



PARAMETRİK BİLGİSAYARLI TASARIM:  
TASARIMIN TEKRAR KULLANILABİLİRLİĞİ İÇİN STRATEJİ ANALİZİ

TUNAHAN KAMÇI

# GİRİŞ

Yazarlarımız Parametrik Tasarım senaryolarında bilgisayarda tasarlanan modelin kalitesinin esnekliği, üç boyutlu modele uygunluğunu (geometrisini değiştirmenin kolaylığı) ve tekrar kullanılabilirliğini (var olan geometrilerin değiştirilmesi) etkileyeceğini öne sürüyorlar.

# GİRİŞ

Bir parçayı modellemenin aslında görsel olarak birçok yolu olsa da, iç yapısı gerçekten kullanılabilir bir model yapabilmenin sadece belirli yolları olduğu bir gerçek. Bu makalede de eski CAD modelleme stratejileriyle en iyi geçmişe yönelik parametrik tasarım yöntemleri karşılaştırılıyor. Bunlar:

- 1.Yatay modelleme
- 2.Açık kaynak modelleme
- 3.Esnek modelleme

# BİLGİSAYARLI MODELLEME

Modern üç boyutlu tasarımın hedeflerinden biri de tekrar kullanıma uygun ve var olan modelde etkili ve kolay şekilde değişiklikler yapabilmektir. Çoęu bilim insanı eski tasarım ve işlemleri yeni tasarıma adapte edebilmenin modern mühendislikte çok önemli olduğunu tanımladı. Model bazlı mühendislik yaklaşımlarında popülerliğin artışıyla, tasarım bilgilerinin büyük bir bölümü CAD modelleri üzerinde dijital olarak saklanmaya başladı. Tasarımın tekrar kullanılabilirliği, bilgisayarlı tasarımın tekrar kullanılabilirliğine bağlı hale gelmeye başladı. Bilgisayarlı tasarım modelleri gelişim sürecinde ana rolü almaya başladı.

# TEKRAR KULLANILABİLİRLİK

Bilgisayarlı tasarımda tekrar kullanılabilirlik, bilgisayarlı tasarım verisinin farklı uygulamalar ve en az çabayla etkin bir biçimde değiştirilebileceğine bağlıdır. Mühendisliğin büyük oranda dijital ürün sunumu üzerine olduğu günümüz endüstriyel çevrelerinde, bilgisayarlı tasarımın tekrar kullanımı etkili üç boyutlu tasarım yönetimi gerektirmektedir. Orijinali tasarlayan kişiye göre bilgisayarda tasarlanan model üzerinde değişiklik yapılması kolay, zor ya da imkansız olabilir.

# PARAMETRİK MODELLEME

Parametrik modellemede, geometri genelde geometrik olmayan “parametreleri” kullanarak kontrol edilmektedir. Bunlar boyutsal, geometrik ya da matematiksek olabilirler. Eğer düzgün bir şekilde kullanılırsa, parametrik modelleme tasarıma ek anlamlar katabilir. Yani parametrelerde hızlı değişikliklerle var olan model kolayca değiştirilebilir. Günümüzde parametrik bilgisayarlı tasarım büyük oranda tasarım geçmişe dayalı yaklaşımla uygulanmaktadır. Modelin nasıl yapıldığının kaydı otomatik olarak üç boyutlu şekilde kaydedilir ve bu kayıt model yapılmaya başladığında başlar.

# TASARIM AĞACI

Tasarım ağacı olarak bilinen bu yapıda hiyerarşik düzende modelin bütün bağlantıları birbirine bağlıdır. Tasarım ağacının adapte olmaya yakın yapısı sayesinde karışık parçaların esnekliğini ve tekrar kullanılabilirliğini artıracak şekilde tekrar modellenmesine imkan sağlar. Ama bu bir yandan birçok yeniden yapılanma sorunlarını ortaya çıkarır. Değişkenler düzgün bir şekilde tanımlandığında, ana girdide yapılan değişiklikler alt girdilerde de başarılı bir şekilde etki edecektir. Ama bağlılık değerlerinin artmasıyla, tasarım ağacında kopukluklar artar ve bu da modelin tekrar kullanımına negatif etki yaratır. En ufak hatada bile sorunun büyümesine neden olur.

# MODELLEME METODLARI

## Yatay Modelleme

Dünyanın en büyük otomotiv parçası üreticilerinden Delphi Technologies Şirketinin geliştirdiği patentini aldığı tekniktir. Bilgisayarlı tasarım verisini yeniden yaratma ve tamirini ana modelle alt model bağılılığını azaltarak, en aza indirmeye yönelik geliştirilmiştir. Bu sistemde bütün özellikler birbirine hiç bağılı olmadan tasarlanır ve bağımsız bir sisteme sahiptir. Bu da bir özelliği değiştirme ve silme işlemi sonrası yaşanacak sorunları önler. Bütün parçalar tasarım ağacında aynı seviyede basit, düz, ve doğrusal bir yapıda olduğundan yatay modelleme ismini almıştır. Yatay modelleme sisteminde genelde zincirleme bağlantılar yoktur. Kısa ve iz sürmesi kolaydır. Ama Ana ve alt bağlantıları tamamen ortadan kaldırdığı için eleştirilir.



# MODELLEME METODLARI

## Açık Kaynaklı Modelleme

Parametrik Bilgisayar ortamında tasarım sistemlerinde temel üç boyutlu modellemenin Bodein ve arkadaşları tarafından sağlanan belirli bir kalıpta sınırlandırılması yöntemine denir. Bu yöntemin yazarları parametrik sınırlayıcıları iki gruba ayırmışlardır. Birinci kategori ve ikinci kategori. Birinci kategori, modelin geometrisinde yer almayan elementleri içerir. İkinci kategoridekiler var olan özelliklere her zaman bağlıdır. Bu yöntemle karışık parçalarda var olan geometriye bağlı sınırlayıcıları en aza indirmek planlanır.

# MODELLEME METODLARI

## Esnek modelleme

Gebhard tarafından bulunan esnek modelleme metodolojisinin amacı, sıra ve tasarım ağacının yapısını değiştirerek stabil olmayan modellerin sorunlarına tarafsız bir çözüm yaratmaktır. Bu yöntem tutarsızlıkları en aza indirirken esneklik ve sağlamlığı en yükseğe çıkaran uygulama yöntemini bulmayı amaçlar. Bu yöntemde basit ve sezgiyle anlaşılabilir parçalar tasarım amacını sağlamak için çok az çaba sarf eder. Tasarım ağacındaki özellikler önemine, fonksiyonuna, volatilitesine göre 6 sıralı gruba ayrılır. Bu gruplar kısaca ve sırayla: Tüm modele etki eden referans noktaları, yapı bileşenleri, katı bileşenleri, detaylar, düzenleyiciler, bitirici özelliklerdir.

# DENEYİN AÇIKLANMASI

Mühendislik grafik tasarımı ve parametrik katı modelleme bilgisi olan ve Solidwork kullanan mühendislik öğrencileri üzerinde. Aynı sınıftan aynı eğitim geçmişine sahip öğrenciler seçildi. Deneyler bilgisayar laboratuvarında yapıldı. Uygun çizim programı olan bilgisayarlar sağlandı. Artan karmaşıklık seviyesine sahip bilgisayarlı tasarım modelleri istendi. Amacı farklı parametrik modelleme methodlarını tasarımda değişiklik yapılması gerektiğinde etkinliklerine göre sıralamaktı. Modelin değişime verdiği tepkiye göre en etkin yöntemi bulmak amaçlandı.

# DENEYİN AÇIKLANMASI

Bunun için üç parça seçildi.

Bir debriyaj kolu destek parçası, bir benzin deposu kapak parçası ve bir yerleştirme(housing) parçası


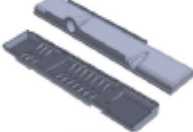

Her bir parça için üç farklı model yaratıldı. Debriyaj kolu desteği için dördüncü bir model bir önceki sömestr da dersi alan bir mühendislik öğrencisi tarafından çizildi.

# DENEYİN AÇIKLANMASI

Deneyde öğrencilerden rastgele verilen bilgisayarlı tasarım versiyonunu değiştirmeleri istendi. Katılımcılara modelleri hazırlarken kullanılan yöntem söylenmedi. Yapılan çalışmada, öğrencilere sırayla modellerin üç versiyonu da verildi ve üçünde de geometride değişiklik yapmaları istendi. Katılımcılar orijinal parçaları indirdi, değişiklikleri yaptı ve değiştirdikleri modeli sisteme yükledi. Katılımcılara 20 dakikalık maksimum zaman sınırı koyuldu.

# GRUPLAR

**Table 3**  
Experimental setup.

Activity	Model	Sample	Alteration tasks to be performed	Time limit	Models received
1		4 groups of 23 participants	1	20 min	1 methodology per group (random). A generic student model was included
2		32 participants	3	20 min	3 (one at a time): Horizontal, Explicit refs, and RMS.
3		32 participants	2	20 min	3 (one at a time): Horizontal, Explicit refs, and RMS.

# MODEL 1 İSTENEN

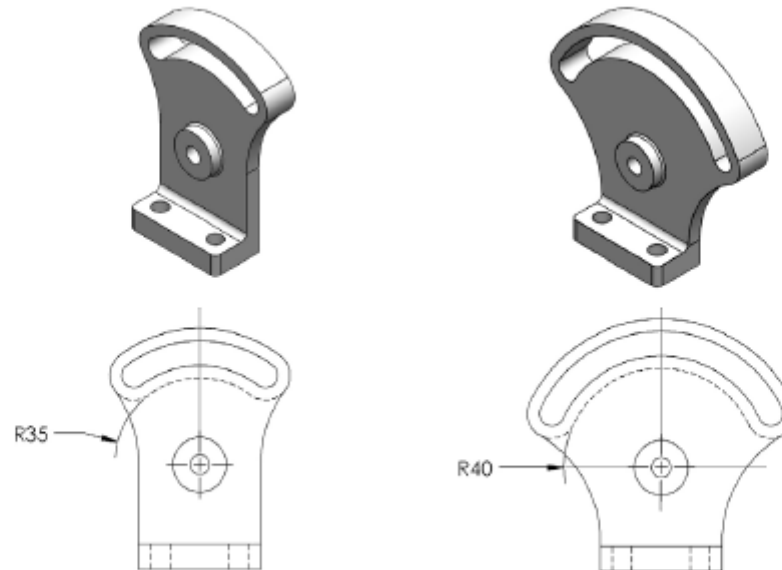


Fig. 6. Original model (left) and requested alteration (right). Dimensions and lines not relevant to the task have been omitted for clarity.

# MODEL 1

Model 1:

92 katılımcı katıldı. 23 öğrencilik 4 grup yapıldı.

Her katılımcıya gruplarına verilen yöntemle yapılan kopya verildi.

Grup 1 öğrenci modelini, grup 2 yatay modeli, grup 3 açık kaynaklı modeli, grup 4 esnek modelini aldı. Bu katılımlardan üst kısımdaki destek kavisinin daha da uzatarak kolun daha uzağa gitmesini sağlamaları istendi. Öncesi ve sonrası resimler sağlandı.

.



# MODEL 1 HATALAR

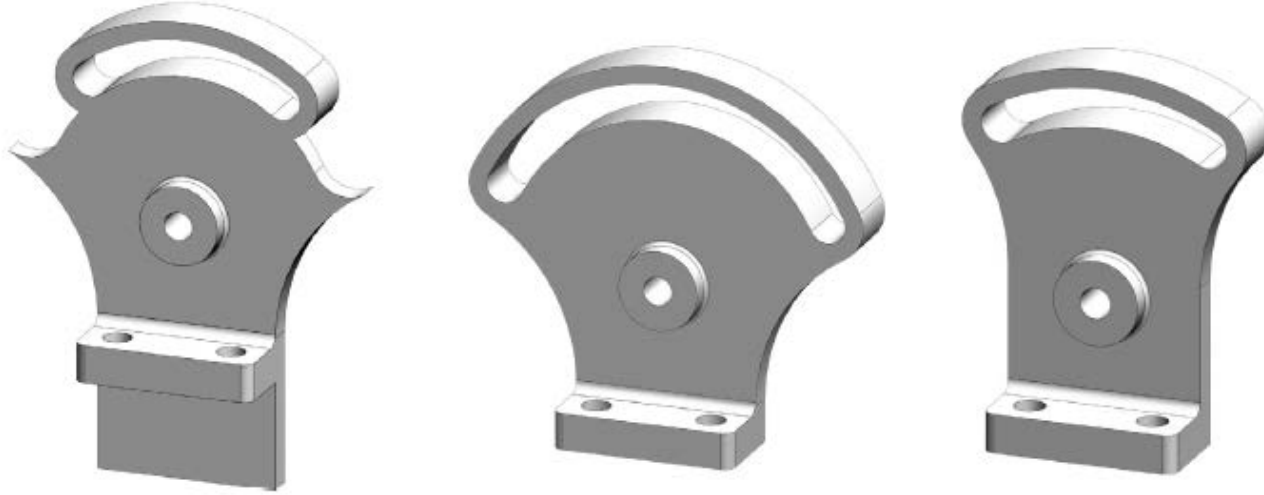


Fig. 9. Models after initial modification: Horizontal (left), explicit references and resilient (center), and student's model (right).

Model yapım yöntemleri aşağıdaki gibi. Öğrencinin yaptığı yatay modellemeye çok benzemekte, ama yatay modelleme çap değiştirilince sorun yaşıyor. Açık kaynaklı ve esnek modelleme değişikliği sorunsuzca bize veriyor. Öğrenci modeli değişikliği veremiyor, çünkü sadece deyimler üzerine bilgisizce ve değiştirilmemek üzerine hazırlanmış.

# MODEL 2 İSTENEN

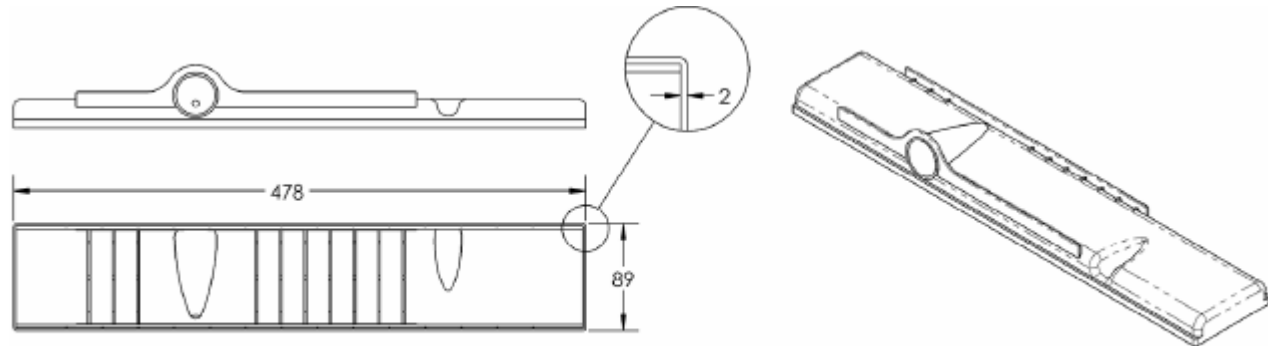


Fig. 10. Model 2: Original part.

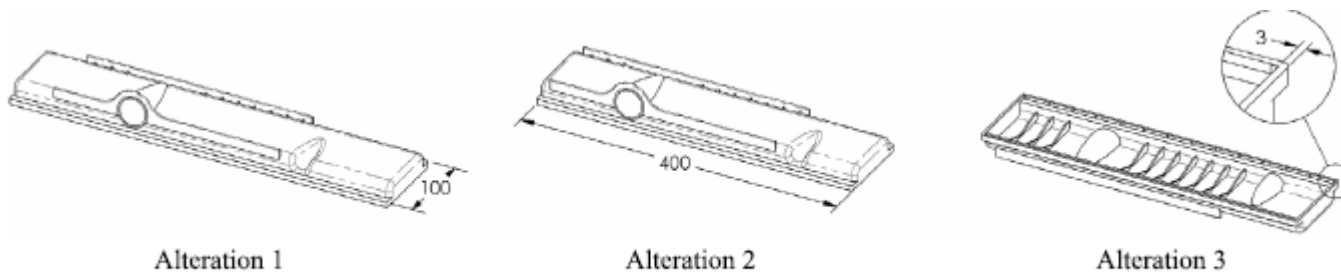


Fig. 11. Model 2: Requested changes.

# MODEL 2 İSTENEN

Model 2:

32 bilgisayar ortamında tasarım bilgisine sahip mühendislik öğrencisi bu aktiviteye gönüllü oldu. Önce yatay, sonra açık kaynaklı ve sonra esnek modelde yapmaları istendi. Her bir değişikliği yapma zamanı kaydedildi.

Belirli bir sürede yapamayanlar başarısız sayıldı.

3 değişiklik istendi. Toplam genişliği 89'dan 100'e çıkarın

Toplam uzunluğu 478'den 400'e düşürün

Kalınlığı 2 mm den 3mm ye çıkarın.

.

# MODEL 2 HATALAR

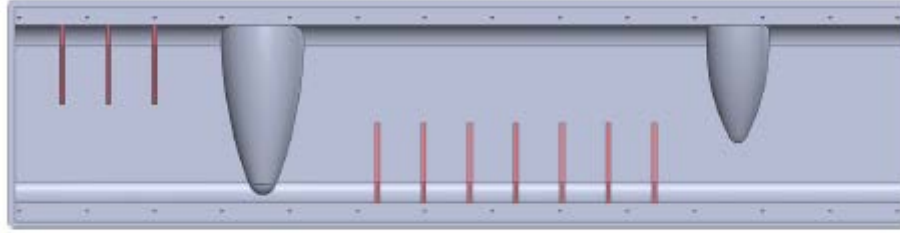


Fig. 12. Bottom view of tank model (horizontal methodology): missing ribs caused by alterations.

Açık kaynak ve esnek modelleme yöntemi kullanıldığında tasarım ağacında hatalar çıktı. Kullanıcı açısından bu hatalar kritikti ve düzeltilmeleri gerekiyordu. Yatay modelleme yöntemindeyse hata çıkmadı. Bu da aslında kullanıcıya göre daha büyük bir hataydı, çünkü incelendiğinde hataları olmasına rağmen yok gibi gösteriyordu. Modelin doğruluğu için yatay modelleme gözle inceleme gerektiriyordu. Açık kaynaklı ise, istenen işe en yakın modellemeyi yapan yöntem oldu. Buna göre bu değişiklikler modelde stabiliteyi azaltacak değişikliklerdi. Esnek modellemede sorunlar daha azdı.

# MODEL 3 İSTENEN

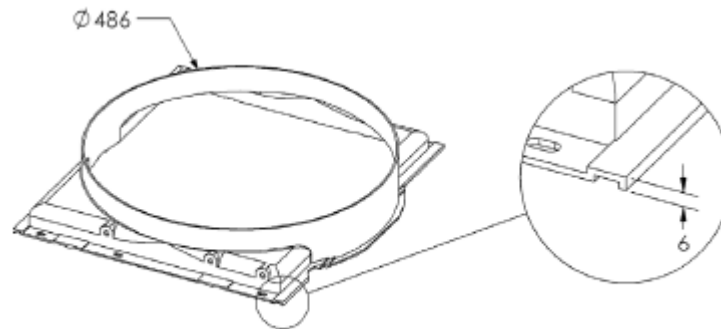


Fig. 13. Model 3: Original part.

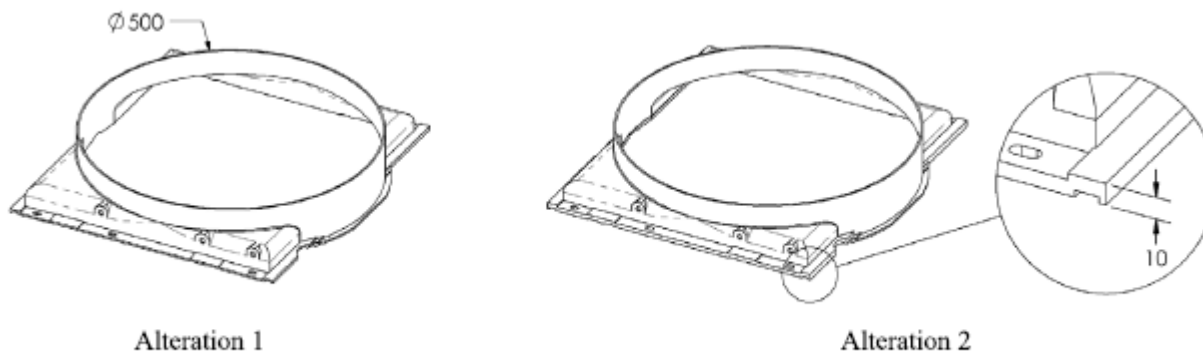


Fig. 14. Model 3: Requested changes.

# MODEL 3 İSTENEN

Model 3:

32 bilgisayar ortamında tasarım bilgisine sahip mühendislik öğrencisi bu aktivite için gönüllü oldu. Bu öğrenciler model 2 grubundakilerden farklıydı. Yine üç farklı yöntem için sırayla değişiklikler yapıldı.

İki değişiklik istendi:

Genel çapı 486'dan 500'e artırın.

Alt kısımdaki yüksekliği 6'dan 10'a çıkarın.

.

# MODEL 3 HATALAR

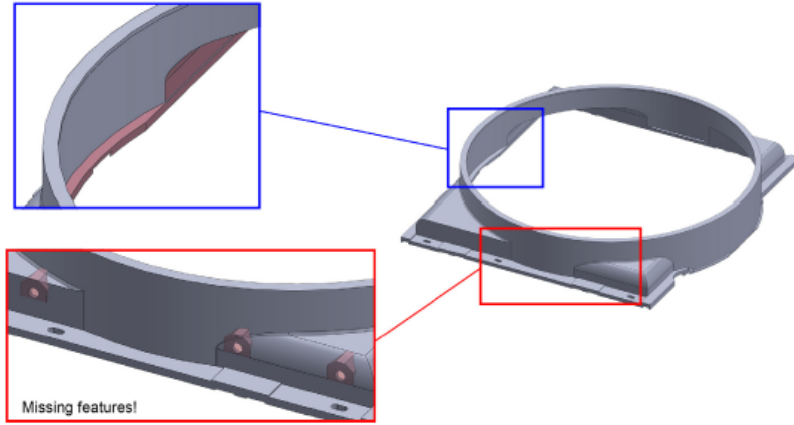


Fig. 15. Housing model: unintentional artifacts and interferences caused by alterations. Missing features are shown for illustration purposes.

Yine açık kaynaklı ve esnek modelleme yöntemlerinde hatalar çıktı. Yatay modellemede hata çıkmadı. Burada hatalar diğerinin aksine daha belirgindi.

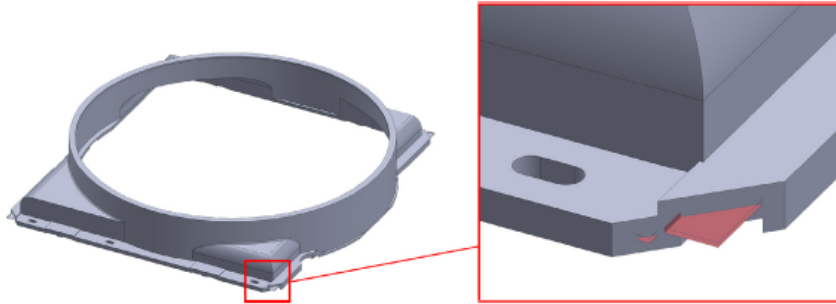


Fig. 16. More errors appear when new features are added to a model with incorrect geometry.

# DENEY SONUÇLARI

Model 1:

Üç boyutlu model hazırlarken resmi metotları kullanmanın pozitif etkisi olduğu görüldü.

Model 2:

Bilgisayar ortamında tasarımda değişiklik yaparken harcanan vaktin modelleme yöntemiyle açıkça değiştiği anlaşıldı. Esnek strateji en iyi performansı verirken, yatay modelleme en kötü performansı verdi. Buna ek olarak yatay modellemenin sorun vermemesi de başka bir sorundu.

Model 3:

Bilgisayar ortamında tasarımda değişiklik yaparken harcanan vaktin modelleme yöntemiyle açıkça değiştiği anlaşıldı. Diğer deneydeki gibi, Esnek strateji en iyi performansı verirken, yatay modelleme en kötü performansı verdi.



# SONUÇLAR

Bu deneyde bilgisayar ortamında tasarımın tekrar kullanılabilirliğini anlamak adına üç farklı yöntem karşılaştırıldı. Tasarım değişiklikleri yapılması gerektiğinde bu yöntemlerin artıları ve eksilerine bakıldı.

Yatay modellemede katıya geçmeden önce bile veri girilmesi gerektiği, bunun da özellikle çok zaman aldığı anlaşıldı. Yenileme hataları az olsa da, özellikle acemi tasarımcılar için bu büyük sorunlar yarayabilecek bir yöntem. Bunun dışında ana ve alt bağılıkları ortadan kaldırması, parametrik modelleme mantığını kaldırması demek oluyor. Bunun dışında hata yapmaya çok elverişli. Hata göstermemesi tasarımcının hata olmadığını düşünmesine neden olabilir ve yanlış yönlendirebilir.

# SONUÇLAR

Açık kaynakta modelleme bütün katıları izole ederek fonksiyonel elementlerin daha bağımsız çalışmasını sağlatıyor. Böylece her fonksiyondaki değişiklikler diğer fonksiyonları etkilemeden yapılabiliyor.

Elastik modelleme kullanımı en kolay ve yapısı en düzgün olarak belirlendi. Her açıdan kullanımı daha rahat olduğu ortaya çıktı.

# SORULAR

1. Bu deney Solidworks değil de başka bir program kullanılarak yapılabilir miydi? Yapılsa ne olurdu?

# SORULAR

2. Deneyde kullanılan modeller karmaşıklığına göre üçe ayrılmıştı. Bu her model için aynı mıdır? Aynı karmaşıklıkta farklı modeller kullanılsa sonuçlar farklı çıkabilir miydi?

# SORULAR

3. Bu deneyin sonuçlarına bakarak parametrik modellemenin her türü hakkında genel bir yargıya ulaşmak mümkün müdür?