

TASARIMDA YENİ YAKLAŞIMLAR ¹

Fatih C. BABALIK

Uludağ Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa

E-Posta: babalik@uludag.edu.tr

1. TASARIMDA MÜHENDİSİN SORUMLULUĞU

Mühendisliğin en yaratıcı, en zor, en zor olduğu kadar da en zevkli uğraş alanı tasarımdır.

Ürünün tanımlanmasından başlayıp üretime başlamaya hazır teknik dosyanın tamamlanmasına kadarki aşamaları içeren tasarım süreci ürünün başarılı olmayacağını belirleyen en önemli aşamadır. Kaba bir hesapla üretim maliyetinde %7 gibi bir paya sahip olan tasarım süreci, ürünün başarısında %70'ten daha büyük bir paya sahiptir. Bilgi ve deneyim birikiminden kaynaklanan düşüncelerini, sıkı bir disiplinle yönlendirip eskiz defterinde, bilgisayar ekranında bir makineye dönüştürmeye başlayan mühendis, insanlara yeni bir kolaylık sağlamanın mutluluğunu da hissedecektir.

Milattan önce 340 yılında Aristo manivelaları veya civatayı da makine olarak tanımlıyordu. Daha sonraki yüz yıllarda makine birbiriyle bağlı ve belirli kurallara göre ortak hareket eden parçalardan oluşan iş veya üretim aracı olarak tanımlanmıştır. Bugünkü tanımlarımıza da uyan ilk önemli makine değirmendir.

Bir sorunu çözmek, bir gereksinime cevap vermek, insana gücünü çok çok aşan bir faaliyette destek olabilmek heyecanı tasarımcılar için hep itici güç olmuştur. Kapsamlı teknik eğitim, geniş perspektifli genel kültür, olayların akışını tahmin edebilme becerisi, doğuştan gelen veya deneyimle elde edilen bir yetenekle de birleşince iyi bir konstrüktör olmanın temel şartları yerine getirilmiş olur. Ancak tasarımcı mühendis, yeteneği, becerisi ne denli üst düzeyde olursa olsun, tasarımında serbest değildir, tasarımını yaptığı ürünün geçerli olacağı zaman dilimindeki şartlara bağlı kalmak, kendine belirli sınırlar koymak zorundadır.

İlk tasarımcılardan beklenen, makinen herhangi bir şekilde görevini yapabilmesiydi, yani *işlevsellik* idi. Makineler insanın kuvvet, güç, hız gibi bedensel yetenek sınırlarını aşan işleri, insanın yorulma sınırlarını çok aşan süreler boyu yapabilmeliydi. Bu işlevi gerçekleştirmek yeterliydi. Zaten işlevsellik gerçekleştirilmediyse gerçekleştirilen de talep edilmiş olan makine değildir.

Aynı işlevi yapan çeşitli makineler ortaya çıkmaya başlayınca, *makinelere verimi* değer artırıcı özellik olarak ortaya çıkmaya başladı. İlk zamanlarda verim olarak belki de elde edilen işin harcanan enerjiye oranından ziyade üretim kapasitesi, örneğin bir zaman diliminde yapılan, ortaya konan iş anlaşıldı. Ama kısa süre sonra işin harcanan enerjiyle olan ilişkisi anlaşılınca aynı

¹ Açılış Sunumu

enerji ile daha çok iş yapabilmek, yani bizim bugün anladığımız tanımla *verim* mühendisin tasarımında önem kazandı.

Makinenin yaptığı işin nitelik ve nicelik olarak istenen düzeyden sapmaması isteği *makinenin güvenilirliğini*, makinenin makineyi kullanan kişiye zarar vermemesi ise *güvenliği* gerektiriyordu.

20. yüzyılın ilk yarısının sonlarına kadar *işlevsellik, verim, güvenilirlik, güvenlik* makinelerin tasarımında mühendisin gerçekleştirmesi gereken koşullar olarak sayıldı. Bu gerekleri yerine getirmenin yanı sıra ekonomikliği de sağlayan makineler, teknik ürünler başarılı ürünlerdi.

Son elli yılda yeni kavramlar, yeni sorunlar, yeni kısıtlamalarla karşılaşır olduk. Bu kısıtlamalar mühendisleri yeni yaklaşımlara zorladı. Bu zorlamaları doğuran neden bazı önemli tesbitlerin ortaya çıkması ve geniş kamu oyununda destek bulmasıydı. Bu bilgiler şunlardır:

- Doğanın zenginliği sınırsız değildir. Yüz yıl öncesi belki de sadece üç beş entellüktüelin yüzeysel tartıştığı bir konuydu bu. O zamanlar hem insanın doğa zenginliklerini harcaması bugüne göre daha az ve sınırlıydı, hem de doğal kaynakların sınırları hakkında fazlaca bir bilgi yoktu. Suyun, toprağın, havanın kirleneceği, petrolün biteceği düşüncesi insanlığın son 50 yıl içinde gözardı edemediği bilgiler oldu.
- İnsanın fiziksel yetenekleri gibi mental yetenekleri de sınırlıdır. Öğrenme kapasitesi, öğrenme hızı sınırlıdır. İş yerinde, evde, yaşamın her alanında kullanılan teknik araçların artması, daha çok oranda insanın teknolojiyle iç içe olması, makinelerin bedenen ve zihnen insana uyumlu olmasını gerektirir.

Kanımcı diğer pek çok gelişmenin yanı sıra bu iki temel bilgi tasarımcıları daha disiplinli çalışmaya zorladı. Artık her türlü teknik yapıt *hem çevreyle uyumlu*, hem de *insanla uyumlu* olmak zorundadır.

2. ÇEVREYE UYUM

Dünyanın hammadde ve fosil enerji kaynakları sınırlıdır. Aynı şekilde toprağın çöpleri, havanın ise zararlı emisyonları depolayabilme kapasitesi de sınırlıdır. 1995 yılında yapılan hesaba göre sadece Federal Almanya'da çevreye uyum – çevre koruma kurallarına tam uymama nedeniyle yılda 50 milyar Euro'luk çevre zararı olmaktadır. Bu lokal zarardır, ölçülebilir, görünen zarardır. Ancak çevre zararı globaldir, ülke sınırlarını aşan bir zarar türüdür, bazı hallerde global zarar, lokal zararın üstündedir.

Bundan 25 yıl önce Roma Kulübünün yayınladığı "Küresel Devrim" raporunda dünya nüfusunun patlarcasına hızla artması, iklimin değişmesi, dünyada besin dağılımının dengesizliği, enerji dar boğazı nedeniyle dünyada çok yönlü büyük bir değişim yaşanacağı bildirilmişti. Şimdi herhalde geçiş dönemindeyiz, belki de devrimin başlangıcını yaşıyoruz. Sanayiden ulaşıma, tarımdan ev yaşamına her alanda kullandığımız makineler, teknik yapıtlar çevre zararlı olabilir. Üretim ve kullanım aşamasında hiçbir zararı olmayan büyük ya da küçük herhangi bir makine bile, eğer ekonomik ömrünü tamamladığında, malzemesi yeniden kullanılabilir olacak parçalarına ayırlamıyorsa, doğrudan çöplüğe gidiyorsa o da çevreye zarar veriyor demektir. Çevre bilincine erişmemiş kişilerden oluşan toplumlar bunun cezasını çok acı bir şekilde ödemek zorunda kalacaklardır.

Günlük yaşamdan bir örnek üzerine biraz fikir jimnastiği yapalım. Sağlıklı yaşam meraklısı kişiler için her gün değilse bile haftada bir iki kere taze sıkılmış portakal veya greyfurt suyu içmek neredeyse bir tutkudur. Aslında dengeli beslenen bir kişi gereksinimi olan vitaminleri

besinlerden almaktadır. Biz gene de bir Alman veya İngiliz dostumuzun aldığı bir litrelik meyve suyunun macerasına bir göz atalım:

Avrupa'da içilen portakal sularının %80'i Brezilya'dan gelmektedir. Portakallar toplandıktan sonra, yıkanıp buhar altında kütlelerinin %8'ine inecek şekilde konsantre hale getirilmekte, dondurulup 12-13000 km mesafedeki Avrupa'daki meyve suyu fabrikalarına getirilmektedir. Avrupa'da bu konsantre meyve özüne tekrar su katılarak meyve suyu oluşturulmaktadır. Bu işlemin hesabı yapıldığında 1 litre meyve suyu için 22 litre su harcandığı ortaya çıkıyor. Taşımada harcanan yakıt ta ayrı bir sorun. Eğer portakal Florida'da yetiştirilseyse, Florida'da portakal bahçeleri yağmurla değil özel yöntemlerle sulanmaktadır. Bu da kullanılan suyu Brezilya portakalına göre 40 kat artırmaktadır. Bu kadar çok suyun harcanması bir çevre yüküdür, doğal kaynağın düşüncesizce harcanmasıdır. Bazen dudak büküp güldüğümüz çevreciler çok haklı olarak bu sorunları tartışıyorlar bugün.

Ülkemizde bol portakal var, pazarları portakal suyumuzu kendimiz sıkalım öyleyse.. Bir düşünelim. Sıkacağımız 4-5 portakalı yıkayacağız, portakalları sıkacağız ve suyunu afiyetle içeceğiz. Şimdi portakal sıkacağına bir göz atalım ve tasarımcı olduğumuzu düşünerek analiz edelim. Portakal presini elle bastırarak sıktık, kaldırıcı biçimi kolla sıktık, elektrik motorluydu sadece portakalı hafif bastırdık veya portakalları sadece ikiye kesip meyve presinin içine attık. Bu işi yaparken harcadığımız kas enerjisi ve/veya elektrik enerjisi, işin çabukluğu, mutfak tezgahı üzerinde stabil durup durmaması, ele uygunluğu gibi hususlar, tabii bir de presin fiyatı presi değerlendirmemizde, birkaç farklı model arasından birisini seçmemizde rol oynayan özelliklerdir.

Eğer iyi bir tasarım yapmak istiyorsak benim yaşındaki mühendislere 40 yıl önce öğretilen tasarım bilgileriyle, o günün düşünceleriyle iyi bir sonuca ulaşamazsınız. Yukarıda saydığım tüm özellikleri en iyi olan meyve presi hala iyi bir pres sınıfına giremeyebilir. Bugün meyve presleri test edilirken tüm bu özelliklerden daha da önemlisi olarak presi temizlemek için ne kadar temiz suya gereksinim duyulduğu ölçülmektedir. Piyasadaki presler için bu gereksinim 0,2 litre ile 1 litre arasındadır. 80 milyonluk bir ülkede insanların 1/10 u her 15 günde bir bardak portakal suyu içmek istese ve 4 kişi bir aileyi oluştursa, yani bir presi kullansa sadece temizlik için harcanacak temiz içme suyu yılda 12 000 ton ile 60 000 ton arasında değişiyor. İyi bir tasarımcı ülkesine 48 000 ton temiz suyu kazandıracaktır veya presinin bu özelliğini öne çıkardığında daha kolay başka ülkelere de satabilecektir.

Doğal kaynakları düşüncesizce harcamanın dışında da tasarımcıyı ilgilendiren çevre sorunları var. Makinelerin yaşam evreleri ben öğrenci iken tasarım – üretim – kullanım olarak üç aşamada incelenirdi. Şimdi ise dört aşamada inceliyoruz: tasarım – üretim – kullanım – ortadan kaldırma. Nedir bu ortadan kaldırma? Ekonomik ömrünü dolduran makine eskiden hurdaya çıkarıldığında değersiz bir yığıldı, tamamı veya büyük bir kısmı atılıyordu. Bugün mühendislikte yepyeni bir alan var: Recycling. Hangi türden olursa olsun malzemeleri mümkün olan en yüksek oranda yeniden kullanmak, kullanılabilir hale getirmek. Tasarım derslerinde öğrettiğimiz "kolay montaj" kuralının yanına hemen bir de "kolay demontaj" kuralını ekledik. İster torna tezgahı, ister çamaşır makinesi başlangıçta tasarlanırken nasıl kolay monte edilsin düşüncesi ile hareket ediliyor idiyse, şimdi "iş bitince de kolaylıkla ve mümkünse hasar görmeden sökülebilir" düşüncesini de istek defterimizin başına yazıyoruz. Bu şekilde hem madde kaynakları daha tasarruflu kullanılmış oluyor, hem de ham maddeden kullanılabilir maddeye ulaşmaya kadar, örneğin demir filizinden çeliğe ulaşmaya kadar gerekli enerjiden de tasarruf ediyoruz.

24 Mart 2006'dan itibaren Almanya'da yürürlüğe giren bir yasa gereği ekmek kızartıcıdan, televizyona, videodan bilgisayara kadar hiçbir elektronik araç artık çöpe atılmayacak. Şimdiye kadar çöpe atılan ve içinde bakır, gümüş gibi değerli maddeler, bazı kaliteli plastikler içeren elektronik aletlerin miktarı sadece Almanya için yılda 1,8 milyon ton olarak hesaplanmış. Tabii bu yararlı ve yeniden değerlendirilebilecek maddelerin yanı sıra da kurşun, asbest ve cıva gibi zararlı maddeler de içeren bu aletler, şimdi belirli merkezlere verilebilecek ve üreticiler tarafından çevreye zarar vermeyecek şekilde demontajı, malzemelerine ayrılması sağlanacak. Demontaj zorluğunun ne kadar ek maliyet oluşturabileceğini

düşünebilirsiniz. Yine Almanya'da bir demir çelik firması çeşitli büyüklükte 250 firmanın artıklarından, hurdalarından yılda 460 000 ton malzemeyi yarı mamul olarak işlemekte olduğunu gazete reklamlarıyla öğünerek duyurmaktadır. Görüldüğü gibi artık kolay demontaj da tasarımın ana koşullarından biri oldu.

Son yıllarda her alanda bir Çin rekabetinden konuşup duruyoruz. Çin yaşamımızı değiştiriyor, ama Çin'de de yaşam değişiyor, daha da değişecek. Fütürologlar 15 yıl sonra Çin'de otomobil sayısı öyle artacak ki, o otomobillerin kullanacağı benzin, bugün dünyanın toplam benzin üretiminin %10 kadar daha üstünde olacak diyorlar. En pahalı enerji bulunmayan enerjidir. Benim 40 yıl önce Leopard tankları için tasarımını yaptığım servohidrolik sistemin verimi %30 du ve ben mutluydum. Yukarıda Çin'den verdiğim örnek enerji açısından, hele fosil enerji kaynakları açısından nasıl hızla bir darboğaza girildiğini gösteriyor. Artık tasarımcının enerji kullanımı, enerji tasarrufu ve verim konusunda kılı kırk yarması gerektiğini gösteriyor. Volkswagen otomobil fabrikaları iki yıl önce 2 litre benzinle 100 km giden iki kişilik otomobilini basına gösterdiğinde, otomobildeki bazı konfor eksiklikleri tartışılmıyor, bu otomobille hem enerji tasarruf ediliyor, hem de dolaylı olarak çevre zararlı egzoz gazlarından, ortamı ısıtma yükünden kurtulacak diye hayranlıkla izleniyordu, çevreye uyum takdir ediliyordu.

3. İNSANA UYUM

İlk makineler insanın kas gücünü aşan işleri yapabilmesi için üretilen makinelerdi. Zamanla kas gücünü aşabilmenin yanı sıra süreklilik, hatasızlık, sabit kalite, güvenlik gibi özellikler de makinelerin üstünlüklerine katıldı. Elbette makinelerde bu özellikler bugün de olmazsa olmaz özellikler. Ama yine son elli yılda gittikçe artan önem kazanan bir özellik de istek olmaktan çıkıp şart olmaya başladı: Makinenin insana uyumu yani makinenin ergonomik prensiplere uyumu. 10 yıl önce yapılan bir araştırmada Avrupalı tasarımcıların %90'ı ergonomik prensiplerin tasarımın başında dikkate alınması gerektiği konusunda hemfikir olduğunu, ancak bunu daha yeterince gerçekleştiremediklerini düşündüklerini gösterdi. Makinelerin insandan bağımsızlığı hangi düzeyde olurlarsa olsun, çalıştırılırken, bakımı yapılırken, parçası değiştirilirken kullanan kişi tarafından yapılması gereken çeşitli işler vardır. İnsan – makine arakesiti olarak tanımladığımız kumanda elemanları ve göstergeler insanın antropometrik, fizyolojik, mental özellik ve yeteneklerine uygun biçimde tasarlandıysa bu işler işgören tarafından kolay, doğru, çabuk ve az enerji harcanarak yapılabilir. Elbette ergonomik istekler bununla sınırlı değildir, makinenin sıcaklığı, gürültüsü, titreşimi gibi çevreyi etkileyen özellikleri de belirli sınır değerleri aşmamalıdır.

Sadece kuvvet uygulama yönünden değil, teknik yapıt öğrenme ve kullanma yönünden de kullanıcının mental yeteneklerini zorlayacak düzeyde olmamalıdır. Acemi şoförün panik anında otomobildeki üç pedala bile karıştırıp fren yerine gaz pedalına bastığı haberlerini hepimiz okumuşuzdur. Makinelerimiz karmaşıklıkla gösterge sayısı, kumanda elemanı sayısı da artıyor. Bir makinenin kumanda tablasındaki 26 düğme, anahtar, şalter varsa bunlar öyle farklı tasarlanmalı, yerleştirilmeli ki hangisinin neye kumanda ettiği apaçık belli olmalı, anlamları her kullanıcı tarafından kolay ve doğru yorumlanmalı. Bu düğmeleri veya avuç içi ile sıkıştırılacak levreyi hareket ettirecek güç, kişinin sürekli performans sınırının altında olmalı, makine çalıştırılırken vücudun alması gereken konum da aşırı konum enerjisi harcamayı gerektiren konum olmamalıdır. Bütün bunlar tasarım mühendisinin artık detaylı bir ergonomi bilgisine sahip olmasını veya en azından ergonomi bilen bir meslektaş ile birlikte çalışmasını ve tasarımını bu bilgilerin ışığında gerçekleştirmesini gerektirmektedir. Teknik yapıtın insana uyumlu olması berber makasından, mutfak robotuna, tornavidadan CNC tezgaha kadar tüm yapıtlar için artık istek listesinin en başında gelen , olmazsa olmaz noktalardan biri oldu.

4. YARIN

40 yıl önce neredeyse adından bile bahsedilmeyen, belki çoğu kişi tarafından bilinmeyen çevreye uyum, insana uyum bugün tasarımda mutlaka göz önünde tutulması gereken özellikler oldu. Pek çok ülkede hem çevre hem de insan açısından bu uyumu zorlayan yasalar, yönergeler var. Muhtemeldir ki önümüzdeki 20 yılda tasarım mühendisine daha fazla kısıtlamalar, daha farklı istekler getirilecek. Ne mezun olduğumuz gün sahip olduğumuz, ne de bugün sahip olduğumuz bilgi o isteklere hemen cevap vermemize yetecek. Öğrenmek, yeni teknolojileri özümsemek, yeni yöntemler geliştirmek zorundayız. İnsan beyni öğrenme, düşünce dünyasını geliştirme, öğrendiklerinden yeni ürünler yaratma konusunda tanımlayamaya dilimizin dönmeyeceği düzeyde bir yeteneğe sahiptir. Yeni bir tasarım için kalemini eline alan mühendis, tasarımı başarılı olduğu taktirde o tasarımdan doğacak ürünün yaşamının kendi yaşamını aşabileceğini, kendinden sonraya bile bir eser bırakacağını düşünür. Ben bir mühendisin tasarımına son noktayı koyarken veya prototip ortaya çıktığında ruhunda Michelangelo efsanesinin hiç değilse bir küçük benzerini yaşadığını düşünürüm. Bilirsiniz Michelangelo meşhur Musa heykelini bitirdiğinde karşısına geçmiş, kendi eserini hayranlıkla izlemiş ve haykırmış: KONUSU! Biz de makinemize HAYDİ ÇALIŞ derken, alacağımız sonuç açısından Michelangelo'dan daha şanslıyız.

Genç mühendis arkadaşlarımla tasarımlarında bu zevki tatmalarını, geliştirecekleri yöntemler, üretecekleri makinelerle ülkemizi teknolojide diğerlerinin takipçisi olmaktan kurtarmalarını, öncü konuma geçirmelerini diliyorum.

5. KAYNAKÇA

- [1] Pahl,G. – Beitz,B., Konstruktionslehre Springer Verlag-Berlin 2000.
- [2] Burrows,B.C. Mayne,A.J., Into the 21st Century Adamintine Pres, Twickhsm 1991.
- [3] Bruder, Ralph (Editör), Ergonomie und Design Ergonomia-Stuttgart, 2004.