

# Yapı Hesaplarında Emniyet

**B**ir asır önce Thomas Tredgold ben güzel tariflerinden birini vererek «mühendislik, tabiattaki büyük kuvvet kaynaklarını insana fayda ve rahatlık temini yoluna yöneltme sanatıdır.» demişti. Buna göre inşaa edeceğimiz yapıların imkânlar nisbetinde faydalı, rahat, güzel, emniyetli ve iktisadi olması icabeder. İşin iktisadi cephesi yapılan yatırımın rantabilitesi ve binanın maliyeti diye ikiye ayrılabilir. Binanın maliyetinde ise üç ana unsur rol oynar: 1 — tipi, 2 — hesaplanması, 3 — inşaa. Herhangi bir hesaba girebilmek için bina tipinin, inşaat şart ve usullerinin bilinmesi veya kabul edilmesi lâzımdır. Ancak ondan sonra proje mühendisi yapısını makul şartlar altında, uzun müddet işe yarayacak, yıkılıp insan hayatına mal olmayacak ve aynı zamanda inşası ve bakımı asgari masrafı icabettirecek şekilde hesap eder.

Yapı mukavemetinin yapıya tatbik edilecek tekmil yüke oranı yapıdaki hakiki emniyet faktörünü verir. Projesinde mühendis mukavemeti arttırarak veya azaltarak dilediği emniyeti sağlayabilir. Mukavemeti yükseltmek inşaat maliyetini arttırır, düşürmek ise ucuzlatır. Lâkin mukavemeti düşürülerek ucuza elde edilen bina bir müddet sonra işe yaramaz hale gelirse bütün yatırım gayri iktisadi olur. Hele yıkılmalar can ve mal kaybına sebebiyet verirse hukuki bir sorumluluk da ortaya çıkacağından emniyet faktörlerinin, hiç değilse, makul alt hudutları şartnamelerde tesbit edilmelidir.

Emniyet faktörünü verecek olan mukavemet: malzeme, işçilik kalitesi, zamanla malzemede meydana gelecek değişiklikler gibi; yükler ise: rüzgâr, zelzele, vs. kuvvetleri gibi katiyetten çok uzak tesirlere bağlı olarak ehemmiyetli şekilde değişirler. Ayrıca mukavemet analizinde kabul edilen değişik esaslar, hipotezler, geometrik ebatlar; değişik neticelere varılmasına sebep olurlar.

Demek oluyor ki yapılarda be-

Yazan :  
**Vedat YERLİCİ**  
(Robert Kolej ve Yıldız Teknik Okulları Öğretmeni)

lirli bir emniyeti sağlayacak şartnamelerin:

1. Her nevi yapı tipi ve elemanı için hesap usullerindeki hatalar, yıkılmanın tevleid edeceği hasarın derecesi, yıkılma şekli, cemiye-tin iktisadi, sosyal ve psikolojik durumu göz önüne alınarak bulunmuş emniyet faktörlerini;
2. a — Her nevi malzemenin, bütün kullanılma şartları için, istatistikî donne'lerden probabilité esasına göre tesbit edilmiş, mukavemet gerilmelerini;  
b — Her nevi yükün, bütün değişik tatbik şartları altında, istatistikî donne'lerden probabilité esasına göre tesbit edilmiş, kuvvetlerini;
3. Her nevi bina tipi ve yapı elemanı için standard hesap usullerini tesbit etmesi gerekmektedir.

Mühendislik tarihini tetkik edersek başlıca iki ayrı yoldan gidilerek yapı emniyetinin teminine uğraşmış olduğunu görürüz.

1. Yapı ve elemanlarında yıkılmayı meydana getiren yükleri bulup arzu edilen emniyeti sağlayacak derecede az yük tatbik etmek. Kirişlerin bükülmesini ilk defa sistematik olarak 1638 de mütalâa eden Galilei kırılma mukavemetlerini bularak emniyetli kırışlar hesaplamağa uğraşmıştı<sup>(1)</sup>. 1897 de ilk betonarme çalışmaları sırasında Thullie'nin bükülme teorisi<sup>(2)</sup>, 1917 de Kist'in hesap usulleri<sup>(3)</sup> zamanlarında fazla yayılmamış olmalarına rağmen hep kırılma ve yıkılmağa karşı emniyet hesaplarıdır. Bu düşünce tarzı sonradan J. F. Baker, H. Bleich, Van Den Broek, Prager, Johansen, A. L. L. Baker ve daha pek çoklarının gittikçe artan çalışmalarıyla ilerlemiş ve günümüzün belli başlı şartnamelerinde ya ikinci veya yegâne yol olarak kabul edilmeğe başlamıştır.

2. Yapı elemanlarında elastik kabullerle bulunacak gerilmeleri arzu edilen emniyetli bir gerilmenin altında tutmak.

On dokuzuncu asrın başında elastisite temel teoremlerinin ortaya konulması ile başlayan bu usul zamanla gelişmiş mukavemet hesaplarının ve emniyet faktörü hakkındaki nizamların yakın zamanlara kadar esasını teşkil etmiştir (4, 5).

Uzun müddet elastisite kabullerine dayanarak bulunan gerilmelerle, esas mesele olması icab eden, yıkılma arasındaki münasebet fazla düşünülmemiştir. Yirminci asırda sınaî inkişafın birden süratlenmesi, ihtimal, realitenin görülmesine vakit bırakmamış ve tedrisatıyla, mühendisleri ve şartnameleriyle malzeme-yi elâstik kabul eden dev bir sistem meydana çıkmıştır. Hesapların realist neticeler vermediği farkedildikçe emniyet gerilmelerini makul neticeler verecek şekilde ayarlama yollarına sapılmış, sonunda sistem tenakuza boğulmuştur.

Son zamanlarda Avrupa, Amerika ve Rusya'da aynı emniyet gerilmelerinin yapı şartlarına göre değişik yıkılma emniyeti sağladıkları, elastik gerilmelerin yıkılma durumunu doğru tasvir etmediği, elâstik kabullerin daima realist olmadığı fikri kök salmağa başlamış; araştırma ve düşünceler Galilei'nin üç asır önce tuttuğu istikamete yönelmiştir.

1956 tarihli Amerikan Beton Enstitüsü Şartnamesi basit eğilme ve aksiyal yük ile eğilmenin müşterek tesirleri halinde yıkıcı yükü bulan bir hesap usulünün kullanılmasına cevaz vermiş ve emniyeti, yüklerin çarpılacağı «yük faktörleri» tasrih ederek sağlama yoluna gitmiştir. 1962 Şubatında İngiliz İnşaat Mühendisleri Enstitüsü Araştırma Komitesi hiperstatik beton arme yapılar için kırılma gücü hesapları, tahditler ve yük faktörleri tavsiye etmiştir<sup>(4)</sup>. 1957 de Torroja başkanlığındaki Enternasyonal Bina

A. Sami TEPECİKLİOĞLU

Araştırma Konseyi «Yük Faktörleri» hakkındaki raporunda kabullerde, projelerde, işçilik ve malzemenin değerlendirilmesinde meydana gelen hataları incelemiş ve malzeme mukavemetleri ile «yük faktörleri» nin tayini için tavsiyelerde bulunmuştur<sup>(1)</sup>. Bu fikir ve tavsiyeler 1957 Nisanında Roma'da toplanan Avrupa Beton Komitesi tarafından kabul edilmiştir. Öte yandan bu konuda çalışmaları olan Freudenthal<sup>(2)</sup>, esas yapı emniyetini yıkılmaya mukavemet olarak kabul ettiği halde, Torroja raporundaki «yük faktörü» fikrine, malzeme mukavemetlerinin tayin şekline itiraz etmiş ve yapıda mukavemet ile yüklerin ayrı mütalâa edilmesinin yanlış olduğunu iddia etmiştir<sup>(3)</sup>.

Bütün bunlar gösteriyor ki yapıda arzu edilen emniyeti sağlanmanın yolları henüz vazih bir şekilde tayin edilememiştir. Yeni tavsiyeler, otoriteler arasında fikir ayrılıkları birbirini kovalamakta ve konu daha pek çok araştırma ve fikre açık bulunmaktadır.

Halen memleketimizde yapı projeleri eski Avrupa veya Amerikali tavsiyelerinden doğrudan doğruya alınan emniyet gerilmeleri, hesap usulleri ve yüklere göre yapılmaktadır.

Emniyet faktörleri malzeme mukavemetlerinde meydana gelebilecek varyasyonlara göre ayarlanır. Bu varyasyon Karabük ile Krupp çeliği veya Türk ile Alman Çimentosunda aynı olmadığı için bir DIN in emniyet gerilmeleri Karabük çeliğine ve Türk betonuna uygulanmamalıdır.

Emniyet faktörleri işçilik kalitesindeki varyasyonlara göre ayarlanır. Bu varyasyon Amerika ve Türkiye'deki işçilik te aynı olmadığı için Amerikan emniyet gerilmeleri yerli yapılarda kullanılmamalıdır.

Emniyet faktörleri bir yıkılmanın doğuracağı psikolojik reaksiyona göre ayarlanır. Bu reaksiyon Fransa ve Türkiye'de aynı olamayacağı için Fransız faktörleri Türkiye'de makbul sayılmamalıdır.

Köprülerimizde Amerika'daki ağırlık ve kesafette yükler taşınmayacağına göre Amerikan Karayol-

16 Nisan'dan 23 Nisan tarihine kadar bütün Avrupa'da yortu olması hasebile bir memleketten muayyen istikametlere bütün senenin yorgunluğunu çıkarmak maksadiyle milyonlarca kişi gerek yaya ve gerekse otomobil, otobüs veya motosiklet ile gezmiye çıkmaktadır. Geçen haftadan bugüne kadar yalnız İngiltere'ye 6.000.000 milyon araba Londra'ya girip çıkmıştır. Bugün (23 Nisan) yortusunun son günü olması dolayısıyla Paris'in garp otorutundan geçen vasıtaların çokluğu azami haddi bulmuş ve saatte 3.600 vesait sabahın erken saatlerinden akşamın geç saatlerine kadar akmıştır. Bu akış, bütün Fransanın otorutlarında aşağı yukarı aynı derecede olmuş, alınan bütün dikkat tedbirlerine rağmen 50 kişi ölmüş, 150 kişi kadar da yaralanmıştır. Bu rakamlar trafik akımının çokluğu nazari itibare alınıp bir mukayese yapılacak olursa, nisbet gayet az olarak görülebilir.

Bilhassa trafiğin fazla olduğu otorutların kavşak yerleri bütün beynelmilel işaretlerin konmasına rağmen, ayrıca sekiz trafik yaya polisi yolu ayarlamakta; ve bir telsiz kamyonu ile gerek motorlu trafik ekipleri, gerekse daimi yolu kontrolde bulunduran bir helikopter temas halini bırakmamaktadır.

Yolda herhangi bir gayri nizami seyir olduğunda helikopter derhal telsiz kamyonuna haber verip onların da motorlu trafik vasıtalarına verdikleri emir ile gayri nizami seyir yapan vesait yol harici edilerek lüzumlu ikazlarda bulunuluyor ve muhtemel bir kazanın önü alınabiliyor. Yolda bir kaza olduğu zaman, şayet helikopter bir müsait yerde ise inip yaralıları en yakın ilk yardım merkezine ya sevk ediyor veya aşağıdaki motorlu trafik vasıtalarına kazanın yerini bildirmek suretiyle ilk yardıma koşulmasını sağlıyor. Bu şekilde saatte 3.600 vesaitin asgari 80 km emniyetle seyrinin sağlanması karşısında her vesait kullanan huzur içerisinde seyahatine devam edebiliyor. İşte bunun içindir ki saatte binlerce arabanın akıp gittiği bu yollarda yol emniyeti alınması oraya fazla sayıda turistin celbine sebep olmaktadır.

Fransa'da son bir haftada yapılan istatistiklere göre milyonlarca insan bu ülkeye turist olarak girmiştir.

ları yükleri köprü hesaplarında kullanılmamalıdır.

Nihayet, tatbiki değerleri münakaşa konusu olan hesap usullerini nerelerde ve ne zaman kullanmamızın yerinde olacağı hususunda bizim de bir fikrimiz bulunmalıdır.

Şartnameleri tercüme ederek kullanmak bazan lüzumundan fazla emniyetli, bazan da lüzumundan fazla emniyetsiz yapıların inşasına sebep olur.

Türk Standardları Enstitüsü Profesör Orhan Ünsağ başkanlığında bir emniyet Katsayıları Hazırlık Komitesi teşkil etmiş bulunmaktadır. Bu komite, Teknik Üniversiteler, Karayolları gibi mühendislik teşekküllerinin de elbirliği ile mevzii şartlara uygun emniyet faktörleri, mevzii malzemeye uygun mukavemet değerleri ve en ileri standard hesap usullerini tesbit etmek çabını açabilirse Türk Mühendisliğine ve iktisadiyatına büyük fayda sağlayabilir.

## BİBLİYOGRAFI

- (1) «Report of ASCE-ACI Joint Committee on Ultimate Strength Design» Proc., ASCE, Vol. 81, p. 809-1, Feb.
- (2) Hognestad, «A study of combined Bending and Axial Load in reinforced concrete members», Univ. of Illinois Eng. Exp. Sta., Bull. No. 399, Nov. 1951.
- (3) Kist, N.C. «Second Report of the Steel Structures Research Committee», Dept. Sci. Ind. Research, His Majesty's Stationary Office, London, England, 1934.
- (4) Timoshenko, S. «Strength of Materials» Part II, pp. 544-558.
- (5) Soderberg, C.R., «Factor of Safety and Working Stress» Trans., ASME, APM-52.2.
- (6) Institution Research Committee. «Ultimate Load Design of Concrete Structures», Proc., The Institution of Civil Eng., Vol. 21, p. 400, Feb.
- (7) International Council for Building Research, «Load Factors» Proc. ACI, Vol. 55, p. 567, 1958.
- (8) Freudenthal, A.M., «Safety and the Probability of Structural Failure», Trans. ASCE, Vol. 121, p. 1337, 1956.
- (9) Freudenthal, A.M. Discussion of «Load Factors», Journal of ACI, Vol. 31, p. 886, March 1960.