmesine imkan sağlamıştır. Tasarımcının malzeme seçimini yapmasının ardından Visual BASIC'de yazılmış olan "KALIP.DVB" dosyası çalıştırılır ve bu dosya içerisinde bulunan Çizim Menüsü ekrana getirilir. Tasarımcı, çizim menüsü yardımıyla şerit yerleşim tipini ve istasyon sayısını seçebilir. Hazırlanan program tasarımcının verdiği bu bilgiler doğrultusunda gerekli hesaplamaları yaparak şerit yerleşim planını oluşturur. 5. bölüm'de (örnek uygulamalar), programın çalıştırılması ve adım adım şerit malzeme tasarımı iki farklı örnek üzerinde açıklanmıştır.

Hazırlanan program, oluşturulan şerit yerleşim planını "SERIT.DXF" ismi ile DXF veri yapısında bir dosya olarak kaydetmektedir. Bu sayede tasarım, farklı BDT/BDİ (Bilgisayar Destekli Tasarım/ Bilgisayar Destekli İmalat) programlarında da açılabilirdiği gibi, çizimlere daha sonradan ulaşılabilmesi ve üzerinde değişiklik yapılabilmesi imkanı da sağlanmış olmaktadır.

Hazırlanan ARKALTAS programının kullanılmasında, tasarımcıya bir takım sınırlamalar getirilmiştir. Bu sınırlamalar aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

1. Program çalıştırılmadan önce, kalıbı hazırlanacak olan sac metal ürün, katı modelleme tekniği ile çizilip kaydedilmesi gerekmektedir.
2. Programda, çizim ortamındaki bütün nesnelere seçilerek tasarımda kullanılmaktadır. Bu sebepten dolayı, tasarıma başlamadan önce çizim ekranında kalıbı tasarlanacak parçadan başka hiçbir nesnenin bulunmaması gerekmektedir.
3. Kalıbı tasarlanacak parça üzerinde bükülmüş bir yüzey bulunmamalıdır.
4. Tasarımcı program tarafından sorulan sorulara ve diyalog kutularına cevap vermek zorundadır.

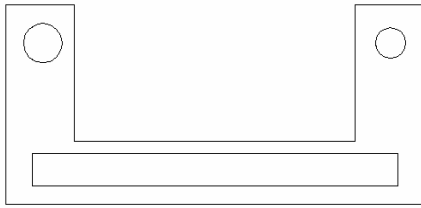
5. ÖRNEK UYGULAMALAR

Bu bölümde, iki farklı iş parçasının şerit malzeme yerleşim planı oluşturulmuştur. Şekil 2’de gösterilen birinci örnekte, tasarım şekli olarak ters düz şerit yerleşim planı seçilmiştir. İkinci örnekte ise, unsur sayısı oldukça fazla ve çok karmaşık bir sac metal parçanın bile çok kolay bir şekilde şerit yerleşim planının oluşturulduğu görülmektedir.

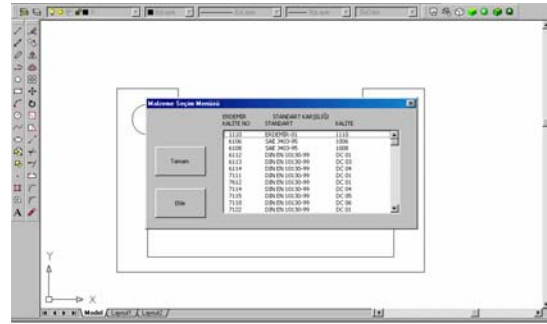
Örnek Tasarım 1

Verilen parça örneği Şekil 2’de, sac metal ürün malzemesinin seçimi Şekil 3’te, istasyon sayısı ve şerit ilerleme şeklinin belirlenmesi Şekil 4’te ve oluşturulan şerit yerleşim planı da Şekil 5’de gösterilmiştir.

Şerit malzeme olarak, Erdemir Kalite Numarası 6112, Standart Numarası DIN EN 10130-99 olan malzeme seçilmiştir.



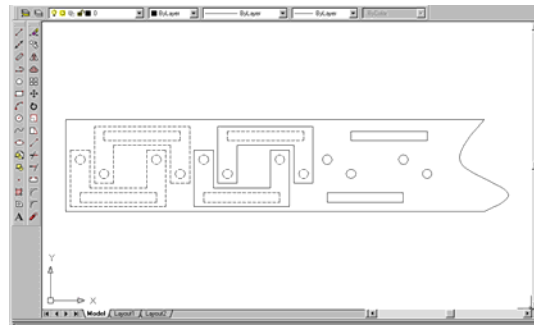
Şekil 2. Parça geometrisinin oluşturulması



Şekil 3. Malzemenin seçilmesi



Şekil 4. İstasyon sayısı ve şerit ilerleme şeklinin belirlenmesi



Şekil 5. Şerit yerleşim planının oluşturulması

Şekil 5’de de görüldüğü üzere, iki adımda üretilen sac metal ürünün 1. adımında delikler delinmekte ve ikinci adımında ise, iş parçası üretilmektedir. Ayrıca şerit yerleşimi çift sıralı olarak tercih edilmiştir.

Şekil 2’de gösterilen örnek sac metal ürünün, program tarafından oluşturulan ve Şekil 5’de gösterilen şerit yerleşim planına göre hesaplamalar Çizelge 1’de verilmiştir.

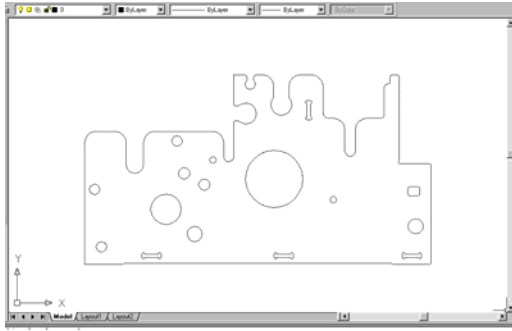
Çizelge 1. Şekil 2'deki örnek sac metal ürünün şerit yerleşim planının oluşturulması sırasında yapılan hesaplamalar

Sıra No	Yapılan Hesaplamalar	Değeri
1	Delik sayısı, adet	3
2	Kesilen toplam alan, mm ²	660
3	Kesilen toplam çevre uzunluğu, mm	321
4	Sac malzeme kalınlığı, mm	2.5
5	Kesme dayanımı, N/mm ²	280
6	Çekme dayanımı, N/mm ²	350
7	Kesme kuvveti, N	224991
8	Tek taraflı kesme boşluğu, mm	0.148
9	Adım, mm	52
10	Atık malzeme oranı, %	32
11	Kesme payı miktarları(a, b), mm	2.5
12	Şerit malzeme genişliği, mm	35

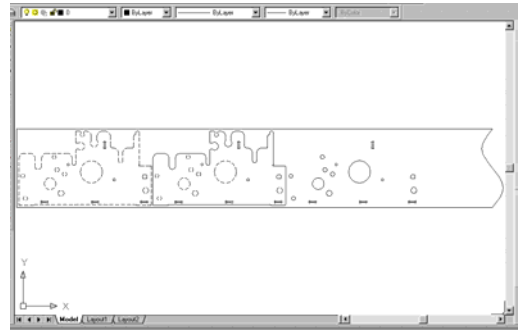
Örnek Tasarım 2

Şekil 6'da verilen karmaşık bir sac metal ürün için oluşturulan, iki istasyonlu ve dayamalı şerit yerleşim planı Şekil 7'de gösterilmiştir.

Şerit malzeme olarak, Erdemir Kalite Numarası 6112, Standart Numarası DIN EN 10130-99 olan malzeme seçilmiştir.



Şekil 6. Parça geometrisinin oluşturulması



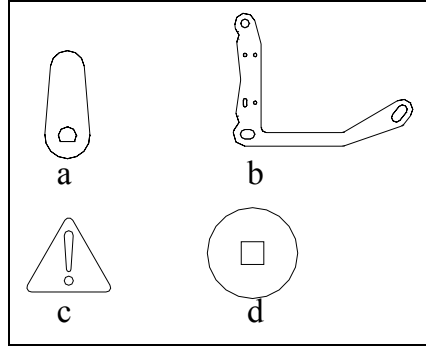
Şekil 7. Şerit yerleşim planının oluşturulması

Şekil 6'da gösterilen örnek sac metal ürün, oldukça karmaşık olmasına rağmen geliştirilen program çok kısa bir süre içerisinde şerit yerleşimini yapmıştır. Ayrıca, şerit yerleşimi sırasında yapılan hesaplamalar da Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Şekil 6'daki karmaşık sac metal ürünün şerit yerleşim planının oluşturulması sırasında yapılan hesaplamalar

Sıra No	Yapılan Hesaplamalar	Değeri
1	Delik sayısı, adet	16
2	Kesilen toplam alan, mm ²	12134
3	Kesilen toplam çevre uzunluğu, mm	1201
4	Sac malzeme kalınlığı, mm	2.9
5	Kesme dayanımı, N/mm ²	280
6	Çekme dayanımı, N/mm ²	350
7	Kesme kuvveti, N	975791
8	Tek taraflı kesme boşluğu, mm	0.178
9	Adım, mm	183
10	Atık malzeme oranı, %	30
11	Kesme payı miktarları(a, b), mm	2.9
12	Şerit malzeme genişliği, mm	105

Hazırlanan program güvenilirliğinin kontrolü için, Şekil 8’de gösterilen ürünlerin şerit malzeme yerleşim planının oluşturulmasında ARKALTAS denenmiştir. Elde edilen hesaplamalardan ve verilerden yararlanılarak bu parçalar için delme-kesme kalıpları hazırlanmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 8. ARKALTAS’la tasarlanan örnek parçalar

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Gerçekleştirilen çalışmada, katı model olarak tasarlanan bir sac metal parçanın, şerit yerleşim planı mümkün mertebe kullanıcı etkileşimi olmaksızın üretilmiştir. Tasarımı yapılacak olan parçanın, katı model olarak tasarımının herhangi bir BDT/BDİ programında yapılabilmesi çalışmanın olumlu yönleri arasındadır. Ayrıca program, şerit yerleşim planı tasarımında zaman kaybını en aza indirmek, tasarımcıya kolaylık sağlamak ve hata yapma ihtimalini en aza düşürmek amacıyla düzenlenmiştir.

Şerit yerleşimi sırasında oluşturulacak olan istasyonlar tasarımcının seçimine bırakılmıştır. Kalıbın kaç istasyondan oluşacağını ve istasyonlarda yapılacak olan işlemleri kullanıcının belirlemesi istenmiştir. Hazırlanan program, kalıp tasarımını kullanıcının girdiği bu verilere göre oluşturmaktadır. Şerit malzeme seçimi oluşturulan malzeme kütüphanesinden yaptırılmakta ve programa aktarılmaktadır. Programda çökertme ve yarı kesme gibi kalıplama operasyonları dikkate alınmamıştır.

Yapılan çalışma, çevre geometrisi çok karmaşık olan sac metal ürünlerin tasarımına büyük kolaylık getirmektedir. Oluşturulan ARKALTAS adlı programda parça geometrisi, önceden katı modelleme tekniği ile çizilerek kaydedilmiş olan parça üzerinden okutulduğu için, çok karmaşık şekilli sac metal ürünlerin bile şerit yerleşim planı kolaylıkla yapılabilmektedir.

Çalışma, katı model olarak tasarlanan sac metal parçanın sac metal delme kesme kalıbının otomatik olarak tasarlanması şeklinde devam etmektedir.

Bu çalışmanın devamında yapılması önerilen çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

1. BDT/BDİ programlarının parçaya malzeme atama özellikleri kullanılarak, kullanıcıya malzeme seçimi sunulmayabilir.
2. Bu çalışmada ele alınmayan mevcut istasyon sayısı ve şerit ilerleme şekillerine göre şerit malzeme yerleşim planı oluşturabilir ve hangisinin en uygun tasarım şekli olduğu yorumlanabilir.
3. Bu çalışmadan farklı olarak bükme ve hacim kalıplarının bilgisayar ortamında tasarımı yapılabilir.
4. Tasarımı yapılan kalıbın imalat resimlerinin çıkarıldığı bir modül eklenebilir.

KAYNAKLAR

1. Nalbant, M., 1997, **Bilgisayarla Tümüleşik Tasarım ve İmalat**, Beta, İstanbul
2. Choi, J.C., Kim, B.M., Kim C., H.Y., Kim., 1997, "A compact and practical CAD system for blanking or piercing of irregular-shaped sheet metal products stator and rotor parts", **International Journal of Machine Tools & Manufacture**, V 38, N 30, P 609-735, Pusan National University, South Korea
3. Parasad, Y., Somasundaram, S., 1992, "CADDs : An automated die design system for sheet-metal blanking", **Computing and Control Engineering Journal**, V 3, N 4, P 185-191, Indian Institute of Technology, India
4. Nye, T.J., 1999, "Optimal blanking die desing for arbitrary blanks", **Technical Paper Society of Manufacturing Engineers**, N MF 99-131, P 1-6, McMaster University, Canada
5. Ravishankar, B., Dwivedi, S.N., 1989, "Knowledge based expert system for forging die design", **Proceeding of the Annual Southeastern Symposium on System Theory**, N 88CH2553, P 498-504, University of Nort Carolina, USA.
6. Choi, J.C., Kim, B.M., Kim, C., 1999, "Automated progressive process planning and die design and working system for blanking or piercing and bending of a sheet metal product", **International Journal of Advenced Manufacturing Technology**, V 15, N 7, P 485-497, Pusan National University, South Korea
7. Huang, K., İsmail, H.S., Hon, K.B., 1996, "Automated design of progressive dies", **Journal of Engineering Manufacture**, V 210, N B4, P 367-376, University of Liverpool, U.K.
8. Choi, B.K., Kim, B.H., 1997, "Die-cavity pocketing via cutting simulation", **Computer-Aided Design**, V29, N12, P 837-846, Pusan National University, South Korea
9. Sing, R., Sekhon, G.S., 1998, "A low-cost modeller for two-dimensional metal stamping layouts", **Journal of Materials Processing Technology**, V 84, P 79-89, New Delhi, India
10. Erişkin, Y., 1986, **Uygulamalı Sac Metal Kalıp Konstrüksiyonu**, G.Ü. Basın-Yayın Yüksekokul Matbaası, Ankara
11. **Erdemir Ürün Kataloğu**, 2001, Erdemir, Sayfa 13-71, İstanbul