

DAYANMA YAPILARININ DBYBHY VE TBDY GÖRE ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI VE TESPİTLER

COMPARISON OF ANALYSIS RESULT OF RETAINING STRUCTURES ACORDING TO DBYBHY AND TBDY AND DETERMINATIONS

Levent ÖZBERK¹, Mehmet Rifat KAHYAOĞLU²

ÖZET

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin (TBDY) yayınlanması ile mevcut Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'teki (DBYBHY) dayanma yapıları ile ilgili bölümde birçok değişikliklerin olduğu ve yeni bölümlerin eklendiği görülmüştür. Bu çalışmada 3, 4, 5 ve 6 m yüksekliğe sahip betonarme konsol istinat duvarlarının TBDY ve DBYBHY 'ye göre karşılaştırmalı analizleri yapılarak sonuçları incelenmiştir. Yeni Türkiye Deprem Tehlike Haritası üzerinde iki farklı nokta alınarak, TBDY'deki yeni yaklaşımdan doğan geniş sonuç aralığı değerlendirilmiştir. Ayrıca TBDY'e deki bazı maddeler ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: DBYBHY, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Dayanma Yapıları

ABSTRACT

By publishing with new Turkish Building Seismic Code (TBDY), many changes and added new section sare observed in retaining structures part of current Turkish Building Seismic Code (DBYBHY). In this study, 3,4,5 and 6 mt height cantilever reinforcement retaining structures comparative analyzes were made according to TBDY and DBYBHY. To evaluate wide range results due to new appoeaches in TBDY two different points are defined over new Turkish Seismic Hazard Map. Besides suggestions have been made regarding some substances in TBDY.

Keywords: Turkish Building Seismic Code, Retaining Structures¹

¹ İnş. Yük. Müh., Analiz Yapı Yazılım Ltd. Şti., leventozberk@gmail.com (Sorumlu yazar)

² Dr. Öğretim Görevlisi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi , rkahyaoglu@mu.edu.tr

1. GİRİŞ

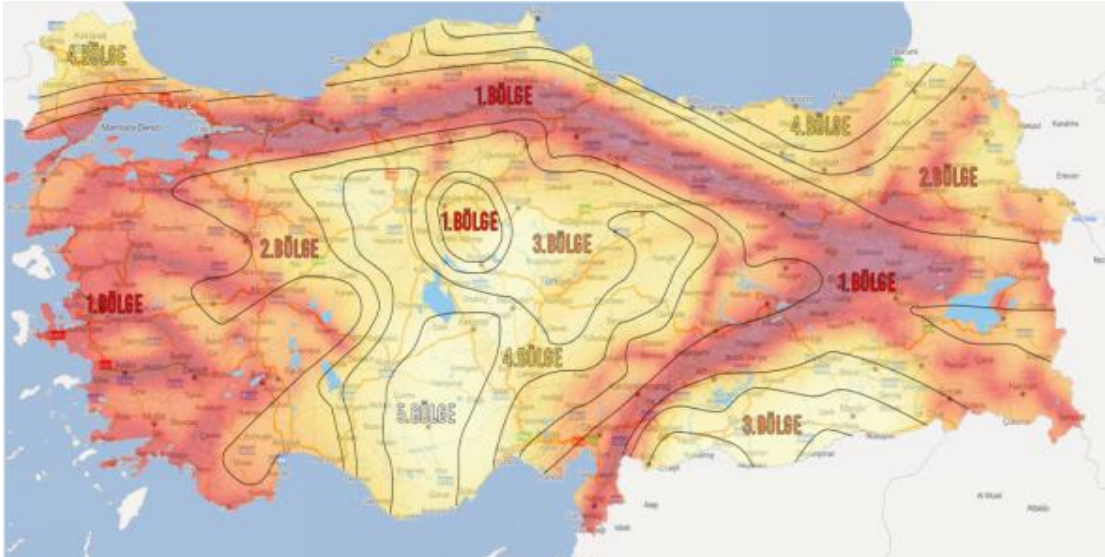
Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin (TBDY) en önemli değişikliklerden biri olan Türkiye deprem haritasının (<https://tdth.afad.gov.tr>) değişmesiyle birlikte dinamik hesaplarla ilgili bölümlerde esaslı değişiklikler gerçekleşmiştir. Örneğin dayanma yapıları ile ilgili bölümde yatay ve düşey statik-eşdeğer deprem katsayılarının hesabı yeni deprem haritasındaki "Kısa periyod tasarım spektral ivme katsayısına" (S_{DS}) göre yapılmaya başlanılmıştır. Ayrıca TBDY'nin EuroCode8 - Part5'le çok benzeştiği ve uyum içerisinde olduğu anlaşılmaktadır.

2. YÖNETMELİKLERE GÖRE ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Karşılaştırma için aynı zemin özelliklerine sahip, 4 farklı (3mt, 4mt, 5mt ve 6 mt) yüksekliğe sahip istinat duvarı modellerinin DBYBHY ve TBDY'e göre analizleri yapılmıştır.

Karşılaştırmalar iCad Konsol istinat duvarı yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

DBYBHY ve TBDY'de kullanılan deprem haritalarının karşılaştırılmış hali Şekil 1'deki gibidir. DBYBHY'de kullanılan deprem haritasında bölge bazlı seçim yapılırken, TBDY'deki deprem haritasında mahalle bazında diyebileceğimiz bir hassaslıkta yer ivmesi değeri elde edilebilmektedir. Bu da örneğin DBYBHY'de ve TBDY'de kullanılan deprem haritaları üzerinde seçilen aynı noktalar için çok farklı sonuçlara neden olabilmektedir. DBYBHY ve TBDY'ye deki bu farklı dinamik yaklaşımlardan ötürü deprem hesap parametrelerinin belirlenmesinde TBDY'de kullanılan "Türkiye Deprem Tehlikesi Haritaları" ndan iki farklı nokta seçilmiştir.



Şekil 1. DBYBHY ve TBDY'de kullanılan haritaların karşılaştırılması

DBYBHY'de statik eş değer yatay ve düşey deprem katsayısı hesabında zemin sınıfları dikkate alınmazken TBDY'de haritada seçilen noktanın konumu ve zemin sınıfına bağlı olarak statik eş değer yatay ve düşey deprem katsayıları için farklı değerler elde edilebilmektedir. Bu yüzden TBDY'ye göre hesap yapılırken aynı nokta için ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıfları dikkate alınarak modellerin çözümü yapılmıştır.

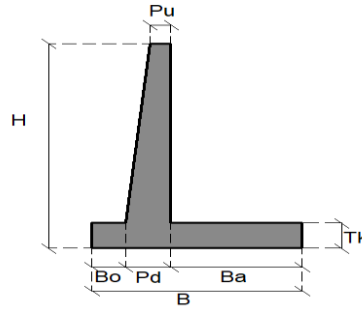
DBYBHY’de madde 1.2.1 de “binalar için, tasarım depreminin 50 yıllık bir süre içinde aşılma olasılığı %10’dur” ifadesinden ötürü TBDY’ye göre deprem yer hareketi düzeyi DD2 seçilmiştir. TBDY’ye göre DD2, 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi olarak tarif edilmektedir.

2.1. Analiz Modeline İlişkin Bilgiler

Kabuller

- DBYBHY’te dinamik yük dağılımı paraboldür, TBDY’ye göre analiz yapılırken ters üçgen olarak kabul edilmiştir.
- Zemin kamasını etkime şekli, duvarın arka temel ampattmanı ucundan itibaren dik bir şekilde olduğu kabulü yapılmıştır.

İstinat Duvarının Geometrik Bilgileri



Şekil 2. İstinat duvarı parametreleri

Tablo 1. Modellenen İstinat Duvarı Geometrisin Parametrik gösterimi

Açıklama	Simge	Değer(H=3)	Değer (H=4)	Değer(H=5)	Değer(H=6)
Duvar yüksekliği(m)	H	3	4	5	6
Taban Genişliği(m)	B	1.5	2.01	2.62	3.25
Ön Ampattman(m)	B ₀	0.4	0.5	0.75	1
Arka Ampattman(m)	B _a	0.85	1.25	1.57	1.9
Temel Kalınlığı(m)	T _k	0.33	0.4	0.5	0.6
Perde Dip Kalınlığı(m)	P _d	0.25	0.26	0.3	0.35
Perde Üst Kalınlığı(m)	P _u	0.2	0.2	0.2	0.2

Zemin Bilgileri

Tablo 2. Zemin bilgileri

Açıklama	Simge	Değer
Zemin birim hacim ağırlığı	γ	18 kN/m ³
İçsel sürtünme açısı	ϕ	30
Kohezyon	c	0
Zemin ile duvar arasındaki sürtünme açısı	δ_d	0
Duvar arkasındaki zemin yüzeyinin yataya göre eğimi	β	0
Duvarın yataya göre (duvar önündeki yataydan duvar arkasına doğru) ölçülen açı	ψ	90
Taban zemini sürtünme açısı		0.6
İstinat duvarı malzemesi birim hacim ağırlığı		25 kN/m ³
Zemin emniyet gerilmesi		250 kN/m ²

2.2 TBDY'e Göre Bilgiler

1. Bölge: İzmir Ödemiş

Seçilen 1. nokta İzmir Ödemiş ilçesinde bulunmaktadır (Şekil 3). Bu noktada yerel zemin sınıfı ZA için hesap edilen yatay statik- eş değer deprem katsayısı ile DBYBHY' e göre 1. derece deprem bölgesindeki yatay statik- eş değer deprem katsayısı değerleri birbirine eşittir.

Seçilen 1. noktadaki Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayıları Tablo 3'deki gibidir.

Tablo 3. 1. Nokta için kısa periyot tasarım spektral ivme katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE
SD _s	0.600	0.675	0.900	0.900	0.975

Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı	İzmir	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yılı) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZA	Sağlam, sert kayalar
Enlem	38.080463°	
Boylam	27.975982°	



Şekil 3. İzmir Ödemiş bölgesindeki bir noktanın Türkiye Deprem Tehlike Haritası raporundaki giriş sayfası

2. Bölge: Bingöl Karlıova

2. bölge olarak Bingöl Karlıova'da (Şekil 4) bir nokta seçilmiştir. Bu noktanın seçilme amacı ise DBYBHY'de 1. bölge kabul edilen bölgeler arasında çıkabilecek farkı göstermektir.

Seçilen 2. noktadaki Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayıları Tablo 4'deki gibidir.

Tablo 4. 2. Nokta için kısa periyot tasarım spektral ivme katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	ZA	ZB	ZC	ZD	ZE
SD_s	1.548	1.741	2.322	1.935	1.548

Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı	Bingöl	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZA	Sağlam, sert kayalar
Enlem	39.266812°	
Boylam	41.066162°	



Şekil 4. Bingöl Karlıova'daki bir noktanın Türkiye Deprem Tehlike Haritası raporundaki giriş sayfası

2.3 DBYBHY' e Göre Bilgiler

DBYBHY için de TBDY'de seçilen 1. nokta olan İzmir Ödemiş yer aldığı 1. derece deprem bölgesi seçilmiştir.

Yapı Önem katsayısı $I = 1$

Etkin yer ivmesi $A_0 = 0.4$

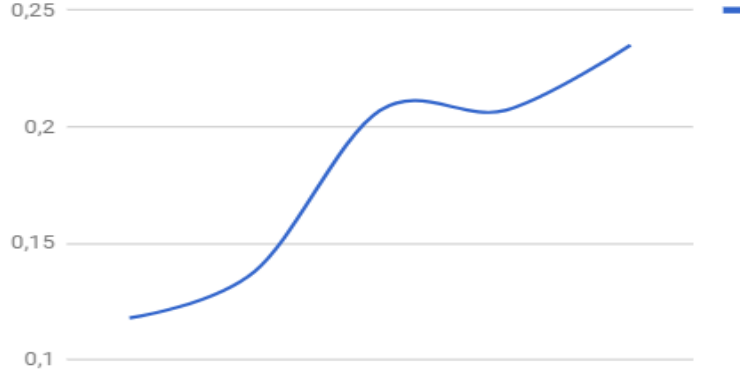
TBDY 1. Bölge ve DBYBHY Karşılaştırması

Tablo 5. Yatay ve düşey statik- Eşdeğer deprem katsayısı.

Yönetmelik	K_h	K_v
DBYBHY	0.16	0.107
TBDY DD2-ZA- $SD_s = 0.600$	0.16	0.08
TBDY DD2-ZB- $SD_s = 0.675$	0.18	0.09
TBDY DD2-ZC- $SD_s = 0.900$	0.24	0.12
TBDY DD2 - ZD- $SD_s = 0.900$	0.24	0.12
TBDY DD2 - ZE- $SD_s = 0.975$	0.26	0.13

Tablo 6. Statik ve dinamik aktif basınç katsayıları (Kad)

Statik	DBYBHY	TBDY DD2-ZA-SDs= 0.600	TBDY DD2-ZB-SDs=0.675	TBDY DD2-ZC -SDs=0.900	TBDY DD2 -ZD- SDs=0.900	TBDY DD2 -ZE- SDs=0.975
0.333	0.141	0.118	0.138	0.207	0.207	0.235

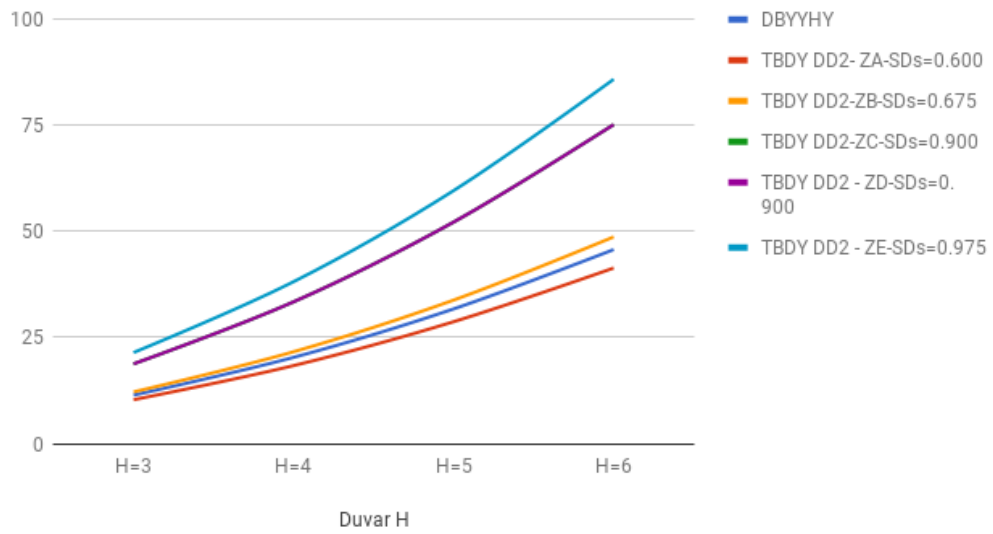


Şekil 5. TBDY'ye göre seçilen 1. bölge için sismik basınç katsayılarının dağılımı

Tablo 7. Duvara etkiyen yatay kuvvetler (kN/m)

Duvar H	Statik	DBYBHY	TBDY DD2-ZA- SDs= 0.600	TBDY DD2-ZB- SDs=0.675	TBDY DD2-ZC -SDs=0.900	TBDY DD2 -ZD- SDs=0.900	TBDY DD2 -ZE- SDs=0.975
H=3	27	11.44	10.35	12.19	18.81	18.81	21.48
H=4	48	20.34	18.4	21.67	33.44	33.44	38.19
H=5	75	31.77	28.75	33.85	52.25	52.25	59.67
H=6	108	45.76	41.41	48.75	75.24	75.24	85.93

H=3, H=4, H=5 ve H=6



Şekil 6. DBYBHY ve TBDY'e göre seçilen 1. noktaya göre deprem itkisinin karşılaştırması

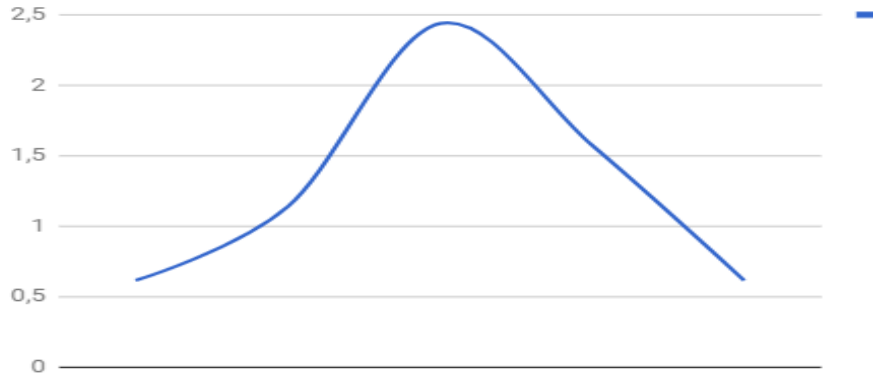
TBDY 2. Bölge ve DBYBHY Karşılaştırması

Tablo 8. Yatay ve düşey statik- eşdeğer deprem katsayısı

Yönetmelik	Kh	Kv
DBYBHY	0.16	0.107
TBDY ZA - SDs=1.548	0.413	0.206
TBDY ZB - SDs=1.741	0.464	0.232
TBDY ZC - SDs=2.322	0.62	0.31
TBDY ZD - SDs=1.935	0.516	0.258
TBDY ZE - SDs=1.548	0.413	0.206

Tablo 9. Statik ve dinamik aktif basınç katsayıları (Kad)

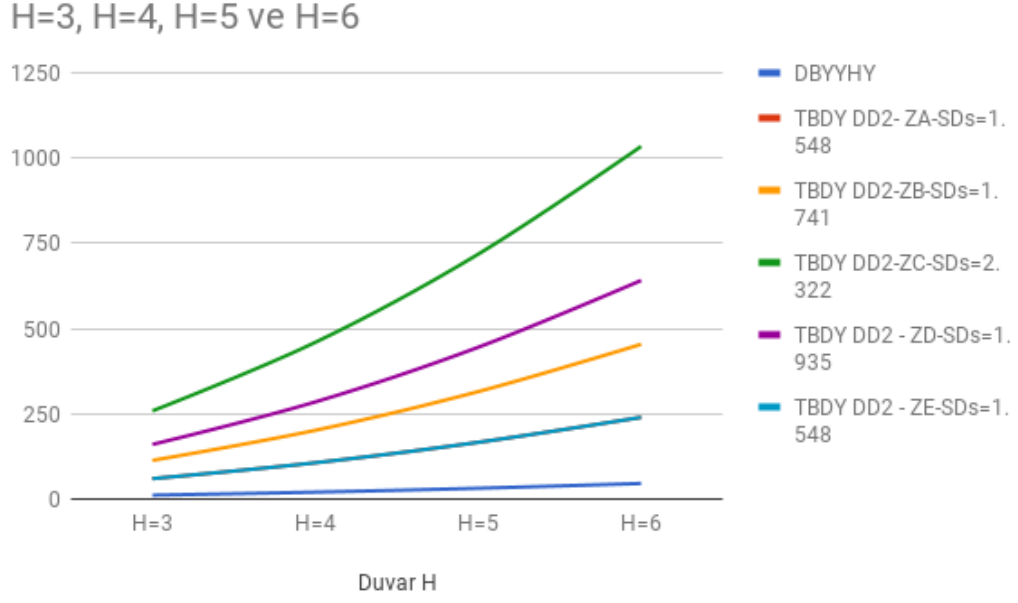
Statik	DBYBHY	TBDY DD2- ZA- SDs= 1.548	TBDY DD2- ZB- SDs=1.741	TBDY DD2- ZC - SDs=2.322	TBDY DD2 - - ZD- SDs=1.935	TBDY DD2 - ZE- SDs=1.548
0.333	0.141	0.613	1.137	2.438	1.573	0.613



Şekil 7. TBDY'ye göre seçilen 2. bölge için sismik basınç katsayılarının dağılımı

Tablo 10. Duvara etkiyen yatay kuvvetler (kN/m)

Duvar	H	Statik	DBYBHY	TBDY DD2- ZA- SDs= 1.548	TBDY DD2- ZB- SDs=1.741	TBDY DD2- ZC - SDs=2.322	TBDY DD2 - ZD- SDs=1.935	TBDY DD2 - ZE- SDs=1.548
H=3	27	11.44	59.92	113.46	258.55	160.27	59.92	
H=4	48	20.34	106.53	201.73	459.68	284.96	106.53	
H=5	75	31.77	166.46	315.22	718.29	445.27	166.46	
H=6	108	45.76	239.71	453.93	1034.37	641.21	239.71	



Şekil 8. DBYBHY ve TBDY'e göre seçilen 2. noktaya göre deprem itkisinin karşılaştırması

3. SONUÇ

3.1. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

DBYBHY'e göre elde edilen dinamik itkiler hiç bir modelde statik itkiden daha büyük değer alamazken TBDY'e göre elde edilen dinamik itkiler statik itkiden daha büyük değerler alabilmektedir.

TBDY'e göre seçilen 1. noktada elde edilen Sds' lerin yerel zemin sınıfı ZA'dan ZE'ye doğru artarken. seçilen 2. noktada Sds değerleri ZA' dan ZC ye doğru artıp ZC'den ZE'ye doğru azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla dinamik zemin itkileri ile yerel zemin sınıfları arasında doğrusal bir ilişkiden söz edilemez.

DBYBHY'e göre 1. derece deprem bölgesinde yapılacak 6 mt yüksekliğindeki bir duvara gelen dinamik zemin itkisi 45.76 kN/m olarak hesaplanırken. DBYBHY'e göre yine 1. bölge kabul edilen iki farklı noktada TBDY'e göre Ödemiş ve Karlıova'daki seçilen noktalarda yerel zemin sınıfına bağlı olarak dinamik zemin itkisi 41.41 kN/m ile 1034,37 kN/m arasında değerler alabilmektedir. Bu çalışmada TBDY'ye ile gelen yeni ve daha gerçekçi harita anlayışı sayesinde TBDY ve DBYBHY'e göre elde edilen dinamik zemin itkisi sonuçlarında bazı noktalarda birbirine yakın değerler elde edilirken bazı noktalarda neredeyse 23 kata varan farklı sonuçlar elde edilmiştir.

3.2. TBDY ile İlgili Değerlendirmeler

TBDY Madde 16.12.3.2 (a) (b) ve (c) maddelerindeki "Su seviyesinin temel taban seviyesi altında/üstünde" olması ifadelerini su seviyesinin temel taban seviyesin üzerinde olduğu

ancak su seviyesinin üzerinde kalan zemin tabakalarının bulunduğu durumları da kapsamı adına bu maddelerin aşağıdaki şekilde değiştirilmesi önerilmektedir.

(a) Su seviyesinin altında olması durumunda

(b)(c) Su seviyesinin üzerinde olması durumunda

TBDY 16.8.4.2. maddesindeki “Burada. Ptv temel tabanına etkileyen tasarım düşey basınç kuvvetini. δ ise temel tabanı ile zemin arasındaki sürtünme açısını göstermektedir” ifadesi “Burada. Ptv temel tabanına etkileyen tasarım düşey basınç kuvvetini. δ ise temel tabanı ile zemin arasındaki sürtünme açısını göstermektedir. γ_{Rh} için Bkz.Tablo16.2.” şeklinde değiştirilerek γ_{Rh} ifadesine okuyucu tarafından daha kolay ulaşmasının sağlanması önerilmektedir.

TBDY 16.12.3.2. maddesindeki “Bu durumda bileşke statik-eşdeğer ek dinamik su kuvveti ΔP_{su} ve bileşkenin su yüzeyinden itibaren derinliği Denk.(16.20) ile hesaplanacaktır.” ifadesi “Bu durumda Statik-eşdeğer dinamik su basıncının su derinliği boyunca değişimi. $\Delta P_{su}(z)$. Denk.(16.19) ile ek dinamik su kuvveti ΔP_{su} ve bileşkenin su yüzeyinden itibaren derinliği Denk.(16.20) ile hesaplanacaktır.” şeklinde değiştirilmesi önerilmektedir.

TBDY’de madde “16.12.2.8 – Dinamik toprak basınçlarına ilişkin bileşke kuvvetin etkime noktası. duvar yüksekliğinin orta noktası olarak alınacaktır...” ifadesi kullanılırken Ec8 de bu ifade “Göreceli rijitliği (hareketlerin türü ve dayanma yapısının göreceli kütlesi) dikkate alan daha detaylı bir çalışma yapılmadığı takdirde dinamik toprak basınçlarına ilişkin bileşke kuvvetin etkime noktası. duvar yüksekliğinin orta noktası olarak alınacaktır.” şeklinde ifade edilmektedir. Ec8 le uyum ve daha detaylı çalışma yapma imkanı olan mühendisler adına bu ifadenin Ec8 deki birebir kullanılması önerilmektedir.(Ec8 deki tam ifade “The point of application of the force due to the dynamic earth pressures shall be taken to lie at mid-height of the wall. in the absence of a more detailed study taking into account the relative stiffness. the type of movement sand the relative mass of the retaining structure.)

TBDY’deki r katsayısının seçiminde yer değiştirmelerinin hesabı ve yer değiştirme hesabının yapılmaması durumu için bir yönlendirme veya kısıtlama bulunmamaktadır.

4. KAYNAKLAR

DBYBHY (2007) Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Ankara.

TBDY (2018) Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar

Eurocode 8 (2004): Design of structures for earthquake resistance Part 5: Foundations. retaining structures and geotechnical aspects

iCad İstinat Duvarı Yazılımları . Analiz Yapı Yazılım Ltd. Şti.www.istinatduvari.com

SEMBOL LİSTESİ

Sembol	Açıklama	Sembol	Açıklama
A_0	Etkin yer ivmesi	B	Taban genişliği[m]
B_a	Arka ampatman[m]	B_0	Ön ampatman[m]
c	Kohezyon	H	Duvar yüksekliği [m]
I	Yapı önem katsayısı	K_h	Yatay statik eş-değer deprem katsayısı
K_v	Dikey statik eş değer deprem katsayısı	P_d	Perde dip kalınlığı[m]
P_{tv}	Temel tabanına tasarım düşey basınç kuvveti	P_u	Perde üst kalınlığı[m]
SD_s	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı	T_k	Temel kalınlığı[m]
β	Duvar arkasındaki zemin yüzeyinin yataya göre eğimi[°]	ΔP_{su}	Bileşke dinamik su basıncı[kN/m ²]
$\Delta P_{su}(Z)$	Statik-eşdeğer dinamik su basıncının su derinliği boyunca değişimi [kN/m ²]	δ_d	Zemin-Duvar sürtünme açısı[°]
φ	İçsel sürtünme açısı [°]	γ	Zemin birim hacim ağırlığı[kN/m ³]
γ_{rh}	Sürtünme direnci dayanım katsayısı	ψ	Duvarın yataya göre açısı [°]