

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ FİKSTÜR TASARIMI
VE ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Makina Müh. Murat KOCA**

Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

Programı : KONSTRÜKSİYON

HAZİRAN 2006

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ FİKSTÜR TASARIMI
VE ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Makina Müh. Murat KOCA
Enstitü No: 503981053**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Haziran 2006**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. İsmail GERDEMELİ
Diğer Jüri Üyeleri Doç. Dr. Erdem İMRAK
Doç. Dr. Murat VURAL**

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

İmalat yöntem ve teknolojilerinin sürekli geliştiği günümüzde bu teknolojilerin verimli uygulanabilmesi imalat aşamasında bir araç olarak kullanılan fikstürlerin tasarım ve imalatının da bu gelişmelere ayak uydurabilmesi ile mümkün olabilir. Bu çalışma ile özellikle otomotiv sektöründe büyük öneme sahip olan kaynak ve ölçme fikstürlerinin tasarımının standartlaştırılması ve tezgah, montaj işçilikleri açısından önemli kazançlar sağlanması hedeflenmiştir.

Bu konuda beni destekleyen danışmanım Sn. İsmail Gerdemeli'ye ve geliştirilen sistem üzerindeki fikir ve gayretlerini esirgemeyen Sn. Ayduygu Sevinç'e, gerekli bilgilere ulaşmamı sağlayan yöneticilerime, iş arkadaşlarıma ve aileme teşekkür ederim.

Haziran 2006

Murat KOCA

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1.GİRİŞ	1
2. BİLGİSAYAR YARDIMIYLA KLASİK FİKSTÜR TASARIMI	4
2.1. Klasik Fikstür Sistem Yapısı	4
2.1.1. Standard Elemanlar	5
2.2. Tasarım Süreci	7
2.2.1. Tasarıma Başlarken	8
2.2.2. Yükseltici Ayak Yerleştirilmesi	9
2.2.3. Ünite Tasarımı	9
2.2.4. Tasarım Kontrolü	12
2.2.5. Kaynak Yapılabilirlik Kontrolü	13
2.3. Kaynak Fikstürü İmalatı	15
3. MODÜLER FİKSTÜR TASARIMI ve PLANLAMA	7
3.1. Modüler Aparat Sistemi	17
3.2. Yerleştirme Kuralları	21
3.3. Destek, Dayama ve Bağlama Elemanları Yerleştirme Prensipleri	24
4. GEÇME SAC YÖNTEMİ İLE ÖLÇME FİKSTÜRÜ TASARIM VE İMALATI	29
4.1 Yöntemin Tanımı	29
4.2 Geçme Sac Yöntemi ile Fikstür İmalatı	36
5. LAZER KESME TEKNOLOJİSİ İLE İMALAT	41
5.1 Lazer Oluşumu ve Makinadaki İletimi	41
5.2 İmalat Akışının Planlanması	43
5.3 İmalatı Yapılan İş parçaları	44
5.4 Değerlendirme	46
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	49

KISALTMALAR

CAD	: Computer Aided Design
CAM	: Computer Aided Manufacturing
IGES	: Initial Graphic Exchange Specification
BDT	: Bilgisayar Destekli Tasarım
BDİ	: Bilgisayar Destekli İmalat

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Ölçme fikstürü örnekleri	1
Şekil 1.2. Kontrol fikstürü.....	2
Şekil 1.3. Kaynak fikstürleri	3
Şekil 1.4. İşleme fikstürleri	3
Şekil 2.1. Bir fikstürün içeriği (İmalat montaj grubu, standart elemanlar, kurgu tasarımı)	4
Şekil 2.2. Farklı uzunluklarda yükseltici ayaklar	5
Şekil 2.3. Farklı tipte yükseltici ayaklar	5
Şekil 2.4. Manuel kenet çeşitleri (Brauer katalogundan kısa-uzun kollu).....	6
Şekil 2.5. Pnömatik kenet çeşitleri (Festo ve Tunkers kataloglarından)	6
Şekil 2.6. Tunkers kenet (Manuel – referans bağlantılı).....	6
Şekil 2.7. Montaj grubunun (I-E grubu) kütüphaneden indirilmesi ve üst montajın oluşturulması	7
Şekil 2.8. Zemin plakasının çizimi ve ana montaja eklenmesi	8
Şekil 2.9. Yükseltici ayakların alt montajlara eklenmesi ve pozisyonlandırılması.....	8
Şekil 2.10. Kopyalanıp çıkartılmış konumlama yüzeyleri.....	9
Şekil 2.11. Kaba tasarımın tamamlanması.....	9
Şekil 2.12. Dayama yüzeyi kesimi ve kenet ilavesi	10
Şekil 2.13. Kayar pim ünitesi tasarımı.....	11
Şekil 2.14. Kayar pim ünitesi	11
Şekil 2.15. Tamamlanmış fikstür tasarımı	12
Şekil 2.16. Kesişme kontrolü	12
Şekil 2.17. Kenet açık ve kapalı pozisyonlarına göre tasarım kontrolü	13
Şekil 2.18. I-deas tasarım programında kaynak tabancası çalışma kontrolü	13
Şekil 2.19. Fides programında kaynak tabancaları ve kaynak simülasyonu.....	14
Şekil 2.20. Ünitelerin iki boyutlu teknik resimlerinin hazırlanması	15
Şekil 2.21. I-deas ‘tan Robcad’ a veri transferi ve lazer kesme takım yolu hazırlanması	16
Şekil 2.22. Ünite üzerine bağlanmış plakaların hassas işlenmesi	16
Şekil 3.1. Modüler aparat elemanları (KIPP modüler aparat katalogu)	18
Şekil 3.2. Aparat sistemi seçim kriteri (CARR LANE, 1991)	18
Şekil 3.3. Farklı alt tabla elemanları (KIPA modüler aparat katalogu).....	20
Şekil 3.4. İş parçasının modüler aparatlarla bağlantısı (KIPA modüler aparat katalogu).....	20
Şekil 3.5. Destek elemanları (KIPA modüler aparat katalogu).....	20
Şekil 3.6. Dayama elemanları (KIPP modüler aparat katalogu)	21
Şekil 3.7. Yatay ve düşey bağlama elemanları (KIPP modüler aparat katalogu)	21
Şekil 3.8. 12 serbestlik derecesi	22
Şekil 3.9. Birinci referans yüzeyine dayama.....	22
Şekil 3.10. İkinci referans yüzeyine dayama	23
Şekil 3.11. Üçüncü referans yüzeyine dayama	23
Şekil 3.12. İki veya daha fazla delikli parçanın yerleştirilmesi örneği.....	24

Şekil 3.13. Destek elemanlarının yerleştirilmesi.....	24
Şekil 3.14. Ek destek elemanı kullanılması	25
Şekil 3.15. Modüler destek ve dayama elemanları.....	25
Şekil 3.16. Dayama elemanları arasındaki mesafe miktarı.....	26
Şekil 3.17. Dayama elemanları takım kuvvetlerine zıt yönde yerleştirme	26
Şekil 3.18. Yerleştirmede belirsizlik içeren konfigürasyon.....	27
Şekil 3.19. Üçüncü dayama elemanı yerleşim örneği	27
Şekil 4.1. Geçme gövde üzerindeki ünitelerin yapısı	30
Şekil 4.2. Sacların geçme yöntemi ile gövde haline getirilmesi	30
Şekil 4.3. Referans noktasında kullanılacak açıların belirlenmesi ve tasarıma başlanması	31
Şekil 4.4. Fikstür düzleminde ünite tasarım açılarının bulunması	31
Şekil 4.5. Ünite üzerindeki tasarım açılarının bulunması	32
Şekil 4.6. Yükseltici ayak tasarımı	33
Şekil 4.7. Takviye plakasının bağlanması.....	34
Şekil 4.8. Yükseltici ayak üzerine kenet bağlanması	34
Şekil 4.9. Referans pimi uygulaması	35
Şekil 4.10. Destek plakaları	36
Şekil 4.11. Taşıma halkası	36
Şekil 4.12. Geçme sac yöntemiyle tasarlanan kapı fikstürü	37
Şekil 4.13. Boşaltma konturu ve tırnak geçişi.....	37
Şekil 4.14. Geçme plakalardan imal edilmiş ölçme fikstürü	38
Şekil 4.15. Fikstür referans noktaları ölçüm raporu	39
Şekil 4.16. Klasik yöntem ile imal edilen ölçme fikstürü.....	39
Şekil 5.1. Lazer tezgahı üzerinde lazerin izlediği yol.....	42
Şekil 5.2. Lazer program simülasyonu	44
Şekil 5.3. Tek parça için yapılan programda lazer kafasının hareketleri.....	45
Şekil 5.4. Önerilen fikstür sisteminde standart olarak çok miktarda kesilebilecek parça örnekleri	45
Şekil 5.5. Farklı parçaların lazer programı için yerleştirilmesi.....	46

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Klasik yöntem ile yeni yöntemin karşılaştırılması	40

BİLGİSAYAR DESTEKLİ FİKSTÜR TASARIMI VE ANALİZİ

ÖZET

Bu yüksek lisans tez çalışmasında imalat hızlarının ve esnekliğinin artmasıyla bir gereklilik haline gelen bilgisayar destekli fikstür tasarımının ve imalatının hızlandırılması için yöntemler araştırılmıştır. Her ne kadar modüler fikstür sistemleri bu süreci hızlandırmışsa da her alanda kullanılamamaktadırlar. Yaygın olarak kullanıldıkları işleme tezgahlarında ise hız ve imalat çeşitliliği mevcut sistemin daha da iyileştirilmesini gerektirmektedir. Otomotiv sektöründe oldukça büyük öneme sahip kaynak ve ölçme fikstürlerinin tasarım ve imalatında BDT’ dan faydalanarak standart elemanları içeren bir kütüphane oluşturulması büyük önem taşımaktadır.

Fikstür kavramının genel olarak açıklandığı birinci bölümden sonra, ikinci bölümde BDT yardımıyla klasik tip fikstür tasarımı aşamaları ve daha sonra yapılması gerekli kontroller açıklanmıştır. Üçüncü bölümde ise modüler fikstür sistemleri açıklanmış ve işleme tezgahlarındaki uygulamaları, yerleştirilmeleri üzerinde durulmuştur.

Son olarak dördüncü bölümde ise Tofaş’ta uygulama denemeleri ve patent süreci devam eden, özellikle ölçme fikstürlerinde modüler sistemler kadar pratik ve aynı zamanda klasik fikstür ihtiyaçlarına cevap veren “Sac geçme fikstür sistemi” açıklanacaktır.

COMPUTER AIDED FIXTURE DESIGN AND ANALYSIS

SUMMARY

In this thesis named as ‘Computer Aided Fixture Design and Analysis’ , methods are searched to improve computer aided fixture design and manufacturing process, which became necessary because of the developing manufacturing techniques. Though modular fixture systems improved this process, they are not able to be used in all cases. Variety, velocity and the flexibility of the machining tools where modular systems are generally used indicate that modular fixing system should also be improved. Besides it’s important to create a library of standarts for classical type welding and measuring fixtures.

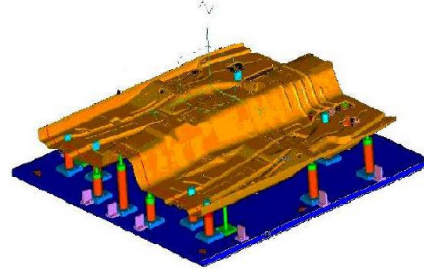
After the first section which explains the definition and types of fixtures, design process of a classical fixture with CAD techniques is explained in second section. In the third section modular fixture systems, and their implementations on tooling machines are explained.

In the last section the new developed “Laser cut sheet metal structured fixture” method which is still being examined in Tofaş for feasibility is going to be explained.

1.GİRİŞ

İmalat teknolojilerinin ve üretim hızının sürekli geliştiği günümüzde bu hıza cevap verebilecek nitelikte, kolay ve hızlı tasarlanıp imal edilebilir, aynı zamanda doğru sonuçlar verecek, güvenilir fikstür sistemlerine olan ihtiyaç artmıştır. BDT sistemlerinin de gelişmesi ve belli konulara özel uyarlamalar yapılabilir hale gelmesiyle fikstür tasarımının otomatikleştirilmesi için yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Otomatikleştirme çalışmalarının yapılabilmesi için birbirinden farklı işlevleri olan fikstürleri iyi tanımak ve otomatikleştirme yapılacak sisteme uygun standartları belirlemek gereklidir.

Fikstürler işleme, kaynak, montaj, inceleme ve diğer imalat operasyonlarında kullanılan aparatlardır. Bu aparatların fonksiyonları iş parçasının tasarım özelliklerine göre istenilen pozisyona getirmek, bu konumda kalmasını sağlamaktır. Bunun amacı gerçekleştirilecek operasyonun hızlı ve her zaman aynı şartlarda doğru olarak gerçekleştirilebilmektir. Fikstürler işlev ve yapılarına göre sınıflandırılabilirler. İşlevlerine göre; Ölçme Fikstürü (Şekil 1.1), Kontrol Fikstürü (Şekil 1.2), Kaynak Fikstürü (Şekil 1.3), İşleme Fikstürleri (Şekil 1.4) olarak adlandırılabilirler. Yapılar ise daha çok kullanılacakları operasyon sayılarına bağlıdır. Klasik yöntem olarak da adlandırılan parçaya özel fikstürler çok sayıda imalatın gerçekleştirileceği durumlarda tercih edilirler. Bunun alternatifi olan modüler fikstür sistemleri ise imalat yapısının sürekli değişen ve farklı ürünlerin karşılaşıldığı küçük-orta hacimde parti ürünlere cevap verilmesi için uygundur.



Şekil 1.1: Ölçme fikstürü örnekleri

Ölçme fikstürleri, parçaların veya kaynak işleminden sonra ölçüsel kontrolü gereken montaj gruplarının belirlenen standartlarda ölçülmesini sağlar. Bu fikstürlerle, kaynak operasyonu sırasında kullanılan ana konumlama noktalarından sabitlenerek diğer form ya da fonksiyonel bölgelerde ölçüm yapılır. Ölçüm için parça bilgisini elektronik olarak okuyabilen ve belirlenen noktaları referans aldıktan sonra parçanın ya da montajın istenilen herhangi bir noktasını kontrol edebilecek ölçme makineleri ve programları mevcuttur. Aynı parçanın sürekli ölçümünün söz konusu olmadığı durumlarda ölçme fikstürlerinin modüler sistemlerden oluşması farklı parça ölçümlerinin hızlı yapılabilmesini sağlar. Bunun yanısıra ölçme fikstürlerinde kullanılan standart elemanlar da hafif yapıda, parçayı zorlamayacak şekilde seçilmelidir.

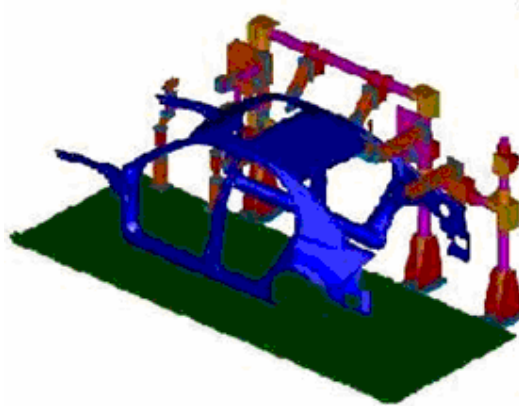
Kontrol fikstürleri de ölçme fikstürlerine benzer şekilde parça ya da montajın boyutsal kontrolünün yapılması için kullanılırlar. Farkı bu fikstürlerde ölçme makinasına ihtiyaç duymadan bir master yardımıyla kontrolün yapılabilmesidir. Parça yine ana konumlama noktalarından konumlanır ve kontrol edilmek istenen bölgelerin (genellikle flanşlar) nominal değerdeki yüzeyleri belli bir değerde (5 mm.) dışa doğru yüzeye dik olarak ötelenir. Dolu malzeme bilgisayar destekli imalat yöntemleri ile işlenerek yüzeyin ötelenmiş haline ulaşılır. Parça toleransına göre bu 5mm.'lik nominal için bir geçer-geçmez master yapılır. Böylece Şekil 1.2'de olduğu gibi fikstür üzerine yerleştirilen parçanın istenen bölgeleri bu master yardımıyla kontrol edilmiş olur.



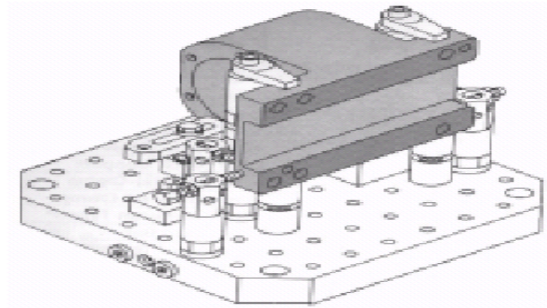
Şekil 1.2 : Kontrol fikstürü

Kaynak fikstürleri iki veya daha fazla sac parçanın birbirlerine göre doğru pozisyonlarda konumlanarak kaynak yapılmasını sağlarlar. Otomotiv sanayiinde imalat rakamları yüksek olduğundan farklı amaçlar olmadıkça Şekil 1.3’de olduğu gibi klasik tipte yapılırlar. Bu fikstürlerde önemli olan fikstürün kaynak operasyonunu engellemeyecek şekilde tasarlanmasıdır. Kaynak fikstürü tasarımı ve konumlama noktalarının belirlenmesi konularına daha sonraki bölümlerde değinilecektir.

İşleme fikstürleri işlenecek parçanın tezgahta sabitlenerek üzerinde kesici takımın çalışmasını sağlar. Bir bağlama aparatından; iş parçasını çabuk ve tam olarak konumlandırması, uygun ve etkili bir şekilde desteklemesi, emniyetli bir şekilde operasyon sonuna kadar parçayı tutabilmesi beklenir. Esnek imalat sistemlerinin ortaya çıkması ile birlikte daha esnek ve verimli fikstür sistemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Klasik fikstür sistemleri bu esnekliğe sahip değildir. Şekil 1.4’ de bir örneği görülen modüler ve esnek fikstür sistemleri bu ihtiyaçlara cevap verebilecek yapıdadırlar. Daha sonraki bölümlerde modüler fikstür sistemleri anlatılırken bu tip fikstürlerin detaylarına da değinilecektir.



Şekil 1.3 : Kaynak fikstürleri



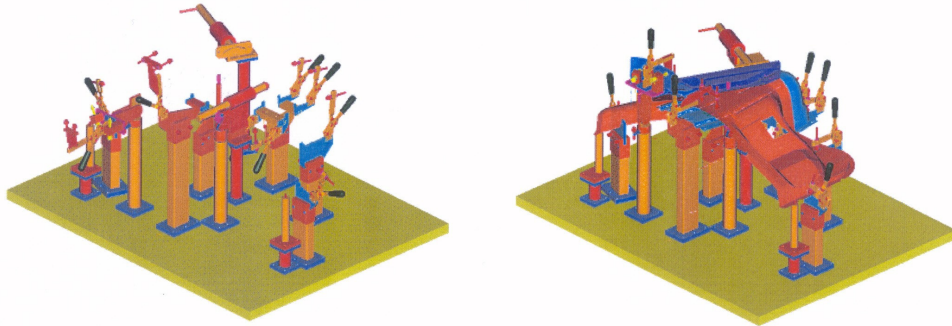
Şekil 1.4 : İşleme fikstürleri

2. BİLGİSAYAR YARDIMIYLA KLASİK FİKSTÜR TASARIMI

2.1. Klasik Fikstür Sistem Yapısı

Bir kaynak fikstürü kullanım yeri, üretim adetleri , üretim yöntemleri gibi çeşitli faktörlere göre kendi içerisinde çeşitli gruplara ayrılabilir. Örneğin otomotiv sanayinde kullanılan ve az sayıda imalat gerektiren Prototip imalat fikstürleri ile yılda belki yüz bin defa kullanılacak bir seri imalat fikstürü farklı yapılara sahip olabilirler.

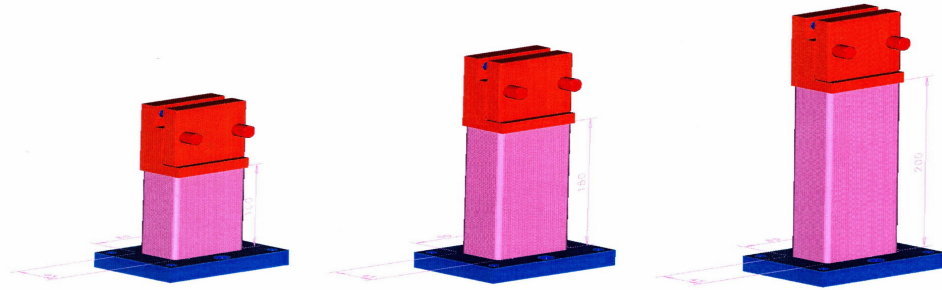
Bir fikstürün tasarımı temel olarak üç bölümden oluşur. Birincisi ‘imalat montaj grubu’ da diyebileceğimiz, daha sonra fikstürde kaynaklı birleştirme yapacağımız parçalara ait bilgiyi içeren kısımdır. Parçaların geometrik bilgisi, konumlama ve kaynak bilgileri de bu grubun içerisinde. İkinci bölüm standart elemanlardır. Kullanılacak elemanların mümkün olduğunca standartlaştırılması tasarım hızı ve esnekliği açısından önemlidir. Farklı sistemler için hazırlanmış bir elektronik kütüphane farklı taleplere kısa sürede cevaplamayı sağlar. Üçüncü bölüm ise ‘Kurgu tasarımı’ dır. Bu her parçanın farklı formlardan oluşması ve farklı işlev ya da konumlama bilgileri olmaları dolayısıyla standart elemanların farklı yerleşimlerini ve diğer fikstür fonksiyonlarını sağlayan esas tasarımın yapıldığı kısımdır. (Şekil 2.1)



Şekil 2.1: Bir fikstürün içeriği (İmalat montaj grubu, standart elemanlar, kurgu tasarımı)

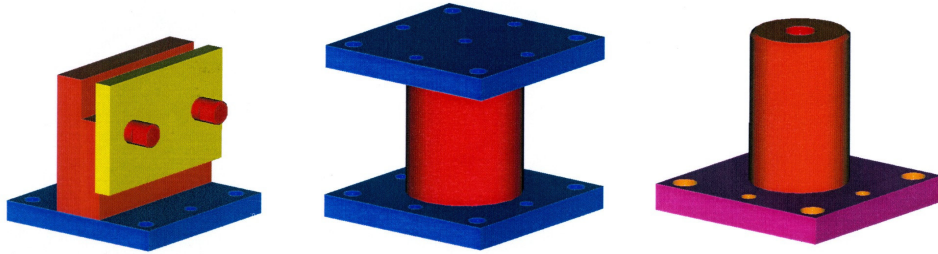
2.1.1. Standard Elemanlar

Standart elemanlar birkaç fonksiyonu yerine getirmek için kullanılabilir. Örneğin parçalar her zaman düzlemsel değildir ve fikstür pozisyonunda yerleştirildiklerinde farklı bölgeler düzlemsel plakaya göre farklı yüksekliklerde olabilirler. Bu durumda, hem bu yükseklik farklarını ortadan kaldırmak, hem de parçaları kaynak atılabilir ergonomik seviyelere getirmek için Şekil 2.1’de görüldüğü gibi farklı uzunluklarda yükseltici ayaklar kullanılabilir.



Şekil 2.2 : Farklı uzunluklarda yükseltici ayaklar

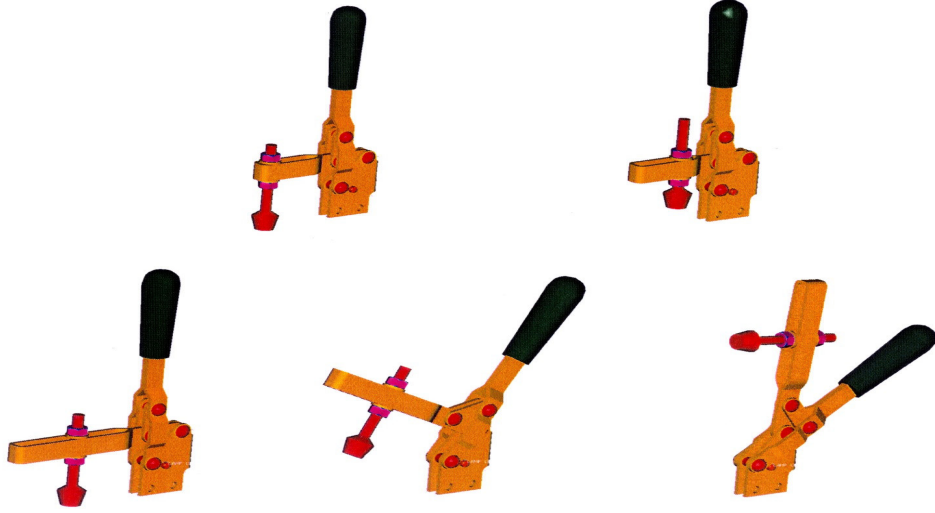
Bunlar kullanım yerlerine göre değişik tiplerde olabilirler. Örneğin en soldaki yükseltici kenet, ara tasarımlarla pim vs. bağlanması için kullanılan basit bir yapı olmakla beraber ortadaki model ise 500 mm. ve daha fazla yüksekliklere çıkılması gerektiğinde bir adaptör görevi görmektedir. (Şekil 2.3)



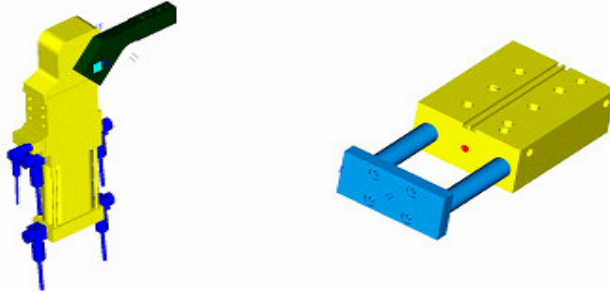
Şekil 2.3 : Farklı tipte yükseltici ayaklar

Diğer bir standart eleman ise kenetlerdir. Bunlarda kullanım amaçlarına göre çok farklı modellerde olabilirler. Prototip imalatında ya da imalatın az olduğu yerlerde

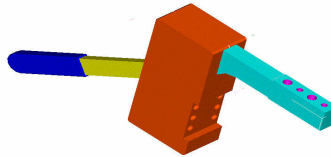
basit manuel kenetler kullanılabilirken, yüksek imalat miktarlarına ulaşılabilecekse pnömatik, PLC sistemli hatta gerektiğinde merkezi bir sistemden bütün fikstürler kontrol edilebilecek şekilde kenet sistemleri kullanılmaktadır. Şekil 2.4 , Şekil 2.5 ve Şekil 2.6’da farklı kenet tipleri görülmektedir.



Şekil 2.4 : Manuel kenet çeşitleri (Brauer katalogundan kısa-uzun kollu /1994)



Şekil 2.5 : Pnömatik kenet çeşitleri (Festo ve Tunkers kataloglarından /2003)



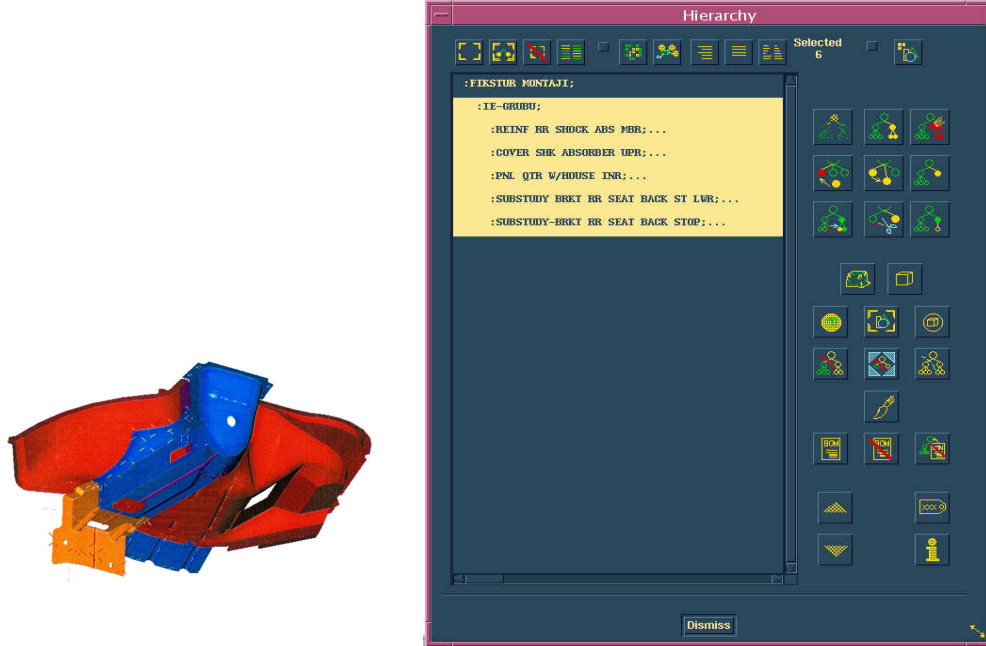
Şekil 2.6 : Tunkers kenet (Manuel – referans bağlantılı)

2.2. Tasarım Süreci

Yukarıda bahsedilen özelliklerden az sayıda Prototip imalatı için kullanılacak manuel bir fikstürün I-deas çizim programı yardımıyla tasarım süreci aşağıdaki gibi gerçekleşmektedir.

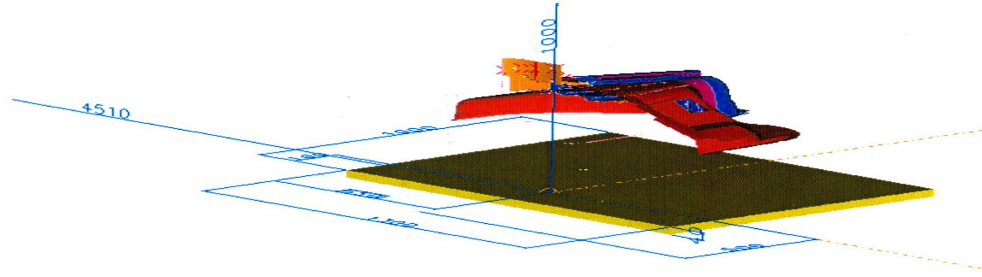
2.2.1. Tasarıma Başlarken

Tasarıma başlarken tasarımı yapılacak montaj grubu kütüphaneden indirilerek üst seviye bir fikstür montajı oluşturulur. Bu sırada montaj grubu araç pozisyonunda tutulabilir, ya da herhangi bir referans koordinat sistemine taşınabilir. Şekil 2.7



Şekil 2.7 : Montaj grubunun (I-E grubu) kütüphaneden indirilmesi ve üst montajın oluşturulması

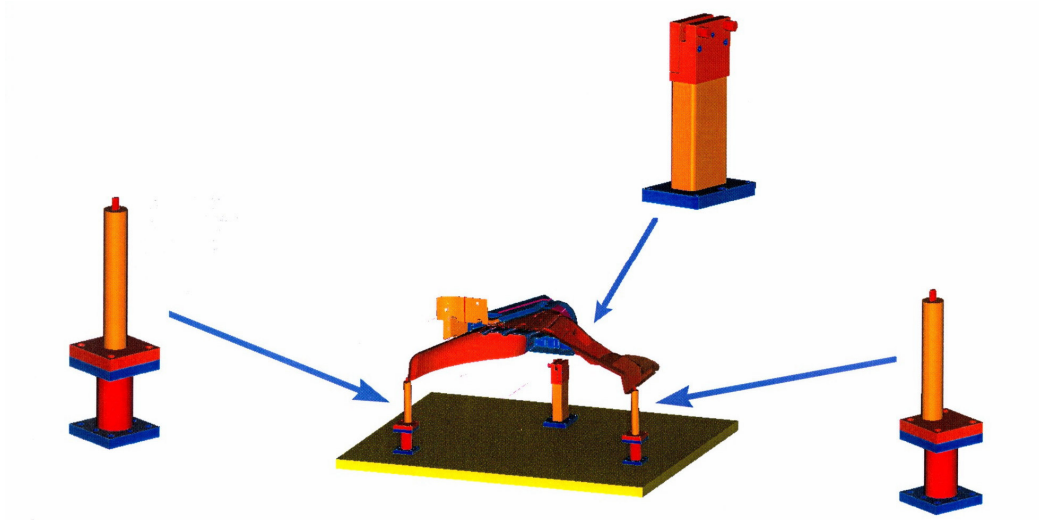
Daha sonra uygun kaynak yapılabilirlik ve ergonomi şartları göz önünde bulundurularak zemin plakası çizilir ve ana montaja eklenir. (Şekil 2.8)



Şekil 2.8 : Zemin plakasının çizimi ve ana montaja eklenmesi

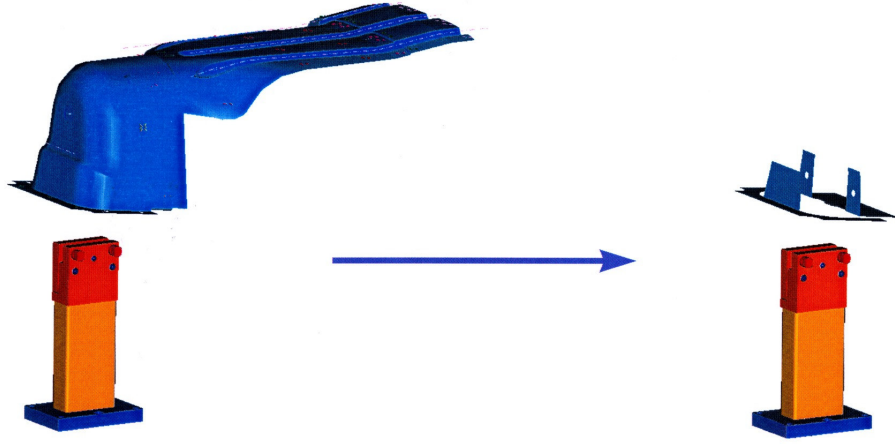
2.2.2. Yükseltici Ayak Yerleştirilmesi

Bu aşamada tasarımın ileri seviyelerinde kullanılmak üzere fikstürün gerektirdiği standart elemanlar kütüphaneden indirilir. Her bir yükseltici ayak ve ona bağlı diğer elemanlara ünite denir ve her bir ünite ayrı bir alt montaj grubunun altında oluşturulur. Bunun için önce boş alt montajlar oluşturulur ve isimlendirilir. Daha sonra bunların altına yükseltici ayaklar eklenerek zemin plakası üzerinde gerekli koordinatlarda bağlanırlar. (Şekil 2.9)



Şekil 2.9 : Yükseltici ayakların alt montajlara eklenmesi ve pozisyonlandırılması

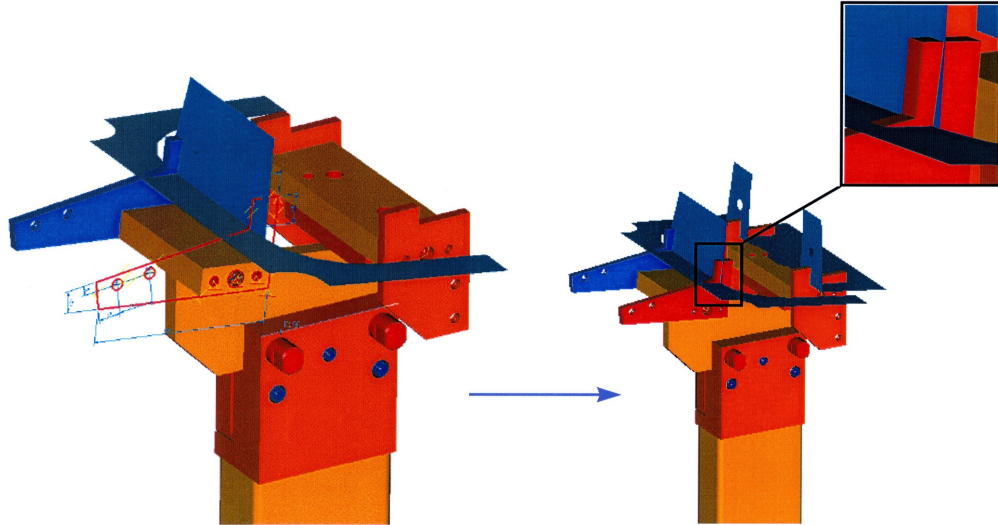
Yükseltici ayaklar belirtilen konumlama bölgelerine yerleştirildikten sonra konumlama yüzeyleri 'Extract' komutu ile kopyası çıkartılır.(Şekil 2.10)



Şekil 2.10 : Kopyalanıp çıkartılmış konumlama yüzeyleri

2.2.3. Ünite Tasarımı

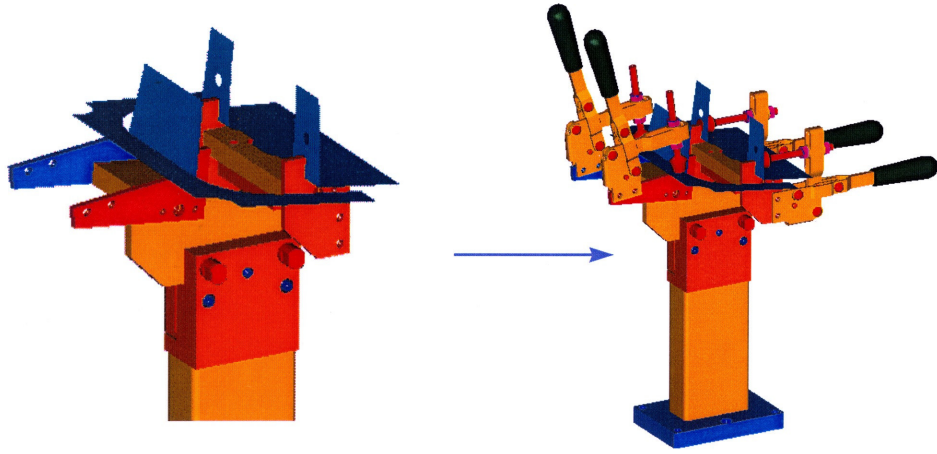
Artık konumlama yüzeyleri etrafında kaba tasarıma başlanabilir. Kenet- pim bağlama plakaları , daha sonra kesilecek olan dayama plakaları, yükseltici ayak bağlantı plakası hep bu aşamada tasarlanır. (Şekil 2.11)



Şekil 2.11 : Kaba tasarımın tamamlanması

Kaba tasarım tamamlandıktan sonra özellikle parça yüzeyiyle girişim yapacak şekilde tasarlanmış dayama plakaları bu yüzeylerle kesilerek tam parça formunda

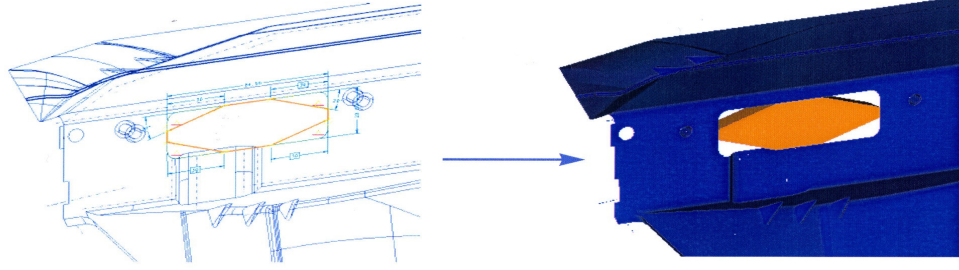
dayamalar elde edilmiş olur. Bu dayama yüzeylerine ters yönden bastırıp parça hareketini önlemesi için kenetler ve baskı pabuçları ilave edilir. (Şekil 2.12)



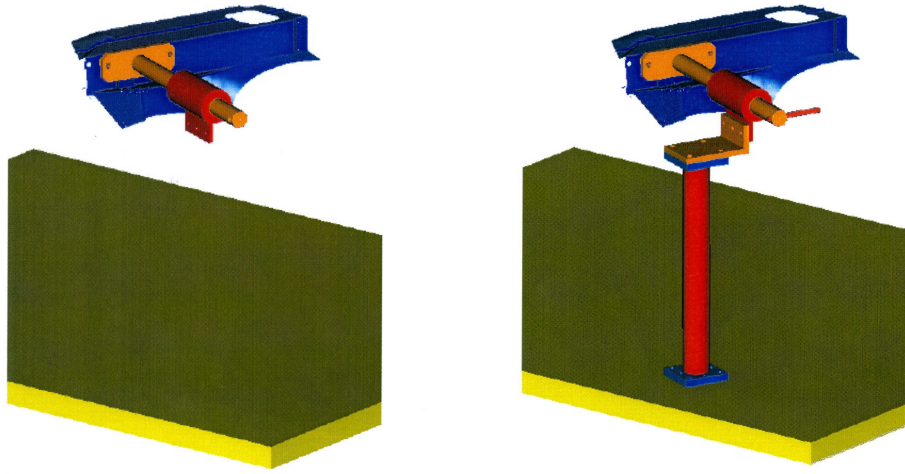
Şekil 2.12 : Dayama yüzeyi kesimi ve kenet ilavesi

Fikstürlerde özellikle zemin plakasına dik yüzeylerde kullanılacak pimler kaynak sonrası parçaların çıkmasını engelleyeceğinden bu bölgelerde kayar pim mekanizmaları kullanılır. Bunlar firmalardan hazır alınabileceği gibi düşük kapasiteler için atölyede imal edilmesi kolay basit sistemler de mevcuttur. (Şekil 2.13 – Şekil 1.14). Ana konumlama noktası olarak kullanılan dairesel deliklerde mekanizmanın aksel dönmesi sorun değildir, ancak karesel deliklere yerleştirilecek kayar pimlerde yataklamanın dönmeyi engelleyecek şekilde olması gerekir. Firmaların da bu durumlar için özel doğrusal kenet seçenekleri bulunmaktadır.

Bir kayar pim ünitesi tasarımı yapılırken önce orijinal parçaya ait delik çerçevesi kopyalanıp kopartılır. Daha sonra istenen pim bu çerçeveye göre çizilir ve sürükleme işleme yardımıyla üç boyutlu hale getirilir. (Şekil 2.13) Bağlantı parçalarının da tasarlanması ve standart elemanların eklenmesiyle kayar pim ünitesi tasarlanmış olur. (Şekil 2.14)

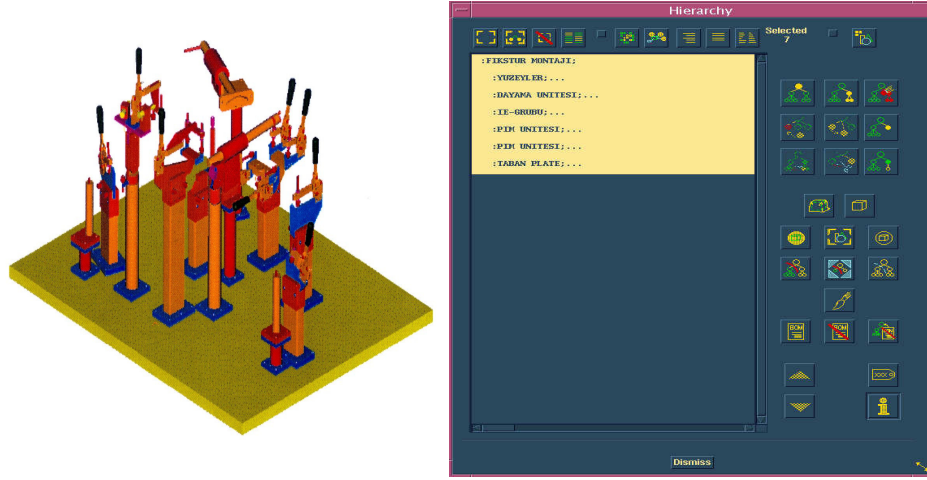


Şekil 2.13 : Kayar pim ünitesi tasarımı



Şekil 2.14 : Kayar pim ünitesi

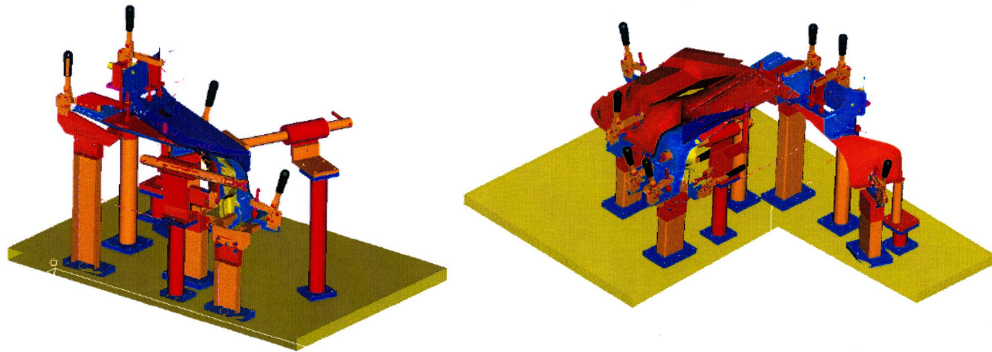
Yukarıda anlatılan tasarım aşamaları tekrarlanarak fikstür tasarımı tamamlanmış olur. (Şekil 2.15)



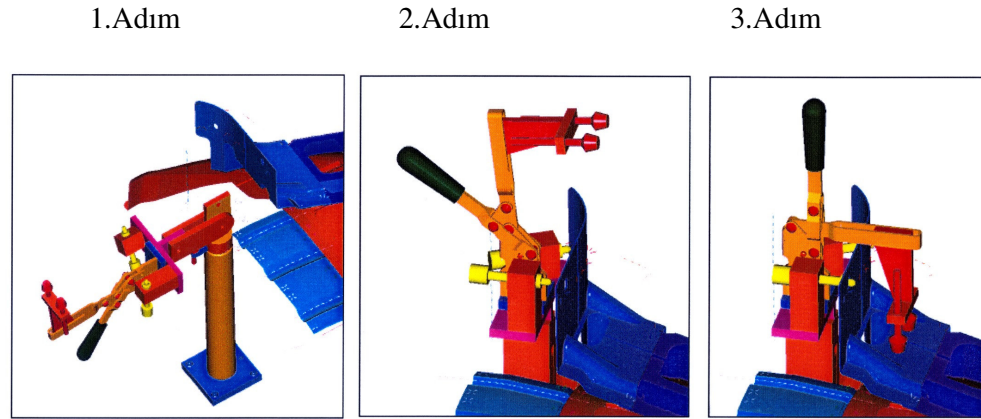
Şekil 2.15 : Tamamlanmış fikstür tasarımı

2.2.4. Tasarım Kontrolü

Tasarım bittikten sonra bir takım kontrollerin yapılması gerekir. Tasarım sırasında daha önce ünite sayısı arttıkça görünüm kalabalıklaşıp karışabileceğinden tasarımı yapılan ünite haricindekiler saklanır. Bir üniteyi çizerken diğerlerinin saklı olması bazen hesapta olmayan parça girişimlerine sebep olabilir. Bu nedenle öncelikle bütün üniteler ve parçalar açılarak göz ile böyle bir girişim olup olmadığına bakılmalıdır (Şekil 2.16). Diğer bir kontrol ise kenetlerin açık – kapalı pozisyonları için gereklidir. Tasarım kenetlerin parçayla temasının olduğu kapalı pozisyonda yapılır. Fakat kenetler açılmaları esnasında parçayla veya diğer ünitelerle girişim yapabilirler. Bu nedenle kenetlerin farklı pozisyonlar için kontrolleri yapılmalıdır. (Şekil 2.17)

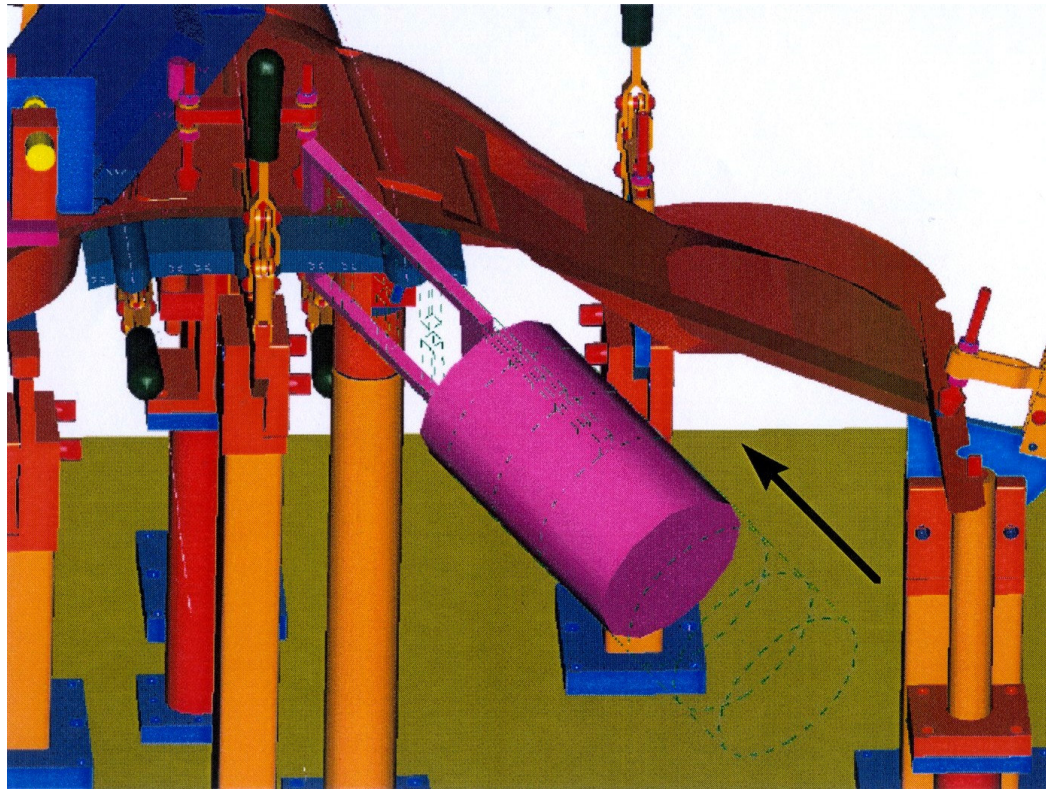


Şekil 2.16 : Kesişme kontrolü



Şekil 2.17 : Kenet açık ve kapalı pozisyonlarına göre tasarım kontrolü

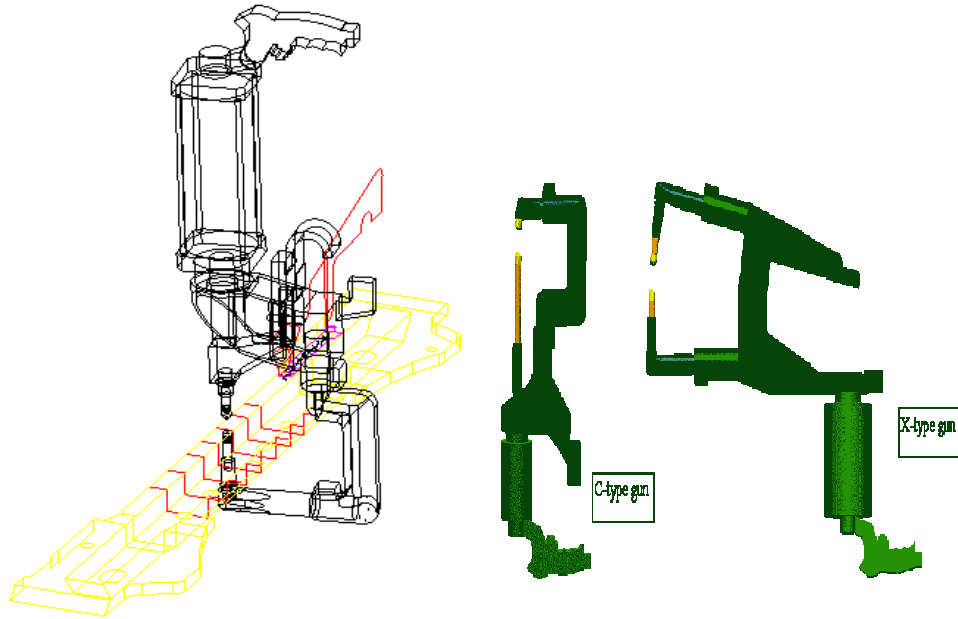
2.2.5. Kaynak Yapılabilirlik Kontrolü



Şekil 2.18 : I-deas tasarım programında kaynak tabancası çalışma kontrolü

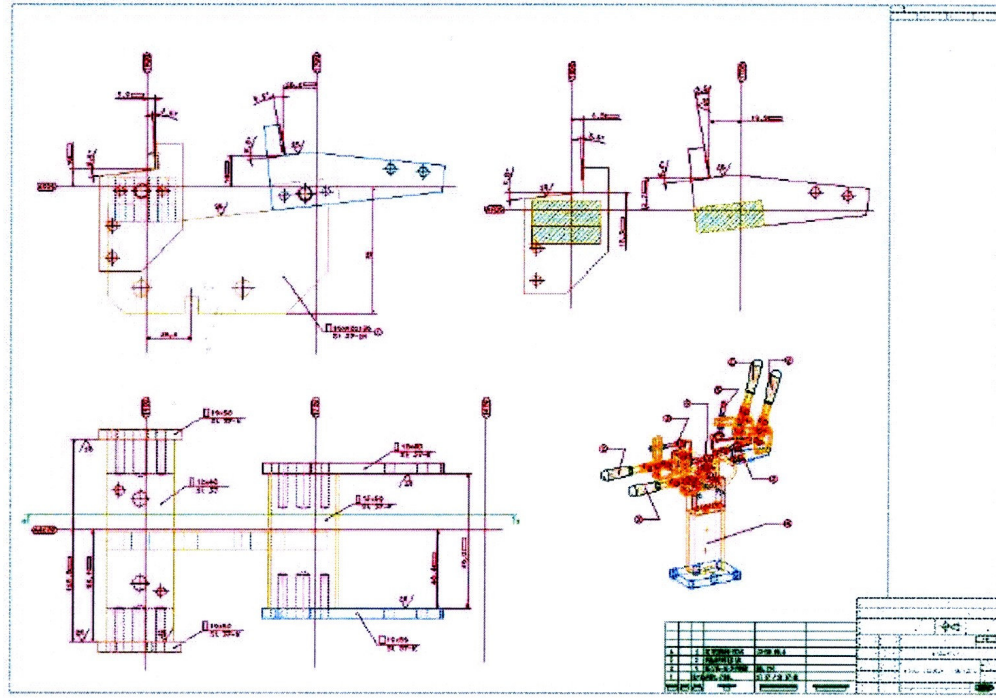
Tasarım açısından yapılan kontroller tamamlandıktan sonra fonksiyonel kontroller yapılmalıdır. Yapılan bir kaynak fikstürü olduğuna göre bu fikstürde gerekli kaynak tabancalarının ve diğer aparatların kolayca çalışabiliyor olması gerekir. Özellikle

küçük parçalarda fikstür elemanları kaynak tabancasının çalışmasını engelleyebilir. Bu da yapılan işin boşa gidebilmesi anlamına gelir. I-deas dinamik parça hareketlerine izin vermesi nedeniyle kaynak simülasyonunun kolayca yapılabilmesine olanak sağlar. (Şekil 2.18) Ancak bu konuda daha gelişmiş yazılımlar da mevcuttur. Örneğin Ford bünyesinde kullanılan ve I-deas ile uyumlu çalışan FIDES programı tamamen fikstür tasarımına yönelik olarak geliştirilmiştir ve çok zengin bir kütüphaneye sahiptir. Bu kütüphanede tanımlanmış kaynak tabancaları, elektrot uçları, trafolar vs. yardımıyla tam olarak çalışma kontrolü yapmak mümkün olmaktadır. Tasarıma baslarken kütüphaneden indirilen imalat montaj grubu kaynak yerlerini gösteren özel işaretler taşımaktadır. FIDES yazılımı bu işaretleri tanır ve bir bölge için kaynak tabancası tanımlandığında bu noktalarda tabanca yüzeye dik veya istenen açıda gelecek şekilde kaynak simülasyonunu otomatik olarak yapar. (Şekil 2.19)



Şekil 2.19 : Fides programında kaynak tabancaları ve kaynak simülasyonu

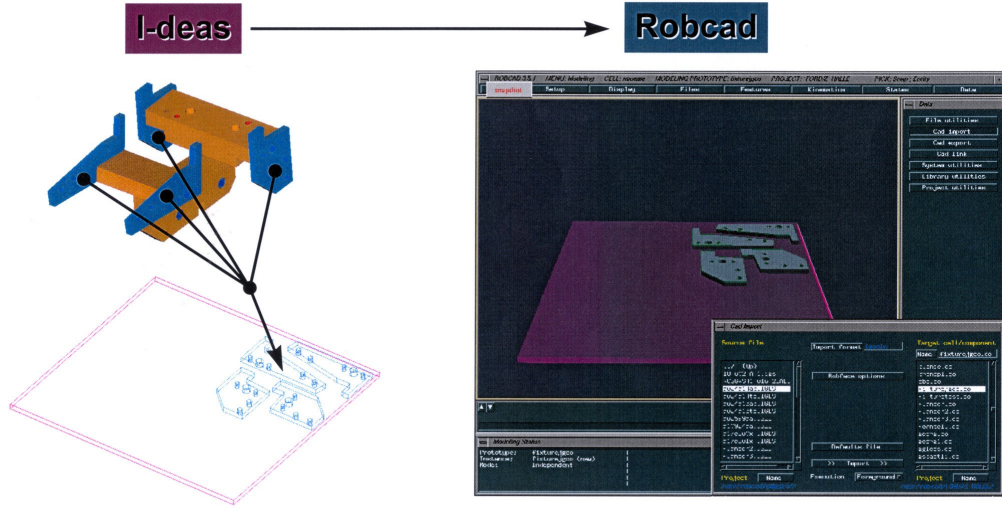
Kontroller tamamlandıktan sonra ana montaj için otomatik stok listesi yaratılır. Bu modülde montajın altındaki istenen parçalar liste dışı tutulup, istenilen alt montajlar tek parça olarak gösterilebilir. Stok listeleri her bir ünite için ayrı ayrı hazırlanırsa, bu listeleri teknik resimlerde kullanmak mümkündür.



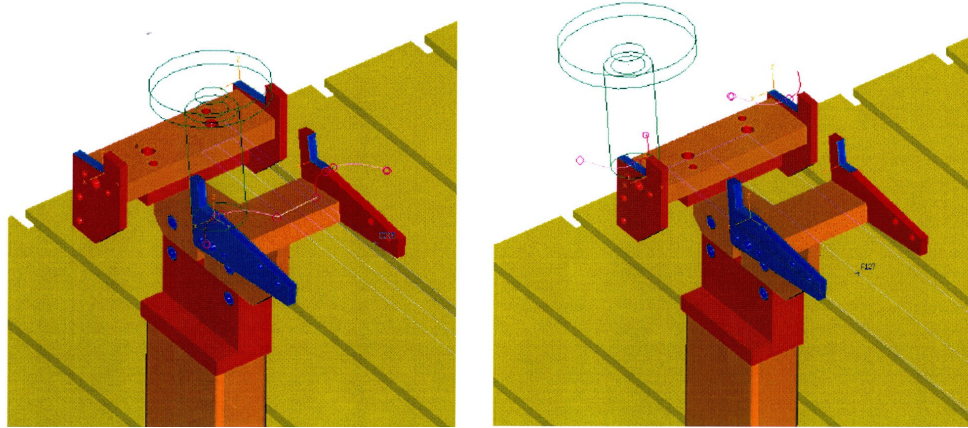
Şekil 2.20 : Ünitelerin iki boyutlu teknik resimlerinin hazırlanması

2.3. Kaynak Fikstürü İmalatı

Teknik resimler, üniteler ve ana montaj için hazırlanır (Şekil 2.20). Araç koordinatları referans alınarak ölçülendirme yapılır, böylece ileride gerekecek değişikliklerin uygulaması ve ölçüm daha kolay yapılır. Farklı bir sistem de fikstür kendi içinde ölçülendirildikten sonra zemin plakası üzerinde üç referans nokta belirleyerek , bunların araç koordinatlarını yazmaktır. Böylece ölçüm hem fikstür için bağıl olarak hem de referans noktalara göre doğrultma yaptıktan sonra araç koordinatlarına göre ölçülebilir. Parçaların imalatı Ideas'tan Robcad programına Iges transferi yapıldıktan sonra parçaların bir plaka üzerine yerleştirilmesi ve lazer kesme için takım yolu oluşturulması ile planlanır (Şekil 2.21). Programın simülasyonu yapıldıktan sonra plaka her bir parça için işlemesi yapılacak ana malzeme haline getirilir. Bunlar daha sonra kaba işlenerek parça formuna getirilir. Bu haliyle ünitelerin montajı yapılarak, parça ile temas edilecek fonksiyonel yüzeyler ünite üzerinde hassas işlenir (Şekil 2.22).



Şekil 2.21 : I-deas ‘tan Robcad’ a veri transferi ve lazer kesme takım yolu hazırlanması



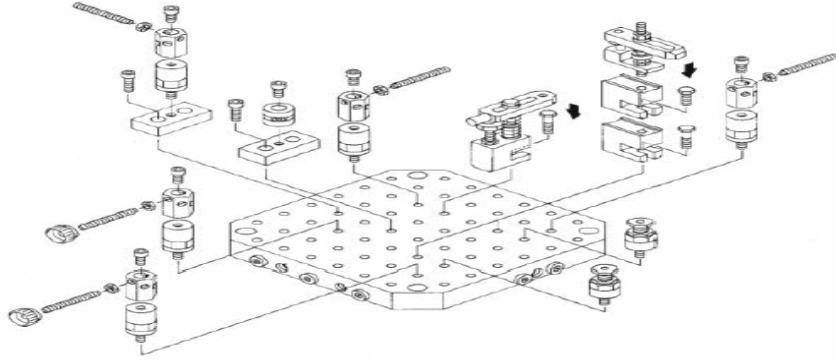
Şekil 2.22 : Ünite üzerine bağlanmış plakaların hassas işlenmesi

3. MODÜLER FİKSTÜR TASARIMI VE PLANLAMA

İşleme Fikstürleri, diğer bir tanımıyla Bağlama Aparatları, iş parçasının istenen pozisyonda yerleştirilmesi ve sabitlenmesi için talaşlı imalat işlemlerinde kullanılan elemanlardır. Aparatların en önemli fonksiyonları, imalat işlemlerinin tasarım istekleri çerçevesinde doğru ve kolay bir şekilde yapılabilmesini sağlamaktır. Günümüzdeki modern imalat sistemleri, isteğe bağlı olarak değişen ve farklı ürünlerin karşılaştığı küçük-orta hacimde parti ürünlere cevap veren sistemlerdir. Dolayısı ile, imalat yapısının sürekli değişen dinamik bir yapıda olması kullanılan imalat sistemlerinin de buna uyumlu olmasını beraberinde getirir. Bir bağlama aparatından; iş parçasını çabuk ve tam olarak konumlandırması, uygun ve etkili bir şekilde desteklemesi, emniyetli bir şekilde operasyon sonuna kadar parçayı tutabilmesi beklenir. Esnek imalat sistemlerinin ortaya çıkması ile birlikte daha esnek ve verimli aparat sistemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Klasik fikstür sistemleri bu esnekliğe sahip değildir. Modüler ve esnek aparat sistemleri bu ihtiyaçlara cevap verebilecek yapıdadırlar.

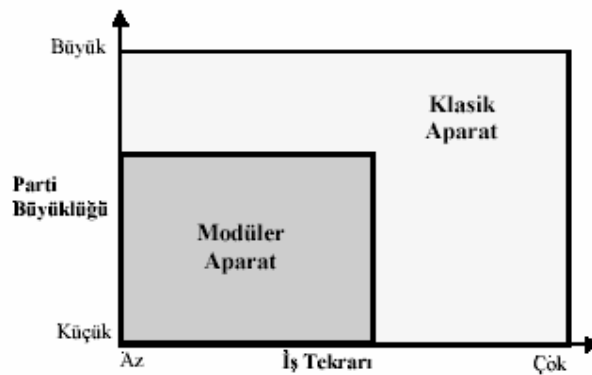
3.1. Modüler Aparat Sistemi

Klasik (kalıcı, parçaya özel) fikstür tasarımında sadece belli bir parça için aparat elemanları tasarlanırken, modüler aparat sistemleri parça şeklinden bağımsız ve yeniden kullanılabilir elemanlardan oluşan bir set şeklinde kullanılmaktadır. Şekil 3.1’de bazı modüler aparat elemanları görülmektedir. Tipik bir modüler aparat sistemi farklı geometrideki parçaları, farklı kombinasyonlarda montajını oluşturmak için yüzlerce aparat elemanlarından ibarettir ve montajları oldukça kolaydır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Modüler aparat elemanları (KIPP modüler aparat katalogu)

Hem klasik fiksür sistemleri hem de modüler aparat sistemleri aynı fonksiyonu yerine getirirler. Talaşlı imalat esnasında parçanın desteklenmesi, hareketsiz biçimde tutulması ve istenen işleme doğruluğunun sağlanması, her iki sistemin de ortak amacıdır. Dolayısı ile, bu sistemlerden hangisinin seçileceği, fonksiyonlarına göre değerlendirmeden başka bir de ekonomiklik kriterine göre değerlendirilir. Burada en önemli faktör; yapılan işin devamlılığıdır. Özellikle yüksek hacimli üretimlerde klasik aparat sistemleri daha uygundur; küçük partilerden oluşan değişken parça geometrili üretimlerde ise modüler aparat sistemleri daha uygun olmaktadır (CARR LANE, 1991).



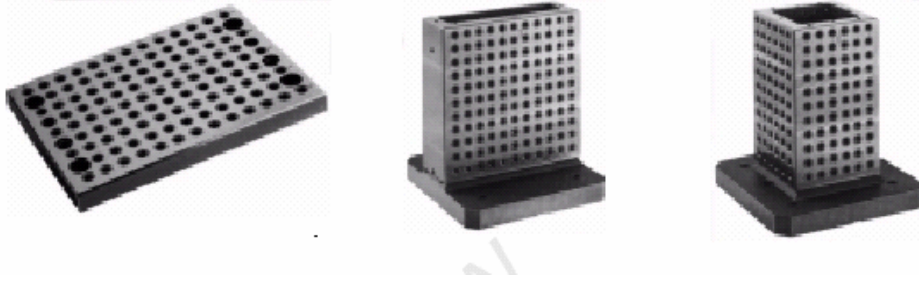
Şekil 3.2 : Aparat sistemi seçim kriteri (CARR LANE, 1991)

Ayrıca tasarımdan üretime giden aşamalarda parçanın prototipi oluşturulurken modüler aparat sistemleri kullanmak uygun olur. Böylece her parça değişikliğinde o parça için aparat tasarlanmayıp mevcut modüler aparat elemanları kullanılarak daha

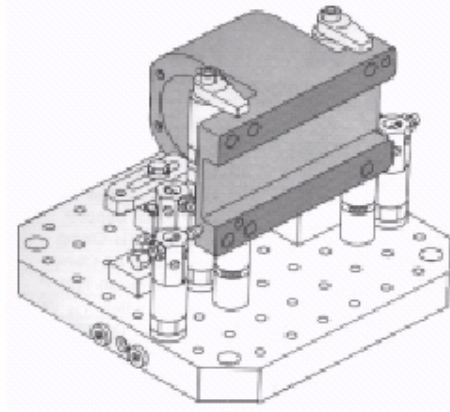
kısa zamanda imalata geçilir. Klasik aparat tasarımında tasarımcının tecrübesine olan bağlılık modüler aparat sistemlerinde büyük ölçüde ortadan kalkmıştır.

Modüler aparat sistemleri yeni olmayıp, 1940' lı yıllarda İngiltere ve daha sonra ABD' de ortaya çıkmıştır ve bugün Avrupa'da işleme merkezlerinin yarısından fazlasında modüler aparat elemanları kullanılmaktadır. Klasik aparat sistemlerinde tecrübeli elemanlara olan ihtiyaç, modüler aparat elemanlarında azalmıştır. Az bir eğitimle bir kullanıcı yeni bir aparat sisteminin montajını 2-4 saatlik bir zaman aralığında gerçekleştirebilir (MILLER, 1988, CARR LANE, 1991). Halden Modüler Aparat Sistemleri firması modüler aparatlar ile yapılan montaja harcanan zamanı 100 saatten 1.5 saate kadar indirmeyi başarmıştır (LIN ve HUANG, 1997). İlk yatırım maliyeti modüler aparat sistemlerinde fazla olmakla beraber takip eden işlerde bu maliyet geri kazanılır. Başlangıç modüler aparat setleri 10000-15000 \$ arasındadır. İhtiyaca göre eleman sayısı belirlenmelidir. Tasarımı değişen veya yeni parçalarda hep aynı modüler aparat elemanları kullanılacağından bu elemanların depolanması sorunu da yoktur (MILLER, 1988). Modüler aparat elemanları 4 farklı kategoride incelenebilir. Bunlar alt tabla, destek, dayama ve bağlama elemanlarıdır (DADI ve diğ. 1997, LIN ve YANG, 1995, NGOI ve LEOW, 1994).

Alt tabla elemanı: T kanallı veya delik-matris tipinde olabilir. Fonksiyonel açıdan aralarında fark olmayıp montaj işlemleri farklıdır. Ayrıca delik-matris alt tabla elemanlarının yerleştirme hassasiyeti daha yüksektir. Bu yüzden delik-matris tipi modüler elemanlar daha fazla kullanım alanı bulmuştur. Alta tabla elemanlarının seçimi; parça büyüklüğüne ve şekline, işleme şekline ve tezgah tipine bağlıdır. Yatay veya dikey işleme tezgahı seçimine göre alt tabla elemanı seçilir. Şekil 3.3'de 3 farklı tipte alt tabla elemanları görülmektedir.



Şekil 3.3 : Farklı alt tabla elemanları (KIPA modüler aparat katalogu)



Şekil 3.4 : İş parçasının modüler aparatlarla bağlantısı (KIPA modüler aparat katalogu)

Alt tabla elemanları tezgaha bağlanır. Daha sonra modüler aparat elemanları ile iş parçası bu alt tabla üzerinde yerleştirme kurallarına uygun olarak bağlanır. Şekil 3.4’te bir iş parçasının modüler aparatlarla bağlanmış resmi görülmektedir.

Destek elemanları: Bu elemanlar parçanın alt yüzeyine yerleştirilirler. Parçanın kendi ağırlığından, bağlama kuvvetlerinden, ve kesme kuvvetlerinden dolayı parça üzerinde oluşacak deformasyonları en aza indirmek için kullanılırlar (NGOI ve LEOW, 1994).



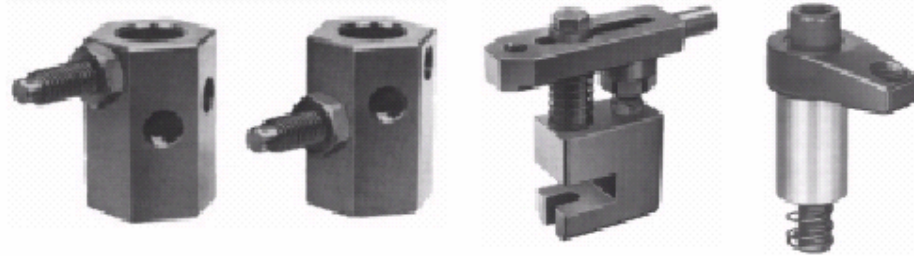
Şekil 3.5 : Destek elemanları (KIPA modüler aparat katalogu)

Dayama elemanları: İş parçasının pozisyonunu sabitlemek ve statik dengesini sağlamak görevini üstlenirler. Parça yan yüzeylerine yerleştirilirler.



Şekil 3.6 : Dayama elemanları (KIPP modüler aparat katalogu)

Bağlama elemanları: Bağlama elemanları yan ve üst yüzeyden iş parçasını sıkıştırarak, iş parçasının destek ve dayama elemanları ile temasını sağlarlar. Yatay (yan yüzey) ve düşey (üst yüzey) bağlama elemanları olmak üzere 2 tipte kullanılırlar.

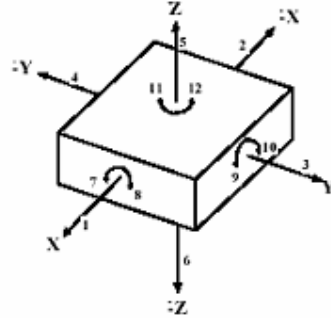


Şekil 3.7 : Yatay ve düşey bağlama elemanları (KIPP modüler aparat katalogu)

Bu temel elemanlara ek olarak yardımcı elemanlarda kullanılır. Bunlar yükseltme, uzatma ve farklı tipte yerleşirime elemanlarıdır.

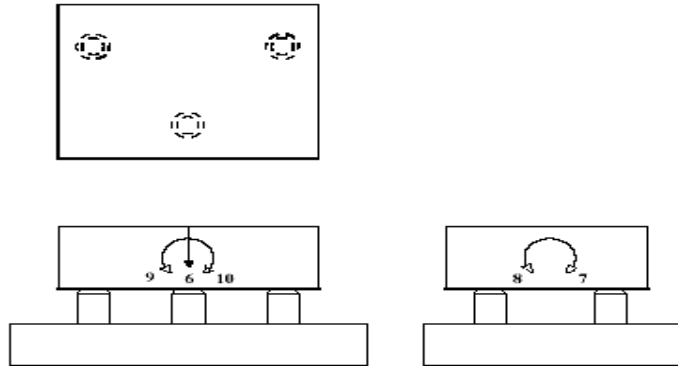
3.2. Yerleştirme Kuralları

Bağlama aparatlarının temel görevleri, iş parçasının istenen pozisyonda yerleştirilmesi ve sabitlenmesi, statik dengesinin sağlanması ve tasarımda istenen boyut ve toleransların işleme sonunda elde edilmesidir (WARRINGTON, 1997). İş parçasının uygun bir şekilde yerleştirilmesini sağlamak için yerleştirme kavramı üzerinde durmak gerekir. Uzayda herhangi bir parça sonsuz sayıda hareket kabiliyetine sahiptir. Bununla beraber aparat yerleştirme kavramında, yerleştirme kavramının basitleştirilmesi için bu hareket yönleri kartezyen koordinat sisteminde 12 serbestlik derecesine indirgenebilir (Şekil 3.8.).



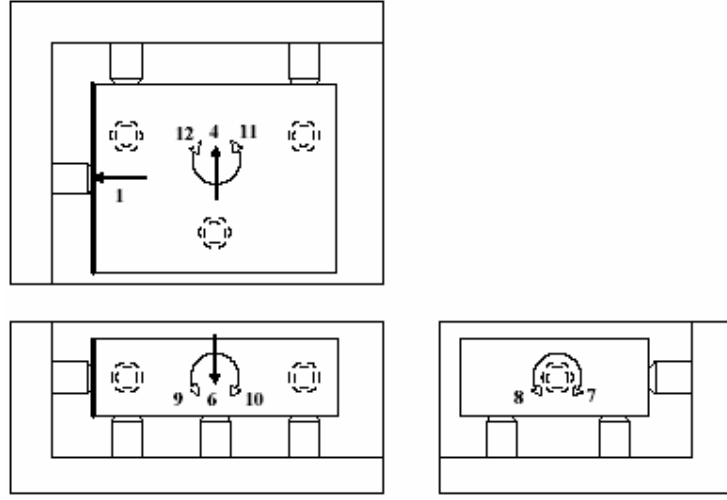
Şekil 3.8 : 12 Serbestlik Derecesi

Kartezyen koordinat sisteminde bu serbestlik dereceleri parçanın xyz eksen takımı ile ilişkilidir. 3 ekseninde 12 serbestlik derecesi olduğuna göre, her ekseninde 4 serbestlik derecesi mevcuttur. Bu serbestlik derecesi öteleme ve dönme olarak ikiye ayrılabilir. Her bir ekseninde farklı 2 öteleme, 2 de dönme hareketi tanımlıdır. Sabitlenmemiş bir iş parçasının 12 serbestlik derecesine sahip olduğu kabul edilir. İş parçasının sabitlenmesi için bu 12 serbestlik derecesinin yok edilmesi gerekir. Bunun için değişik yöntemler mevcuttur, ancak en yaygın kullanılan metot 3-2-1 yerleştirme metodudur ve prizmatik parçalar için uygundur. Bu metotta parça üzerinde birinci, ikinci ve üçüncü referans yüzeyleri seçilerek 1. referans yüzeyine 3 destek elemanı konur (Şekil 3.9). 3 nokta bir düzlem tanımlar ve bu 3 nokta parçanın düşey ekseninde yerleştirilmesini sağlar.

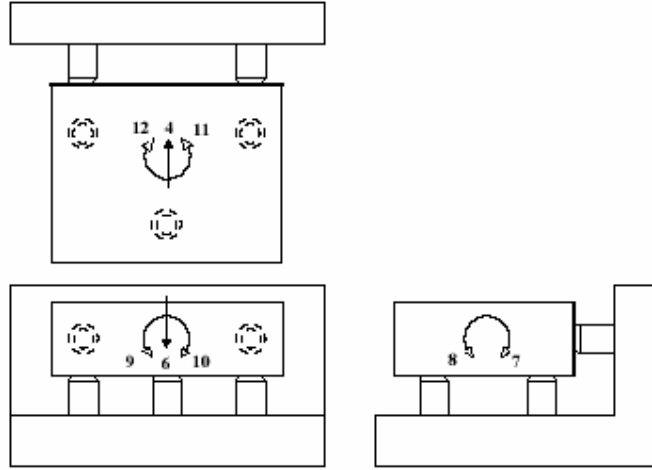


Şekil 3.9 : Birinci referans yüzeyine dayama

Şekil 3.9.'da görüldüğü gibi 3 nokta üzerine yerleştirme sonunda parçanın 5 serbestlik derecesi sıfırlanmış olur (6, 7, 8, 9, 10). İkinci referans yüzeyine ise 2 dayama elemanı konur. Böylece 3 serbestlik derecesi daha sıfırlanmış olur (4, 11, 12) (Şekil 3.10.). Son olarak üçüncü referans yüzeyine ise 1 dayama elemanı konarak 1 serbestlik derecesi daha sıfırlanır (1) (Şekil 3.11.). Geriye kalan 3 serbestlik derecesi ise (2, 3, 5), uygun bağlama elemanları ile sıfırlanarak parça hareketsiz hale getirilir (CARR LANE, 1991).



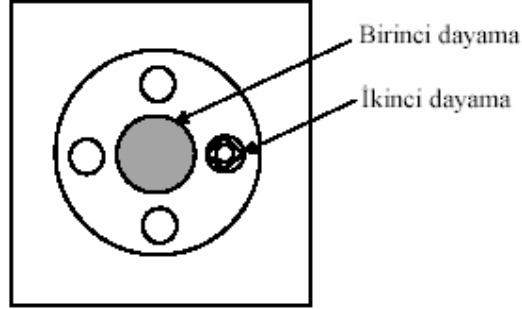
Şekil 3.10 : İkinci referans yüzeyine dayama



Şekil 3.11 : Üçüncü referans yüzeyine dayama

Diğer bir yerleştirme metodu ise iki veya daha fazla deliğe sahip parçalarda kullanılan yöntemdir. Burada parça düzlem bir tabla üzerine konarak iki sabitleme elemanı ile parçanın tamamen yerleştirilmesi sağlanır. Birinci yerleştirme elemanı

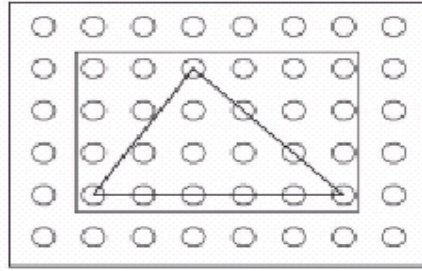
parça merkezindeki deliğe yerleştirilerek 3 serbestlik derecesi sıfırlanır. İkinci sabitleme pimi ile toplam 11 serbestlik derecesi sıfırlanmış olur. Kalan 1 serbestlik derecesi ise bağlama elemanı ile yok edilerek parça hareketsiz hale getirilir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 : İki veya daha fazla delikli parçanın yerleştirilmesi örneği (CARR LANE, 1991)

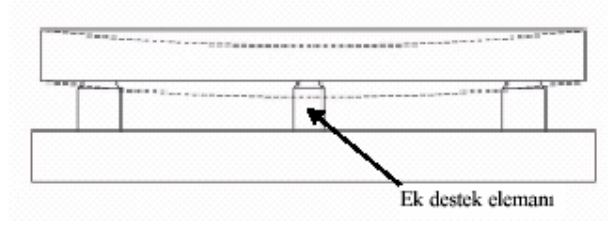
3.3. Destek, Dayama ve Bağlama Elemanları Yerleştirme Prensipleri

3-2-1 yönteminde iş parçasının sabitlenmesi için ilk önce destek ve dayama yüzyelerinin seçilmesi gerekir. 3 destek elemanının konacağı yüzey parçanın alt yüzeyi olmalıdır. Bu üç eleman, parçanın statik dengesi açısından oluşturdukları alan maksimum olacak şekilde yerleştirilmelidir (Şekil 3.13).



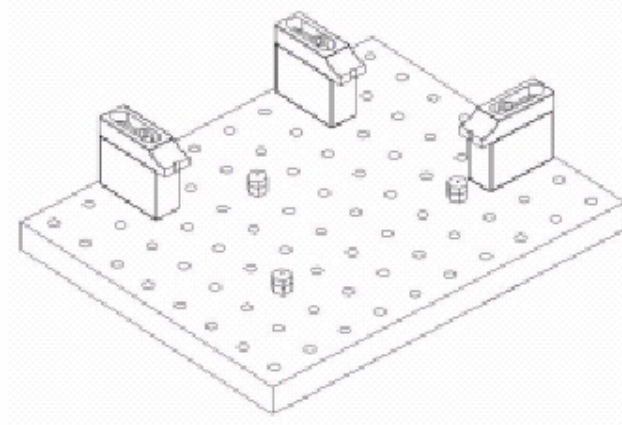
Şekil 3.13 : Destek elemanlarının yerleştirilmesi

Ayrıca parçanın ağırlık merkezinin bu üçgenin içinden geçmesi denge açısından gereklidir. Eğer parça alt yüzey alanı büyükse, deformasyona uğrayacak bölgelere ek destek elemanları konabilir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 : Ek destek elemanı kullanılması

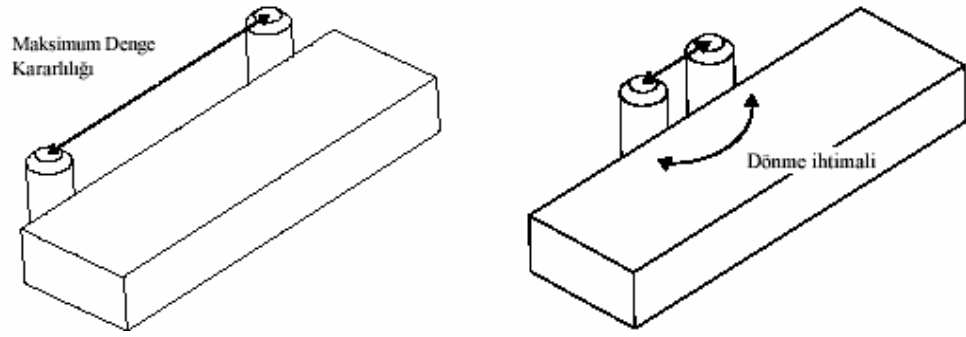
İki dayama elemanının konacağı dayama yüzeyi, statik denge açısından parça yan yüzeylerinden (alt destek yüzeyine dik) uzun kenara sahip olan yüzeylerden seçilmelidir. İki dayama elemanı bu yüzey üzerine konumlandırılır. Üçüncü dayama yüzeyi ise ikinci dayama yüzeyine dik yüzeylerden birisi seçilir ve bir dayama elemanı üzerine konumlandırılır. Şekil 3.15.'te destek ve dayama yüzeyleri seçildikten sonra alt tabla üzerine montajı yapılmış modüler aparat elemanları görülmektedir.



Şekil 3.15 : Modüler destek ve dayama elemanları

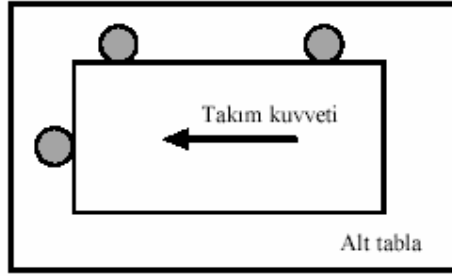
Dayama elemanlarının uygun bir şekilde yerleştirilmesi ile parçanın istenen hassasiyette işlenmesi gerçekleştirilir. Ayrıca bu aparatla işlenecek tüm iş parçalarının aynı işleme hassasiyetinde olması sağlanır. Genel olarak dayama elemanları yerleştirme prensipleri şu şekilde özetlenebilir; Referans yüzeyleri rijit, düz ve büyük alana sahip olmalıdır ve dayama elemanları mümkün olduğunca birbirinden uzak konumlandırılmalıdır.

Parçanın geometrisine göre, dayama elemanları arasındaki uzaklık fazla ise işleme esnasında yüksek deformasyonlar olabilir, eğer mesafe az ise bu kez parçanın dengesi bozulabilir. Parçanın uzunluğuna göre uygun bir yer tespit edilmelidir.



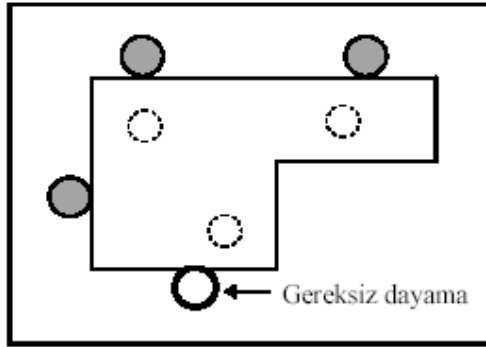
Şekil 3.16 : Dayama elemanları arasındaki mesafe miktarı (CARR LANE, 1991)

Dayama elemanları takım kuvvetlerine karşı gelecek şekilde konumlandırılmalıdır(Şekil 3.17). Böylece deformasyonlar azaltılabilir.



Şekil 3.17 : Dayama elemanları takım kuvvetlerine zıt yönde yerleştirme (PACHECO, 1993)

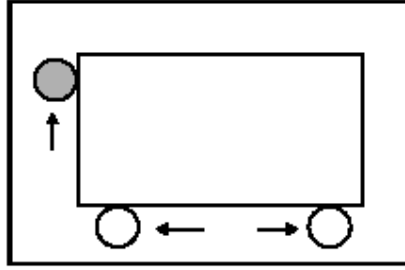
6'dan fazla dayama elemanı kullanılması durumunda yerleşimde belirsizlik (redundancy) oluşacağı için parça düzgün olarak yerleştirilemeyeceğinden kaymalar oluşabilir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 : Yerleştirmede belirsizlik içeren konfigürasyon

6 dayama elemanı mümkün olduğunca geniş bir alanı kapsayacak şekilde yerleştirilmelidir. Böylece parça dengesi daha kolay sağlanabilir. Dayama elemanları işlenmiş düzgün yüzeyler üzerine konumlandırılmalıdır. Dayama elemanları mümkün olduğunca aynı yükseklikte bulunmalıdır. Kesme kuvvetlerinden dolayı oluşacak deformasyonlar bu sayede azaltılabilir.

Denge açısından 3. referans yüzeyine konacak dayama elemanı, 2. dayama yüzeyinin uzak köşesine konulmalıdır (Şekil 3.19)



Şekil 3.19 : Üçüncü dayama elemanı yerleşim örneği (JENG ve GILL, 1997)

Kesici takım ile dayama elemanları kesişmeyecek şekilde yerleştirme işlemi yapılmalıdır. Parça işleme ve yerleştirme hassasiyeti açısından destek ve dayama elemanları aparat tasarımında önemli bir yere sahip olmakla birlikte; bağlama elemanları da işleme, montaj ve kontrol sırasında parçanın istenen pozisyonda kalmasını sağlamaları açısından önemlidir. Bağlama elemanlarının parça üzerine doğru şekilde uygulanması ile iş parçasının istenen işleme hassasiyeti elde edilir. İşleme esnasında oluşan kesme kuvvetleri ve aparat bağlama kuvvetleri, bağlama elemanı seçiminde ve uygulanmasında göz önüne alınmalıdır. Bağlama elemanlarının temel fonksiyonu, iş parçasının destek ve dayama elemanları ile olan temasını işleme boyunca sağlamaktır. Yan yüzeylere ve üst yüzeye konumlandırılır. İşleme esnasında, iş parçasının dayama ve destek elemanları ile devamlı temasta olması ve ayrılmaması işleme hassasiyeti açısından son derece önemlidir. Bu yüzden bağlama elemanlarının ve iş parçası üzerindeki konumlarının dikkatle seçilmesi gerekir ve mümkünse takım kuvvetlerine karşı gelecek şekilde konulmamalıdır. Bağlama elemanları parça üzerine konumlandırılırken en uygun bölge olarak iş parçasının rijit bölgeleri seçilmelidir. Böylece bağlama esnasında deformasyon ihtimali azalır. Eğer bu şekilde uygun bir yer bulunamazsa ek destek elemanı kullanılarak bu bölgenin rijitliği artırılmalı ondan sonra bu bölgeye bağlama elemanı

tatbik edilmelidir. Bağlama elemanlarını yerleştirirken diğer önemli bir nokta ise, takım ile keşişmeme şartıdır. Takımın işleme esnasında paręa üzerinde bulunacağı yerlere veya yakın bölgelere bağlama elemanı konulmamalıdır. Bu elemanların yüksekliği mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Ayrıca bağlama esnasında uygulanacak yüksek bağlama kuvvetleri paręa üzerine geçici deformasyona sebep olur, paręa aparatlardan söküldükten sonra eski haline döner ve istenen işleme toleransları elde edilemez. Bağlama kuvvetlerinin büyüklüğü, kesme kuvvetlerine, paręa geometrisine ve tecrübeye bağlıdır. Bağlama sırasında dikkate edilecek noktalar şu şekilde özetlenebilir; Doğrudan destek elemanlarının üzerine, alt tabla elemanına paralel veya dik yüzeyler üzerine uygulanmalıdır. Bağlama kuvveti paręayı destek ve dayama elemanlarından ayırmayacak şekilde minimum değerde olmalıdır. Paręanın sökülmesi ve tekrar takılması işlemlerinin kolaylaştıracak şekilde yerleştirilmelidir. Bağlama kuvvetleri, paręanın tüm dayama ve destek elemanları ile temasını sağlayacak şekilde uygulanmalıdır. İşlenecek yüzeyler üzerine bağlama elemanı gelmemelidir. Önceden işlenmiş yüzeyler üzerine mümkün ise bağlama elemanı konulmamalıdır.

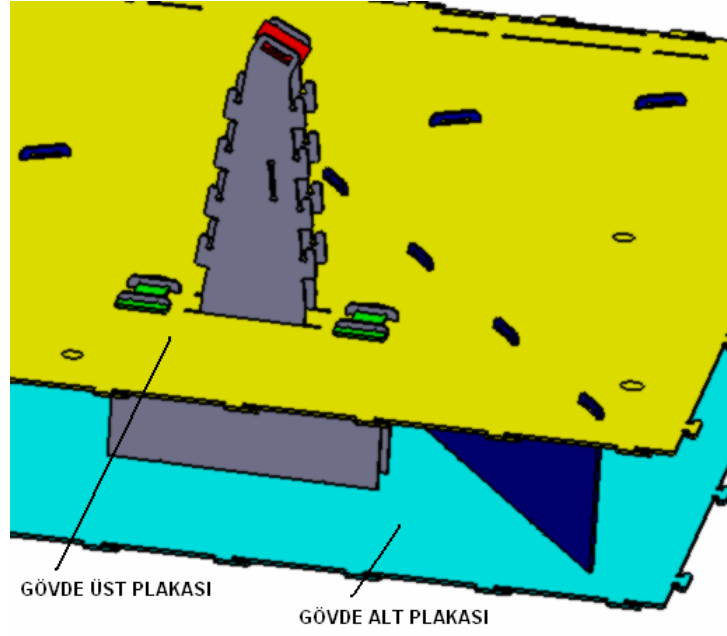
4. GEÇME SAC YÖNTEMİ İLE ÖLÇME FIKSTÜRÜ TASARIM VE İMALATI

Önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi, modüler fikstür sistemleri tasarım ve imalat süreleri bakımından verimli olmakla beraber her türlü fikstür ihtiyacına ve imalat sayısına cevap verebilecek durumda değildir. Amaç az sayıda, devamlılığı olmayan işler için tekrar kullanılabilir elemanlardan basit yapılar oluşturmaktır. Oysa otomotivde bir modelin imalatı devam ettikçe kullanılan ölçme ve kaynak fikstürlerinde de gerek maliyet gerekse zaman kısıtları nedeniyle benzer basit yapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Geçme sac yöntemiyle ölçme fikstürü fikri de bu eksikliğin görülmesinden doğmuştur. Standart yöntemlerle ortalama bir kapı sacı için tasarım ve imalat süresi için aylardan bahsedilirken önerilen yöntem ile tasarım ve imalat süresi iki haftaya kadar düşmüştür.

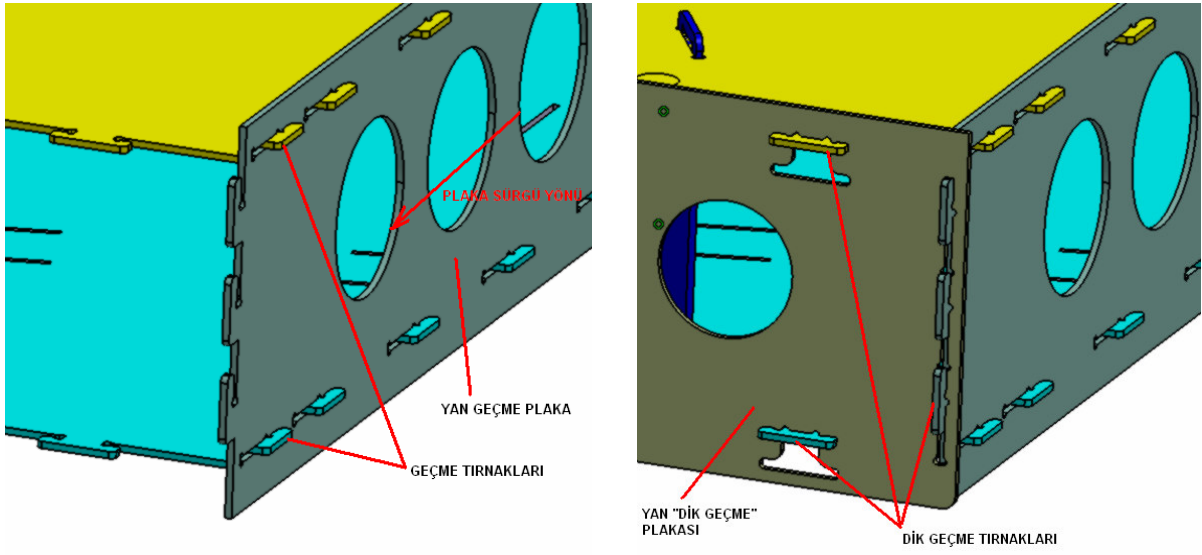
4.1 Yöntemin Tanımı

Yöntem, sac plakaların birbirine geçmesiyle oluşan bir taşıyıcı gövde, ve bu gövdenin içine yine geçme yöntemiyle bağlanabilen ve üst kısımda gerekli referans noktalarını oluşturan ünitelerden (Şekil 4.1) oluşmaktadır. Geçmeler farklı parçalar için yatay ve dikey düzlemde yapıp bu şekilde kendinden kilitlemeli bir sistem oluşturulmaktadır. (Şekil 4.2)

Yöntemle fikstür tasarımına başlamadan önce parça ya da montaj grubunun gerekli referans noktaları (delikler ve dayama yüzeyleri) birer eksen takımı yardımıyla belirlenmelidir. Bu eksen takımları delik ya da dayama referansı merkezlerindeki yüzeye dik doğrultuları tanımlamalıdır. Fikstür imalatında tezgah işçiliğinin hem süre hem de maliyet bakımından mümkün olduğunca az kullanılması hedeflendiğinden parçalara dokunan ve referans görevi yapan pim ya da sondaların belirtilen eksene paralel olmaları ünite üzerindeki plaka yüzeylerinin açılı işlenmesi değil, ünitelerin yapısında öngörülen belli açılarının değiştirilmesi ile sağlanmaktadır.

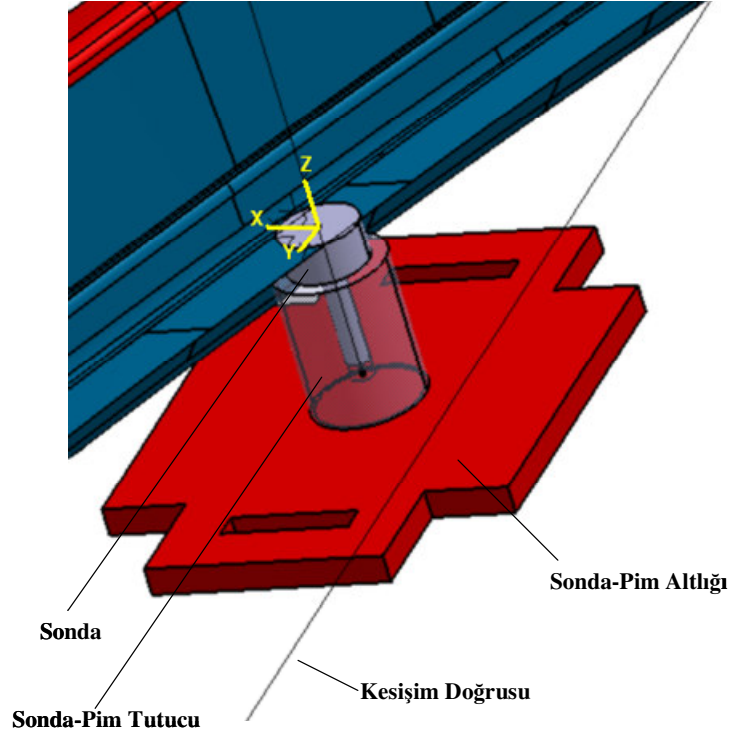


Şekil 4.1 : Geçme gövde üzerindeki ünitelerin yapısı

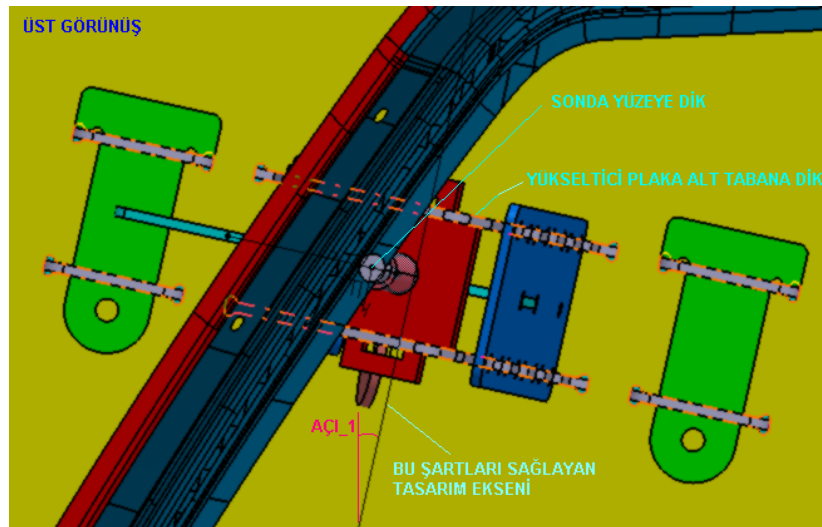


Şekil 4.2 : Sacların geçme yöntemi ile gövde haline getirilmesi

Bu açıların tespiti için referans noktalarında çizilen yüzeye dik eksenlerden faydalanarak yüzey teğet düzlemleri oluşturulur (Şekil 4.3). Teğet düzlem ile fikstürün öngörülen taban düzlemi kesiştirildiğinde elde edilen doğru (Şekil 4.3), ünitenin fikstür taban düzleminde yapması gereken açıyı (Şekil 4.4) verir.



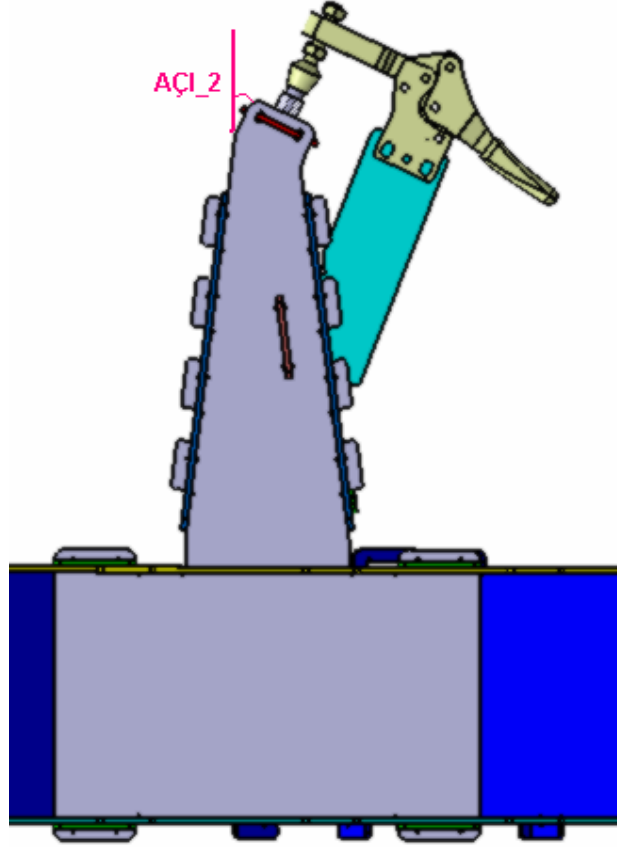
Şekil 4.3 : Referans noktasında kullanılacak açılar belirlenmesi ve tasarıma başlanması



Şekil 4.4 : Fikstür düzleminde ünite tasarım açılarının bulunması.

Bu açıda yapılan ünite tasarımı hem bahsedildiği gibi sondanın yüzeye dik olmasını sağlayacak hem de geçme sistemi gereği ünitelerin yükseltici ayaklarının fikstür düzlemine dik olmaları sağlanacaktır.

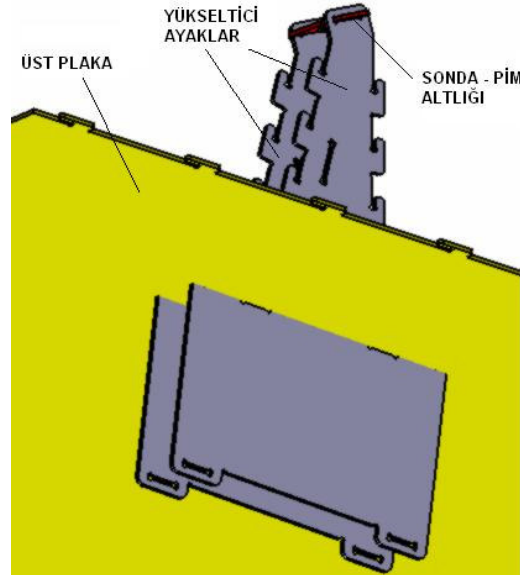
Referans noktasına dik yaklaşmak için kullanılacak diğer değişken ise ünitenin üzerindeki sonda altlığı bağlantı kısmının fikstür taban düzlemine olan açısıdır. (Şekil 4.5)



Şekil 4.5 : Ünite üzerindeki tasarım açılarının bulunması.

Fikstür düzlemi, gövde alt ve üst plaka yükseklikleri ve tasarım açıları belirlendikten sonra tasarıma başlanır. Öncelikle Şekil 4.3’ de belirtildiği gibi referans noktasının merkezine çakıştırılacak ve yüzeye dik olacak şekilde sonda yerleştirilir. Sonda, standart ölçülerde hazırlanmış, alt kısmından yine standart olarak imal edilebilen bir “sonda - pim tutucuya” vidalı bağlanan bir referans dayama elemanıdır. Sonda yerleştirildikten sonra “sonda tutucusu” ve bunun da altına ünitenin ayakları ile bağlantıyı sağlayacak altlık belirlenen açılarda yerleştirilir. (Açı _1, Açı_2)

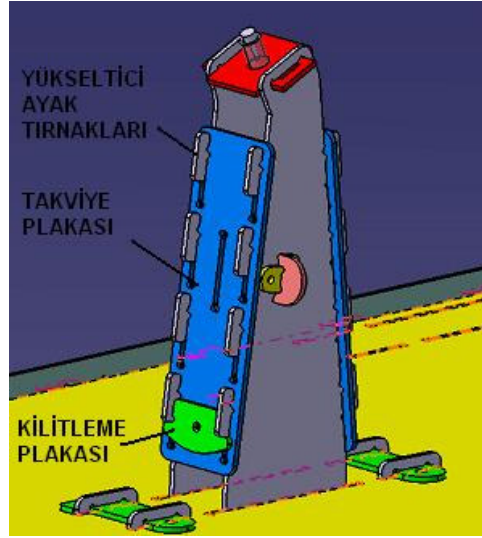
Ünitelerin taşıyıcı elemanları olan yükseltici ayaklar üst kısımdan sonda pim altlığının kenarlarına geçecek ve bu kenarlardaki boşaltmalardan geçirilecek kilitleme plakalarıyla sabitlenecek şekilde tasarlanırlar. (Şekil 4.6) Bu yükseltici kenarlarına, yüksekliğe bağlı olarak sayısı değişebilecek şekilde tırnaklar eklenir. Bu tırnaklar yükseltici ayakların birbirine bağlanıp stabil bir yapı oluşturabilmeleri amacıyla üzerinde tırnaklara geçecek boşluklar bulunan bir takviye plakasının (Şekil 4.7) bağlanması amacıyla yapılır. Takviye plakası bu tırnaklara geçirildikten sonra alt kısımda tırnaklara dayanan, takviye plakasına ise vidalı bağlanan bir kilitleme plakası yardımıyla sabitlenir. Yükseltici ayakların alt kısmında ise gövde alt ve üst plakalarına sabitleme yapılabilmesi amacıyla standart ölçü ve mesafelerde kulaklar ve bu kulaklar üzerinde boşaltmalar yapılır. Daha sonra bu boşaltmalardan gövde plakalarına sıkı geçecek şekilde küçük kilitleme plakaları yapılarak yükseltici ayakların gövdeye sabitlenmesi sağlanır. Kilitleme plakalarının çıkmasını engellemek amacıyla bu plakalar ile gövde alt ve üst plakaları arasında vidalı bağlantı yapılabilir.



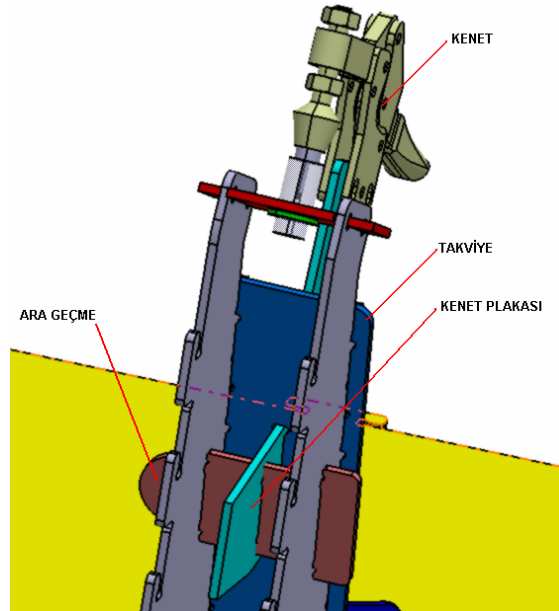
Şekil 4.6 : Yükseltici ayak tasarımı.

Bu üniteler üzerinde aynı zamanda parçanın fikstür üzerinde sabit kalmasını sağlayacak kenetlerin de bağlanması gerekmektedir. Kenetler de yine yükseltici ayak üzerine ilave edilecek plakalar ile gerçekleştirilebilir. (Şekil 4.8) Bunun için karşılıklı iki takviye sacından geçen ve ortasında kilitleme için boşaltma bulunan kenet plakası

tasarlanır. (Şekil 4.8) Kenet plakasının kilitlemesi ise yükseltici ayakların bir tarafından girerek kenet plakasının ortasından geçip kilitlenmesini sağlayan, karşı taraftaki yükseltici ayaktan dışarı çıkan bir ara geçme plakası ile sağlanır. (Şekil 4.8) Bu ara geçme plakasının dar olan ucuna bir standart boşaltma yapılarak buraya kilitleme plakası geçirilir. Böylece kenetin gövde üzerine sabitlendiği bir yapı elde edilmiş olur.

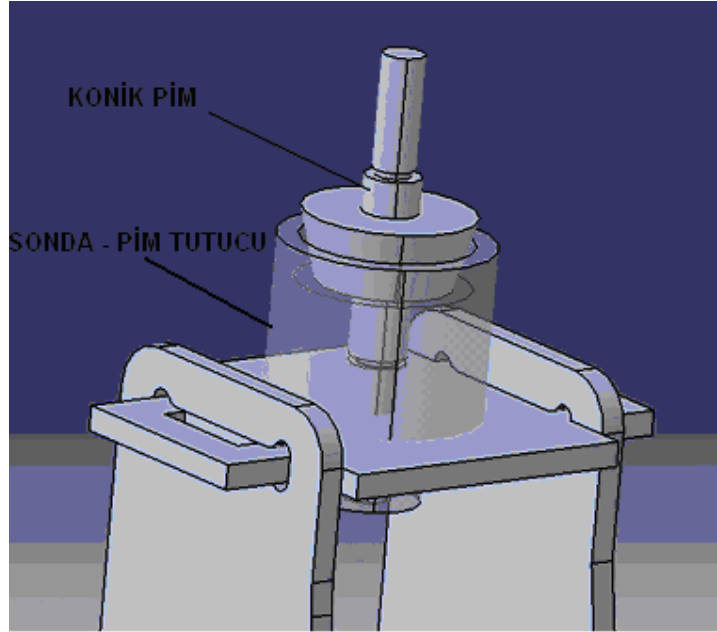


Şekil 4.7 : Takviye plakasının bağlanması



Şekil 4.8 : Yükseltici ayak üzerine kenet bağlanması

Daha önce tanımlanmış olan referans noktalarının gerektirdiği bütün üniteler belirtilen yöntemle tasarlanır. Pim kullanılması gereken noktalarda sadece sonda yerine delik çapına göre standart ebatlarda olan konik bir pim tasarlanır, tutucu da buna göre uygun hale getirilir. (Şekil 9)

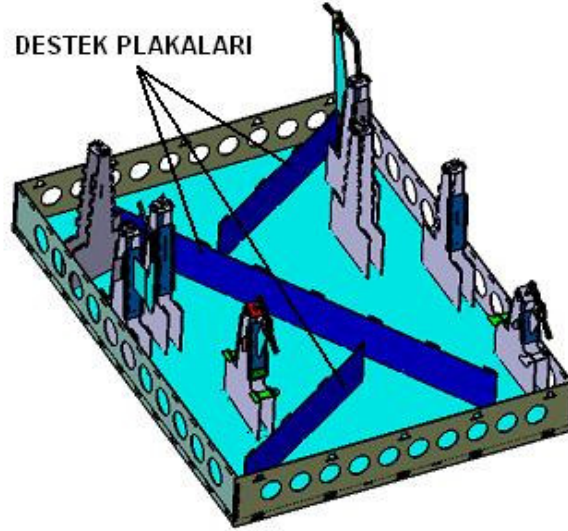


Şekil 4.9 : Referans pimi uygulaması

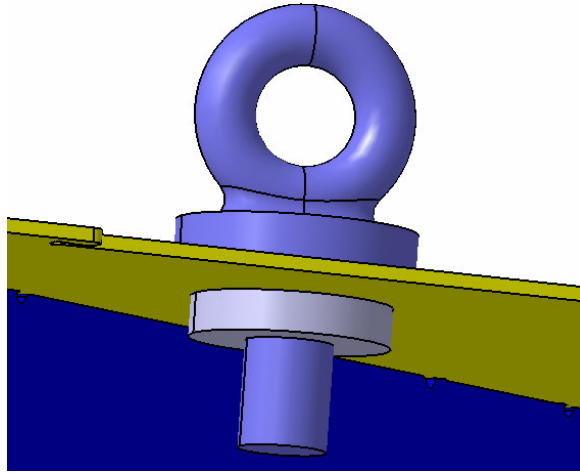
Bu aşamadan sonra gövdenin ebatları da ortaya çıkmıştır. Yükseklikleri daha önce belirlenmiş olan gövde alt ve üst plakalarının daha önce tarif edilen kenar geçme tırnakları ve boşaltmaları yapılır. (Şekil 4.2) Fikstür boyutuna göre gövdenin esnemesini engellemek amacıyla alt ve üst plakalar arasına takviye plakalar koymak gerekebilmektedir. Ünitelerden kalan boşluklara yine geçme sistemi ile takılıp kilitleme plakası vasıtasıyla gövde üst plakasına sabitlenecek şekilde tasarlanırlar. (Şekil 4.10)

Fikstür ile bilgisayar destekli ölçme tezgahında ölçme yapılabilmesi için, parçanın araç koordinatlarındaki konumuna göre referanslanabilmesi gerekmektedir. Araç koordinatları sisteme fikstür üzerindeki koordinatları bilinen üç noktanın tanıtılması ile gerçekleştirilir. Bu üç nokta merkez koordinat değerleri referans alınan kürelerle ya da plaka üzerine açılacak hassas deliklerle sağlanabilir. Önerilen fikstür sisteminde gövde üst plakası üzerine köşegenlerde delinen üç delikle koordinat çıkartma işlemi yapılır. (Şekil 4.11)

Gövde üzerinde ihtiyaç duyulan bir diğer eleman ise taşıma halkalarıdır. Fikstürün saklama alanından ölçme tezgahına taşınabilmesi için bu halkalara ihtiyaç vardır. Alt kısmına dış açılmış olan taşıma halkası, gövde üst plakasının üst kısmında geçirilerek alt kısımdan bir somun vasıtasıyla sabitlenir. (Şekil 4.11)



Şekil 4.10 : Destek plakaları

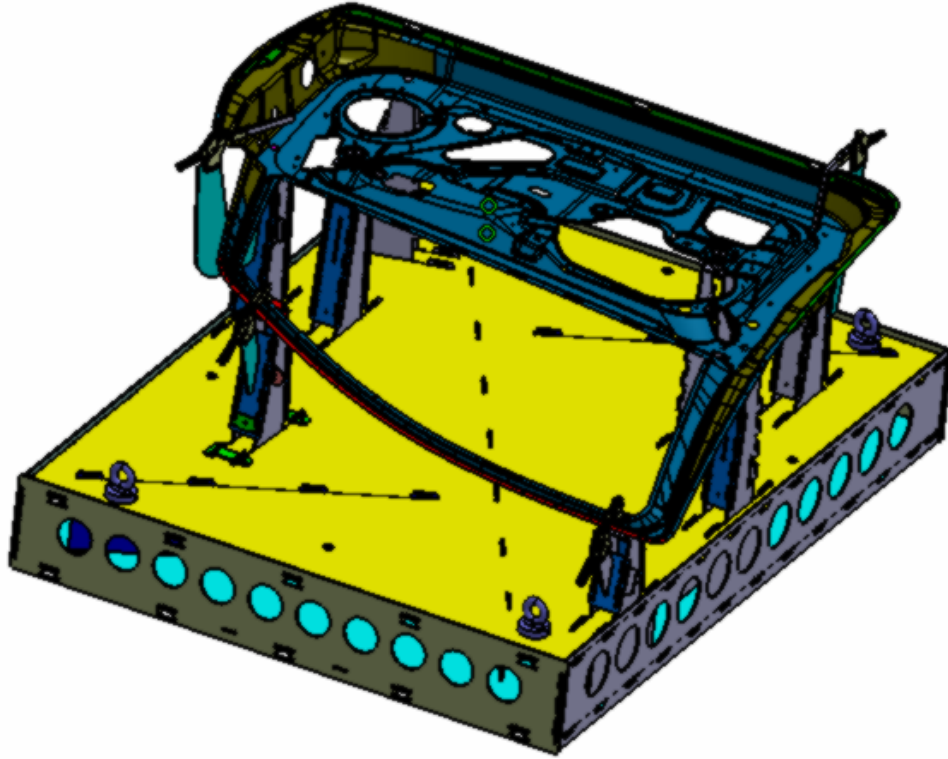


Şekil 4.11 : Taşıma halkası

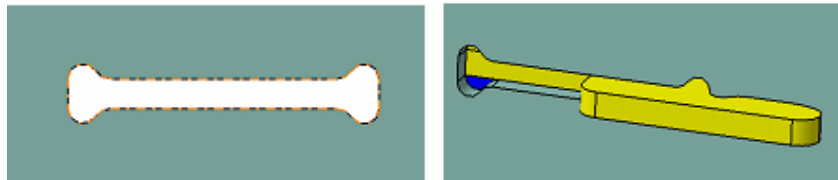
4.2 Geçme Sac Yöntemi ile Fikstür İmalatı

Tasarımı bu şekilde tamamlanan fikstürün (Şekil 4.12) imalatı için bütün plakaların iki boyutlu resimleri oluşturulur. Bu işçiliğin mümkün olduğunca azaltılabilmesi için

kilitleme ve takviye plakaları standart boyutlardaki elemanlardan oluşturulmuştur. İki boyuta aktarılmış plaka konturları lazer tezgahında kullanılmak üzere CAM programlarına dönüştürülür. Geçme plaka yönteminde konturlarda uygulanacak boşluk miktarları yapılan testlerle belirlenmiştir. Buna göre üç milimetre kalınlığındaki saclar kullanılarak yapılacak geçme sisteminde 0.085 mm. ofset verilmesinin hem geçme kolalığı hem de boşluk toleransları bakımından uygun olduğu görülmüştür. Aynı zamanda lazer kafasının bir kontura giriş ve çıkış noktalarında ve köşe dönüşlerde yaptığı yavaşlama nedeniyle plaka konturunda yanma ya da çapağa sebep olması sorunu da boşaltma köşelerinin yuvarlatılması ve lazer giriş çıkış noktalarının programda bu yuvarlatmalardan yapılması sayesinde aşılmıştır. (Şekil 4.13)



Şekil 4.12 : Geçme sac yöntemiyle tasarlanan kapı fikstürü



Şekil 4.13 : Boşaltma konturu ve tırnak geçişi

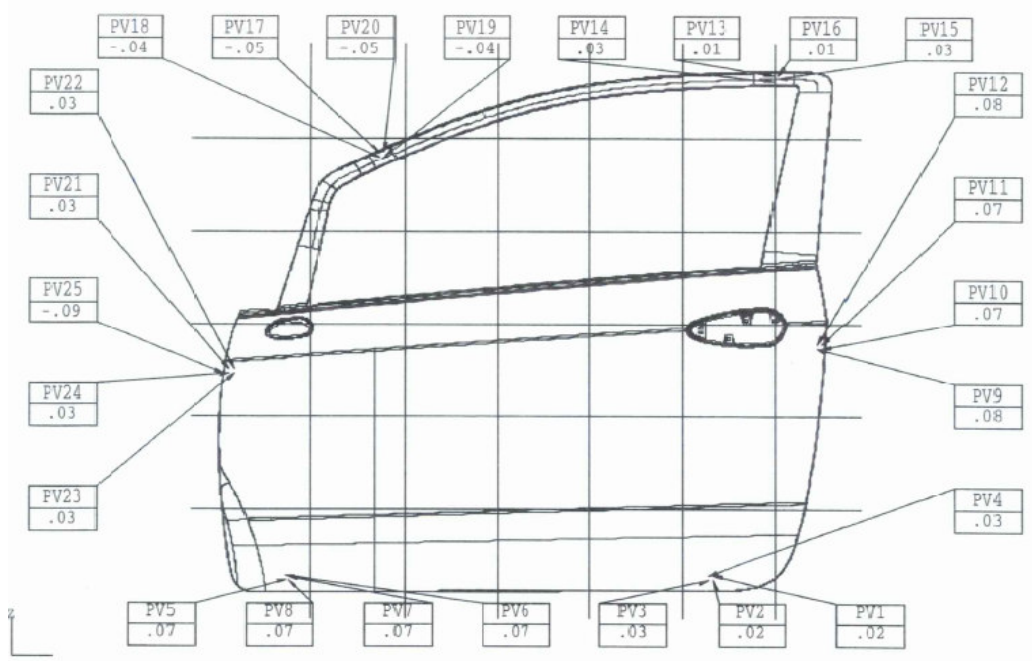
Lazer tezgahında kesilen plakaların montajında öncelikle yükseltici ayaklar ve sonda-pim altlığı birleştirilerek ünitelerin gövde üst ve alt plakalarında geçecek şekilde ana yapısı oluşturulmuş olur. Bütün üniteler bu şekilde geçirildikten sonra takviye ve kilit plakaları ile üniteler ve gövde sabitlenir, sonda-pim altlıkları takılır. Taşıma halkaları da geçirildikten sonra yan geçme plakaları da takılarak montaj işlemi tamamlanır. (Şekil 4.14)



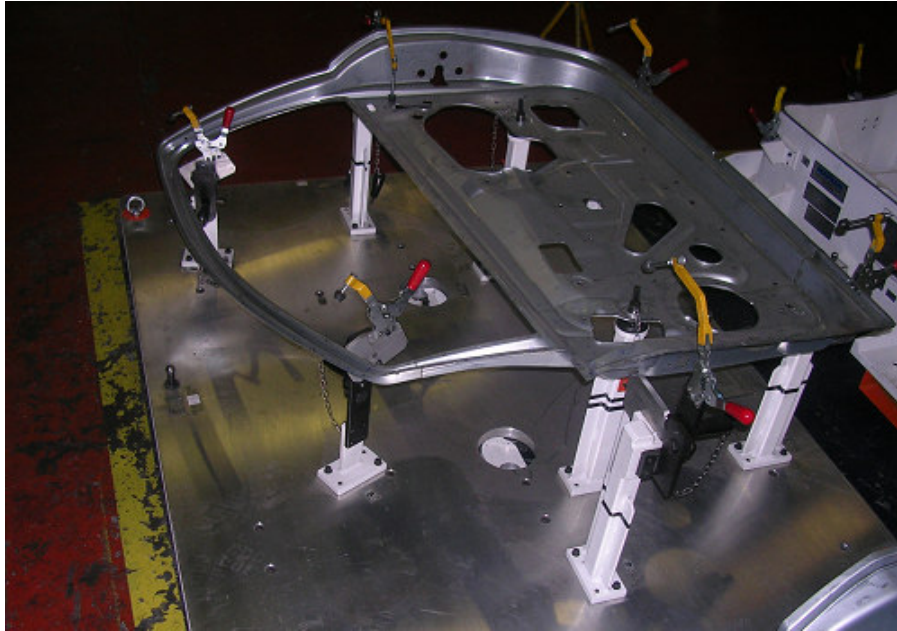
Şekil 4.14 : Geçme plakalardan imal edilmiş ölçme fikstürü

İmalatı tamamlanan fikstür üzerinde 6 aylık dönemde yapılan ölçmelerde ortalama 0.05 mm. sapmalara rastlanmıştır. (Şekil 4.15) Bu da sistemin uzun süreli kullanımlarda da rijitliğini kaybetmediği, plakalarda ölçüsel deformasyon olmadığı anlamına gelmektedir. Oysa hala kullanılmakta olan klasik fikstürlerde özellikle bütün ünitelerin bağlandığı alt plakanın iç gerilmelerden dolayı zamanla deformasyona uğraması en büyük sorunlardandır. Bunun çözümü için alüminyum döküm plakalar kullanılarak yaşlandırma, gerilme giderme gibi özel işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Bu çözüm ise maliyeti oldukça artırmaktadır.

Tasarımı 2.5 haftada tamamlanan geçme plaka ile fikstür yönteminde imalat 4 gün gibi bir sürede tamamlanabilmektedir. Oysa klasik yöntemde sadece alüminyum plakanın temin süresi 6 haftayı bulabilmektedir (Şekil 4.16). Plaka temini sonrası imalat ise 2 hafta sürmektedir. (Şekil 4.17) Maliyet bakımından incelendiğinde ise yeni yöntemde 3800 € olan maliyetin klasik yöntemle 9.000 € olarak gerçekleştiği görülmüştür.



Şekil 4.15 : Fikstür referans noktaları ölçüm raporu



Şekil 4.16 : Klasik yöntem ile imal edilen ölçme fikstürü

Tasarımda Catia V5 programında öğretme yöntemiyle otomasyon sağlayan “power copy” özelliğinin kullanılması ile referans noktası, noktanın bulunduğu yüzey, fikstür düzlemi, tırnak sayısı gibi parametreler girilerek ünite elemanlarının kısa sürede

tamamlanması sağlanabilmektedir. Böylece ilk tasarımda 2 hafta olan süre bu çalışmaların bitmesi ile 3 güne kadar düşebilmektedir.

	KLASİK YÖNTEM	GEÇME PLAKA YÖNTEMİ
TASARIM SÜRESİ	100 saat (2 HAFTA)	120 saat (2,5 HAFTA)
İMALAT SÜRESİ	2 HAFTA* (*Aluminyum plakanın temin süresi 4-6 haftayı bulabilmektedir)	LAZER KESME VE MONTAJ TOPLAM $\approx$ 35 h
MALZEME MALİYETİ	ALUMINYUM PLAKA (6086 T): 3000 € ÜNİTE & KENET : 2000 €	SAC PLAKA : 300 € KENET : 500 €
TOPLAM MALİYET	9.000 €	3.800 €
TOPLAM İMALAT SÜRESİ	8-10 HAFTA	3 HAFTA

Tablo 4.1 : Klasik yöntem ile yeni yöntemin karşılaştırması

5. LAZER KESME TEKNOLOJİSİ HAKKINDA GENEL BİLGİ

Lazer ışınının elde edilmesi kolaylaştıktan sonra uygulama alanları da artış göstermiştir. Mühendislikte kullanımı kaynak, kesme ve delme işlemleri şeklindedir. Lazerle yapılan üretim hem otomasyonu sağlamakta hem de üretim hatasını azaltmaktadır. Lazerin çeşitli tezgahlarda uygulanmasıyla üretim 24 saat yapılabilen, seri üretim sağlanmasıyla maliyet de azalmaktadır. Özellikle lazerle yapılan kesme işlemleriyle birçok kalıp ve aparatdan tasarruf sağlanmıştır. Bununla birlikte birçok makina kullanılmamakta, insan faktöründen kaynaklanan hatalarda azaltılmıştır.

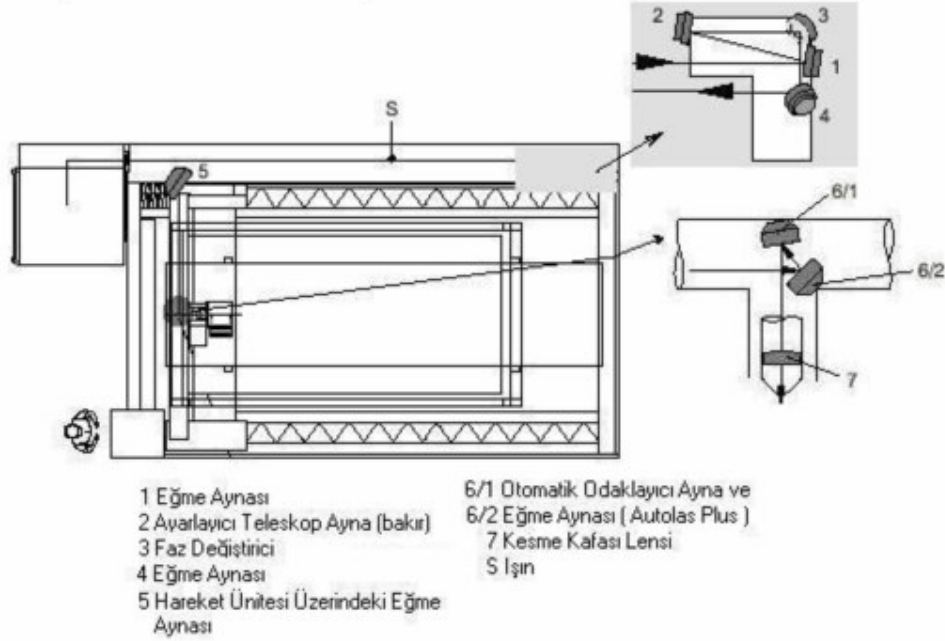
Çelik, nikel alaşımları, titanyum, krom, paslanmaz çelik, alüminyum ve alaşımları vb. malzemelerin kesme işlemleri yapılabilmektedir. Lazer kesmenin avantajları ise; kesme kalıp ve aparatı gerekmez, iş parçası kesme yüzeyi pürüzsüzdür, 0.012 inch'ten 2.125 inch'e kadar lazerle kesme yapılabilmektedir, daha ucuza maliyet sağlanmaktadır, küçük bir nokta şeklinde yüksek yoğunluklu lazer ışını oluşmaktadır ve ısınma bu yüksek enerjiye rağmen çok az gerçekleşmektedir.

Yapılan çeşitli programlar ile, üretim çok hızlanmakta, aynı kalınlıkta birçok parça aynı anda kesilebilmektedir. Böylece aynı yerde kullanılacak parçalar aynı anda takımlar halinde kesilebilmektedir.

5.1 Lazer Oluşumu ve Makinadaki İletimi

Karbondioksit lazer tezgahlarında lazer, karbondioksit gazına elektrik akımı verilerek oluşturulur. Bunun yanında kullanılan azot ve helyum gazı düşük verimde olan karbondioksit lazerine eklenerek verim %30 artırılmaktadır. Lazer karışım oranı $CO_2/N_2 = 0.81$, He ise » 1'dir. Lazer ışını tezgahın rezonatör bölümünde cam tüpler içinde 10m'ye yakın bir mesafe kateder. Bu tüplerden gaz geçerken iki ucu arasından elektrik akımı verilerek lazer oluşturulur. Daha sonra lazerin tezgah üzerinde izlemiş olduğu yol Şekil 5.1'de görülmektedir. Lazerin bir ışın olması sebebiyle aynalar

sayesinde yönleri değiştirilebilmektedir. En son olarak lazer ışını kesme kafasına gelmekte burada kesme işlemi yapılmaktadır. Lazer oluşumu için kullanılan gaz silindirlerinin makinaya mesafesi ise en fazla 10m kadar olmalıdır. Uygulama basıncı 6-10 bar'dır.



Şekil 5.1 : Lazer tezgahı üzerinde lazerin izlediği yol

Endüstriyel lazerlerin birçoğunda, lazer ışınının oluşabilmesi için özel gazların kullanılması gereklidir. Gazın kalitesi ve seçimi, lazerin güvenilirliğini ve işlemin verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Lazer gazları genellikle, yüksek saflıkta özel gazlardır. Lazer gazları, makinaya ayrı ayrı tüplerde ya da önceden belli oranlarda karıştırılmış olarak verilmektedir. Bu ön karıştırma ya da gazların ayrı tüplerde verilmesindeki işlem parametreleri (gaz debisi, basınç saflığı vb.) her lazer makinası üreticisi tarafından belirlenir ve o şartlarda makinaya verilmektedir.

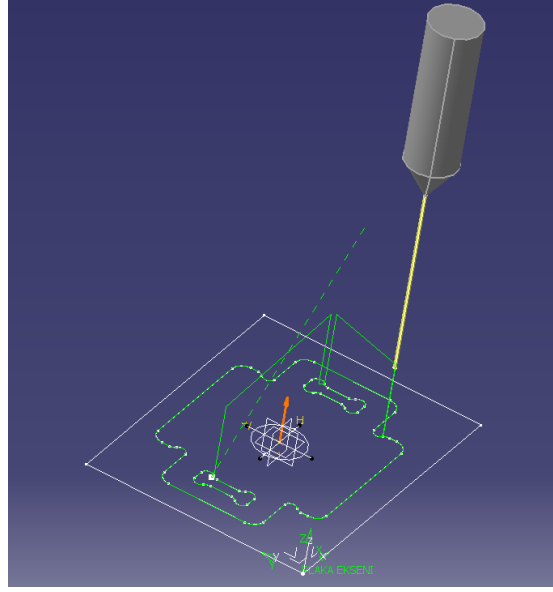
Karbondiyoksit lazerini oluşturan gazlar şunlardır; Karbondiyoksit, Azot ve Helyumdur. Bazı lazer gazları 4 ya da 5 bileşen içerebilir (Ortama, CO₂, N₂ ve Helyumun dışında CO, H₂ ve Ne eklenebilir).

5.2 İmalat Akışının Planlanması

Lazer tezgahının yerleşim planı ve yüklemenin uygun yapılması çok önemlidir. Lazer tezgahının en yüksek verimle çalışabilmesi için kullanılan sac malzemelerin iyi kalitede olması gerekmektedir. Paslı ya da düzgün olmayan çarpık malzemeler kesme kalitesini düşürmektedir, aksi durumda yüzeylerde kaynaklanma oluşmaktadır. Sac üzerine yerleştirilen parçalar arası mesafe en az sac kalınlığı kadar olmalıdır. Daire çevresini gezerek yapılacak dairesel kesmelerde minimum delik çapı 8mm olmalı, direk delme işlemlerinde ise delik çapları sac kalınlığının yarısı kadar olmalıdır. Daha büyük kalınlıklarda delik delme işlemi için sadece markalama yapılmaktadır.

CAD aşamasında imal edilecek olan iş parçasının modeli tasarlanabilmekte ve imalat resmi yapılabilir. Alternatif fikstür sistemi Catia programında tasarlanmış olup lazer programlarının oluşturulabilmesi için belirtilen şekilde parçaların iki boyutlu görünüşleri yani imalat resimleri oluşturulmaktadır. Bir çok parçanın standart olarak tasarlanmış olması ve programlarının bir kez yapılmasının yeterli olması önemli kazanç sağlamaktadır. Boyutları belli olan bir plaka üzerine kalınlıkları eşit olmak şartıyla tek bir parçadan belli sayıda veya birden fazla sayıda farklı parça yerleştirilebilir. Bu da takım halinde kesilen parçalar için uygun bir yöntemdir. Hazırlanan her bir parçaya ait imalat resmi sac plaka üzerine istenen sayı ve çeşitlilikte yerleştirilir. Daha sonra kesme kuralı belirlenmektedir. CAM bölümünde ise bir veya birden fazla iş parçasının kesme simülasyonu, program yardımıyla gerçekleştirilmektedir (Şekil 5.2). Bununla kesmede oluşabilecek çeşitli hatalar değerlendirilmektedir. Örneğin; delik çapları çok küçükse farklı yerden lazer ışını girişi gerçekleştirilmekte ya da parçalar çok yakın yerleştirilmişse aralarındaki mesafe değiştirilmektedir. Lazerin kafa hareketleri ekranda görülmekte ve istenirse değişiklik yapılabilir. Kafa hareketlerinin ayarlanmasında parça üzerindeki lokal ısınmalar dikkate alınmaktadır. Lazer tablosu belirlenip, program için bir numara verilmesi gerekmektedir.

Sac malzeme girildikten, parçalar yerleştikten, kalınlık belirlendikten sonra sac plaka ağırlığı ve lensin boyutu belirlenmektedir. Lazer tezgahıyla yapılan işlemin kesme zamanını da anında görebilmektedir. Makinada yapılan bir programdan çok fazla kesim yapılacaksa tekrar tekrar çağırılarak yapılabilir.



Şekil 5.2 : Lazer program simülasyonu

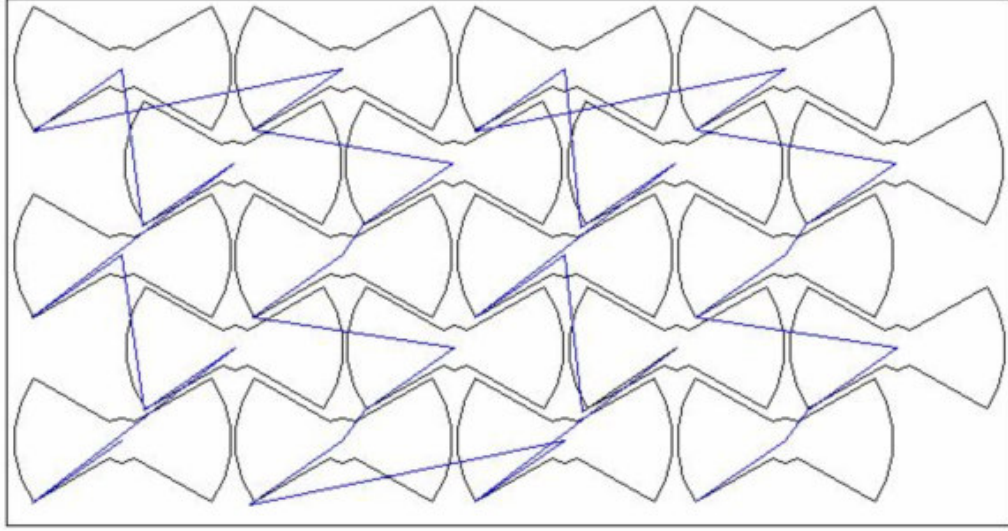
Tezgah çalışmaya başladıktan sonra kesinlikle cam bölmeleri açılmamalıdır. Bu cam bölmeler radyasyona ve lazer ışınının göz ve cilde etkisine karşı koruyan malzemelerden yapılmıştır.

Tezgahın hava gereksinimi ise bir kompresör yardımıyla sağlanmaktadır. Ayrıca tezgahın bulunduğu ortamın temiz olması gerekmektedir. Lazer tezgahının üzerinde bulunan bilgisayar ile programların çağırılması, işlemlerin yapılması ve o anki işlemlerin görülmesi sağlanır.

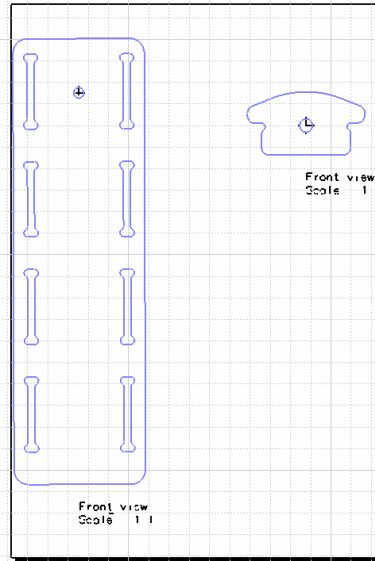
5.3 İmalatı Yapılan İş Parçaları

Teknik resmi çizilen parçalar için hazırlanan iki farklı program çeşidi oluşturulabilir. Bunlardan ilki bir parçadan oluşan programdır. Genellikle bu program düzgün şekilli ve çok fazla miktarda üretimi yapılacak olan parçalar için tercih edilmektedir. Sac plaka tamamına sadece bu parça yerleştirilir (Şekil 5.3). Alternatif fikstür sisteminde standart boyutlarda kullanılan kilitleme ya da destek plakaları bu sınıfa girmektedir (Şekil 5.4). Programda simülasyon yaptırılarak sorunlar görülebilmektedir. Sac plaka üzerinde lazer kafasının hareketleri değiştirilebilir. Lazerin sac plaka üzerine giriş noktaları, lazerin kesme yaparken izlediği yollar ve lazer kafasının işlem dışı hareketleri görülmektedir. Hepsisi farklı renklerle görünmektedir. Noktalı yerler

lazerin ilk giriş noktalarını, dikdörtgen yerler lazer kesme işlemi yapılan yerleri, zikzaklı çizgiler ise lazer kafasının işlemsiz hareketini ifade etmektedir. Bu şekilde alınan çıktı ile herhangi bir sorunda lazeri nereden tekrar başlatılacağı görülebilmektedir. Tezgah üzerinde bulunan bilgisayar ekranında da bu simülasyon bulunmaktadır.

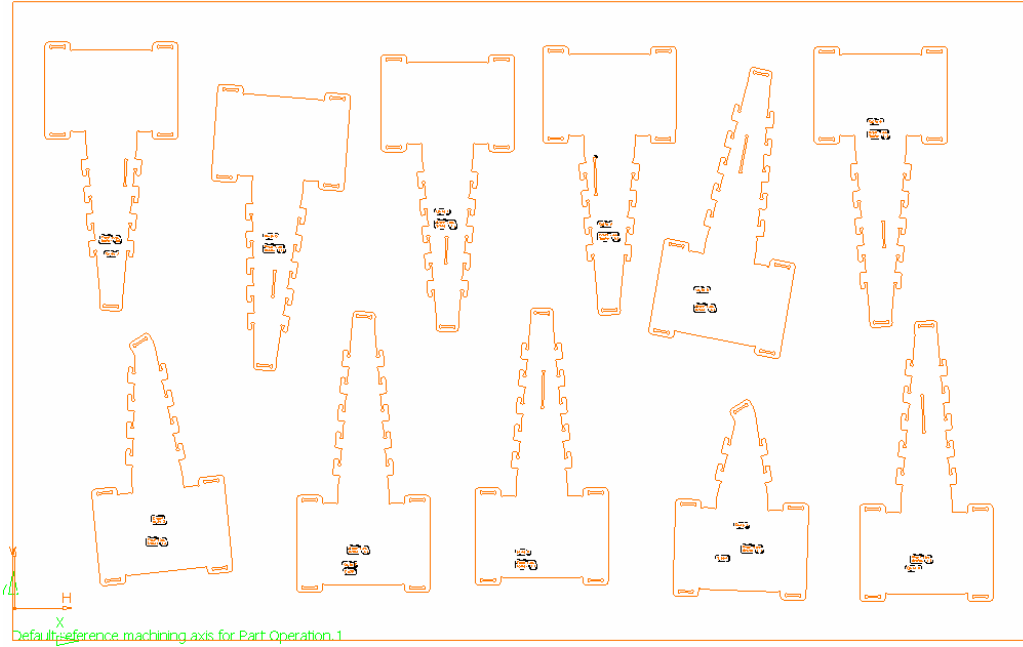


Şekil 5.3 : Tek parça için yapılan programda lazer kafasının hareketleri



Şekil 5.4 : Önerilen fikstür sisteminde standart olarak çok miktarda kesilebilecek parça örnekleri

İkinci olarak ise sac plaka üzerine birden çok sayıda farklı veya aynı parça yerleştirilerek yapılan programdır. Bu programla asimetrik parçaların aralarına veya kenarlarına diğer küçük boyutlu parçalar konarak malzemedan en az fireyi elde edecek programlar yapılabilir (Şekil 5.5). Bu programlama sayesinde aynı takım veya grupta kullanılacak malzemeler bir arada kesilmiştir. Kaynak, montaj ya da boyamaya gidecek olan parçaların tamamı bir arada bulunacağından malzemenin kontrolü de sağlanmış olmaktadır.



Şekil 5.5 : Farklı parçaların lazer programı için yerleştirilmesi

5.4 Değerlendirme

Bu tez çalışmasında otomotiv sektöründe kullanılan farklı tipteki fikstürlerin kullanım yerleri ve amaçları tanıtılmıştır. Klasik yöntemle yapılan fikstürlerin seri imalattaki kaynak prosesi için şimdilik vazgeçilmez olduğu görülmekle beraber modüler sistemler ölçme fikstürleri, prototip uygulamalar ve işleme tezgahlarına parça bağlama gibi alanlarda giderek yaygınlaşmaktadır. Klasik ve modüler yöntemlere alternatif olarak sunulan “Sac geçme yöntemi” ile yapılan fikstürün gerek maliyet gerekse zaman olarak önemli avantajlar getireceği görülmektedir. Yöntemin geliştirilmesi, tasarımın daha da hızlandırılması ile otomotiv sektöründe zamanla yaygınlaşacağı ve fayda sağlayacağını umuyorum.

KAYNAKLAR

AKKURT, M. 1985. Takım Tezgahları, Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Teknolojisi. Birsen Yayınevi.

CARR LANE. 1991. Component Parts of Jigs and Fixtures Kataloğu

CHANG, T.-C. 1990. Expert Process Planning for Manufacturing. Addison-Wesley Publishing Company.

FUH, J.Y.-H., C.-H. CHANG, M.A. MELKANOFF. 1992. A Logic Based Integrated Manufacturing Planning System. Computers in Engineering, 1: 391-400.

HUANG, S.H., A.J.C. TRAPPEY. 1992. The Integration of Modular Fixture Database, Fixturing Knowledge Base and 3-D Fixture Planning Interface. Computers and Industrial Engineering, 23(1-4): 381-384.

JENG, Y.C., K.F. GILL. 1997. A CAD Based Approach to the Design of Fixtures for Prismatic Parts. Proc. Instn. Mechanical Engineers, 211(B): 523-538.

KIPP Modular Fixturing System Kataloğu. 1998.

MA, W., Z. LEI, Y. RONG. 1997. FIX-DES: A Computer Aided Modular Fixture Configuration Design System. Proc. Of CIE: Computer in Engineering, Sacramento CA, September 14-17.

NEE, A.Y.C., S. KUMAR. 1991. A Framework for an Object/Rule Based Automated Fixture Design System. Annals of the CIRP, 40(1): 147-151.

RONG, Y., Y. BAI. 1997. Automated Generation of Fixture Configuration Design. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 119: 208-219.

WILLIAM T. SILFVAST. 1996 Laser Fundamentals. Cambridge University Press.

YOUNG, R.I.M., R. BELL. 1991. Fixturing Strategies and Geometric Queries in Set-up Planning. International Journal of Production Research, 29(3): 537-550.

ZHUANG, Y., K. GOLDBERG, Y-C WONG. 1994. On the Existence of Modular Fixtures. IEEE International Conference on Robotic and Automation, San Diego CA, p.543-549

ÖZGEÇMİŞ

Murat KOCA 1976 yılında Artvin’de doğdu. 1994 yılında Bursa Anadolu Lisesinden mezun olarak İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümüne girmeye hak kazandı. Buradaki eğitimini 1998 yılında tamamlayarak mezun oldu.

Halen İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde Makine Mühendisliği Konstrüksiyon Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine devam etmekte ve Tofaş firması Kalıp İmalat Müdürlüğünde makine mühendisi olarak çalışmaktadır.