

# MÂKÎNA MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİNDE TASARIM PROJELERİNİN ROLÜ VE BİR UYGULAMA

Prof. Dr» Abdülkadir ERDEN

1\* Makina Müh, Böl, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, ANKARA

2. TÜBİTAK, Modern İmalat sistemleri Araştırma Ünitesi,

## ÖZİT

ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümünde 1990-1992 yılları arasında 5 dönem süre ile uygulanan, tasarım ve imalat çalışmalarını beraberce kapsayan ME 407 Makîna Tasarımı dersi projeleri tartışılmıştır. Söz konusu dönem içinde verilen 15 proje konu başlıkları ile verilmiş, her projenin uygulama sonuçları değerlendirilmiştir. Uygulama sonunda kazanılan deneyimden ortaya çıkan olumlu ve olumsuz hususlar tartışılmıştır.

## SUMMARY

A case study with capstone design projects at the Middle East Technical University, Mechanical Engineering Department is discussed. The capstone projects with production and competition are applied for the last 4 terms. The overall results are satisfactory. Careful selection of the design problem with several criteria is necessary for a successful project work,

## 1. GİRİŞ

Makina tasarımı, bir amaca yönelik olarak, varolan makina elemanlarından ve ait sistemlerinden bir bütün ve bir sistem oluşturma sürecidir. Tasarım konusuna göre bu süreç içinde makina mühendisliği kavramı altında görülen çeşitli alt konular kapsanmasına rağmen, tasarım sürecinin temel özellikleri değişmemektedir. Bu özellikler yineltme, karar verm© ve yaratıcılıktır, Makina mühendisliği Öğretim süreci içinde, mühendislik tasarım dersleri, çok amaçlı genel tasarım kavramlarını kapsayacak ve bunları öğrencilere aktaracak derslerdir. Bu derslerin en önemli özelliği ise, öğrencilerin bir tasarım projesinin tüm aşamalarını bizzat uygulama şansı bulmalarıdır. Bu tür mühendislik tasarımı dersleri, bütün mühendislik kolları için akreditasyonun temel şartlarından biri olarak kabul edilmektedir. Halen geçerli olan akreditasyon kurallarına göre, öğrencilerin yaratıcılık yeteneklerini geliştirmek ve önceden aldıkları derslerdeki bilgilerini çok amaçlı bir tasarım projesinde kullanmalarını sağlamak amacı ile özellikle son sınıf düzeyinde bunun sağlanması istenmektedir. Bu kurallar doğrultusunda, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü son sınıf Makina Tasarımı dersinde 1990-1992 yılları arasında yapılan bir uygulama ile, öğrencilerin tasarım projelerini imal etmeleri istenmektedir. Daha sonra, imal edilmiş

prototip tasarımlar önceden belirlenen ölçütlere göre yarışmakta ve yarışma performanslarına göre notlandırma yapılmaktadır.

Böyle bir çalışmanın temel amacı, öğrencilerin gerçek bir ihtiyaçtan başlayarak tasarım ve üretimin tüm aşamalarını bizzat yaşamalarını sağlamaktır. Bugüne kadar tasarım projesi olarak verilen toplam 15 proje çalışması sonunda uygulamanın genel bir değerlendirmesi yapılabilecek durumdadır.

#### Ê. ÖDTÜ'DE MAKİNE TASARIMI DERSİ

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencileri, her dönem birtanë olmak üzere iki zorunlu ders alırlar, Bunlardan biri laboratuvar dersi, diğëer ders ise» bu bildiri konusu olan ME 407 Makina Tasarımı dersidir. Makina Tasarımı dersi son dönem dersi olduğu için, bu dersi alan öğrenciler, makina mühendisliği öğreniminin temel derslerinin hepsini (makina elemanları dahil) almış olarak bu derse başlarlar,

Makina Tasarımı dersi "Ders Konuları"<sup>11</sup> ve "Proje Çalışmaları"<sup>11</sup> olmak üzere iki kısımdan oluşur. Ders konularında mühendislik tasarımının ilkeleri, yöntemler ve tasarım sürecinin özellikleri anlatılmakta, proje çalışmasında ise öğrencilerden her dönem değişik konularda bir tasarım çalışması beklenmektedir. 1970-1990 yılları arasında proje konulan olarak endüstriyel uygulamalar ve çevreden seçilen gerçek boyutlu tasarım projeleri alınmış ve her öğrencinin bir projeyi bireysel olarak tamamlaması istenmiştir. Bu uygulama Önceki sempozyumda tartışılmıştı

Tasarım ve İmalatı beraberce kapsayan İlk proje çalışmalarına 1989 yılında gönüllü öğrenci grupları ile başlandı. İlk proje "patlayan araba lastikleri için acil bir tekerlekli kızak projesi"<sup>11</sup> olarak verildi. Toplam 7 grup çalışmasından 5 tanesi önemli bir sorun olmadan başarı ile tamamlandı\* Kampus içinde 50km/sa. hız ile hareket eden arabaların üzerinde geliştirilen tasarımların denemesi yapıldı. Bu proje çalışması sonrasında, makina tasarımı dersi proje çalışmaları açısından aşağıda verilen sonuçlara ulaşıldı:

- I. Tasarımı yapılan araçların imalat giderleri hem Öğrenci, hem de üniversite için pahalı olmuştur. Bu tür proje çalışmalarına devam etmek için endüstriyel destek gereklidir. Halen varolan üniversite-endüstri ilişkileri içinde bu desteği sağlamak çok zordur,
- İL Gerçek uygulaması olan taşıyım projelerinden beklentiler, bir dönemlik öğrenci çalışması ile sağlanabilecek özellikleri çok aşmaktadır. Bu durumda, tasarım ürünleri olumlu eleştiriler almasına rağmen, hemen endüstriyel uygulama mümkün olmadığı için, eksik, hatalı ve hatta başarısız izlenimi vermektedir. Bu ise öğrenciler üzerinde olumsuz bir etki bırakmaktadır.

Yukarıda verilen projeden sonra, "kendinden hareketli sulama sistemi<sup>11</sup>" ve "oyun kağıdı dağıtma makinesi" başlıklı iki proje daha yapılmıştır. Bu aşamada yapılan genel bir değerlendirme sonucu, tasarım projelerinin belirlenmesinde, aşağıda sıralanan ilkelere uyulması benimsenmiştir:

1. Tasarım projelerinin imalat giderlerinin öğrenciler tarafından karşılanabilir boyutlarda olması gereklidir.
2. Tasarım konusunun gerçek bir ihtiyaç yada endüstriyel uygulama olamaması tercih edilmelidir.
3. Gönüllü öğrenciler yerine, uygulama bütün sınıfa zorunlu olarak verilmelidir.
4. Notlandırma, öğrencilerin daha iyiye ulaşmak için çaba gösterecekleri bir düzenleme içinde yapılmalıdır.
5. Tasarım ürünleri taşınabilir boyutta olmalıdır.
6. Tasarım konusu olarak öğrencilere seçenekli öneriler verilmelidir.

Proje No	Tasarım Projt Konusu
1	22m, koridor boyunca su dolu bir bardağı taşıyan ve suyu boşaltarak başlangıç yerine dönen bir araç tasarımı
2	Dikey bir köpük pano üzerine tırmanan v@ yük taşıyan bir araç tasarımı
3	Köpük bir ortam İçinden yukarı çıkan bir araç tasarımı
4	Tavandan asılı 10x10cm. kesitinde ve 2m. boyunda bir ağaç direğe tırmanan ve yük taşıyan bir araç tasarımı
5	2m. boyunda ve katenar bir şekilde duran bir halat üzerinde yük taşıyan bir araç tasarımı
6	Merdiven çıkan bir araç tasarımı
7	50cm, genişlik ve 10m. boyunda bir alanda dağılmış masa tenisi toplarını toplayan bir araç tasarımı
8	Tekerlek kullanmadan hareket edtn ve yük taşıyan bir araç tasarımı
9	3m. yükseklikten sarkan bir halat üzerinde yumurta indiren bir araç tasarımı
10	2mx2m bir kum havuzundan cam misketleri toplayan bir araç tasarımı
11	Bir masa üzerinden 50cm. uzaklıkta yerleştirilmiş ikinci masa üzerine geçen bir araç tasarımı
12	1/3 su:toprak oranında ve 50cmx2m boyutlarında bir çamur havuzunda hareket eden ve yük taşıyan bir araç tasarımı
13	Akvaryum tabanından kum çıkaran bir araç tasarımı
14	Kağıt, kumaş, tahta, demir, meyva kabuğundan olup n karışımı ayıran bir makina tasarımı
15	Kum, kaya ve çakıl yüzeylerden olup n engebeli bir arazide hareket eden v@ yük taşıyan bir araç tasarımı

Çizelge 1. ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümünde 1990-1992 Arasında Verilen Tasarım Projeleri

### 3. YARIŞMALI PROJE UYGULAMASI (1990-1092)

Yukarıda belirtilen ilkeler çerçevesi içinde, 1990-1992 yılları arasında 5 dönem yeni bir uygulama yapılmış ve makina mühendisliği bölümü öğrencilerine her dönem 3 tasarım projesi verilmiştir. Öğrenciler 2'li ve 3'lü gruplar oluşturarak istedikleri proje konusunu seçmişlerdir. Çizelge 1 bu dönem içinde verilen projelerin başlıklarını vermektedir.

Öğrenci grupları seçtikleri tasarım konusunda araştırma görevlilerinin yakın gözetiminde bir dönem çalışmışlardır. Dönemin 6-7. hafta sonunda kağıt üzerinde tasarım oluşmuş, hesaplar ve teknik resimleri kapsayan tasarım raporu hazırlanmıştır. Dönemin geri kalan haftalarında ise tasarım ürünü, tasarım raporunda verilen teknik resimler© uygun olarak imal edilmiştir. Dönem sonunda ise bu makina/araçların birbirleri ile yarışacağı bir yarışma düzenlenmiştir. Bu yarışma sırasında daha önce belirlenen 5 ölçüt için sayısal değerler alınmıştır. Yarışmada kullanılan ölçütler Çizelge 2'de verilmiştir.

Ölçüt	Açıklama	"	"
Ağırlık	Hafif makina/araç isteniyor. Ağırlık ölçümü için tartı kullanılıyor.		
Maliyet	Ucuz tasarım isteniyor. Maliyet jüri tarafından belirleniyor.		
Hız	Tasarım ürününün yarışma sırasındaki hızı kronometre ile ölçülüyor.		
Yük	En yüksek yük taşıma kapasitesi ölçülüyor.		
Performans	Örnek:Toplanan top/misket sayısı, çıkarılan kum miktarı, taşınana yumurta sayısı, masa açıklığı vb.		
Enerji Tüketimi	özel bir cihaz ile tüketilen enerji ölçülüyor.		

Çizelge 2. Tasarımların Değerlendirme Ölçütleri

### 4. NOTLANDIRMA

Makina Tasarım dersinin dönem notu yüzdeleri şöyledir:

Dönem sonu sınav	%30
Tasarım Projesi raporu	%10
Dönem içi çalışmalar	%10
Yarışma sonuçları	%30
Jüri değerlendirmesi	%20

Bu dağılımdan da görüldüğü gibi yarışma ve buna bağlı jüri değerlendirmesi ders notunun yarısını oluşturmaktadır. Yarışma notları verilirken, bütün tasarımların yarışmada her ölçüt için (ağırlık, hız vb.) kazandıkları sayısal değerler alınarak, en iyiden en kötüye doğru sıralanmaktadır. Her ölçüt için en iyi değer 6/6, en kötü değer ise 3/6 olarak nota dönüştürülmektedir. Başarısız bir performans (yük taşıyamama gibi) 0/6 olmaktadır. Böylece

oluşan notlar dersin toplam notunun %30'unu oluşturmaktadır, Jüri notu ise, estetik tasarım, sağlamlık, tekrarianabilme özelliği, yaratıcılık ve tasarımda ilginç özellikler değerlendirilerek verilmektedir

## S. TARTIŞMA

Bugüne kadar yapılan 15 proje çalışmasının değişik açılardan bir değerlendirmesi Çizelge 31e verilmiştir, Buna göre değerlendirme ölçütleri arasında belirgin bir ilgi görülmemektedir,

5 dönemlik uygulama sonrasında bazı sonuçlara varılmıştır:

- I. Tasarım proje konulan, deneyimli öğretim elemanlarınca dikkatli bir şekilde seçilmelidir, Hatalı proje konusu seçimi sonunda aşağıda sıralanan sorunlar çıkabilir:
  - a. İmalat giderleri, öğrencilerin karşılayabilecekleri boyutları aşabilir.
  - b. Hiçbir özelliği olmayan, çok basit tasarımlar çıkabilir.
  - c. Benzer işlevlere sahip makina/araçlar ve oyuncaklar olabilir. Öğrencilerin bunları bilinçsiz kopyası sonucu istenilen mühendislik yaratıcılığı işlevi sağlanamaz.
  - d. Tasarım konusunda tek bir çözüm olabilir, bu durumda bütün öğrenciler aynı tasarımı yapmak zorunda kalırlar.
- II. Proje grupları 2-3 kişilik öğrenci gruplarından oluştuğu için, proje gruplarının her hafta çok yakından izlenmesi ve grup içinde dengeli bir yük dağılımının sağlanması gerekir.
- III. Araştırma görevlileri ile proje gruplarının her hafta düzenli olarak biraraya gelmeleri zorunludur. Böylece öğrencilerin gereksiz karmaşık tasarımlara girmeleri yada çözüm bulamadıkları bir soruna takılıp kalmaları önlenmelidir
- IV. Öğrencilerin tasarım raporlarında verdikleri teknik resimlere uygun imalat yapmaları dikkatle denetlenmelidir. Teknik resimlerden aşırı sapmalara izin verilmemelidir.
- V. Yarışma bir günde tamamlanmalıdır.

Uygulamada olumsuz görülen sonuçlar şunlardır:

- I, Aynı tasarım konusunda çalışan grupların çoğunluğu, akla en yakın çözüm gibi görünen tasarıma yönelmektedir. Öğrenciler değişik ve ilginç tasarımlara girerek yarışma için risk almaktan kaçınmaktadırlar,
- II. Bazı gruplar oyuncak vb., mekanizmalar kullanarak, tasarımlarını geliştirmektedir. Bu durum jüri notu ile önlenmeye çalışılmaktadır.
- III. Grupların çoğunluğu daha iyi yarışma performansı sağlamak için risk alma yerine, ortalama performans ile çalışmaktadır.

Yukarıdaki hususlara karşıt olarak aşağıdaki konularda beklenmedik başarı sağlanmıştır:

- I, Temel tasarım düşünceleri aynı olmasına rağmen, tasarım ayrıntılarında çok fazla çeşitlilik gözlenmiştir. Ayrıntıda birbirinin benzeri hiç bir tasarım ürünü çıkmamıştır.

Proje No.	Yaratıcılık	Başarılı Tasarımlar	Maliyet	Öğrenci İlgisi	Genel İlgisi
1	3	5	5	4	5
2	5	4	4	5	5
3	2	3	4	3	3
4	4	5	4	4	5
5	3	4	4	3	4
6	4	3	4	5	4
7	3	5	5	4	5
8	5	5	4	5	5
9	4	4	4	5	5
10	2	2	2	2	3
11	5	5	4	5	5
12	3	4	4	3	3
13	4	3	4	4	4
14	3	3	2	3	3
15	3	4	4	4	4
1. Çok zayıf	2. Zayıf	3. Orta	4. İyi	5. Çok iyi	

**Çizelge 3. Çizelge 1'deki Tasarım Projelerinin Değerlendirilmesi**

II. Bazı öğrenciler, yarışmayı "kendini ispat" için bir mekanizma olarak görerek, proje çalışmalarına aşırı ilgi göstermekte, böylece daha önceki dönemlerdeki başarı notları ile ilgisiz çok başarılı tasarımlar üretildiği gözlenmiştir.

(İL Yarışma günü birçok ürün kırılıp bozulmasına rağmen, çok kısa zamanda çok zeki çözümler getirilerek, aynı gün yarışmanın tamamlanması sağlanmaktadır,

IV\* Yarışma günü başarısız olan tasarımların oranı %10'dan azdır.

## 8, SONUÇ

Tasarım ve İmalatı kapsayan ve yarışma ile notlandırma yapılan tasarım projeleri uygulamasında 5 dönem tamamlanmış bulunmaktadır. Bu süre içinde uygulamanın üstünlükleri ve darboğazları görülmüş ve gerekli uyarlamalar yapılmıştır. Yöntemin en önemli özelliği, öğrencilerin, bir tasarım konusunu sorun aşamasından alarak, tasarım projelendirme, imalat ve deneme aşamalarından geçmeleri ve bu olayları hayatlarında ilk kez bizzat yaşamalarıdır\*. Böylece tasarım projeleri konusunda Ük deneyimlerini kazanmakta, tasarım sürecinin aşamalarını, özellik ve darboğazlarını yapıyarak öğrenmektedirler.