ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ BİLİM VE TEKNOLOJİ DERGİSİ B- TEORİK BİLİMLER

Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology B- Theoritical Sciences

2018, Cilt:6 - syf. 28 - 35, DOI: 10.20290/aubtdb.497527
4.Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı Özel Sayısı

FARKLI DEPREM YÜKLERİNİN BETONARME KONSOL BİR İSTİNAT DUVARININ MALİYETİNE ETKİSİNİN ANALİZİ

Ömer ARSLAN [1], İnan KESKİN [1,*], Ali ATEŞ [2]

[1] İnşaat Mühendisliği Bölümü, Karabük Üniversitesi, Karabük
[2] İnşaat Mühendisliği Bölümü, Düzce Üniversitesi, Düzce

ÖZET

Deprem bölgelerinde inşa edilen istinat duvarlarına statik toprak basınçlarının yanı sıra dinamik toprak basınçları da önemli ölçüde etki etmektedir. Tasarımda yapıların daha emniyetli ve daha kullanışlı olmasının yanı sıra daha ekonomik olması da yatsınılmayacak bir öneme sahiptir. Geoteknik mühendisliğinde ulaşım yolu kenarlarında, köprülerde, kanal ve limanların tasarımı için şevin dengede olması ilk amaçtır. Bu nedenledir ki şev stabilitesinin sağlanmasında dayanma yapıları oldukça büyük bir öneme sahiptir. Zemin özellikleri ve deprem parametreleri göz önünde bulundurulmadan en kritik değerlere göre tasarlanmış istinat duvarlarının tip proje olarak uygulatılması ekonomik olmamaktadır. Bu çalışma kapsamında şevi dengede tutmak niyetiyle tasarlanacak bir betonarme istinat yapısı simule edilmiş, diğer etki parametreleri sabit tutularak farklı deprem yüklemeleri altındaki davranışları tartışılıp maliyet analizleri yapılmıştır. Değerlendirmeler kapsamında, sismik dizayn esasları ve deprem sonrası performansları açısından planlanan yapının tasarlandığı bölgenin sismik koşullarının oldukça önemli olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmada kapsamında yapılan analiler ile arka ampatman ve demir donatı boyutlarının deprem bölgesi ile dikkate değer bir değişiklik gösterdiği analiz edilmştir. Yüksek sismik aktiviteye sahip bölgelerde deprem davranışı dayanma yapısı performans kriterleri açısından özellikle dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Sismik yük, Yatay toprak basıncı, İstinat duvarı

ANALYSIS OF THE EFFECT OF DIFFERENT EARTHQUAKE LOADS ON CONSTRUCTION COST OF REINFORCED CONCRETE WALL

ABSTRACT

In addition to static earth pressures, dynamic earth pressures have an important influence on the retaining walls constructed in earthquake zones. In addition to being safer and more usable in design, It is also important to be economical.It is one of the earliest problems to have stability in ground engineering and is one of the parameters to be considered in design.Therefore, the provision of retaining walls, slope stability has a significant importance. Without regard to soil properties and earthquake parameters, applying the retaining walls designed according to the most critical values as a type project causes large financial losses. In earthquake-free and earthquake-free situations, the loads that affect the retaining wall are different.Incorrectly influencing this parameter in the analysis will lead to different results in the design.In this study, a reinforced concrete retaining structure was designed to be designed with the aim of keeping the slope stable, other behavior parameters were kept constant and the behavior under different earthquake loads was discussed and cost analysis was made.In terms of seismic design principles and post-earthquake performances, it has been observed that the planned seismic design has a significant effect on the building cost of the seismic conditions of the zone.It has been observed that increasing the earthquake momentum value that will affect the structure in the analyzes caused a significant increase in the basic dimension in order to ensure safety in a standard retaining project.For that reason, in the analyzes made for the earthquake situation, it is important from the economic design point of view that the earthquake is correctly defined. It has been analyzed that the dimensions of wall and iron reinforcement with the analysed show a remarkable variation with the earthquake region. In areas with high seismic activity, the seismic behavior tolerance structure should be especially taken into account in terms of performance criteria.

Keywords: Seismic load, Horizontal earth pressure, Retaining wall

1. GİRİŞ

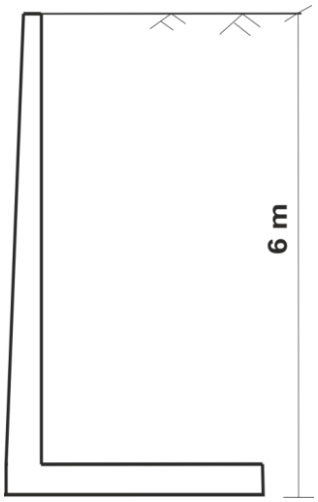
Deprem kuvvetlerinin etkisinde istinat duvarlarının davranışı birçok parametreye bağlı olduğu için oldukça karmaşıktır. Deprem etkisi ile birlikte artan yanal zemin basınçları istinat duvarında harekete

*Sorumlu Yazar: inankeskin@karabuk.edu.tr
Geliş: 27.04.2018 Kabul:02.06.2018

neden olur. İstinat duvarlarının deprem etkisindeki davranışı incelenirken, duvar – zemin ilişkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Duvar hareketi ve duvara etkiyen basınçlar, duvarın altındaki ve arkasındaki zeminin davranışına, duvarın ataletine ve deprem özelliklerine bağlı olmak üzere değişmektedir [1] Statik zemin basınçlarının hesaplanmasına dayalı ilk çalışmalar, Coulomb [2] ve Rankine [3] tarafından yapılmıştır. Günümüzde de istinat duvarlarına etkiyen statik basınçların hesaplanmasında kullanılan iki yöntem Rankine Yöntemi ve Coulomb Yöntemi olarak bilinmektedir [4, 5, 6].

Betonarme dayanma (istinat) yapıları arasında uygulamada en çok kullanılan betonarme konsol istinat duvarlarıdır. 7-8 metre yüksekliğe kadar ekonomik çözümler sunan bu yapılarda maliyeti ekonomikleştirme açısından en büyük problem, istinat duvarlarının yapılacağı bölgenin zemin özellikleri ve deprem bölgesi araştırılmadan, en kritik zemin özellikleri ve deprem bölgesi dikkate alınarak hazırlanmış tip projelerin kullanılmasıdır.

Harraz [7], konsol istinat duvarlarının deprem etkisinde tasarımını incelemek amacıyla lineer olmayan dinamik sonlu elemanlar yöntemiyle analiz yapmıştır. Araştırmacı çalışmasında konsol istinat duvarlarının tasarımını etkileyen temel parametreleri; zemin özellikleri, duvar özellikleri, deprem özellikleri, sönümlenme özellikleri ve malzeme özellikleri başlıkları altında beş temel gruba ayırmıştır. Bu çalışmada betonarme konsol istinat duvarlarının yüksekliği, zemin özellikleri, gövde boyutları, sürşarj yükü, malzeme özellikleri ve temel kalınlığı sabit tutularak farklı deprem bölgelerinde göstereceği değişiklikler İDECAD Statik 8.5 programı kullanılarak en kritik durumlarda incelenmiştir. İstinat duvarı üzerinde daha yüksek moment değerleri oluşabilmesi için ön ampatman kısmı iptal edilmiştir. Çalışma kapsamında simülasyonu yapılan istinat duvarının özellikleri Şekil 1 ve Tablo 1 de gösterildiği gibidir. Analizi yapılan istinat duvarının uzunluğu, kullanılan malzeme miktarları karşılaştırılırken daha belirgin değerler elde edebilmek için 20 metre olarak düşünülmüştür.



Şekil 1. Simülasyonda kullanılan istinat duvarı

Tablo 1. İstinat duvarı geometrik parametreleri

İstinat Duvarının Bölümü	**Simge**	**Değer**	**Birim**
Duvar toplam yüksekliği	H	6,00	[m]
Üst kol genişliği	Bü	0,25	[m]
Alt kol genişliği	Ba	0,55	[m]
Ön ampatman uzunluğu	Lo	0	[m]
Ampatman dip kalınlığı	Hd	0,40	[m]
Ampatman uç kalınlığı	Hu	0,40	[m]

Deprem etkisinin istinat duvarı maliyetine etkisini direkt olarak modellemek açısından istinat duvarına etki eden analizlerde kullanılan zemin özellikleri ve diğer parametreler ise Tablo 2 ve Tablo 3 teki gibidir.

Tablo 2. İstinat duvarı zemin parametrelerinin değerleri

Parametre Adı	**Değer**	**Birim**
Dolgu birim hacim ağırlığı	1,80	[t/m^2]
Dolgu içsel sürtünme açısı	30	[derece]
Dolgu yatay açısı	0	[derece]
Dolgu ile duvar arasındaki sürtünme açsı	0	[derece]
Aktif dolgu yüksekliği	6,0	[m]
Pasif dolgu yüksekliği	0,5	[m]
Kohezyon	0,90	[tf/m^2]
Zemin emniyet gerilmesi	25,00	[tf/m^2]
Zemin sürtünme katsayısı	0,65	-
Sürşarj yükü	1,2	[tf/m]

Tablo 3. İstinat duvarı malzeme özellikleri

Adı	**Simge**	**Değer**	**Birim**
Beton sınıfı	C	25,00	-
Betonun tasarım basınç dayanımı	fcd	1699,53	[tf/m^2]
Beton tasarım çekme dayanımı	fctd	118,97	[tf/m^2]
Donatı sınıfı	S	420	-
Donatının tasarım akma dayanımı	fyd	37241,81	[tf/m^2]

2. FARKLI DEPREM BÖLGELERİ İÇİN ANALİZLER

2.1. Deprem Bölgelerine Göre Ampartman Değişimi

İstinat duvarları kayma ve dönme şeklinde hareket edebilmektedir. Bazı istinat duvarlarında kayma veya dönme hareketlerinden biri baskın olarak görülmekte iken, bazı durumlarda her iki hareket birden gözlenebilmektedir. Ötelenme veya dönmenin büyüklüğü istinat duvarının tasarımına göre değişmektedir [4]. İstinat duvarlarının stabilitesinde, kayma ve devrilme kontrollerinin yanı sıra, taşıma gücü, oturma ve toptan göçme analizleri de yapılmalıdır. Das [8] Depremli durumda devirici momentler ile koruyucu momentler arasındaki farkın oluşturduğu bileşke moment temelin pasif dolgu tarafının en uç noktasında maksimum gerilme, aktif dolgu tarafının en uç noktasında minimum gerilme değerini oluşturur. Depremli durumda istinat yapısının minimum zemin gerilmesi değerinin sıfır veya daha küçük bir değer olması durumunda arka ampatmanın zemin ile bağlantısı kesilmiş ve duvar dönmeye başlamıştır denilebilir.

İstinat duvarının sabit tutulan parametreleri İDECAD Statik 8.5 programına girilerek farklı deprem bölgelerinde en kritik emniyet değerlerine göre arka ampatman kısaltılarak tasarımlar yapılmıştır. İdecad 8.5 de zemin sürtünmesi ihmal edilmedikçe deprem etkisinden en çok etkilenen değer minimum basınç gerilmesi olduğundan kritik değer olarak seçilmiştir.

2.1.1. I. Derece deprem bölgesinde tasarım ve metraj

1. Derece deprem bölgesinde ivme (Ao) değeri 0,4 ve yapı önem katsayısı (I) değeri 1,00 olarak programa girilmiştir. Zemin gerilmesi kontrolleri Tablo 4 te gösterildiği gibi olup minimum zemin gerilmesi değerinin sıfıra en yakın olduğu durumda en ekonomik ve en hassas tasarımın yapıldığı görülmüştür.

Tablo 4. I. Derece deprem bölgesindeki zemin gerilmesi kontrolü

Zemin Gerilmeleri Kontrolü							
	Toplam Düşey Yük [tf]	**Taban Orta Nokta Moment [tfm]**	**σmax [tf/m²]**	**σmin [tf/m²]**	**σmax<F güv * Zem**	**σmin ≥0**	**Kontrol**
Depremli	47,90	31,37	24,19	0,06	24,19<37,50	0,06 ≥ 0	+
Depremsiz	47,90	13,58	17,35	6,90	17,35<25,00	6,90 ≥0	+

Kontroller sonucunda tasarımın güvenli ve ekonomik olduğu görülmüştür. Tasarım sonucunda 1. Derece deprem bölgesi için arka ampatman uzunluğu 3,40 metre olarak belirlenmiştir. 1. deprem bölgesinde tasarlanan istinat duvarının program tarafından hesaplanan toplam metraj değerleri (20 metre uzunluk için) Tablo 5 te gösterilmiştir.

Tablo 5. İstinat duvarı metrajı

Adı	**Metraj**	**Birimi**
C25 Beton	76,40	[m³]
Kalıp	240,13	[m²]
S420 Donatı (İNCE)	1751,05	[kg]
S420 Donatı (KALIN)	4734,82	[kg]
S420 Donatı (TOPLAM)	6485,87	[kg]

2.1.2. II. Derece deprem bölgesinde tasarım ve metraj

2. Derece deprem bölgesinde ivme (Ao) değeri 0,3 ve yapı önem katsayısı (I) değeri 1,00 olarak programa girilmiştir. Zemin gerilmesi kontrolleri Tablo 6 te gösterilmiştir. Minimum zemin gerilmesi değerinin sıfıra en yakın olduğu durumda en ekonomik ve en hassas tasarımın yapıldığı görülmüştür.

Tablo 6. II. Derece deprem bölgesindeki zemin gerilmesi kontrolü

Zemin Gerilmeleri Kontrolü							
	Toplam Düşey Yük [tf]	**Taban Orta Nokta Moment [tfm]**	**σmax [tf/m²]**	**σmin [tf/m²]**	**σmax<F güv * Zem**	**σmin ≥0**	**Kontrol**
Depremli	44,22	26,69	24,14	0,09	24,14<37,50	0,09≥ 0	+
Depremsiz	44,22	13,67	18,27	5,96	18,27<25,00	5,96 ≥0	+

Kontroller sonucunda tasarımın güvenli ve ekonomik olduğu görülmüştür. Tasarım sonucunda 1. Derece deprem bölgesi için arka ampatman uzunluğu 3,10 metre olarak belirlenmiştir. 2. deprem bölgesinde tasarlanan istinat duvarının program tarafından hesaplanan toplam metraj değerleri (20 metre uzunluk için) Tablo 7 de gösterilmiştir.

Tablo 7. İstinat duvarı metrajı

Adı	**Metraj**	**Birimi**
C25 Beton	74,00	[m³]
Kalıp	240,16	[m²]
S420 Donatı (İNCE)	1668,11	[kg]
S420 Donatı (KALIN)	4158,54	[kg]
S420 Donatı (TOPLAM)	5826,65	[kg]

2.1.3. III. Derece deprem bölgesinde tasarım ve metraj

3. Derece deprem bölgesinde ivme (Ao) değeri 0,2 ve yapı önem katsayısı (I) değeri 1,00 olarak programa girilmiştir. Zemin gerilmesi kontrolleri Tablo 8 de gösterilmiştir. Minimum zemin gerilmesi değerinin sıfıra en yakın olduğu durumda en ekonomik ve en hassas tasarımın yapıldığı görülmüştür.

Tablo 8. III. Derece deprem bölgesindeki zemin gerilmesi kontrolü

Zemin Gerilmeleri Kontrolü							
	Toplam Düşey Yük [tf]	**Taban Orta Nokta Moment [tfm]**	**σmax [tf/m²]**	**σmin [tf/m²]**	**σmax<F güv * Zem**	**σmin ≥0**	**Kontrol**
Depremli	44,29	22,24	24,13	0,07	24,13<37,50	0,07≥ 0	+
Depremsiz	44,29	13,77	19,55	4,65	19,55<25,00	4,65 ≥0	+

Kontroller sonucunda tasarımın güvenli ve ekonomik olduğu görülmüştür. Tasarım sonucunda 1. Derece deprem bölgesi için arka ampatman uzunluğu 2,78 metre olarak belirlenmiştir. 3. deprem bölgesinde tasarlanan istinat duvarının program tarafından hesaplanan toplam metraj değerleri (20 metre uzunluk için) Tablo 9 da gösterilmiştir.

Tablo 9. İstinat duvarı metrajı

Adı	**Metraj**	**Birimi**
C25 Beton	71,44	[m^3]
Kalıp	240,16	[m^2]
S420 Donatı (İNCE)	1636,21	[kg]
S420 Donatı (KALIN)	3938,57	[kg]
S420 Donatı (TOPLAM)	5574,77	[kg]

2.1.4. IV. Derece deprem bölgesinde tasarım ve metraj

4. Derece deprem bölgesinde ivme (Ao) değeri 0,1 ve yapı önem katsayısı (I) değeri 1,00 olarak programa girilmiştir. Zemin gerilmesi kontrolleri Tablo 10 da gösterilmiştir. Minimum zemin gerilmesi değerinin sıfıra en yakın olduğu durumda en ekonomik ve en hassas tasarımın yapıldığı görülmüştür.

Tablo 10. IV. Derece deprem bölgesindeki zemin gerilmesi kontrolü

Zemin Gerilmeleri Kontrolü							
	Toplam Düşey Yük [tf]	**Taban Orta Nokta Moment [tfm]**	**σmax [tf/m²]**	**σmin [tf/m²]**	**σmax<F güv * Zem**	**σmin ≥0**	**Kontrol**
Depremli	36,24	18,00	24,08	0,08	24,08<37,50	0,08≥ 0	+
Depremsiz	36,24	13,87	21,32	2,83	21,32<25,00	2,83 ≥0	+

Kontroller sonucunda tasarımın güvenli ve ekonomik olduğu görülmüştür. Tasarım sonucunda 1. Derece deprem bölgesi için arka ampatman uzunluğu 2,45 metre olarak belirlenmiştir. 3. deprem bölgesinde tasarlanan istinat duvarının program tarafından hesaplanan toplam metraj değerleri (20 metre uzunluk için) Tablo 11 de gösterilmiştir.

Tablo 11. İstinat duvarı metrajı

Adı	**Metraj**	**Birimi**
C25 Beton	68,80	[m^3]
Kalıp	240,16	[m^2]
S420 Donatı (İNCE)	1599,40	[kg]
S420 Donatı (KALIN)	3797,17	[kg]
S420 Donatı (TOPLAM)	5396,57	[kg]

2.2. Farklı Deprem Bölgelerinde Sabit Ampartman İçin Demir Donatıdaki Değişim

Bir önceki tasarımda sabit tutulan parametrelerin yanı sıra bu tasarımda ampatman uzunluğu da 3,50 m olarak sabit tutulmuş ve İdecad Statik 8,5 programında analiz edilmiştir. Bu kapsamda deprem bölgeleri değiştikçe moment etkisini karşılamak amacı ile gereken donatı miktarları irdelenmiştir.

2.2.1. I. Deprem bölgesinde oluşan momentler ve metraj

1. Derece deprem bölgesinde ivme (Ao) değeri 0,4 ve yapı önem katsayısı (I) değeri 1,00 olarak programa girilmiştir. Tasarımı yapılan istinat duvarının ampatman uzunluğu 3,5 m dir. Oluşan momentler, gerekli As alanları ve donatı miktarları ise Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12. İstinat duvarı moment, As ve donatıları

	Donatı Yeri	Moment (tfm)	As (cm^2)	Mev. As (cm^2)	Donatı
KONSOL	Konsol Arka Boyuna	22.53	12,94	13,39	ϕ 18 / 19
	Konsol Ön Boyuna	-	8,25	8,38	ϕ 16 / 24
	Konsol Arka Dağıtma	-	4,85	4,91	ϕ 10 / 16
	Konsol Ön Dağıtma	-	8,25	8,70	ϕ 12 / 13
TABAN PLAĞI	Taban Plağı Alt	-	6,70	7,70	ϕ 14 / 20
	Taban Plağı Üst	25.05	22,02	23,13	ϕ 18 / 11
	Taban Plağı Üst Dağıtma	-	3,35	3,41	ϕ 10 / 23
	Taban Plağı Alt Dağıtma	-	4,40	4,52	ϕ 12 / 25

2.2.2. II. Deprem Bölgesinde Oluşan Momentler ve Metraj

2. Derece deprem bölgesinde ivme (Ao) değeri 0,3 ve yapı önem katsayısı (I) değeri 1,00 olarak programa girilmiştir. Tasarımı yapılan istinat duvarının ampatman uzunluğu 3,5 m dir. Oluşan momentler, gerekli As alanları ve donatı miktarları ise Tablo 13'de gösterilmiştir.

Tablo 13. İstinat duvarı moment, As ve donatıları

	Donatı Yeri	Moment (tfm)	As (cm^2)	Mev. As (cm^2)	Donatı
KONSOL	Konsol Arka Boyuna	19,75	11,29	11,83	ϕ 16 / 17
	Konsol Ön Boyuna	-	8,25	8,38	ϕ 16 / 24
	Konsol Arka Dağıtma	-	4,85	4,91	ϕ 10 / 16
	Konsol Ön Dağıtma	-	8,25	8,70	ϕ 12 / 13
TABAN PLAĞI	Taban Plağı Alt	-	6,70	7,70	ϕ 14 / 20
	Taban Plağı Üst	22,05	19,14	19,57	ϕ 18 / 13
	Taban Plağı Üst Dağıtma	-	3,35	3,41	ϕ 10 / 23
	Taban Plağı Alt Dağıtma	-	3,83	3,90	ϕ 12 / 29

2.2.3. III. Deprem bölgesinde oluşan momentler ve metraj

3. Derece deprem bölgesinde ivme (Ao) değeri 0,2 ve yapı önem katsayısı (I) değeri 1,00 olarak programa girilmiştir. Tasarımı yapılan istinat duvarının ampatman uzunluğu 3,5 m dir. Oluşan momentler, gerekli As alanları ve donatı miktarları ise Tablo 14'de gösterilmiştir.

Tablo 14. İstinat duvarı moment, As ve donatıları

	Donatı Yeri	Moment (tfm)	As (cm^2)	Mev. As (cm^2)	Donatı
KONSOL	Konsol Arka Boyuna	19,45	11,11	11,17	ϕ 16 / 18
	Konsol Ön Boyuna	-	8,25	8,38	ϕ 16 / 24
	Konsol Arka Dağıtma	-	4,85	4,91	ϕ 10 / 16
	Konsol Ön Dağıtma	-	8,25	8,70	ϕ 12 / 13
TABAN PLAĞI	Taban Plağı Alt	-	6,70	7,70	ϕ 14 / 20
	Taban Plağı Üst	22,05	19,14	19,57	ϕ 18 / 13
	Taban Plağı Üst Dağıtma	-	3,35	3,41	ϕ 10 / 23
	Taban Plağı Alt Dağıtma	-	3,83	3,90	ϕ 12 / 29

2.2.4. IV. Deprem bölgesinde oluşan momentler ve metraj

4. Derece deprem bölgesinde ivme (Ao) değeri 0,1 ve yapı önem katsayısı (I) değeri 1,00 olarak programa girilmiştir. Tasarımı yapılan istinat duvarının ampatman uzunluğu 3,5 m dir. Oluşan momentler, gerekli As alanları ve donatı miktarları ise Tablo 15'de gösterilmiştir.

Tablo 15. İstinat duvarı moment, As ve donatıları

	Donatı Yeri	**Moment (tfm)**	**As (cm^2)**	**Mev. As (cm^2)**	**Donatı**
KONSOL	Konsol Arka Boyuna	19,45	11,11	11,17	ϕ 16 / 18
	Konsol Ön Boyuna	-	8,25	8,38	ϕ 16 / 24
	Konsol Arka Dağıtma	-	4,85	4,91	ϕ 10 / 16
	Konsol Ön Dağıtma	-	8,25	8,70	ϕ 12 / 13
TABAN PLAĞI	Taban Plağı Alt	-	6,70	7,70	ϕ 14 / 20
	Taban Plağı Üst	22,05	19,14	19,57	ϕ 18 / 13
	Taban Plağı Üst Dağıtma	-	3,35	3,41	ϕ 10 / 23
	Taban Plağı Alt Dağıtma	-	3,83	3,90	ϕ 12 / 29

3. SONUÇLAR VE ÖNERİ

Bilindiği üzere yapılar tasarlandığı gibi değil inşa edildiği gibi davranırlar. Depreme dayanıklı yapı tasarımı önemli bir mühendislik sorunudur. Bu nedenle yapılar tüm parametreler göz önünde bulundurularak en güvenli değere göre tasarlanmalıdır. Ancak riskin olduğundan fazla olması yapı maliyetini oldukça artırmaktadır. Yaptığımız çalışmada diğer etki parametreleri sabit tutularak farklı deprem bölgelerinde inşaa edilecek basit bir betonarme istinat duvarı güvenli boyuttan analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; 1. Derece Deprem Bölgesinde tasarlanan istinat duvarına 3,40 metre, 2. Derece Deprem Bölgesinde tasarlanan istinat duvarına 3,10 metre, 3. Derece Deprem Bölgesinde tasarlanan istinat duvarına 2,78 metre ve 4. Derece Deprem Bölgesinde tasarlanan istinat duvarına 2,45 metre arka ampatman uygulandığında tüm güvenlik tahkiklerini sağlamaktadır. 1. Derece Deprem Bölgesinde tasarlanan ile 4. Derece Deprem Bölgesinde tasarlanan duvarların ampatman uzunlukları arasındaki fark 0,95 metreyi bulmaktadır. Bu değer kümülatif olarak değerlendirildiğinde inşaat maliyeti açısından dikkate değer bir maliyet oluşmaktadır.

Ayrıca tüm geometrik ve zemin parametreleri sabit tutularak, deprem bölgelerinde tasarımlar yapılıp farklı deprem bölgelerinde demir donatı değişimleri de irdelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda; 1. Derece Deprem Bölgesinde konsol arka boyuna donatısı ϕ 18 / 19, 2. Derece Deprem Bölgesinde konsol arka boyuna donatısı ϕ 16 / 17, 3. Derece Deprem Bölgesinde konsol arka boyuna donatısı ϕ 16 / 18 ve 4. Derece Deprem Bölgesinde konsol arka boyuna donatısı ϕ 16 / 18 olarak IDECAD 8,5 programı ile hesaplanmıştır. 1. Derece ila 4. Derece Deprem Bölgesinde bulunan donatı miktarları arasında aynı donatı aralığında 1 mm demir donatı çapı değişmektedir. Buda maliyete etki edecek bir diğer unsur olarak dikkat çekmektedir.

Sonuç olarak istinat duvarının yapılacağı yer görülmeden, zemin özellikleri ve deprem parametreleri göz önünde bulundurulmadan en kritik değerlere göre tasarlanmış istinat duvarlarının tip proje olarak uygulatılması büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu yüzden istinat duvarlarının tasarımına verilen önem artırılmalı ve gereksiz maliyetlerin önüne geçilmelidir.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı'nda (4UDMSK) sunulmuş olup seçilmiş çalışmalar kapsamında değerlendirilerek yayına hazırlanmıştır.

REFERANSLAR

[1] Yıldırım İZ, 2004. İstinat Duvarlarının Tasarımında Deprem Etkilerinin İncelenmesi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[2] Coulomb CA. (1776) Essai sur une application des regles de maximis et minimis quelques problemes de statique, relatits a l'architecture. Memoires de Mathematique de l'Academie Royale de Science 7, Paris.

[3] Rankine WJM 1857 On stability of loose earth. Proceeding of the Royal Society, London, VIII, 185-187

[4] Kramer SL, 1996. Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall, New Jersey.

[5] Düzgün M, 1989. İstinat Yapıları, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayını, 1989/2, İzmir.

[6] Küçüktiryaki MA., 1998. Yanal zemin basıncı ve istinat duvarları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[7] Harraz MMA, 2003. Seismic analysis of cantilever retaining walls, PhD Thesis, Arizona State University, USA.

[8] Das BM., 1999. Principles ofFoundation Engineering, ITP Press, Califomia.