GÜVENLİK KAVRAMI

Yrd. Doç.
Dr. Fevzi DANSIK

GÜVENLİK

- Betonarme yapıların boyutlandırılmasında ve imalatın gerçekleştirilmesi için yapılması gereken işlemler;
  - § taşıyıcı sistem düzenlemek,
  - § elemanların boyutlarını belirlemek,
  - § ortaya çıkacak ayrıntıları önceden düşünerek çözüm geliştirmek,
  - § kullanılacak malzemenin özelliklerini belirlemek ve
  - § bütün bunların planladığı gibi uygulanmasını sağlamak
- olarak kısaca tarif edilebilir.

GÜVENLİK

- Yapıda oluşabilecek yerel veya toptan göçmelerden belirli bir güvenlikte uzakta kalınması ve yapının kendisinden beklenen fonksiyonu kusursuz olarak görebilmesi için;
  - § ortaya çıkabilecek her türlü kritik yükleme durumunun göz önüne alınması gerekir ve
  - § elemanların kesitlerinde ve birleşim bölgelerinde oluşabilecek etkilerin hesaplanması ve bunun güvenli bir şekilde karşılanmasını sağlamak gereklidir.

GÜVENLİK

- Bir betonarme yapının ayakta durabilmesi, bu yapının güvenli olduğu anlamına gelmeyebilir. Bu durum sadece meydana gelen etkilerin taşıyıcı sistem tarafından karşılanıp taşındığını gösterir. Ancak, bu yüklerin artması ve projede öngörülen malzeme dayanımlarına erişilememesi durumunda da yapının fonksiyonuna devam etmesi gerekir. Bu durum yapıda belirli bir güvenliğin gerekliğine işaret eder.
- Yapıda güvenliğin sağlanmasının gerekliğinin en önemli nedenleri aşağıda sıralanmıştır:

YAPI GÜVENLİĞİNİN NEDENİ

Yönetmeliklerde verilen yükler, yapıya ömrü boyunca etkiyebilecek muhtemel en büyük değerler olmalıdır. Buna rağmen ender de olsa daha büyük yükler ortaya çıkmaktadır. Bunların da göz önünde bulundurması gerekmektedir. Fakat bu yapının maliyetini gereksiz yere artırmayacak şekilde yapılmalıdır.

YAPI GÜVENLİĞİNİN NEDENİ

Kesit tesirleri ve gerilmeler ile ilgili statik ve betonarme hesaplar, gerçek durumu yansıttığı kabul edilen modeller (varsayımlar) esas alınarak yapılırlar. Bu durum hem statik sistem için hem de malzeme kabulleri için geçerlidir. Bunun yanında yapı temelindeki zemin gerilmelerinin hesabında kullanılan kabuller de belirli bir yaklaşıklığı içerir.

YAPI GÜVENLİĞİNİN NEDENİ

Betonda kullanılan agrega ve çimentonun özellikleri üniform olmadığı için betonun dayanımında da değişimler kaçınılmazdır. Betonun hazırlanması ve yerleştirilmesindeki farklılıklar da betonun dayanımını etkiler. Donatı çubuğunun çapında ve dayanımında az da olsa değişimlere rastlamak mümkündür. Ayrıca malzeme dayanımları laboratuarlarda kısa sürede yapılan deneylerle belirlenmektedir. Ancak, gerçekte yapıya yüklerin etkime süresi uzundur. Bunun yanı sıra yapıya sık sık etkiyen yük türleri malzemenin yorulup dayanımının düşmesine neden olur.

YAPI GÜVENLİĞİNİN NEDENİ

Betonarme elemanların boyutlarının ancak 10 mm mertebesindeki hassasiyetle imal edilebilmesi, kesit ve dolayısıyla rijitliklerde değişikliklere sebep olur. Bunun gibi kiriş açıklıklarında ve kat yüksekliklerinde de benzer mertebede hatalara rastlamak mümkündür. Benzer şekilde, donatının kesitte olması gerektiği yerde olmaması da betonarme elemanın taşıma kapasitesini değiştirmektedir.

YAPI GÜVENLİĞİNİN NEDENİ

ğ ş beton dayanımının zamanla artması, sünmeden dolayı azalması gibi. Ayrıca, yorulma ve korozyon gibi etkenler de malzemeyi zayıflatmaktadır.

YAPI GÜVENLİĞİNİN NEDENİ

Hesaba katılmayan veya gibi kesin hesaplanamayan öngerilmeler mevcuttur.

Hesap sırasına yapılan yapı dayanımının saptanmasını etkiler.

Bilinmeyen faktörler.

TS500’DE YAPI GÜVENLİĞİ

- **İĞİ**
-
- Tasarımda yapının kullanım süresi boyunca, hem yıkılmaya karşı gerekli güvenlik sağlanmalı, hem de çatlama, şekil değiştirme, titreşim gibi olayların yapının kullanımını ve zaman içinde dayanıklılığını etkiyebilecek düzeye ulaşması önlenmelidir. Bunu sağlamak amacıyla, yapı üzerindeki yükleri, belli oranlarda büyüterek, malzeme dayanımları da belli oranlarda küçülterek tasarımda göz önüne alınmalıdır. Bu oranların belirlenmesinde istatistik veriler esas alınır.

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

-

Herhangi bir yapı ya da yapı elemanı "sınır durum" olarak adlandırılan belirli bir konuma gelip işlevini kaybedebilir. Kesit hesabında amaç, sınır durumların tümünde belirli bir güvenliğin sağlanmasıdır.

Genelde iki sınır durum vardır:

- Taşıma gücü ; kesitin güç tükenmesi sınırını tanımlar.
- Kullanılabilirlik sınır durumu; yapının normal kullanım yükleri altında kullanımı olumsuz bir biçimde etkileyecek duruma gelmesi ile erişilir. Yapı elemanlarında aşırı çatlama, aşırı deformasyon veya aşırı titreşim gibi...

Genelde kesit boyutlandırılması ve donatı hesabı taşıma gücü sınır durumuna göre yapılır. Daha sonra, kullanılabilirlik sınır durumu için kontrol yapılır.

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- Çözüm için denge ve uygunluk denklemeleri yazılarak ve malzemeler için gerilme- birim deformasyon ilişkileri belirlenerek yapılır. Bu yöntemde, emniyet gerilmesi yönteminde olduğu gibi malzeme davranışı doğrusal-elastik kabul edilmez, çelik ve betonun gerçek davranışı esas alınır.

  Bu yöntem ile çözümde birtakım kabuller yapılır:

- Yapı elemanlarının her birinin Madde 6.2.5 de belirtilen biçimde azaltılmış malzeme dayanımları (tasarım dayanımları) kullanılarak hesap taşıma gücü değerlerinin, Madde 6.2.6 da belirtilen biçimde artırılmış tasarım yükü ile hesaplanan iç kuvvet değerlerinde hiçbir zaman küçük olmadığı kanıtlanacaktır.
- R_d= Tasarım Dayanımı
- F_d= Tasarım Kuvveti

$$R_d \quad F_d$$

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- Yapının öngörülen servis yükleri altında kullanılabilir kalması, yani bu yükler altında aşırı titreşim, deformasyon ve çatlama göstermemesi de yapı güvenliği açısından önemlidir.
- Örn. yıkılma tehlikesi olmasa bile bir yapıdaki çıkmanın aşırı deformasyon göstermesi göze batacak şekilde çatlaması, yapının işlevi açısından sakıncalıdır.
- Kullanılabilirlik sınır durumu için yapılan kontrollerde, yük ve malzeme katsayılarının tümü 1.0 alınır. Deformasyon, çatlak genişliği ve titreşim ile ilgili sınırlar, yapının işlevine ve yapı elemanının taşıdığı taşıyıcı olmayan elemanların özelliklerine göre değişir.
- Yapı elemanlarından her birinde kullanım yükleri altında oluşacak şekil değiştirme, yer değiştirme ve çatlamaların, TS 500, Bölüm 13' de belirtilen yöntemlerle hesaplanan değerlerinin, aynı bölümde verilen sınır değerleri aşmayacağı gösterilmelidir.

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- Malzeme ve yük katsayıları, malzemenin ve öngörülen yüklerin türüne göre değişir. Öneli olan seçilecek katsayılarla önceden kestirilen, kabul edilebilir bir yıkılma olasılığının saptanmasıdır.
-
- Malzeme dayanımı istatistik dağılım göz önünde bulundurularak, hesaplarda kullanılacak "tasarım dayanımı" değerleri, Bölüm 3 de tanımlanan karakteristik malzeme dayanımı değerlerinin "malzeme katsayısı" diye adlandırılan 1.0 veya 1.0 den büyük katsayılara bölünmesiyle elde edilir. Taşıma gücü sınır durumu için beton ve çelik dayanımları aşağıda verilmiştir:

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- Beton:
- f_{cd}= Beton tasarım basınç dayanımı
- f_{ck}= Beton karakteristik basınç dayanımı
- f_{ctd}= Beton tasarım çekme dayanımı
- f_{ctk}= Beton karakteristik çekme dayanımı
- $_{mc}$= Beton için malzeme katsayısı

$$f_{cd} \quad f_{ck} / \gamma_{mc}$$

$$f_{ctd} \quad f_{ctk} / \gamma_{mtc}$$

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- Çelik:
- f_{yd}= Boyuna donatı tasarım akma dayanımı
- f_{yk}= Boyuna donatı karakteristik akma dayanımı
- $_{ms}$= Donatı için malzeme katsayısı

$$f_{yd} \quad f_{yk} / \gamma_{ms}$$

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- Yerinde dökme betonlar için $_{mc}$= 1.5 alınacaktır. Bu katsayı, ön dökümlü betonlar için 1.4 alınabilir. Ancak, beton nitelik denetiminin gerektiği gibi yapılamadığı durumlarda, bu katsayı tasarımcının kararı ile 1.7 alınır. Donatı çeliğinin tüm sınıfları için $_{ms}$= 1.15 alınacaktır. Kullanılabilirlik sınır durumu için hesap yapılırken, genellikle malzeme katsayıları 1.0 alınır.

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

Beton Sınıfları ve Tasarım Dayanımları (MPa) Malzeme Katsayısı 1.5

11.00	12.00	13.00	17.00	20.00	23.00	27.00	30.00	33.00
0.90	1.00	1.07	1.15	1.25	1.35	1.45	1.55	1.65

Donatı Hesap Akma Dayanımları (MPa)

191	365

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- I I Ş
- Yük etkisinin karakteristik değeri F_k, kullanım süresince bu değerden büyük değerler elde edilmesi, ancak belli bir olasılıkla mümkün olan değerdir. Bu standarda karakteristik yük etkileri TS 498 ve TS ISO 9194 ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından düzenlenen "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" de ön görülen yük etkileridir.
- Tasarımda, yapıya etkimesi olasılığı bulunan tüm yük birleşimleri dikkate alınmalıdır. Hesaplarsa genellikle karşılaşılan yük birleşimleri aşağıda verilmiştir.

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- a. Yalnız düşey yük için,
- F_d= 1.4G + 1.6Q (6.3)
- F_d= 1.0G + 1.2Q + 1.2 T (6.4)
- G= Sabit Yük
- Q= Hareketli Yük
- T= Sıcaklık değişimi, büzülme, farklı oturma vb. şekil değiştirmeler ve yer değiştirmeler nedeniyle oluşan yük etkisidir. Bu yük birleşimi, bu tür etkilerin ihmal edilemeyeceği durumlarda göz önüne alınmalıdır.

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- b. Rüzgar yükünün söz konusu olduğu durumlarda, Denklem 6.3 ve 6.4 ile birlikte,

- $F_d = 1.0G + 1.3Q + 1.3W$ (6.5)
- $F_d = 0.9G + 1.3W$ (6.6)

- W= Rüzgar yükü

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- c. Deprem söz konusu olduğu durumlarda, Denklem 6.3 ve 6.4 ile birlikte,

- $F_d = 1.0G + 1.0Q + 1.3E$ (6.7)
- $F_d = 0.9G + 1.0E$ (6.8)

- E= Deprem yükü

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- d. Yanal toprak itkisi bulunan durumlarda, Denklem 6.3 ve 6.4 ile birlikte,

- $F_d = 1.4G + 1.6Q + 1.6H$ (6.9)
- $F_d = 0.9G + 1.6H$ (6.10)

- H= Toprak itkisi

TS500'DE YAPI GÜVENLİĞİ

- e. Akışkan basıncı bulunan durumlarda, bu basınç 1.4 yük katsayısıyla çarpılarak içinde hareketli yük bulunan tüm yük birleşimlerine eklenir.
- f. Yukarıda Madde 6.2.4 de belirtilen kullanılabilirlik sınır durumu hesaplarında, bütün yük katsayıları 1.0 alınır.

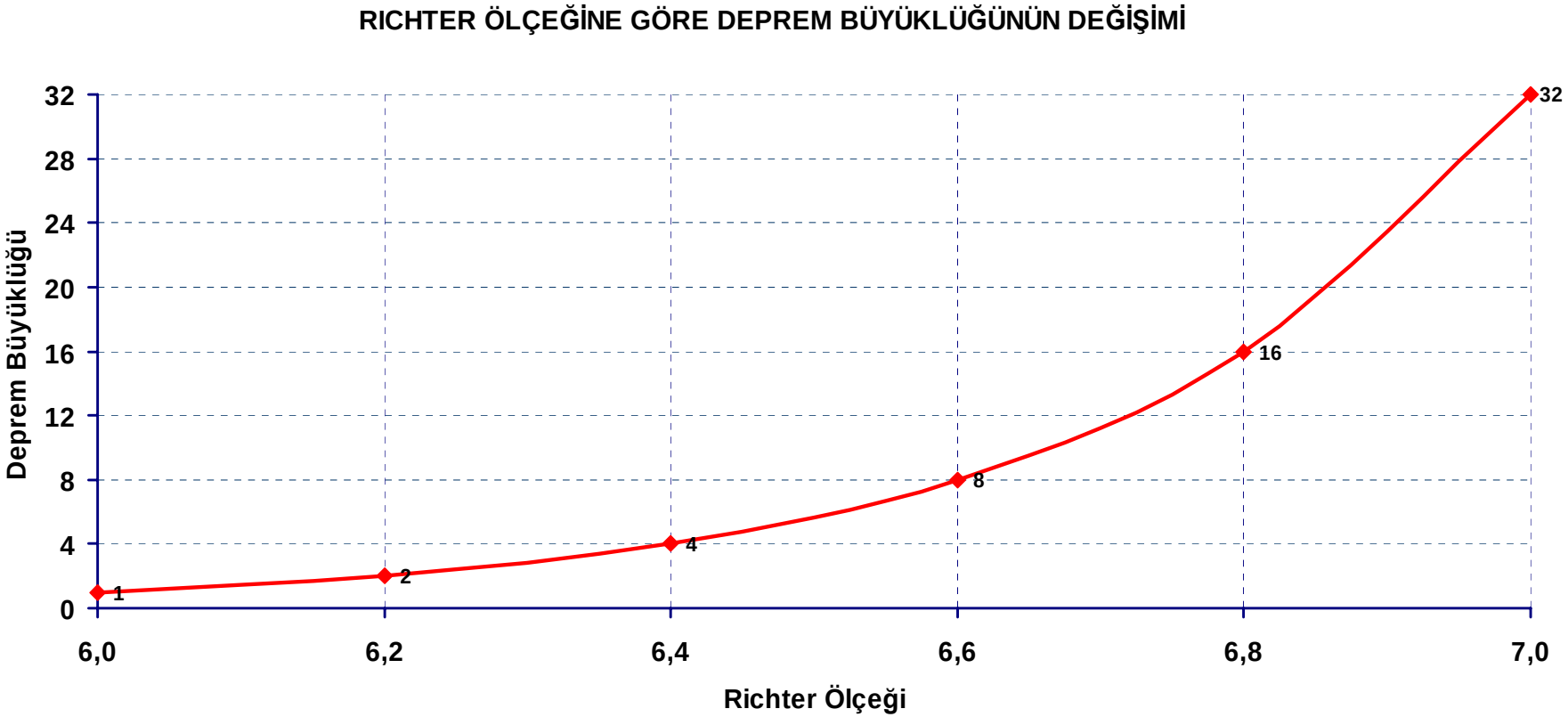
Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapıların Güvenliği

- Ülkemizde deprem ile ilgili kuralları saptayan “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” geçerlidir. Bu yönetmeliğe göre deprem yüklerini taşıyan bir taşıyıcı sistemde ve bunun her bir elemanında deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli ve güvenli bir şekilde aktarılması sağlanmalıdır. Bunun için yapının yeterli rijitlilikte, kararlılıkta ve dayanımda bulunması gerekir. Diğer bir deyişle yapının yatay yer değiştirmeleri belli sınırların içinde kalmalı, dengesi her konumda kararlı denge olmalı, yapı elemanlarında ve tüm sistemde göçme söz konusu olmamalıdır.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapıların Güvenliği

- Depremin şiddeti belli bir noktada yaptığı hasar ile tanımlanır. Hasar yeryüzünde noktadan noktaya değiştiği için şiddet de farklı yerlerde farklı değerleri alabilir. Şiddetin ölçüsü Mercalli şiddet cetvelidir.
- Depremin büyüklüğü ise yer hareketi sırasında ortaya çıkan enerji ile tanımlanır. Bunun da ölçüsü Richter ölçeğidir.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapıların Güvenliği



Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapıların Güvenliği

- Depremin büyüklüğünün maksimum deprem ivmesi ile doğru orantılı olduğu düşünülürse, büyük ivmelerin büyük eylemsizlik kuvvetleri ortaya çıkaracağı anlaşılır. Bu nedenle, büyüklüğü fazla olan depremlerin daha ağır hasara yol açan büyük deprem, orta ve küçük depremlerin de daha küçük ivmelere sahip depremler olduğu sonucuna varılır.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapıların Güvenliği

- Belli bir zaman aralığında küçük depremler sayıca daha fazla, orta depremler daha az, büyük depremler de en az oluşmaktadır. Bu saptamalar sonucu bir yapı için depremde sınır konumlar adı verilen durumlar ortaya çıkar. Tüm yapıların büyük depremlerde hasar görmeden dayanması ekonomik bakımdan uygun olmayacaktır. Bu nedenle olağan bir betonarme yapıda hem ekonomiyi hem de güvenliği sağlamak üzere şu sınır durumlar söz konusudur:

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapıların Güvenliği

- : Küçük depremlerde yapının fonksiyonunda herhangi bir olumsuz etki olmamalıdır. Taşıyıcı sistemde onarıma gerek gösteren hasar oluşmamalıdır. Elemanlarda küçük çatlaklar oluşabilir.
- : Bu durumda orta şiddetteki depremler söz konusu olur. Taşıyıcı sistemde onarımı gerektirecek hasar oluşabilir. Bu durumda onarım ve güçlendirmenin ekonomik olup olmadığı gündeme gelebilir.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapıların Güvenliği

- **Ağır Hasar Durumu**: Yönetmelikte öngörülen depremlerden daha büyük bir depremin oluşması halinde yapıda onarılamayacak hasarın ortaya çıkacağı düşünülür. Ancak, bu hasar nedeniyle yapı kısmen ve tamamen göçmemelidir. Bu tür yapılar depremden sonra onarılamaz ancak, içindekilerin hayatı kurtulmuş olur. Bu yapılarda yer değiştirmeler çok büyük olmakla beraber göçme istenmediğinden taşıyıcı sistemin sünek davranacak şekilde tasarlanması ve yapımı gereklidir.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapıların Güvenliği

- Depreme dayanıklı yapı maruz kaldığı depremin büyüklüğüne bağlı olarak bu sınır durumlarını sağlayan yapıdır. Burada sözü edilen depremlerden belli bir büyüklükte olanı taşıyıcı sistemin tasarım depremi olarak seçilir. Bu depremi belirleyen özellik yerin deprem ivmesidir. Önemli yapılarda bu ivme büyük seçilerek yapının büyük depremlere göçmeksizin dayanması gerçekleştirilir. Ancak, yapıya tasarım depreminden daha büyük depremler de gelebilir. Bunların göçme olmaksızın hasarla atlatılması da sünek davranışa bağlıdır.