

ÜÇ GÖRÜNÜŞÜ VERİLEN PRİZMATİK PARÇA ÇİZİMLERİNDEN 3B'LU KATI MODELLERİN ELDE EDİLMESİ

Adem ÇİÇEK, Mahmut GÜLESİN

G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Makina Eğitimi Bölümü, Teknikokullar 06500 / ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, 2B'lu çizimlerden otomatik olarak 3B'lu katı modellerin elde edilmesi için bir program geliştirilmiştir. Geliştirilen program kullanıcı tarafından AutoCAD ortamında oluşturulan 2B'lu prizmatik parçaların görünüşlerini DXF formatında kaydederek bir veri tabanı oluşturmaktadır. Çizime ait geometrik bilgiler program tarafından yorumlanarak prizmatik parça üzerindeki unsurlar (delik, cep, vb.) dönel ve lineer süpürme operasyonları ile oluşturulmaktadır. Aynı zamanda görünüşlerin dış profil çizgileri komşu görünüşlerdeki bilgiye göre lineer süpürme operasyonu ile süpürülmektedir. Bu süpürülen katılardan önceden oluşturulmuş unsurlar çıkarılmaktadır. Son olarak bu katılar bir araya getirilerek 3B'lu katı modeller elde edilmektedir. Programlama dili olarak VisualLISP programlama dili kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 3B'lu Katı Model, Ortografik Görünüşler, Yapılandırma

OBTAINING 3D SOLID MODELS FROM DRAWINGS OF PRISMATIC PARTS WITH THREE ORTHOGRAPHIC VIEWS

ABSTRACT

In this study, a program for automatically reconstruction of 3D solid models from 2D drawings has been developed. Developed program generates a database, saving in DXF format of the orthographic views of 2D prismatic parts drawn by the user in AutoCAD. Having been evaluated the geometric information by the program, features (hole, pocket, etc.) in a prismatic part are obtained by rotational and linear sweeping operations. Contour of views also is extruded by linear sweeping operation according to the information in the neighbouring views. Features perviously generated are subtracted from this sweeping solids. Finally 3D solid models are obtained by combining of these solids. VisualLISP was used as a programming language.

Key Words: 3D Solid Model, Orthographic Views, Reconstruction

1. GİRİŞ

Bilgisayar Destekli Tasarım – BDT (CAD- Computer Aided Design) tasarımın herhangi bir aşamasında bilgisayar kullanarak parçaların bilgisayar grafikleri yardımıyla ekranda çizim ve modellenmesine ve tasarımla ilgili problemlerin çözülmesine denir. İlk geliştirilen BDT sistemleri, Bilgisayar Destekli Çizim (Computer Aided Drafting) sistemleridir. Ancak günümüzde BDT sistemleri bilgisayar çiziminin ötesinde birçok diğer fonksiyonları da içermektedir. Günümüz BDT sistemleri parçaların üç boyutlu modellenmesine imkan sağlayarak bilgisayar ortamında bir parçanın sonlu elemanlar yöntemi ile kinematik, dinamik ve ısı analizlerini yapabilmektedir. Ayrıca modellenen bir parçanın CAD-CAM paket programı yardımıyla CNC kodları türetilip imalata hazırlanmaktadır [1]. İmalatta kullanılan parça resimleri genellikle 2 boyutludur. Bunların bilgisayar ortamında gerekli analizlerinin yapılması ve CNC kodlarının türetilmesi gibi işlemlerin yapılabilmesi için bu 2 boyutlu çizimlerin 3 boyutlu uzayda modellenmesi gerekmektedir.

Bugüne kadar 2B'lu çizimlerden 3B'lu katı model elde etme konusunda birçok araştırma yapılmıştır [2-16]. Ancak sınırsız sayıda parça biçimi olduğundan yapılan çalışmalar sınırlı parça sayısını veya unsurları kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmalarda iki temel yaklaşım kullanılmıştır. Bunlar;

- Sınır Temsili (B-Rep-Boundary Representation) Yaklaşımı,
- Yapısal Katı Geometri (CSG-Constructive Solid Geometry) Yaklaşımıdır.

Sınır temsili yaklaşımının işlem basamakları aşağıdaki gibidir:

- 2B'lu noktaları 3B'lu noktalara dönüştürme,
- 3B'lu noktalardan 3B'lu doğru parçaları oluşturma,
- 3B'lu doğru parçalarından yüzeyler oluşturma,
- Yüzeylerden 3B'lu nesnelere oluşturma.

Bu yaklaşıma “Alttan-yukarı” yöntemi denmektedir. Bu yaklaşımı kullanarak yapılan ilk çalışma Idesawa [17] tarafından gerçekleştirilmiştir. Idesawa değişik kriterler kullanarak yanlış noktalar, doğrular ve yüzeyleri ortadan kaldırmıştır. Örneğin; bir 3B'lu köşe noktası en az üç 3B'lu kenara ait olması gerekir ve bir 3B'lu kenar en az birbirine paralel olmayan iki yüzeye ait olması gerekir. Idesawa'nın algoritması sadece düzlem yüzeyli parçalar için çalışır ve çoklu çözüm durumunu ele almaz.

Lafue [18] benzeri bir yaklaşım kullanarak bir algoritma geliştirmiştir. Bu algoritmanın birkaç dezavantajı vardır. Çoklu çözüm durumunu ele almaz ve bir yüzeye delik açabilmek için kullanıcının işlenmeyen yapay kenarları girmesi gerekir. Bu algoritma sadece düzlem yüzeyli parçalar için çalışır.

Preis [19] tarafından geliştirilen algoritmanın beş temel aşaması vardır: birinci aşama, girdi bilgisi, sonraki aşamalarda kullanılan ikincil bilgiyi oluşturmak için tekrar düzenlenmiştir. İkinci aşamada, her bir görünüş için yüzeylerin izdüşümleri olan kapalı yollar tanımlanmıştır. Üçüncü aşamada, her bir kesik çizgi için tayin edilen bütün muhtemel çözümler oluşturulmuştur. Dördüncü ve son aşamada, 3B'lu yüzeyler ve 2B'lu kesik çizgilerden çözümlenen kenarlar katı nesneyi biçimlendirmek için birleştirilmiştir. Algoritma, kullanıcıdan 2B'lu çizgilerin bitiş noktalarını girmesini ister ve çoklu çözüm durumunu ele almaz.

Markowsky ve Wesley [20] tarafından geliştirilen algoritma “Alttan-yukarı” yaklaşımına dayandırılmıştır. Önce girdi bilgisi kontrol edilir ve sanal köşe noktası iskeleti oluşturulur. Sanal bir tel kafes oluşturulduktan sonra sanal yüzeyler oluşturulmakta ve kesme kenarları belirlenmektedir. Daha sonra 3B'lu model elde edilmektedir. Her aşamada yanlış elemanları elimine etmek için testler uygulanmıştır. Algoritma çoklu çözüm durumunu ele almıştır.

Lequette [21] tarafından geliştirilen algoritma dört temel aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada, girdi bilgisi kontrol edilmiş ve hazırlanmıştır. İkinci aşamada, 3B'lu ara tel kafes yapılandırılmıştır. Üçüncü aşamada, tel kafesteki aday yüzeyler bulunmuştur. Dördüncü aşamada, girdi bilgisine uygun bütün katılar oluşturulmuştur. Algoritma düzlemsel, silindirik, konik, küresel ve toroid biçimli nesnelere için çalışır ve çoklu çözüm durumunu ele almaz.

Seok Shin ve Gil Shin [22] tarafından geliştirilen sistemde aday köşe noktası oluşturulduktan sonra aday kenarlar elde edilmiştir. Kenarları sınıflandırılarak tel kafes model elde edilmiştir. Yüzey yapılandırma işleminin ardından aday bloklar elde edilmiş ve 3B'lu katı modeller oluşturulmuştur. Algoritma çoklu çözüm durumunu içermemektedir.

Yapısal Katı Geometri (YKG) yaklaşımı kullanarak yapılan ilk çalışma Aldefeld [23] tarafından yapılmıştır. Algoritma sadece uniform kalınlıktaki nesnelere için çalışır. Buda parçalar üzerinde ciddi bir sınırlama anlamına gelmektedir. Algoritma girdi görünüşlerdeki hem düz çizgileri hem de yayları tanımaktadır. Bu sistem, modeli teşkil eden birtakım ilkelerin kombinasyonundaki elemanları tanımlamıştır. Bu çalışmadaki ana felsefe kompleks parçayı bir grup birincil hacim olarak görmüş ve 2B'lu çizimlerdeki örneklerinden bu hacimleri tanımlamıştır.

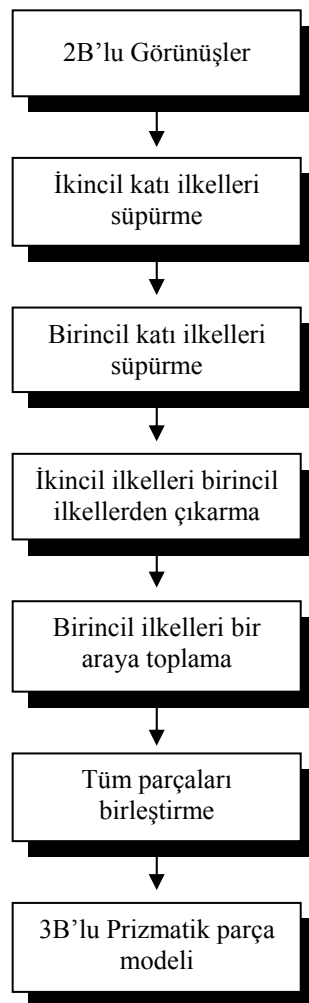
Bin [24] tarafından geliştirilen algoritma çoğu mühendislik nesnelere temel hacim ünitelerini ilkelerin birleşimi olduğunu düşünmüştür ve metodunda öteleyerek süpürme ilkeleri, konik süpürme ilkeleri, ve dönele süpürme ilkelerini kullanmıştır. Süpürme boyu diğer görünüşlerden çıkarılarak süpürme işlemi yapılmıştır. Daha sonra Boolean operasyonları yardımıyla katı nesne elde edilmiştir.

Chen ve Perng [25] tarafından geliştirilen sistemde girdi çizim önceden tanımlanan ikincil bir görünüş tipine ayrıştırılmıştır. Sonra öteleyerek süpürme operasyonu her bir ikincil görünüş için uygun ikincil parçayı yapılandırmıştır. Sonunda bu ikincil parçalar arasındaki hacim birleştirme ilişkileri son parçayı birleştirmek için kullanılmıştır.

Shum ve arkadaşları [26] tarafından geliştirilen algoritma YKG yaklaşımını kullanmıştır. 3B'lu katı model altı ortografik görünüşten oluşan 2B'lu çizimlerden elde edilmiştir. Altı görünüş üç görünüş çifti olarak gruplandırılmıştır. İki görünüşün birinden elde edilen her iki görünüşteki bilgiye göre öteleyerek süpürülmüştür. Bütün ilkel katılar bir süpürme katının içinde toplanmıştır ve son olarak bütün süpürme katılar 3B'lu çözüm nesnesini elde etmek için birleştirilmiştir.

2. GELİŞTİRİLEN SİSTEM

Program, kullanıcı tarafından AutoCAD ortamında oluşturulan prizmatik parçaların üç görünüşünü kullanarak prizmatik parçanın 3B'lu katı modelini elde etmek için tasarlanmıştır. Kullanıcı tarafından AutoCAD ortamında oluşturulan 2B'lu prizmatik parçanın görünüşleri program tarafından DXF formatında kaydedilir. Buradan çizime ait geometrik bilgiler alınarak ilk önce prizmatik parçaların ikincil ilkelleri oluşturulur. Daha sonra birincil ilkelleri oluşturulur. İkincil ilkeller birincil ilkellerden çıkarılır. Prizmatik son parça modeli birincil ilkeller bir araya toplanıp modele eklenerek elde edilir (Şekil 1). Program, kullanıcıdan çizilen görünüşleri sırasıyla ön görünüşün "0" numaralı katmana, yan görünüşün "1" numaralı katmana üst görünüşün ise "2" numaralı katmana atanmasını bekler. Bunun dışında görünüşlerde herhangi bir sınırlama getirilmemiş ve kullanıcı ile herhangi bir etkileşime gidilmemiştir. Program, kullanıcı tarafından oluşturulan bu görünüşleri otomatik olarak DXF formatına kaydederek

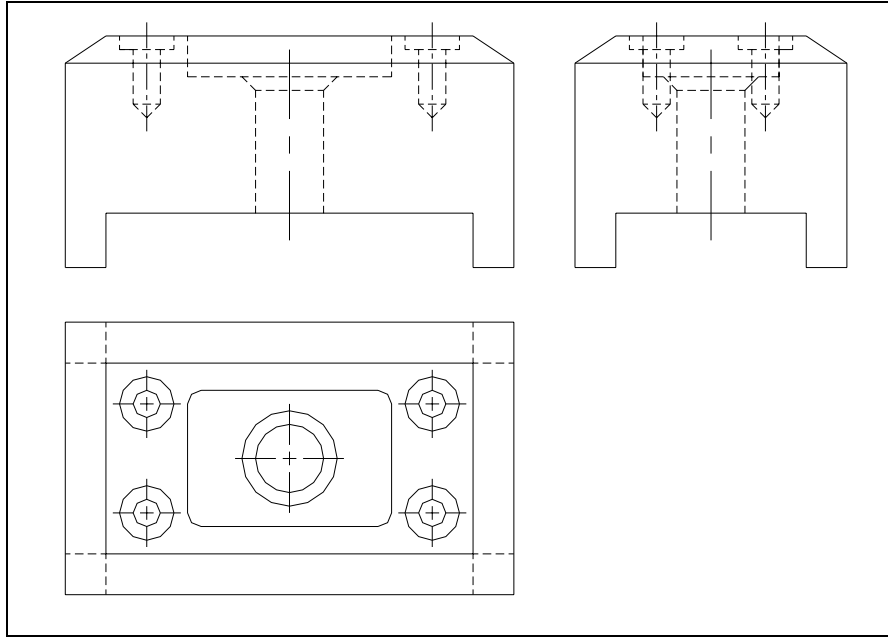


Şekil 1. 3B'lu katı model elde etme işleminin akış diyagramı

çizimler için bir DXF dosyası oluşturmaktadır. Daha sonra, DXF formatından çizimlerin geometrik bilgileri okunarak, prizmatik parçaların katı modelleri elde edilmektedir. Program vasıtasıyla prizmatik parçalar elde edildiği gibi bu prizmatik parçanın altı yüzeyine cep, kördelik, konik havşalı kör delik ve silindirik havşalı kör delik gibi unsurlar da modellenebilmektedir. Geliştirilen program aşağıdaki unsurları tanıyabilmektedir :

- Genel Profil,
- 6 Yüzeyde Silindirik Havşalı Kör Delik,
- 6 Yüzeyde Silindirik Havşalı Boydan Boya Delik,
- 6 Yüzeyde Konik Havşalı Kör Delik,
- 6 Yüzeyde Konik Havşalı Boydan Boya Delik,
- 6 Yüzeyde Cep.

2.1. 2B'lu Prizmatik Parçalardan 3B'lu Katı Model Elde Etme



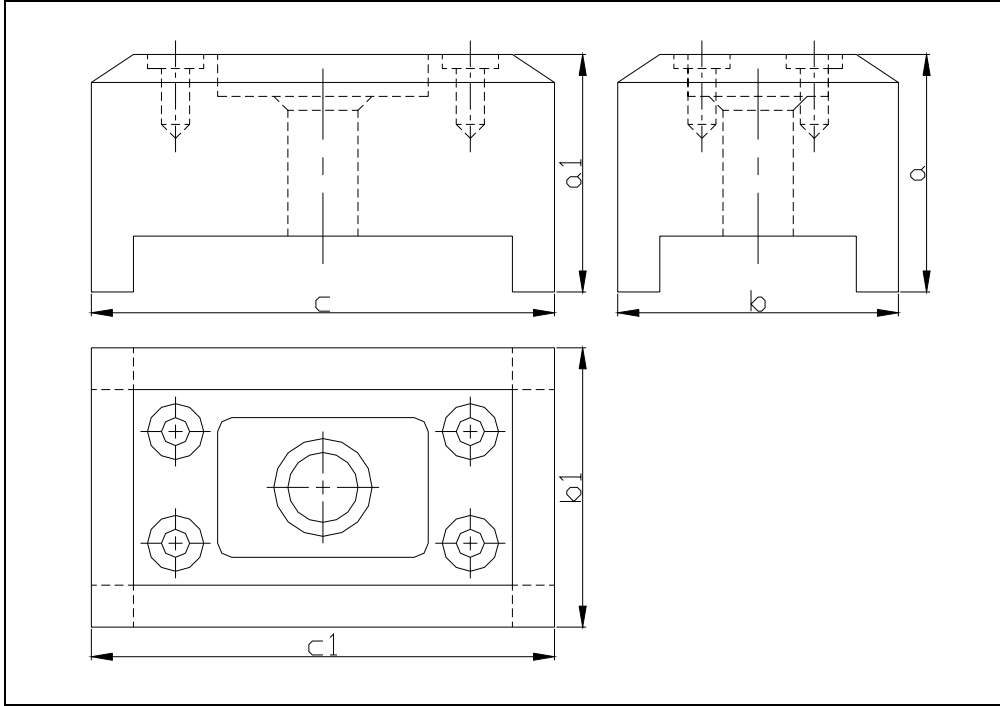
Şekil 2. Prizmatik parçanın üç görünüşü

Prizmatik parçalar üç görünüş ile temsil edilmektedir (Şekil 2). Prizmatik parçanın üzerinde ikincil katı ilkelerin görünüşleri varsa, bu görünüşler öteleme ve dönel süpürme operasyonları ile süpürülerek ikincil ilkeler elde edilmektedir. Daha sonra görünüşlerin profil çizgileri komşu görünüşlerden alınan bilgiler vasıtasıyla ötelenecek süpürülür. Sonra oluşturulan birincil ilkelerden ikincil ilkeler çıkarılır. Bu birincil ilkeler uygun şekillerde döndürülerek ve taşınarak bir noktada konumlanmaktadır. Son olarak toplanan bu birincil ilkeler ana modele eklenmekte ve son çözüm nesnesi elde edilmektedir.

2.2. Birincil Katı İlkeler için Süpürme Boyunun Tayini

Birincil ilkeler için süpürme boyu, doğrular yardımıyla tayin edilir. Ön görünüşün profil doğrusu için süpürme boyu yan ve üst görünüşlerden, yan görünüşün profil doğrusu için süpürme boyu ön ve üst görünüşlerden, üst görünüşün profil doğrusu için süpürme boyu ise ön ve yan görünüşlerden alınır. Ön görünüş için ilk önce bir döngü kurularak yan görünüşteki bütün doğruların (kesik ve eksen doğruları hariç) x koordinat değerleri DXF formatından alınır. Sonra bu x koordinat değerleri içinden alınan x koordinat değerleri sayısal değer olarak en büyük ve en küçük x koordinat değerleri birbirinden çıkarılarak b1 boyu bulunur (Şekil 3). Daha sonra aynı işlem üst görünüşün y koordinat değerleri üzerinde yapılarak b boyu bulunur. Son olarak bu iki süpürme boyu birbiri ile karşılaştırılmakta ve hangisi büyük ise süpürme boyu olarak o tayin edilir. Eşit olması durumunda her iki boydan birisini kullanmak mümkün olmaktadır. Yan görünüş için ön ve üst görünüşü oluşturan doğruların x koordinat değerleri ayrı ayrı okunduktan sonra en küçük ve en büyük değerleri birbirinden çıkarılarak c ve c1 boyları bulunur. Daha sonra bunlar birbiri ile karşılaştırılarak büyük değer, eşit olmaları durumunda ikisinden herhangi biri süpürme boyu olarak tayin

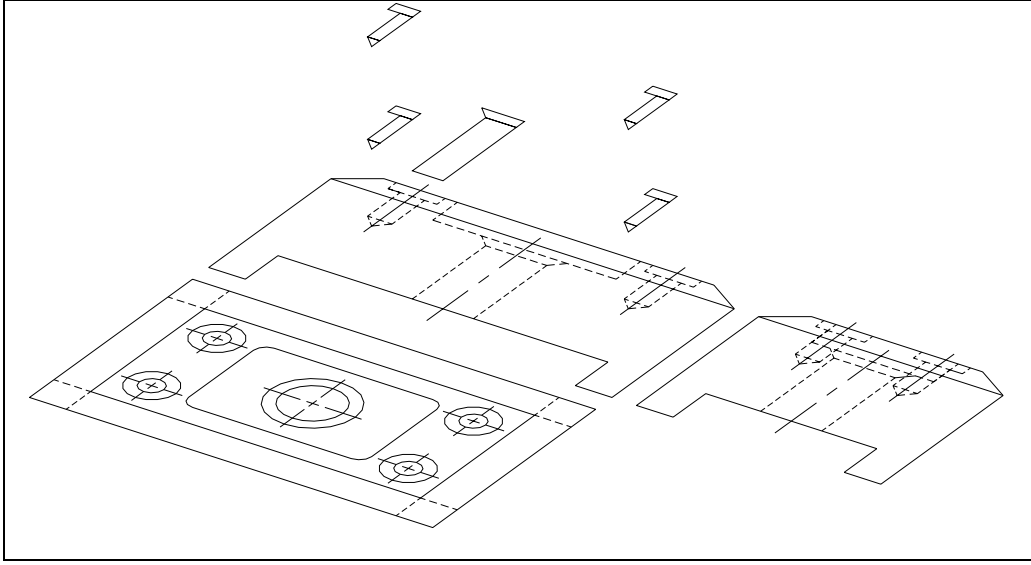
edilir. Üst görünüş içinse ön ve yan görünüşlerdeki doğruların bütün y koordinat değerleri alınarak içlerinden en büyük ile en küçük koordinat değerleri alınır. Bu değerler birbirinden çıkarılarak a ve a1 boyları elde edilir. Son olarak bunlar da karşılaştırılarak büyük olan değer, eşitlik durumunda her ikisinden biri süpürme boyu olarak tayin edilir.



Şekil 3. Birincil ilkeller için süpürme boyunun tayini

2.3. Kör Delik Ve Boydan Boya Deliğın (Silindirik Havşalı veya Konik Havşalı) Elde Edilmesi

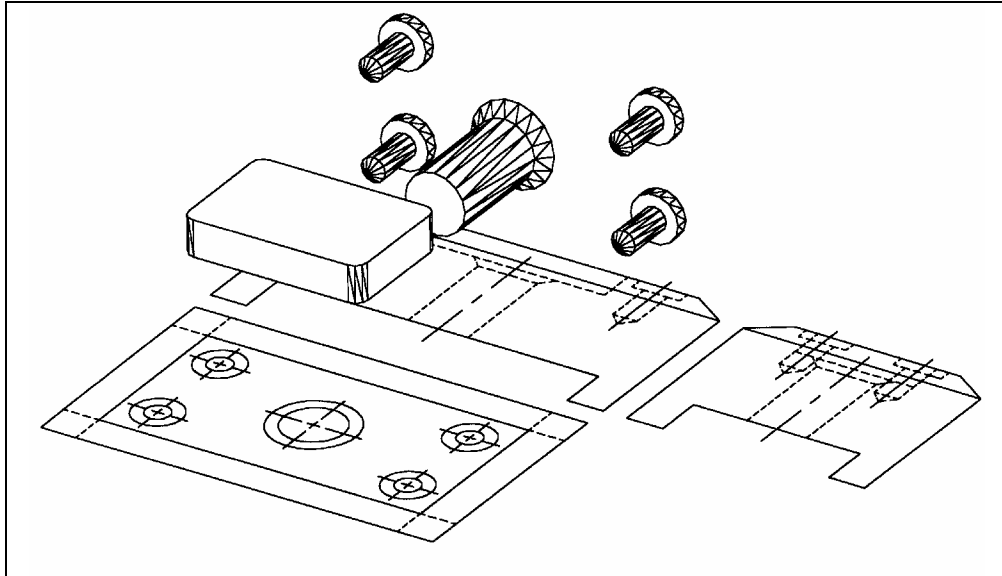
Deliklerin oluşturulmasında çizim üzerinde bulunan çemberler ve kesik çizgilerden yararlanılmaktadır. DXF formatından bütün çemberlerin merkez noktalarının x ve y koordinatları ve yarıçap değerleri alınarak kullanılmak üzere değişkenlere atanır. Bütün kesik çizgilerin ise başlangıç ve bitiş noktaları değişkenlere atanır. Ön görünüşteki her çemberin merkez noktasının y koordinat değeri ile yarıçap değerinin toplanmasından elde edilen değer, yan görünüşteki deliğın görünmezlerinden birinin y koordinat değerini, bu değerlerin çıkarılmasından elde edilen ise diğır görünmez y koordinat değerini vermektedir. Eğer böyle bir eşitlik söz konusu olduğu ve yan görünüşteki deliğın kesik çizgi boyları birbirine eşit olduğu takdirde program deliğın z koordinat değerini de ön görünüşten alıp deliğın yarımını 3B'lu uzayda Şekil 4'te görüldüğü gibi oluşturur. Bu yarım profiller eksenini etrafında döndürülerek ikincil ilkel dediğimiz bu katılar Şekil 5'de görüldüğü gibi oluşturulur. Yan görünüşte de yine her çemberin merkez noktasının y koordinat değeri ile yarıçap değerinin toplanmasından elde edilen değer, ön görünüşteki deliğın görünmezlerinden birinin y koordinat değerini, bu değerlerin çıkarılmasından elde edilen değer ise diğır görünmez y koordinat değerini verir. Eğer yan görünüşteki deliğın kesik çizgi boyları birbirine eşitse program, deliğın z koordinat değerini de ön görünüşten alıp deliğın yarımını 3B'lu uzayda Şekil 4'de görüldüğü gibi oluşturur. Daha sonra bu yarım eksenini etrafında döndürülerek ikincil ilkel dediğimiz bu katılar Şekil 5'de görüldüğü gibi oluşturulur. Üst görünüşte ise her dairenin merkez noktasının x koordinat değeri ile yarıçap değerinin toplanmasından elde edilen değer ön görünüşteki deliğın görünmezlerinden birinin x koordinat değerini, bu değerlerin çıkarılmasından elde edilen değer ise diğır görünmez x koordinat değerini oluşturur. Yan görünüşteki deliğın kesik çizgi boyları birbirine eşit olduğu takdirde program deliğın z koordinat değerini de ön görünüşten alıp deliğın yarımını 3B'lu uzayda Şekil 4'de görüldüğü gibi oluşturur. Daha sonra bu yarım eksenini etrafında döndürülerek, ikincil ilkel dediğimiz bu katılar elde edilir (Şekil 5).



Şekil 4. Deliklerin döndürülmeye hazırlanması

2.4. Prizmatik Parça Üzerinde Cebin Elde Edilmesi

Cebin oluşturulmasında çizim üzerinde bulunan yaylar ve kesik çizgilerden yararlanılmaktadır. DXF formatında yaylar yay kollarını x eksenine göre sınıflandırılmıştır. Bu yaylar çeyrek daireler olduğu için genellikle x eksenine göre 0° , 90° , 180° , 270° açıları yapar. Burada süpürme boyu tanımlaması bu yayları karşılayan komşu görünüşteki kesik çizgilerin başlangıç ve bitiş noktalarının birbirinden çıkarılmasıyla yapılır. Yani ön görünüşte bir cep halkası tanımlanmışsa bu durumda bu halkadaki yayları karşılayan kesik çizgilerin başlangıç ve bitiş noktaları değişkenlere atanır. Bu değerler birbirinden çıkarılarak süpürme boyu elde edilir. Daha sonra süpürme boyuna göre halka ötelenerek süpürülür ve ikincil ilkel oluşturulur (Şekil 5). Son olarak bu ilkeli, z koordinat değeri kesik çizgi bilgisine göre tayin edilir ve Şekil 8'de görüldüğü gibi 3B'li model elde edilir.



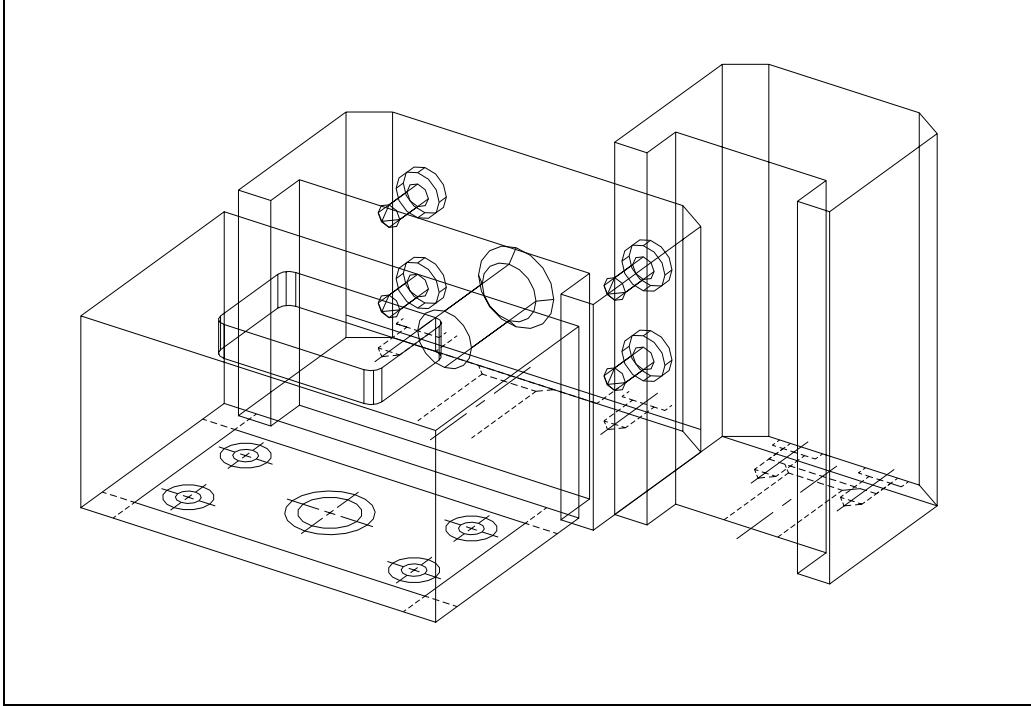
Şekil 5. Döndürülmüş ve süpürülmüş ikincil ilkeller

2.5. Prizmatik Son Katı (Çözüm) Nesnesinin Elde Edilmesi

İkincil ilkeler oluşturulduktan sonra birincil ilkeler oluşturulur. Birincil ilkeleri oluşturmak için görünüşlerin dış profil çizgileri kullanılır. Süpürme boyu komşu görünüşlerden tayin edilir. Önce dış profilin

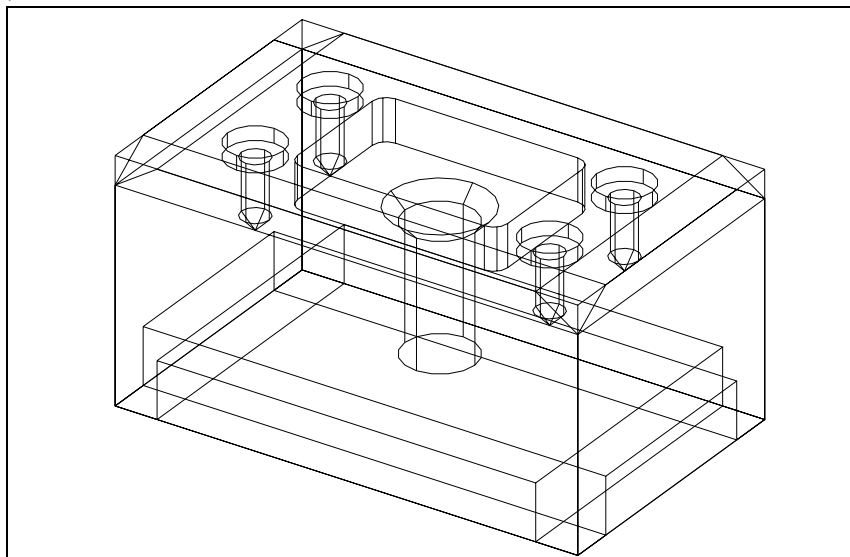
tek bir eleman haline gelmesi sağlanır. Görünüşler, tanımlanan süpürme boyları kullanılarak Şekil 6'da görüldüğü gibi süpürülür ve birincil ilkeller oluşturulur.

Daha sonra önceden oluşturulmuş olan ikincil ilkeller birincil ilkelerden Boolean operasyonları yardımıyla çıkarılır. Ön görünüşten elde edilen birincil ilkel x ekseninde 90° döndürülür ve üst görünüşün üzerine konumlanır. Yan görünüşten elde edilen ilkel ise önce x ekseninde 90° ve sonra z ekseninde -90° döndürülür

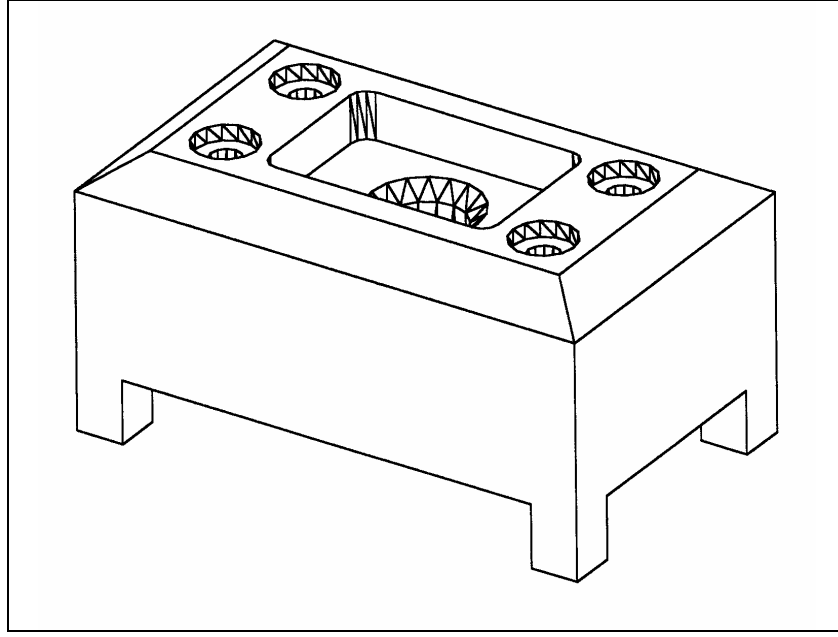


Şekil 6. Süpürme yöntemiyle elde edilmiş birincil ilkeller

ve bu ilkel de üst görünüş üzerine Şekil 7'de görüldüğü gibi taşınır. Bir araya toplanılan bu birincil ilkeller modele eklenerek çözüm nesnesi Şekil 8'de görüldüğü gibi elde edilir. Son olarak görünmesi istenmeyen doğrular silinir.



Şekil 7. Birincil ilkelerin bir araya toplanması



Şekil 8. Elde edilen 3B'lu prizmatik model

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması ile kullanıcı tarafından AutoCAD ortamında oluşturulmuş 2B'lu çizimler DXF formatında kaydedilmekte ve buradaki çizime ait geometrik bilgiler kullanılarak bu çizimin 3B'lu uzayda katı modeli elde edilmektedir. Programın hiç bir yerinde kullanıcı etkileşimi yoktur. İşlemleri tamamen otomatik olarak yapılmaktadır. Program ile prizmatik parçaların katı modeli elde edilmektedir. Prizmatik parçalar süpürülebilen genel profiller olarak tanımlanmaktadır. Fakat üzerine altı yüzeyde cep, konik veya silindirik havşalı kör delik, konik veya silindirik boydan boya delik gibi unsurları açılabilir. Geliştirilen sistemin üstünlükleri; silindirik ve prizmatik parçalar üzerine çeşitli deliklerin açılabilmesi, deliklerin parça üzerindeki bütün yüzeylere açılabilmesi, görünüşlerin üç görünüşle sınırlandırılması ve işlemlerin tam otomatik olarak gerçekleştirilmesidir. Bu çalışmaya değişik unsurlar eklenebilir. Örneğin prizmatik parçalara kör kanal, silindirik çıkıntılar gibi, unsurlar eklenerek programın kapsamı genişletilebilir. Bu işlemler için programdaki prosedür mantıklarına benzer yöntemler kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Gülesin, M., 1997, "MCAD-2 ½ Boyutlu Bilgisayar Destekli Tasarım Programı", **İ.T.Ü. Makine Fakültesi 1. Makine Mühendisliği Kongresi**, Sayfa 275-283, İstanbul.
2. Woo, T. C., Hammer, J. M., 1977, "Reconstruction Of Three Dimensional Designs From Orthographic Projections", **Proc. Ninth CIRP Conference**, pp. 247-255.
3. Haralick, R. M., Queeney, D., 1982, "Understanding Engineering Drawings", **Computer Graphics and Image Processing**, Vol. 20, pp. 244-258.
4. Sakurai, H., Gossard, D. C., 1983, "Solid Model Input Through Orthographic Views", **ACM/SIGGRAPH**, Vol. 17, pp. 243-252.
5. Preis, K., 1984, "Constructing The Solid Representation From Engineering Projections", **Computers and Graphics**, Vol. 8, pp. 381-389.
6. Nagendra, I. V., Gujar, U. G., 1988, "3-D Objects From 2-D Orthographic Views – A Survey", **Comput and Graphics**, Vol. 12, No. 1, pp. 111-114.
7. Richards, T. H., Onwubolu, G. C., 1986, "Automatic Interpretation Of Engineering Drawings For 3d Surface Representation In Cad", **Computer Aided Design**, Vol. 18, No. 3, pp. 156-160.
8. Ghosh, S. K., Li, Y.B., Munns, A. K., Wang, X. C., 1995, "Generating Solid Models From Two-Dimensional Representations", **Journal of Materials Processing Technology**, pp. 211-217.
9. Gujar, U. G., Nagendra, I. V., 1989, "Construction Of 3d Solid Objects From Orthographic Views", **Comput and Graphics**, Vol. 13, No. 4, pp. 505-521.

10. Wang, W., Grinstein, G. G., 1993, "A Survey Of 3d Solid Reconstruction From 2d Projection Line Drawings", **Computer Graphics Forum**, Vol. 12, No. 2, pp. 137-158, Lowell.
11. Chen, Z., Perng, D. B., Chen, C. J., Wu, C. S., 1992, "Fast Reconstruction Of 3d Mechanical Parts From 2d Orthographic Views With Rules", **Int. J. Computer Integrated Manufacturing**, Vol. 5, No. 1, pp. 2-9.
12. Yan, Q. W., Chen, C. L. P., Tang, Z., 1994, "Efficient Algorithm For The Reconstruction Of 3d Objects From Orthographic Projections", **Computer Aided Design**, Vol. 26, No. 9, pp. 699-717.
13. Watanabe, T., Tashiro, A., Fujii, S., 1995, "Estimation Of Three – Dimensional Objects From Orthographic Views With Inconcistencies", **Comput and Graphics**, Vol. 19, No. 6, pp. 815-829.
14. You, C. F., Yang, S.S., 1996, "Reconstruction Of Curvilinear Manifold Objects From Orthographic Views", **Comput and Graphics**, Vol. 20, No. 2, pp. 275-293.
15. Masuda, H., Numao, M., 1997, "A Cell – Based Approach For Generating Solid Objects From Orthographic Projections", **Computer Aided Design**, Vol. 29, No. 3, pp. 177-187.
16. Tanaka, M., Iwama, K., Hosada, A., Watanabe, T., 1998, "Decomposition Of A 2d Assembly Drawing Into 3d Part Drawings", **Computer Aided Design**, Vol. 30, No. 1, pp. 37-46.
17. Idesawa, M., 1973, "A System To Generate A Solid Figure From Three View", **Bulletin of JSME**, Vol. 16, pp. 216-225.
18. Lafue, G., 1976, "Recognition Of Three Dimensional Objects From Orthographic Views", **ACM/SIGGRAPH**, pp. 103-108.
19. Preis, K., 1981, "Algorithms For Automatic Conversion Of A 3 View Drawing Of A Plane Faced Part To The 3-D Representation", **Computers in Industry**, Vol. 2, pp. 133-139.
20. Markowsky, G., Wesley, M. A., 1981, "Fleshing Out Projections", **IBM Journal Research and Development**, Vol. 25, pp. 934-954.
21. Lequette, R., 1988, "Automatic Construction Of Curvilinear Solids From Wireframe Views", **Computer Aided Design**, Vol. 20, No. 4, pp. 171-180.
22. Shin, B. S., Shin, Y. G., 1998, "Fast 3d Solid Model Reconstruction From Orthographic Views", **Computer Aided Design**, Vol. 30, No. 1, pp. 63-76.
23. Aldefeld, B., 1983, "On Automatic Recognition Of 3d Structures From 2d Representations", **Computer Aided Design**, Vol. 15, No. 2, pp. 59-72.
24. Bin, H., 1986, "Inputting Constructive Solid Geometry Representations Directly From 2d Orthographic Engineering Drawings", **Computer Aided Design**, Vol. 18, No. 3, pp.147-155.
25. Chen, Z., Perng, D. B., 1988, "Automatic Reconstruction Of 3d Solid Objects From 2d Orthographic Views, Pattern Recognition", **Pattern Recognition Society**, Vol. 21, No. 5, pp. 439-449.
26. Shum, S. S. P., Lau, W. S., Yuen, M.M.F., Yu, K.M., 1997, "Solid Reconstruction From Orthographic Opaque Views Using Incremental Extrusion", **Comput and Graphics**, Vol. 21, No. 6, pp. 787-800.

EK-1 PROGRAMLA ELDE EDİLEN PRİZMATİK PARÇA ÖRNEKLERİ

