

ÖNCE GÜVENLİK Mİ? Safety First ?¹

Kusurlu ürünleri piyasaya süren üreticilerin mazereti olamaz.

Peter R. LEWIS²

Kusurlu ürünleriyle ilgili çıkan kötü haberler bir şirketi neredeyse altüst edebilir. Bu yılın başlarında Toyota otomobillerindeki gaz pedalı problemi gün yüzüne çıktığında şirketin ünü ve satışları tepetaklak olmuştu. Yine *Deepwater Horizon* petrol sızıntısı felaketiyle ilişkisi olan hiçbir şirket halkın kızgınlığından kaçamamıştı.

Manşetlerin dışında kalan ve açıkça ilan edilmeyen daha fazla sayıda ürün arızası aynı oranda zarara neden olabilmektedir. Kötü ürün tasarımı, ürünlerin gerçekçi koşullar altında test edilmemesiyle birleşerek bu problemlerin temel sebebinin oluşturmaktadır.

Bu hatalar kimi zaman yersiz bir tutumluluk düşüncesi sonucu yapılmaktadır. Örneğin, talihsiz *Deepwater Horizon* olayında sondajdan sorumlu uzmanların kuyuyu kapatmak için bazı aşamaları hızlandırarak 5 milyon dolar

tasarruf etme beklentisinde oldukları tahmin edilmektedir. Sonuçtaki kaza, milyar dolarlar düzeyinde hasara neden olmuştur. Bundan daha küçük ölçekli durumlarda bile hatalı ürün tasarımından kaynaklanan problemleri çözmek, bu problemleri başında

düzeltilmek için gerekecek maliyeti kat kat aşmaktadır.

Bilirkişilik yapan bir mühendis olarak hasar, yaralanma, hatta bazen ölümlerle sonuçlanan sayısız kötü ürün örneği ve endüstriyel tasarım gördüm. Bu durumların neredeyse hepsinde söz



Bu polibütan boru, sudaki plastik ve klorun reaksiyonu sonucu hasar görmüştür.

¹ *Mechanical Engineering (The Magazine of ASME)* dergisinin Eylül 2010 sayısında yayımlanan bu yazı Yeliz Demir tarafından dilimize çevrilmiştir. Yazının orijinaline http://memagazine.asme.org/Articles/2010/September/Safety_First.cfm bağlantısından ulaşılabilir.

² Peter R. Lewis, İngiltere'deki, Milton Keynes Açık Öğretim Üniversitesinde adli mühendislik profesörüdür. Lewis, 2004'te CRC Press Inc. tarafından yayımlanan *Adli Malzeme Mühendisliği (Forensic Materials Engineering)* ve bu yıl Woodhead Publishing Ltd. tarafından yayımlanan *Adli Polimer Mühendisliği (Forensic Polymer Engineering)* kitaplarının yazarıdır.



konusu şirket büyük harcamalarda bulunmak zorunda kalmıştır. Bu konu mühendislik camiasında oldukça az oranda dikkat çekmektedir.

Milyonla çarpılan küçük ölçekli arızalar muazzam ekonomik vurgunlara yol açabilmektedir.

Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nde açılan en büyük grup davalarından birinde dava konusu, 1980'lerin sonunda su ısıtma sistemleri için montajı yapılan evsel plastik boru tesisatındaki arızadır.

Alt kattaki odalarda su baskınlarına neden olan, bilgisayarları ve diğer ekipmanları tahrip eden bir plastik bağlantı arızasıyla ilgili rapor sunmak üzere ilk davada bir uzman olarak yer aldım. Davacılar, su tesisatçısının bağlantıyı düzgün sıkıştırmadığını iddia etmekteydiler. Aslında kusur tesisatçıda değil, düzgün yapılmamış olan bağlantıydı. Texas mahkemelerinden aldığım bir rapor, U.S. Brass, Shell, DuPont ve Hoechst'ın evsel su sistemleri için plastik boru ve ekleme parçalarını temin ettiklerinin kabulünü göstermekteydi. Bu borular kullanım esnasında yıpranmış ve sonunda da kırılmıştı.

Ortaya çıkan önemli bir nokta ise üreticilerin yapmış oldukları testler sonucunda bu plastiklerin, su rezervinde bulunan klor oranının düşüklüğüne bağlı olarak oksitlenmeye karşı hassasiyetini biliyor olmalarıdır. Asetal reçinesi ekleme parçaları ilk bozulan donanım olmuştur, bunu polibütan boru izlemiştir ve davada alınan karar tartışmamızı çözüme kavuşturmuştur. Ancak Kuzey Amerika'da bu tip sistemlerin çok yaygın olması nedeniyle üreticiler hâlâ yükümlülükleriyle uğraşmaktadırlar. Kalan hak taleplerini karşılamak için şirketler tarafından bir milyar dolar vadedilmiştir ve bu oran, davayı sonuca bağlanan en büyük grup davalardan biri konumuna sokmaktadır.

Bu durum, şirketlerin yapmış oldukları testleri, kendilerini risk altına sokma pahasına nasıl görmezlikten geldiklerini ortaya koymaktadır. Bunu yapma nedenleri ise bir muammadır. Polibütan boru tesisatını ve asetal ekleme parçalarını bilinen oksitlenme risklerine karşı korumak mümkündür ve bu, su tesisatının yaygın olarak kullanıldığı Avrupa'da uygulanmaktadır.

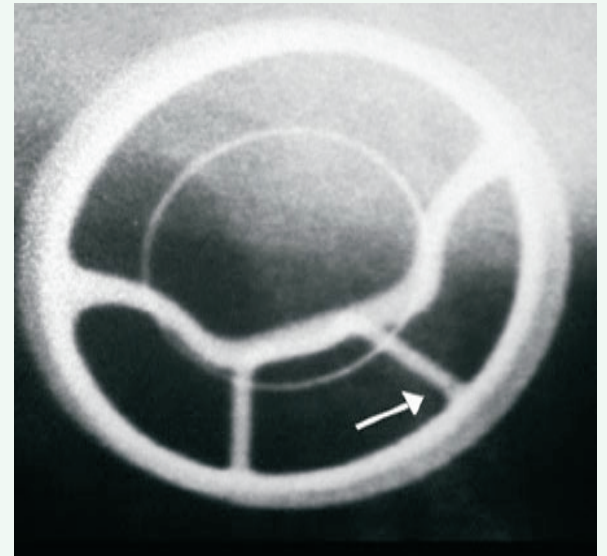
Kullanımdaki bir ürünün arızasıyla ilgili erken uyarıları dikkate almamak da çok tehlikeli sonuçlar doğurabilmektedir. Buna iyi bir örnek olarak bir kateterdeki bağlantının arızası verilebilir. (1990 yılında bir kateter arızasını incelemiştim. Bu olayda bir epidural kateterin ucu kopmuş ve hastanın omurgasında unutulmuştu. Ürün serbest numuneydi, ancak tedarik edilmemesi gerekmektedir. Sonuç olarak üretici firma ortaya çıkan ciddi hasarları karşılamak durumunda kalmıştır.) 1990'ların ortalarında kateter tasarımları çatlamaya başladığında, hemşireler felakete yol açabilecek sıvı sızıntılarını belirleyene kadar arıza fark edilmemişti.

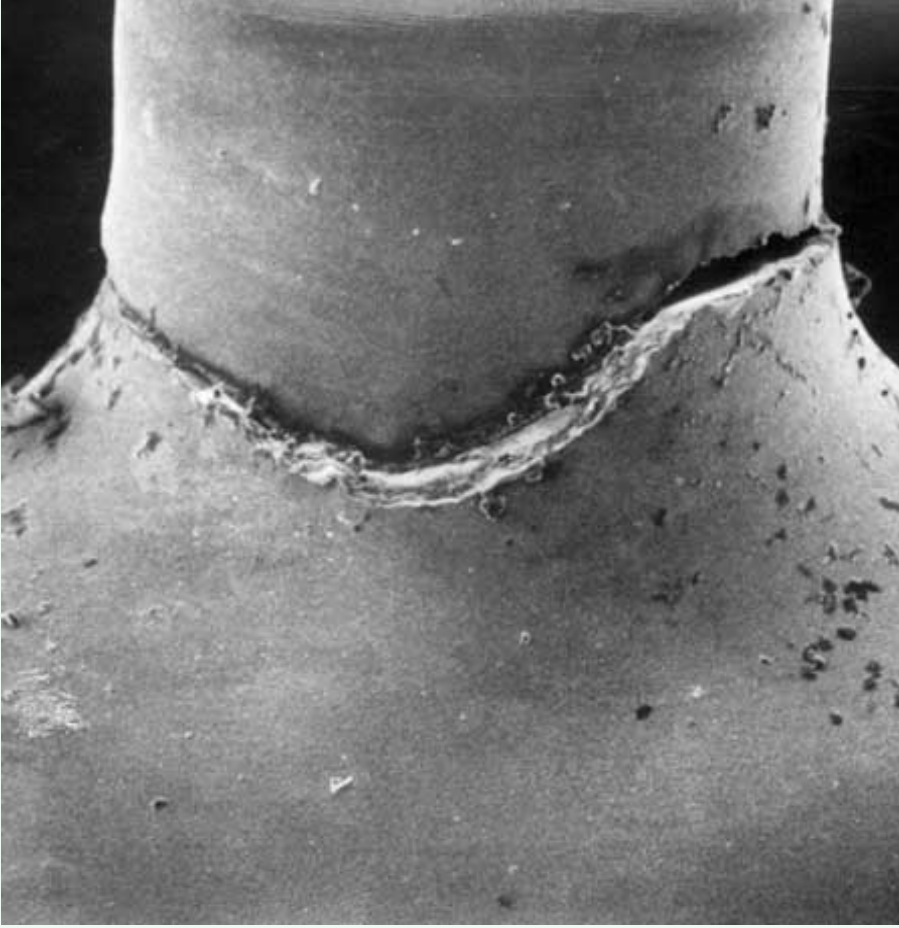
Bu, elbette ki arızanın en son aşamasıydı. Çatlaklar çoğunlukla deliği çok fazla sızıntı olmadan dış yüzeye bağlamıştır. Bunun tehlikesi, kateterin dış duvarlarında yaşayan bakterilerin kılcal çatlaklar vasıtasıyla sıvıları enfekte etme olasılığıdır. Hastane ortamındaki birçok bakterinin öldürücü

nitelikte olduğu göz önünde tutulduğunda, bu sinsi ve oldukça ciddi bir problemdir. Bu yolla bir prematüre bebek enfeksiyon kapmış ve menenjit hastalığına yakalanmıştır. Hastalık nedeniyle bebek ölümün kıyısından dönmüş, ancak yaşı ilerlediği zaman tespit edilebilen bir beyin hasarı oluşmuştur. Problemin büyük olasılıkla polikarbonat bağlantıların hatalı kalıplanmasından kaynaklandığı bu olayla ilgili dava, 2008 yılında mağdur çocuğa zararların ödenmesiyle birlikte kapanmıştır.



Bjork-Shiley sentetik kalp kapakçığı (üstte) üreticileri, gerilmelerin, diski payandalarla birleştiren bağlantıların (altta) bozulmasına yol açtığını erken fark etmişlerdir.





Üsteki şekil hasarlı bir payandanın oldukça büyütülmüş bir görüntüsüdür.

Problem şu anda halledilmiş olsa da akıllara üreticinin ürünü neden ilk başta doğru yapmadığı sorusu gelebilir. Şirket aynı zamanda temizleme malzemelerinin, organik sıvıların ve bu plastiğe zarar verebilecek diğer etkenlerin yaygın olduğu hastanelerdeki ortamı test etme konusunda da başarısız olmuştur. Tasarımcılar bir ürünü hastanelerin kullanımına sunmadan önce, hazırlamış oldukları prototipleri gerçekçi koşullarda test etme sorumluluğuna sahiptir.

Kateterler son yıllardaki en büyük gelişmelerden birinde rol oynamaktadır: Kalp tedavisinde kullanılan minimal invaziv (en az düzeyde yayılım sağlayan) yöntem. Tedavi yöntemlerinden birinde kateter ana atardamarın içine kasıktan doğru yerleştirilir, kateter bir blokajdan

geçirilir, yağ katmanlarını ezmek ve atardamarda daha iyi kan akışı sağlamak için bir polimer balon şişirilir. Bu operasyona anjioplasti adı verilir. Balonun üzerine metal bir stent yerleştirilirse söndürme sonrası deforme olur ve yerinde kalır, bu da çökme ihtimaline karşı atardamar duvarlarını destekler.

Tedavi edici güçlerine rağmen, bu tekniklerde kullanılan ekipmanların içinde bulunduğu pek çok üründe arıza meydana gelmiştir. Elbette ki böyle bir ortam için tasarım yapmak zor bir iştir. Yorulmaya bağlı çatlaklar kalbin atışı sonucu ortaya çıkabilmektedir ve kanın kendisi de aşındırıcıdır. Yine de bazı donanımların tasarımı ve üretim şekli sorgulanabilir.

Bjork-Shiley sentetik kalp kapakçığı, donanım arızalarının en kötü

örneklerinden biri olarak durmaktadır. Orijinal tasarım zamanla yağ birikintileri tarafından tıkanmış, bu nedenle donanım, problemi ortadan kaldırmak amacıyla yeniden tasarlanmıştır. Ancak yeni tasarım tantal kaynaklı bağlantılara dayandığı için yorulma sonucu arıza yapmıştır. Ürünle ilgili problemlerin erken göstergeleri göz ardı edilmiş, bu da yüzlerce kişinin ölümüyle sonuçlanmıştır.

Tıbbi bir malzeme söz konusu olduğu için üretici suçu temel düzenleyici kuruluşla paylaşabilir. Birleşik Devletler Besin ve İlaç Dairesi (FDA) ilk başta kalp kapakçığı arızasının nedenini araştırma konusunda başarısız olmuştur. Aslında Daire'nin bu malzemenin kullanımını 1979'da yasaklaması gerektiği iddia edilebilirdi, ancak 1986'ya kadar hiçbir eylemde bulunmadı. Bu olay Daire'nin düzenleme konusundaki en başarısız örneklerinden birini teşkil etmektedir; çünkü kapakçığın kullanımını yıllar sonra durdurulacağına o dönemde hemen durdurulabilirdi.

Bazen ürünler tehlikeli olarak ilan edildiklerinden çok sonra bile kullanılabilir. 1970'lerde incelediğim bir olayda araçlar birdenbire ateş almıştı. Bunun nedenini ozon çatlaklarına ve Fiat Mirafiori'deki (ABD'de Brava adıyla satılan otomobil) lastik ve plastik yakıt borularının eskimesine bağlamıştım. Otomobil birçok piyasadan geri çekilmiştir, ancak İrlanda Cumhuriyeti'nde kalmıştır. Buradaki habersiz otomobil sahipleri oldukça tehlikeli araçları kullanmaya devam etmiştir.

Başka bir korkunç kazada iki çocuk, anneleri eve gitmek üzere aracı terk ettikten hemen sonra Fiat marka otomobilin alev alması sonucu ağır yaralanmışlardı. Araştırmacılar aracın içinden geçen yakıt borularından şüphelenmişlerdi. Aile çocuklarının



Fiat Mirafiori bazı korkunç ve kimi zaman ölümcül otomobil yangınlarına sebebiyet veren hatalı yakıt borularıyla birlikte üretilmiştir.

yaralanması nedeniyle şirketi dava etti. Zararı karşılamak yerine, şirket benim de on yıllar önce raporunu hazırladığım mahkemeye başvurdu.

Elbette ki şirket büyük hasarı ödemiştir.

Ne yazık ki hepsi bu kadar değil. İrlanda'nın önde gelen gazetelerinden biri olan *Irish Times*'de yayınlanan bir haber otomobille ilgili ciddi kaza olaylarının yeniden açılıp araştırılmasına neden olmuştur. Tüylar ürperten bir örnekte çıkan yangın öylesine şiddetliydi ki, bir rahibin kalıntıları ancak sandaletinin bağlarından tespit edilebilmiştir. ABD'de benzer sonuçlar doğuran birçok kaza meydana gelmiştir.

Bu kazaların hiçbiri olmak zorunda değildi. Eğer yakıt boruları zırlı, ozona dirençli lastik kullanılarak doğru tasarlanmış olsaydı hiçbir problem olmayacaktı.

Bu olayı Fiat'ın ele alış biçimi son dönemde gaz pedalı problemlerini yıllarca reddeden Toyota tarafından da tekrarlanmıştır. Şirket, davaların baskıları sonucunda ciddi bir tasarım hatası olduğunu ancak kabul etmişti. Hem Fiat hem de Toyota vakaları tasarım hatalarının sonu gelmez ve

gereksiz bir biçimde tekrarlandığını göstermektedir. Bu problemlerin, modeller bayilerin showroomlarında gösterilmeden önce dikkatli testler sonucu ortaya konulması gerekmektedir.

Yeni parçalarla donatılan, yeni modellerini test eden şirketler için bu parçaların analizini yapmıştım. Donanımlar ne zaman arıza yapsa hemen iyileştirici önlemler alınıyordu. Bir seferinde, soğutma sistemindeki yeni tasarım bir radyatör su tankı çatlamış, bu da sıvı kaybına ve motorun tutukluk yapmasına neden olmuştu. Problemin yanlış tasarımdan ziyade hatalı tanktan kaynaklandığı ortaya çıktı ve böylelikle tedarikçi firma bu ürünü otomobil şirketine gönderdiği için kusurlu bulundu. Bu tip münferit olaylar elbette ki zaman zaman ortaya çıkabilir, ancak ürünlerini nakletmeden önce izlemek ve test etmek üreticilerin sorumluluğudur.

Çoğu kez büyük felaketlerden sonra dersler çıkarıldığı söylenir, ancak bu genellikle doğru değildir. Örneğin yakıt boruları hâlâ arıza yapmaya devam etmektedir. Eylül 2006'da bir Nimrod keşif uçağı, Afganistan üzerinde bir görev esnasında yakıt sızıntısı sonucu

ateş almıştı. Uçak düşmüş, 14 İngiliz askeri personeli hayatını kaybetmişti. Kaza üzerine hazırlanan bir rapor, neredeyse 40 yıl önceden kullanıma sunulan uçağın tasarım hatasına bağlı olarak ilk baştan itibaren uçuşa elverişli olmadığını ortaya koymuştur.

Yakın dönemde Londra Heathrow Havaalanı'nda bir uçak çekme aracında meydana gelen yangında rol oynayan yakıt borusu sızıntısını inceledim. Boru zırlı olmasına rağmen ozona dirençli değildi ve çatlaklar zırlı delip ani arızaya ve yakıt sızıntısına neden olmuştu. Bunun gibi çok sayıda benzer arızalar oldu ve olaylar Heathrow Havaalanı'yla sınırlı kalmadı. Tüm bunlar problemin üreticiden kaynaklanan bir tasarım sorunu nedeniyle yaşandığını ortaya koymaktaydı.

Çoğu arıza durumlarında tehlike pahasına göz ardı edilen uyarı göstergeleri bulunmaktadır. Örneğin, *Deepwater Horizon* kazasının kısmen patlama önleyicinin kritik bileşenlerindeki hatalardan kaynaklandığı görülmektedir. Bu hataları ortaya koyabilecek testlerin, ölümcül patlama meydana gelmeden önce yapılmadığı açıktır.



Kötü bir tasarım ürünü olan yakıt borusu, Afganistan üzerinde bir Nimrod keşif uçağının düşmesine neden olmuştur.

Son dönemlerdeki pek çok arızada olduğu gibi (sadece mühendislik alanı ile sınırlı değildir) bu probleme de ışık düzenlemesi neden olmuş olabilir. Ancak şirketler bu tip problemleri kendi başlarına ele alabilecek kapasitededirler. Güvenliği kritik durumda olan ürünlerin uyarı sinyallerini analiz edebilen ve yıkıcı arızalar meydana gelmeden çok önce iyileştirici önlemler önerebilen pek çok bağımsız bilirkişi mühendis bulunmaktadır. Ürünler, arızaya karşı güvenlik özelliklerine ve arıza durumunda bir aletin çalışmasına devam edebilmesi için yedek parçalara sahip olacak şekilde tasarlanmalıdır. Aynı zamanda ürünlerin gerçekçi koşullar altında testi yapılmalıdır.

2008'de Minneapolis'te I-35W köprüsünün çökmesiyle ilgili Ulusal Ulaşım Güvenliği Kurulu (NTSB) raporuna göre köprü aralığı başından itibaren hatalıydı. 1967 Aralık ayında da bir asma köprünün aniden çöktüğü ve 46 araç sürücüsünün beraberindekilerle birlikte aşağıdan geçen Ohia Nehri'ne gömüldüğü Silver

Bridge felaketi meydana gelmeden sadece birkaç ay önce köprü trafiğe açılmıştı.

Kaza, Minneapolis'teki köprüyle ilgili olan herkes için yanan bir kırmızı ışık niteliğinde olmalıydı. Silver Bridge çökmüştü; çünkü kötü tasarlanmıştı ve yedek askısı yoktu. I-35W köprüsü de bir kötü tasarım ürünüydü ve destekleyici kirişlerin derzlerindeki guse plakaları köprü üzerindeki tasarım yükleri için çok inceydi. Daha sonra yol kısmına beton eklendi ve çöküşün hemen öncesinde yapının en zayıf bölümü üzerine yeni bir yüzey için malzemeler ve donanımlar eklendi. Silver Bridge felaketi sonrası yapılması kararlaştırılan düzenli incelemeler, köprü üzerinde yorgunluğa bağlı kırılmalar, aşınma ve tabakalarda yer yer prematüre deformasyon olduğunu göstermiştir. Ancak tüm bunlara rağmen uyarılar göz ardı edilmiştir.

Gelecekteki felaketler önlenmek isteniyorsa erken uyarılar dikkate alınmalıdır. Denetlenmesi zorunlu olan geniş yapılarda bunun yapılması özel

bir önem taşımaktadır. Aksi takdirde denetleme yapmanın ne anlamı olabilir?

Gelecekteki felaketleri önlemenin başka bir yolu da bu tip kazaları kamuoyunun bilgisine daha geniş ölçüde sunmaktır. Mühendislik hatalarından utanmak yerine bunları dikkatle inceleyip hatanın nereden kaynaklandığını anlamamız gerekir. Engineering Failure Analysis, İngiltere'de yayımlanan, mühendislik ürün ve süreçlerindeki arızalarla ilgili durum çalışmalarına yer veren bir dergidir. Günümüzde kullanılan arama motorlarının gücü sayesinde her mühendis kişisel bilgisayarından gizli kalmış veya detaylı durum incelemelerine ulaşabilmektedir.

Ürün arızaları, aşırı hevesli yöneticilerin ve maliyecilerin baskısı altında olmayan, önyargısız araştırmacılar tarafından analiz edilmelidir. Ancak tüm mühendisler emniyetli ve güvenilir ürün tasarlama sorumluluklarının farkında olmalıdırlar. ■