

# TAŞIT TASARIMINDA EMNİYET FAKTÖRÜ

**Osman ELDOĞAN**

Sakarya Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Adapazarı

## ÖZET

Taşıt tasarımında öncelikle göz önünde bulundurulacak konulardan biri emniyettir. Geniş manasıyla emniyet faktörü, otomobilin icadıyla birlikte gündeme gelmiştir. Saatte on kilometreden fazla olan hızlarda, ortaya dönme ve durma problemi çıkmaktadır. Dolayısıyla kaza olayı için dizaynın yanında, taşıtın normal fonksiyonları için de bu alanda uzun zamandır çalışılmaktadır. Bu çalışmada, taşıt tasarımındaki emniyetle ilgili bir takım gelişmeler üzerinde kısaca durulmuş, konu üzerine yapılan çalışmalar ve emniyet parametreleri hakkında kısa bilgiler verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Taşıt tasarımı, Emniyet, Trafik kazası

## SAFETY FACTOR IN VEHICLE DESIGN

### ABSTRACT

One of the primary considerations in vehicle design is safety. Safety criteria in the broadest sense have been with the car from its inception. Once you are moving at more than ten kilometers per hour, the problems of turning and stopping become immediately apparent. Designing for accident avoidance, therefore, is in one sense merely an extension of designing for normal function, and improvements have been introduced in an ad hoc manner over many years in this area. This paper traces very briefly the evolution of some safety aspects of vehicle design. Some studies and safety parameters are introduced too.

**Key Words :** Vehicle design, Safety, Traffic accident

### 1.GİRİŞ

Taşıt tasarımında göz önünde bulundurulacak faktörlerin sayısı bir hayli fazladır. Bu çok sayıda faktörlerden biri olan emniyet, taşıtta öncelikle göze çarpan bir özellik olmamakla beraber, günümüzde artan hayat standardı ve hayatın değerinin artması, emniyet faktörünün önemini de arttırmış; taşıtta emniyet magazin dergilerinin konuları arasında yerini almıştır. Bu arada hükümetler de taşıt emniyetini artırıcı zorunluluklar getirmişlerdir.

Her ne kadar taşıtın dış görünüşü, kazayı önleyicilik veya çarpmadaki emniyet karakteristiklerini gösteremeyebilse de, emniyet günümüzde, taşıt alırken öncelikli olarak göz önünde bulundurulacak kriterler arasına girmiştir. Bu durum, bilhassa maddi zorunluluklar dolayısıyla ülkemizde tam olarak

görülmesi de 1991 yılında Almanya'da yapılan bir araştırmada görülebilmektedir. Yapılan araştırmada kişilere yeni taşıt alırken göz önünde bulundukları kriterler sorulmuş, 19 ayrı kriter içinde kullanım kolaylığı ve iyi yol tutuştan sonra, emniyet 3. sırada yer almıştır.

Bu durum, tabii olarak, motorlu taşıt üreticilerinin ürünlerinin emniyetliliği üzerinde daha fazla durmaları sonucunu getirmektedir.

Gerçi emniyet, henüz günümüzde önemi anlaşılmış bir kriter değildir. Dünyada ilk taşıt olarak ele alabileceğimiz bir aracı Nicholas Cugnot 1769'da yapmış ve bu araç 1,5 km/h hızla giderken bir duvara çarpmıştır. Yine 1895 yılında A.B.D.'nin Ohio eyaletinde sadece 2 adet otomobil bulunduğu halde bunlar birbirleriyle çarpışmışlardır. Otomobil,

icadından itibaren çok büyük gelişmeler katetmiş, hızı ve konforu artmış, aynı zaman da trafik yoğunluğu da artmış, dolayısıyla kaza riski de artmıştır. Bunun sonucu olarak firmalar ürünlerinin emniyetliliği üzerinde durmuş, zaman içinde emniyetlilik çalışmalarıyla ilgili özel birimler kurmuşlardır.

## 2. EMNİYETLİLİK ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Taşıtlarda emniyetliliği, kaza ihtimali ile mümkün olan zarar oranı çarpımlarının az olması olarak tanımlayabiliriz. Dolayısıyla, taşıt yönünden, taşıtın kazaya karışma ihtimalinin küçültülmesi ve kaza olması halinde, kaza sonucu oluşacak zararın azaltılmasına çalışılması üretici tarafından yapılması gereken çalışmalardır.

Taşıtlarda emniyetlilik üzerine yapılan çalışmaların temelini ise kaza araştırmaları oluşturmaktadır. Pratikte kazalar iki taşıtın ön-yan-arkadan birbirleriyle çarpışmaları, takla atmaları, bir cisme çarpmaları, yayaya çarpmaları gibi değişik türlerde karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan en sık görüleni önden çarpma olup, üzerinde çok çalışılmış bir çarpışma şeklidir. Yandan çarpışma ise, son yıllarda çalışmaların odak noktasında olmuştur. Yaya ile olan çarpışma şekli ise şehir içinde en çok karşılaşılan kazalardır.

Kazalar üzerine literatüre geçen ilk araştırma 1917 yılında De Haven tarafından askeri amaçla yapılmış ve bu çalışmada "çarpma kuvvetlerine göre insan toleranslarının tanımlanması" üzerinde durulmuştur.

Çarpışma noktasından baktığımızda ise, çarpma testlerinin 2. Dünya Savaşından önce pek yapılmadığını görüyoruz. İlk yapılan çarpma testi 1933'de GM tarafından yapılan yuvarlanma testleridir. Taşıtın bariyere çarptırılması şeklindeki ilk test de 1934'de GM tarafından yapılmıştır. Ford Motor Co. da 1935'te camın enerji yutma kapasitesini ve çarpma dayanımını ölçme maksadıyla testler yapılmıştır. Almanya'da da 1930'ların ortalarında kabin korunması için çalışılmış, 1939 yılında yandan çarpma üzerine ilk testler yapılmıştır. Ancak çarpma testleri üzerine yoğun olarak çalışmaların yapılması 2. Dünya Savaşı sonrasındadır. Çarpma testlerinde dummy'lerin kullanılması ise, 1920'lerde uçaklarda kullanıldıkları

halde, 1950'lerin başlarına rastlamaktadır. Emniyet kemeri, çocuk koltuğu gibi kazalarda yaralanmayı önleyici yöntemler 1950'lerde taşıt dünyasına girdi.

Bugün otomobillerde kullanılan hava yastığı 1957'den beri vardır ve yine ABS üzerine yapılan çalışmalar 1960'lara kadar uzanmaktadır.

1962'de çarpma testlerinde kullanılmak üzere çarpma kızıağı yapılmış, taşıt ve içindeki insanın çarpışmada emniyet kemeri, koltuk ayarları, kapı kilitleri ve ön cam ile durumu incelenmiştir. Bu arada, mesela A.B.D.'de 1960'larda taşıtlar için emniyeti artırıcı bir takım zorunluluklar getirildi.

Taşıt emniyet çalışmalarında en önemli yeri tutan, ama çok masraflı olan çarpma testleri yanında kaza simülasyon programlarının kullanımı ise, bilgisayar teknolojisiyle birlikte olmuştur. Bu programlar sayesinde, çalışmalar daha az masrafla ve daha hızlı ilerlemiştir.

1966'da ABD'de Trafik ve Motorlu taşıtların emniyetliliği ile ilgili bir kanun çıkarılıp bir birim oluşturuldu. Oluşturulan birim ve üretici firmalar birlikte çalışarak ilk yıllarda taşıt emniyetliliğini artırıcı programlar geliştirdi, taşıt emniyetliliği ile ilgili standartları belirledi, bu sayede direksiyon sisteminde enerji absorbesi, bölünmüş fren sistemi gibi bazı başarılar elde edildi.

Günümüzde de gerek resmi isteklerle, gerekse tüketicinin meyli dolayısıyla taşıtta emniyetlilik üzerine çalışmalar yapılmakta, firmalar kullandıkları bilgisayar simülasyonları yanında her yıl 100-150 kadar taşıtlarını kaza testlerinde kullanmaktadırlar.

## 3. EMNİYET AÇISINDAN TASARIM ÇALIŞMALARI

Trafik ortamını oluşturan unsurlar yol, taşıt ve insandır. Kazaya sebebiyet veren faktörler de tabii olarak bu üç unsur olmaktadır. Kazaların meydana gelmesindeki asıl kusur insandadır. Taşıt ise 2. derecede öneme sahiptir. Ancak kazaların azaltılması ve olan kazanın sonucunun hafifletilmesi yönünden önemi, kazaya sebep olmasına göre daha önemlidir. Bu son cümleden taşıtın emniyetlilik kriterleri de çıkmaktadır. Bunlardan birincisi taşıtın kazayı önleyici özellik kazanması ki buna Aktif Emniyet diyoruz; ikincisi ise Pasif Emniyet dediğimiz olmuş bir kazada zararın en aza indirilmesidir.

Dizayn edilen taşıtın Aktif ve Pasif emniyetliliğinin artırılması sürekli ve yoğun çalışmaları gerektirmektedir. Firmalar trafik ortamında kazaya maruz kalan taşıtlarının kaza yönünden karakteristiklerini belirliyerek, elde ettikleri verileri

tasarımda kullanılmaktadırlar. Bu amaçla firma ilk olarak ürünleriyle ilgili istatistiki datalar toplamakta, bu maksatla olan, kazalar ve kaza sonucu ürünlerinin durumu incelenmekte, taşıt ve kaza mahalli ile ilgili mümkün olan her türlü bilgi toplanmaya çalışılmakta, sonuçlar analiz edilmektedir. Elde edilen bilgiler ışığında kaza ortamı laboratuvar ortamına taşınmaktadır.

Laboratuvarlardaki çalışmalarda taşıttaki insanlar dummy' lerle temsil edilmektedir. Yapı olarak insana benzeyen dummy'lerin kaburgaları yay çeliğinden, boyun ve bel omurları sert kauçuktan, kas-adeleler ve derileri plastikten yapılmış olup boyutları standartlaştırılmıştır ( %5 kadın, %50 erkek, %95 erkek, farklı boyutlu çocuklar gibi ). Her birinin maliyeti 50.000 \$ kadar olup üzerlerine çok sayıda ölçüm cihazı, ve sensörler bağlanmıştır. Çarpma deneylerinde zarar görmezler.

Mesela bir önden çarpma olayı için taşıt sistem ve alt sistemlere ayrılarak laboratuvar ölçümleri daha anlaşılır kılınır. Taşıtta iki ana sistem; gövde (motor ve transmisyonu da içeren sistem) ve iç sistem (gösterge paneli, direksiyon, koltuklar, emniyet kemeri v.s) dir. Taşıt gövdesinin karşılaması istenen istekler, bariyer testleri, gövde testleri ve ayrı ayrı elemanların testlerinden elde edilen ölçümlerle tesbit edilir. Gövde testleri, daha prototip oluşturulmadan, tasarımın ilk safhalarında devreye girer. Bunun için mevcut bir taşıt üzerinden hareket edilir.

Taşıttan karşılaması istenen emniyet karakteristikleri, taşıttaki sistem ve altsistemleri az veya çok etkiler. Mesela; taşıtta artan emniyet, yakıt sarfında artışı getirmektedir. Dolayısıyla komple taşıt için özel çalışmalar yapılır ve farklı istekler arasında optimum durum bulunmaya çalışılır. Daha sonra komple taşıt test ve kontrol edilir.

Emniyet açısından tasarımda gerekli çalışmalar yapılırken önden çarpma açısından verdiğimiz bu örnek çalışma safhasının genel hatları, yandan, arkadan çarpma, takla atma, yayaya çarpma gibi diğer kaza tipleri içinde takip edilmektedir.

Tipik bir komple taşıt dizaynında çok sayıda taşıt çarpma testinde kullanılırken yüzlercesi de iç dizayn için kızak testlerinde kullanılır. Örnek bir sayı olması bakımından, bir firmanın yıllık çarpma testlerinde kullandığını belirttiği prototip taşıt sayısı 600'den fazladır. Saniyenin 1/10'u kadar bir zamanda vuku bulan bir çarpma olayında (testinde) kameralar ve başka ölçüm araçlarıyla kayıtlar yapılır. Film çekimlerinde bazen saniyede 1000 den fazla kare çekim yapılır ve sonra gerekirse tek tek incelenir. Ürün kontrolü sırasında bir çok sistem ve alt sistem

kontrol edilerek komple taşıttın çarpma testi için istekleri karşılayıp karşılamadığı kontrol edilir. Taşıt için sonraki düzeltmeler ise trafik ortamından gelen verilere göre yapılır.

Bu çalışmalarda kullanılan kaza simülasyonlarında hızlı gelişmeler katedilmiştir. Çeşitli metotlarla geliştirilen programlar, karşılaşılabilecek her türlü çarpışma şeklini modelleyebilmekte; modellerde insan da temsil edilmektedir. Bu şekilde, çalışmalarda zaman ve maddi yönden büyük kolaylıklar sağlanmaktadır.

## 4. BİR KALİTE FAKTÖRÜ OLARAK EMNİYET

Taşıttın emniyetliliğinin kriterleri, daha önce de belirttiğimiz gibi, Aktif ve Pasif emniyet olarak iki başlık altında toplanmaktadır.

Kazalarda en büyük hata payı insanındır. Taşıtı kullanan da insan olduğu için, taşıtta insanın hata yapmasını önleyici, azaltıcı tedbirlerin alınması kazaları azaltma yönünde bir çözüm olacaktır. Bunun için taşıt insan ilişkisinin ve etkileyen faktörlerinin, insan hatalarına taşıttın etkilerinin bilinmesi gerekir.

Mesela her insanın bir kaza yapma riski vardır. Uyarı sinyalleriyle bu risk azaltılabilir. Yine insanın fiziksel, ruhsal, sosyal ve kültürel durumu kazalarda büyük bir etken; hava şartları insan üzerinde etkilidir. Olan bir kaza sonucu en önemli faktör kafanın korunmasıdır. Taşıttın kaza sonucu yanmasının önlenmesi, kaza sonucu kabinin korunması, yayaya çarpmalarda zararın azaltılması v.s., taşıtta alınabilecek önlemlerdendir. Bunların yanında taşıt yol ilişkisinde de kazayı azaltıcı taşıt özelliklerinin taşıtlara kazandırılması, kazalar üzerinde önemli etki yapmaktadır.

### 4.1. Aktif Emniyet

Taşıttın kazayı önleyici özellikler kazanmasıyla ilgili olan aktif emniyette en önemli konu taşıttın sürücü girdisine tam cevap verip vermemesidir. Dolayısıyla taşıt performansı ile ilgili her konu aktif emniyetin konusu olmaktadır. Taşıtta verilen girdiye alınan cevap, sürülebilirlik ve kullanım, iyi bir kullanım ortamı çok önemlidir. Yüksek hızda hareket, yan rüzgar stabilitesi, slalom, aşırı soğuk ve sıcakta performans önemli emniyetlilik kriterleridir.

Kullanım, frenleme, görebilme, görülebilme/farkedilme, konfor, klima, rüzgar, yağmur, kar, kontrol, sinyalizasyon, sürücü üzerine olan baskı, sürücünün

yorulmaması ve dikkatinin dağılması aktif emniyetle ilgili önemli başlıklardandır.

Özetle ;

-Taşıtın, sürücü girdisine tam ve zamanında cevap vermesi en önemli özelliktir.

-Son yıllarda üzerinde çokca durulan, radyo sistemi vasıtasıyla trafik akışı hakkında bilgi verilmesi kazaların azaltılması yolunda iyi bir araç olacaktır.

-Kullanımı giderek yaygınlaşan ABS, ani frenleme taşıt stabilitesini ve yön verilebilirliğini muhafaza etmede faydalı olmaktadır.

-Kalkış ve ivmelendirmelerde (+ veya -) motor veya motor ve frenleri regüle ederek (traction control) kullanım ve stabilize düzeltilmektedir.

-Aktif şasi kontrolüyle taşıt kontrol edilebilirliği arttığı gibi, konfor artmakta, sürücünün yorulması gecikmektedir.

-4 tekerlekten yön verme, taşıtın doğrultu tutması ve şerit değiştirme stabilitesini arttırmaktadır.

-Taşıtta ergonomi ayrı bir önem arz etmekte, sürücü yorulmasını ve hata yapma riskini azaltmaktadır. İyi bir görüş (direk/indirek görüş, gece görüş, kötü hava şartlarında görüş gibi), kolay okunur ve ikaz edici göstergeler (sürücü gözünü yoldan ayırıp göstergelere bakarken belli bir zaman harcar. Bu süre genç sürücülerde 0.5 ile 0.8 s arası, yaşlılarda ise 2-3 s olabilmektedir. 100 km/h hızla giden bir taşıt bu süreler içinde 14-84 m arası yol kateder, ki bu esnada sürücü yola konsantre değildir.), düğme ve kontrol elemanlarının kolay kullanımı, diğer taşıt ve yayalar için görülebilirliği yüksek dış sinyaller ve konforlu bir iç ortam son derece önemlidir. Ayrıca taşıt elemanlarının boyut, konum ve özelliklerinin tesbitinde kadın-erkek (yaş, boy v.s.) çeşitli insan özelliklerinin göz önüne alınması gerekmektedir. Uygun koltuk dizaynı sürüş, taşıtla olan iletişim ve yorgunluk üzerinde büyük etki yapmaktadır.

#### 4.2. Pasif Emniyet

Aktif emniyet kaza öncesiyle ilgilenirken, pasif emniyet kaza sonrası sonuçların minimize edilmesi üzerine çalışmaları içermektedir. Pasif emniyet kapsamında çarpma emniyeti, taşıt içindekilerin korunması, çarpılanların (yaya/bisiklet/taşıt) korunması, iç-dış emniyetlilik, kabinde ezilmenin önlenmesi v.s. gibi genel konu başlıkları sayılabilir.

Taşıt pasif emniyetini artırmak için çok sayıda çarpma testleri yapılmaktadır. Bu testlerde taşıtta insan toleransları, yaralanma kriterleri gibi konular gelişmiş dummy'lerle denenmektedir. Taşıt iç ve dış emniyetliliği için insan vücudunun mukavemetinin, tahammül edebileceği kuvvet ve ivmelerin bilinmesi ise bu çalışmaların değerlendirilebilmesi için bir zorunluluktur. Ayrıca geliştirilen bilgisayar programları çalışmalara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. 30-40 bin sonlu elemandan oluşan modellerle tasarımın ilk safhalarında bile ileride çıkabilecek sonuçlar tahmin edilebilmektedir.

Özetle;

- Japan National Police Agency tarafından verilen bilgilere göre 10 km/h hızın altındaki çarpmalarda bile emniyet kemersiz bir kişi yaralanabilmektedir. Taşıtın çarpması sonucu insanın taşıt içindeki ikincil çarpmasını önleyerek çok önemli bir görevi yerine getiren emniyet kemeri günümüz otomobillerinde ön ve arka koltukların hepsinde de kullanılmaktadır.

-Hava yastıkları emniyet kemerini destekleyici sistemler olarak geliştirilmiştir. Yüz, kafa, ve vücudun üst kısmı korunmaya çalışılır.

-Çarpmada taşıtın sahip olduğu enerjiyi yutmak için ezilebilir bölgeler geliştirilmiştir. Daha sonra insanın çarptığı yüzeylerin yumuşatılması düşünüldü. Taşıtta enerji yutucu bölgeler olarak taşıt ön, yan, ve arka kısımlarının, kabine zarar vermeden, mümkün mertebe fazla enerji yutması; insanın çarptığı yüzeyler olarak, bilhassa direksiyon olmak üzere, çarpılan bölgelerin yumuşatılması, direksiyon milinin katlanabilir yapılması; ayrıca taşıt/yaya /bisiklet çarpışmalarında insana zararın azaltılması için olabilecek çarpma bölgelerinin tesbiti ve bu bölgelerin yok edilmesi veya yumuşatılmasını da konu üzerine yapılan çalışmalara örnek olarak verebiliriz.

-Çarpmada kabinde yaşanabilir bir alan kalması, yine takla atmalarda kafanın korunması yönünden kabinin rijitliği ve korunması büyük önem arz etmektedir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, ilk icad edildiği günden itibaren büyük bir ilgi ve buna bağlı olarak gelişme gösteren taşıtlarda emniyetlilik, emniyetle ilgili gelişmeler, emniyetlilik kriterleri, emniyeti artırıcı önlemler hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Konu üzerine yapılan çalışmaların büyüklüğü hakkında da bir fikir verme mahiyetinde olan bu çalışmadan bir maksat ta günümüz yoğun trafik ortamında kazaların ve

sonuçlarının azaltılabilmesi için taşıtlarda yapılan teknolojik yeniliklerin getirdiği iyileşmeler hakkında bir fikir oluşturabilmektir.

## 6. KAYNAKLAR

Wilson R.A. 1970. A Review of Vehicle Impact Testing: How It Began and What is Being Done, **SAE Paper 700403**

Götz H., Schwede W., Müller M. 1986. Design Rules for Structural Safety of Passenger Car Bodies, **Int. J. of Vehicle Design**, Special Issue on Vehicle Safety, p.95-112

Almqvist R. 1986. The Volvo Safety Design Philosophy, **Int. J. of Vehicle Design**, Special Issue on Vehicle Safety, pp.76-94

Ando S., Kurimoto K., Taga K. 1990. Crash Simulation Methods for Vehicle Development at Mazda, **Cray Channels**, p.10-13

Okuyama H., Takahashi N., Futamata T. 1989. Crash Simulation Methods for Vehicle Development at Nissan, **12th. Int. Tech. Conf. on ESV**, May 12-June 1, 1989, Göteborg, Sweden

Mackay G.M. 1978. Safety Criteria in Vehicle Design, **I. Mech. E. Conf. Pub.** p.6-11

Henssler H. 1986. The EEC Type. Approval System and Its Development: An Efficient Contribution to Traffic Safety in the European Community, **Int. J. of**

**Vehicle Design**, Special Issue on Vehicle Safety, pp.18-28

Finkelstein M.M. 1986. The US Approach to Vehicle Safety Regulation, **Int. J. of Vehicle Design**, Special Issue on Vehicle Safety, pp.10-17

Hoefs R., Rauser M., Georgi R., 1986. Basic Considerations on the Benefit of Passive Safety Measures to Passenger Cars and Their Effects on Fuel Consumption, **Int. J. of Vehicle Design**, Special Issue on Vehicle Safety, pp. 147-156

White K.P., Pilkey W.D., Gabler H.C., Hollowell T., 1983. Optimizing Design Parameters for Highway Vehicle Safety, **Int. J. of Vehicle Design**, 4, (6) pp.618-632

Lundstrom L.C., Kelly A.H., LaBelle D.J., 1964. Crash Research for Vehicle Safety, **SAE Paper 640186**

Fowwler J.E., Newman K.F., 1980. The Use of Computer Simulation for the Design of Safer Vehicles, **I. Mech. E. Conf. Pub.** p.31-40