

İstinat Duvarlarının Spread Sheet (Excel) Programı ile Çözümü ve Maliyet Analizi ile Uygun Duvar Tipinin Belirlenmesi

Devrim Alkaya*

Giriş

İstinat duvarları fazla göz önünde olmazken eksikliği, devrilmesi veya hasar görmesi durumunda kendi değerinden kat kat fazla maddi zarara ve daha önemlisi can kayıplarına neden olan mühendislik yapılarıdır. Ülkemizde istinat duvarlarına gereken önemin verilmemesi ve birçok yerde hesaba dayalı yapılmadığı için her yıl çeşitli şekillerde gelişen kazalar sonucunda insanların bir takım tedbirler alması gerekliliği doğmuştur. Proje yapılmasını kolaylaştırmak için gelişen teknoloji ve artan bilgisayar kullanımı ile elle çözümü çok uzun zaman alan mühendislik sorunlarının bilgisayarda programlar yazılarak çok kısa sürelerde çözümlerine gidilmektedir. İstinat duvarlarının projelendirilmesini kolaylaştırmak ve farklı alternatifleri süratle değerlendirebilmek amacıyla Excel programını kullanarak istinat yapılarının projelendirilmesini sağlayan bir program hazırlandı.

Yanal Toprak Basıncı

Zemini farklı iki düzeyde tutan ve yanal zemin basınçlarının etkisinde olan dayanma yapılarının hesaplanması (boyutlandırılması-projelendirilmesi) için, onlara gelen yanal toprak basınçlarının bilinmesi gerekir. Yanal toprak basınçlarını karşılamak için aşağıdaki yapı türleri inşa edilmektedir.

a- Dayanma (İstinat) Duvarı

b- Palplanş Perdesi

c- Kazı Kaplaması

d- Fore Kazıklar

e- Ankrajlar

Yanal itki altındaki yapı elemanlarının projelendirilmesi, uygulamacılar için devamlı karşılaşılan önemli mühendislik problemidir. Genellikle toprak itkisine maruz yapıların projelendirilmeleri, yapıya etki eden zemin tabakalarının davranış belirsizliğinden ötürü daha da önem kazanmaktadır.

Kohezyonsuz zeminler için önerilen rankine teorisi daha sonraları kohezyonlu zeminler ve diğer durumlar için genelleştirilmiştir. Kohezyonsuz zeminler için aktif yanal toprak basıncı (1) formülü ile hesaplanmaktadır.

$$\sigma_3 = K_a \gamma_n z \quad (1)$$

$$K_a = \tan^2(45 - \Phi/2) \quad (2)$$

Burada K_a yanal toprak basıncı katsayısı, γ_n zemin birim hacim ağırlığı, z derinlik, Φ içsel sürtünme açısıdır. Kohezyonlu zeminlerde Rankine teoremine göre aktif yanal toprak basıncı (3) formülündeki gibi hesaplanmaktadır.

$$\sigma_3 = K_a \gamma_n z - 2c K_a^{(1/2)} \quad (3)$$

Hazırlanan bilgisayar programında Rankine Teorisi kullanılarak yanal toprak basınçları hesaplatılmıştır.

İstinat Duvarları

İstinat duvarları, ani seviye farklarının bulunduğu

* Y. Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli

yerlerde zemin veya yayılan maddelerin doğal şev açıları ile yayılmalarını önlemek için kullanılan yapılardır. Yayılması önlenen zemin veya malzeme, istinat duvarına yanall etki uygulayarak, duvarı kaydırmaya ve devirmeye çalışır. İstinat duvarları düşey ya da düşeye yakın toprak tutucu, yanall toprak itki-sine karşı koyan koyan, kalıcı, rijit yapılardır.

İstinat duvarları aşağıdaki amaçlar için kullanılmaktadır.

- Eğimli arazilerde araziden yararlanmak üzere zemini tabii şev açısından daha dik açıyla tutmak
- Kayma göçme ihtimali olan zeminlerin yıkılmasını engellemek
- Bir binanın bodrum duvarlarını oluşturmak
- Kıyıların erozyondan veya taşkınlardan korunması
- Kanal ve eklüzler
- Köprülerde kenar ayak görevi yapmak, derin çukurların yan duvarlarını tutmak
- Yol inşaatlarında şev düzenlemesi yapılırken kullanmak
- Malzeme deposu olarak kullanmak
- Büyük dolma ve yarma gerektiren yollarda, yamaç yolları

İstinat duvarları genel olarak 5 grup altında sınıflandırılabilir.

- Ağırılık (Masif) istinat duvarları
- Betonarme istinat duvarları
- Prefabrikte elemanlı istinat duvarları
- Donatılı toprak (toprakarme) istinat duvarları
- Farklı tipte istinat duvarları

İstinat Duvarlarına Gelen Yükler

1- Duvarın Kendi Ağırlığı: Genellikle ağırlık türü istinat yapılarında, yatay itkiyi önleyecek en büyük kuvvet, duvarın kendi ağırlığıdır. Duvar tabanına gelen bu kuvvet, tabanla-zemin arasındaki sürtünmeden dolayı ortaya çıkan harekete ters yöndeki yatay sürtünme kuvvetlerini oluşturur. Bu sürtünme kuvveti ile duvara gelecek yatay kuvvetler karşılanacaktır.

2- Akif Toprak Basıncı: Duvar zeminden dışa doğru hareket edecek olursa (birkaç milimetre), zemin aktif hale geçer ve duvara aktif toprak basıncı uygular.

3- Pasif Toprak Basıncı: Duvar zemine doğru hareket eder ise zemin duvara pasif direnç uygular. Zeminin duvara uyguladığı bu dirence pasif toprak basıncı denir.

4- Duvar Önündeki Toprak Basıncı: İstinat Duvarının tabanı zemine gömülü olduğundan duvarın öne

doğru hareketi sırasında, temel zemine doğru hareket edeceğinden stabilite hesaplarında olumlu etki yapacak pasif basınç gerilmeleri de taban üzerinde ortaya çıkacaktır.

5- Suların Yapacağı Basınçlar: İstinat duvarının arkasında hiçbir zaman, yer üstü ve yeraltı sularının toplanması istenmez. Bu suların duvarda yapacağı hidrostatik basıncın göz ardı edilmemesi gerekir. Ayrıca suyun zemin danelerini yüzdürme kuvveti de hesaplara dahil edilmelidir. Göçen istinat duvarları incelendiğinde göçme nedeninin su basınçları olduğu ortaya çıkmıştır. Drenajın iyi yapılmadığı duvarlar büyük risk taşımaktadır.

6- Deprem Tesiri: Deprem doğurduğu yatay ivme, istinat duvarında yaklaşık %10 kadar ani yanall basınç artmalarına sebep olur.

7- Don Tesiri: Zemin soğuk mevsimlerde muayyen bir derinliğe kadar donar ve duvarı olumsuz yönde etkileyebilir.

8- Üst Yük (sürşarj) Etkisi: İstinat duvarının arkasındaki zemin üzerine, fonksiyonları gereği genelde ilave ve dış yüklerde tesir edebilir. Ulaşım araçlarının bulunması, malzeme depolanması, bir yapı yapılması gibi etkiler, duvar arkası zemini üzerinde, üniform yük, şerit yük, tekil yük gibi ilave yük tesirleri yaparlar.

İstinat Duvarlarının Projelendirilmesindeki Adımlar

- 1- Genel bilgilerin toplanması (Topografya-yükseklik-çevre koşulları vb.)
- 2- Zemin profilinin ve zemin özelliklerinin saptanması
- 3- Ek yük durumunun belirlenmesi (Sürekli-Noktasal-Çizgisel Yükler)
- 4- İstinat duvarının türünün seçimi
- 5- İstinat duvarlarına etkileyen yüklerin saptanması
- 6- Stabilite kontrollerinin yapılması
 - Devrilme Tahkiki
 - Kayma Tahkiki
 - Taban Basıncı Tahkiki
- 7- İstinat duvarı elemanlarının hesabı
- 8- Drenaj sisteminin seçimi
- 9- Yer deęiřtirmelerin bulunması

Hazırlanan Programın Tanıtılması

Program tek veya iki tabakalı kohezyonlu veya kohezyonsuz zeminlerde kargir ve betonarme konsol duvarı hesapları yapabilmektedir. Yapılan hesaplamalarda Rankine teorisinden yararlanılmış-

tır. Bilgisayar programında klasik zemin mekaniği bilgileri ve betonarme hesap yöntemleri kullanılmıştır. Kaynaklarda verilen zemin mekaniği ve betonarme kitapları incelenerek kullanılan teorik formülasyon belirlenebilir. Excel programının özellikleri kullanılarak yanal toprak basıncı ve statik hesapları yaparak projelendirmeyi kolaylaştıran, farklı duvar tiplerinin maliyetlerini görmeyi sağlayan bir program oluşturulması amaçlanmıştır. Programda sayfalar arasındaki gezintiler ve hesaplamalar ekranın belirli yerlerindeki linkler aracılığı ile sağlanmaktadır. Veri girişleri sadece kalın puntolarla yazılmış yerlere yapılacaktır. Programdaki sayfalar şunlardır;

1- Başlık Sayfası: Bu kısım kapak niteliğindedir. Çözüm veya herhangi bir veri girişimi yoktur.

2- Giriş Sayfası: Zemin özelliklerini, zemine etkileyen dış yüklerini (tekil veya yayılı yükler), malzeme özelliklerini ve bölgenin depremsellik durumunu programa tanıtmak için veri girişi yapacağı sayfadır. Sayfamızda bulunan linkler yardımıyla istenilen yapı türü seçilip işlemlere devam edilecektir.

3- Kargir Duvar Hesap Sayfası: Bu sayfada sadece duvarın boyutları zeminin tabakalarının yüksekliği girilecektir. Girilen bu boyutlara ve giriş sayfasındaki verilere göre program tarafından tahkikler yapıp gerekli sonuçlar verilecek ve uyarılar yapılacaktır. Bu uyarılar doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra metraj sayfasına geçilip yapımızın maliyeti elde edilebilir.

4- Betonarme Konsol Duvar Hesap Sayfası: Konsol duvarın boyutları ve zemin tabakalarının yükseklikleri tasarım şeklinin üstünde girilecektir. Bu verilere göre yapılan tahkikler ve uyarılar doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra sol üstteki link yardımıyla statik hesaplar bölümüne geçilir.

5- Statik Hesap Sayfası: Bu sayfada Betonarme Konsol Duvar kısmındaki sonuçlar ışığında gerekli donatıların hesabı yapılacaktır. Bu bölümde kullanıcı tarafından sadece kullanacağı donatı çapları girilecektir bu veriler ışığında program gerekli hesapları yapacaktır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra kullanıcı isterse donatı detaylarını görebilir isterse direk metraja gidip maliyeti görebilir.

Not: Konsol Duvarımızın en kritik noktalarındaki momentlere göre donatılarımızın hesabı yapılacak istenirse kullanıcı tarafından daha fazla bölgede moment hesabı yapıp donatılar belirlenebilir.

6- Donatı Detay: Statik hesaplar kısmında yapılan hesaplarda belirlenen donatıların örnek modelimiz üzerinde belirtilmektedir. Bu sayfadan sol üstteki linkler yardımıyla istenirse yapının maliyeti öğrenilebilir.

7- Metraj Sayfası: Kullanıcı tarafından belirlenecek istinat duvarının uzunluğu ve Bayındırlık Bakanlığı 2006 Yılı Birim Fiyatları doğrultusunda maliyet hesabı yapılacaktır. Kullanıcı isterse birim fiyatları üzerinde değiştirebilir.

8- Bilgilendirme Sayfası: İki tane bilgilendirme sayfası bulunmaktadır biri program tarafından belli değerler karşılığında kullanılan değerlerin kullanıcıya belirtildiği, ikincisi ise kullanıcının tasarımda dikkat etmesi yerlerin belirtildiği tasarım kuralları sayfasıdır. Kullanılan değerler altta tablo olarak belirtilmiştir, tasarım kuralları ise ilerde ayrıca bir bölüm olarak incelenecektir.

Hazırlanan programla konsol ve ağırlık istinat duvarı projelendirilmesi ve çözümler hızlı bir biçimde yapılabilmektedir. Program depremler ve depremsiz durumlar için stabilite tahkiki yapmakta, maliyet analizlerini çıkarmaktadır. Program istinat duvarı projelendirmesini kolaylaştırmakta ve hatalı çözümler yağılması riskini azaltmaktadır. Hazırlanan programla farklı zemin koşullarında kargir ve betonarme konsol istinat duvarlarının maliyetleri belirlenerek tasarımcının en uygun duvar seçimini yapması sağlanmaktadır.

Deprem Bölgesi	Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A _o)
1	0,4
2	0,3
3	0,2
4	0,1

Beton Sınıfı	f _{cd} t/cm ²	Beton Sınıfı	f _{ctd} t/cm ²
C14	0,093	C14	0,0085
C16	0,107	C16	0,0090
C20	0,133	C20	0,0100
C25	0,167	C25	0,0115
C30	0,200	C30	0,0125
C35	0,233	C35	0,0135
C40	0,267	C40	0,0145
C45	0,300	C45	0,0155
C50	0,333	C50	0,0165

Çelik Sınıfı	f _{yd} t/cm ²
S220	1,91
S420	3,65
S500	4,35

Örnek Uygulama

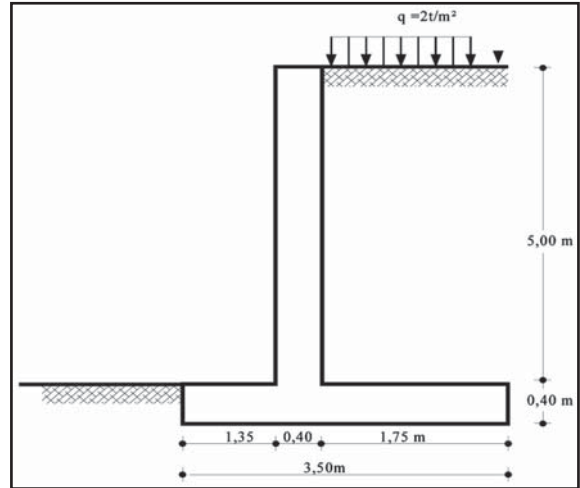
Seçilen örnek problemde zemine ait karakteristikler, $\gamma = 1,6 \text{ t/m}^3$, $\phi = 30^\circ$

Zemin emniyet gerilmesi, $q_a = 150 \text{ kN/m}^2$
ek yük, $q = 20 \text{ kN/m}^2$

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
GEOTEKNİK ANABİLİM DALI**

HAZIRLAYANLAR
Yrd. Doç. Dr. Devrim ALKAYA
Ahmet KANAN
Selçuk DİRİK

GİRİŞ SAYFASI

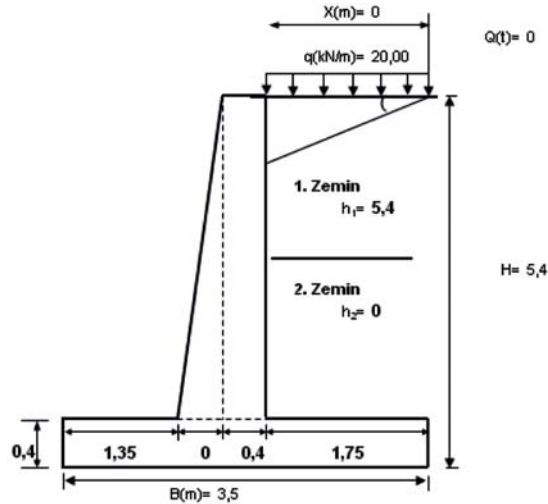


BETONARME KONSOL DUVAR HESAP SAYFASI

GİRİŞ SAYFASI

STATİK HESAPLAR

METRAJ SAYFASI



NOT : Ölçüler Metre(m) cinsinden girilecektir.

STATİK DURUMA GÖRE TAHKİKLER

TABAN BASINCI TAHKİKİ

M = 93,643 $q_{z_{max}} = 119,180$ uygun
N = 256,600 $q_{z_{min}} = 27,448$ uygun

KAYMA TAHKİKİ

T(KÇK) = 113,760
T(KEK) = 141,130
Gs = 1,241 uygun değil

DEVRİLME TAHKİKİ

Mc(DÇK) = 237,168
Mc(DKK) = 592,575
Gs = 2,499 uygun

DİNAMİK DURUMA GÖRE TAHKİKLER

TABAN BASINCI TAHKİKİ

M = 99,885 $q_{z_{max}} = 48,923$
 $q_{z_{min}} = 48,923$ $q_{z_{min}} = -48,923$

KAYMA TAHKİKİ

T(KÇK) = 34,443
Gs = 0,952 $0.9 \cdot F_{kay1} = 127,017$ kayma güvenliği sağlamıyor
 $F_{kay1} + F_{kay2} = 148,203$ kayma güvenliği sağlamıyor

DEVRİLME TAHKİKİ

$M_{deden} = 99,885$
Gs = 1,758 $0.9 \cdot M_{kay1} = 533,318$ uygun
 $M_{deden} + M_{kay1} = 337,053$ uygun

Kayma tahkikinin sağlanmadığı görüldüğünden yapının gerekli boyutları artırılmalı ya da dış yapıyı gibi ek önlemler düşünülmelidir.

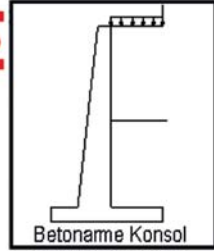
GİRİŞ SAYFASI

TÜM SAYFALARDA GİRİLMESİ GEREKEN DEĞERLER KALIN PUNTOLARLA YAZILMIŞ YERLERDİR! (NOT: Birimler ktl-m cinsinden girilmelidir)

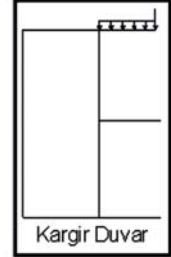
ZEMİN ÖZELLİKLERİ	
1. TABAKANIN ÖZELLİKLERİ	
Zeminin Birim Hacim Ağırlığı (γ_1)	16,00
Zemin Emniyet Gerilmesi (σ_{zn})	150,00
Zemine Ait kohezyon (c_1)	0,00
İçsel Sürtünme Açısı (ϕ_1)	30,00
Taban Zemininin Sürtünme Katsayısı (μ)	0,55
Zemin-Duvar Arasındaki Sürtünme Açısı (δ_1)	0,55
Zemine Etkiyen Yayıllı Yük (Q)	20,00
Zemine Etkiyen Tekil Yük (Q)	0,00
Tekil Yükün İstinat Yapısından Uzaklığı (X)	0,00
Zeminin Dane Birim Hacim Ağırlığı (γ_2)	0,00
2. TABAKANIN ÖZELLİKLERİ	
Zeminin Birim Hacim Ağırlığı (γ_2)	0,00
İçsel Sürtünme Açısı (ϕ_2)	0,00
Zemine Ait Kohezyon (c_2)	0,00
Zemin-Duvar Arasındaki Sürtünme Açısı (δ_2)	0,00
Zeminin Dane Birim Hacim Ağırlığı (γ_2)	0,00

MALZEME ÖZELLİKLERİ	
Beton Sınıfı	C 25
Beton Basınç Dayanımı (f_{cd})	0,17
Beton Çekme Dayanımı (f_{ctd})	0,01
Beton Birim Hacim Ağırlığı (γ_b)	24,00
Ağırık İstinat Yapılarında Malzeme B.H.A. (γ_m)	22,00
Yapı Çeliği Sınıfı	S 420
Çelik Akma Dayanımı (f_{yd})	3,65

DEPREMSELLİK	
Deprem Bölgesi	2,00
Etkin Yer İyeme Katsayısı (A_d)	0,30
Bina Önem Katsayısı (I)	1,00



Betonarme Konsol



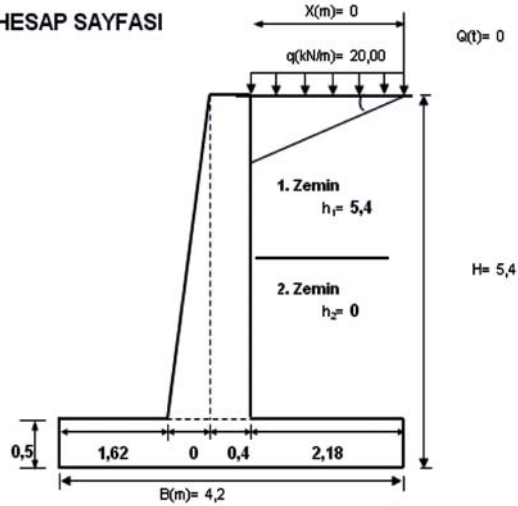
Kargir Duvar

Şiddetli Yağmur Olması Durumunda 1 Yapın Yoksa 0 Yapın **0,00**

TASARIM KURALLARI

BETONARME KONSOL DUVAR HESAP SAYFASI

- GİRİŞ SAYFASI
- STATİK HESAPLAR
- METRAJ SAYFASI



NOT : Ölçüler Metre(m) cinsinden girilecektir.

STATİK DURUMA GÖRE TAHKİKLER	
TABAN BASINCI TAHKİKİ	
M = 33,682	$qz_{max} = 85,731$ uygun
N = 311,952	$qz_{min} = 62,818$ uygun
KAYMA TAHKİKİ	
T(KÇK) = 113,760	
T(KEK) = 171,574	
Gs = 1,508	uygun
DEVRİLME TAHKİKİ	
Mc(DÇK) = 237,168	
Mc(DİK) = 858,585	
Gs = 3,620	uygun

DİNAMİK DURUMA GÖRE TAHKİKLER	
TABAN BASINCI TAHKİKİ	
M = 100,998	$qz_{max} = 34,353$
$qz^{\pm} = 34,353$	$qz_{min} = -34,353$
KAYMA TAHKİKİ	
T(KÇK) = 34,237	
Gs = 1,159	$0,9 \cdot F_{kay11} = 154,416$
uygun	uygun
	$F_{kay11} + F_{e_kay11} = 147,997$
DEVRİLME TAHKİKİ	
Me _{deden} = 100,998	
Gs = 2,539	$0,9 \cdot M_{kay11} = 772,727$
uygun	uygun
	$M_{deden} + M_{e_deden} = 338,166$

	ZEMİN İTKİSİ		DEPREM	
	M	T	M	V
1	190,804	100,860	83,879	34,237
2	103,645	90,766	53,383	36,018
3	92,884	-112,285	3,460	34,186

	Mh	Me/1.5	Ng	Mu=1.6Mh	Md=Mu+1.4Ng(.5*h-d')	As _{req} =Md/(.86*fyd*d)
1	190,804	55,920	47,040	305,287	3145,065	29,469
2	103,645	35,589	0,000	165,832	1658,317	12,007
3	92,884	2,307	0,000	148,614	1486,141	10,760

As (cm ²)	Seçilen Donatı			As _{req} (cm ²)	Asmin
1	29,47	Φ 26 / 18		29,50	6,80
2	12,01	Φ 18 / 21		12,12	6,80
3	10,76	Φ 16 / 18		11,17	6,80

GERİ

DONATI HESAPLARI

METRAJ SAYFASI

SADECE DONATI ÇAPLARI GİRİLECEK

A _v (cm ²)	Dağıtma Donatısı	Ön Yüz		Arka Yüz
1	5,894	Yatay	Düsey	Yatay
2	2,401		6,667	6,000
3	2,152			18,167

Seçilen Donatı Çapları	
Dağıtma Donatısı	Φ 12
Önyüz (Yatay)	Φ 12
Önyüz (Düsey)	Φ 12
Arka Yüz (Yatay)	Φ 12

DEGERLER GİRİLECEK!

Donatı Detayı

BETONARME KOHSOL HESAP SAYFASI

METRAJ SAYFASI

METRAJ SAYFASI

Bayındırlık Bakanlığı 2007 Yılı Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

BETONARME - KOHSOL

İstinat Duvarının Uzunluğu (m)
1

Temel (m ³)	Konsol (m ³)	Toprak (m ³)	Kalıp (m ²)	Demir (kg)
2,10	1,96	20,72	10,80	254,0143118

KARGIR

İstinat Duvarının Uzunluğu (m)
1

Duvar (m ³)
25,2

BETONARME KOHSOL				
METRAJ				
Poz No	Tanım	Birim	Fiyat	İşin Maliyeti
21.001	Ahşaptan yapılan seri kalıp.	m ²	5,61	60,588 YTL
23.176	Çeşitli demir işleri ve yerine konulması	kg	4	1016,057 YTL
16.059	Beton işleri	m ³	100,66	808,199 YTL
27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	5,49	23,058 YTL
14.012/1	Yumuşak ve sert toprakta geniş derin kazı yapılması	m ³	12,89	267,081 YTL
27.581/MK	Tesviye tabakası yapılması	m ²	5,05	21,210 YTL
TOPLAM				2196,193 YTL

Bu yapının 1 m uzunluk için toplam maliyeti 2.196 YTL olarak elde edilmektedir.

Konsol İstinat Duvar ile Kargir Duvar Arasında Maliyet Kıyaslaması

Farklı zemin koşullarında hangi yüksekliğe kadar hangi istinat duvarı tipinin seçilmesinin uygun olacağını belirlemek için iki farklı zemin koşulunda hazırlanan programla istinat duvarları projelendirilmiş ve maliyet analizleri ile hangi tipte duvar yapılmasının uygun olacağı ortaya konmuştur.

A- Kohezyonsuz zeminde uygun duvar tipi:

Tek tabakalı dane birim hacim ağırlığı 1,93 t/m³ olan bir zemin üzerinde 5 m uzunluk için içsel sürtünme açısı 20 derece alınıp kargir istinat duvarlarının hangi yükseklikler için hangisinin kullanımının uygun olduğunu program yardımıyla bulunmuştur.

Kohezyonsuz zeminde, İçsel Sürtünme Açısı = 20 derece iken

H= 4 m için:

Maliyetler:

H = 4 m yükseklik için bulunan maliyetlerin sonucunda aynı zemin şartlarında Konsol Betonarme

Duvarın Kargir Duvara göre 182,46 YTL daha ucuz olduğu görülmüştür

H = 3,4 m için:

Maliyetler:

H = 3,4 m yükseklik için bulunan maliyetlerin sonucunda aynı zemin şartlarında Konsol Betonarme Duvar ile kargir duvar fiyatları yaklaşık olarak birbirlerini dengelemektedir.

Bu sayede yapmış olduğumuz programda H = 3,4 m genişlikte konsol betonarme duvar ile kargir duvar arasındaki optimum çözüm bulunmuş olup, H = 3,4 m üzerindeki yüksekliklerde kargir duvar yapmak maliyet açısından konsol betonarme duvara göre daha pahalıya gelmektedir.

H = 3,4 m üzerindeki yüksekliklerde konsol betonarme duvar yapmak daha ekonomik çözümler sunmaktadır.

B- Kohezyonlu zemin koşullarında uygun duvar tipi:

Tek tabakalı dane birim hacim ağırlığı 1,93 t/m³ olan bir zemin üzerinde 5 m duvar uzunluğunda ,

METRAJ SAYFASI

Bayındırlık Bakanlığı 2007 Yılı Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

BETONARME - KONSOL					KARGİR	
İstinat Duvarının Uzunluğu (m)					İstinat Duvarının Uzunluğu (m)	
5					5	
Temel (m ³)	Konsol (m ³)	Toprak (m ³)	Kalıp (m ²)	Demir (kg)	Duvar (m ³)	
12,20	7,38	112,10	112,03	619,466	80	
BETONARME KONSOL						
METRAJ						
Poz No	Tanım	Birim	Fiyat	İşin Maliyeti		
21.001	Ahşaptan yapılan seri kalıp.	m ²	5,61	628,515 YTL		
23.176	Çeşitli demir işleri ve yerine konulması	kg	4	2477,865 YTL		
16.059	Beton işleri	m ³	107,54	4505,926 YTL		
27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	5,49	167,445 YTL		
14.012/1	Yumuşak ve sert toprakta geniş derin kazı yapılması	m ³	12,89	1444,969 YTL		
27.581.MK	Tesviye tabakası yapılması	m ²	5,05	154,025 YTL		
TOPLAM				9378,745 YTL		

KARGİR DUVAR				
METRAJ				
Poz No	Tanım	Birim	Fiyat	İşin Maliyeti
27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	5,49	109,80 YTL
27.581.MK	Tesviye tabakası yapılması	m ²	5,05	101,0 YTL
14.012/1	Yumuşak ve sert toprakta geniş derin kazı yapılması	m ³	12,89	1031,20 YTL
17.036/MK	Kazıdan çaplanmış moloz taşı ile 200 dozlu çimento harçlı kargir inşaat	m ³	103,99	8319,20 YTL
TOPLAM				9561,20 YTL

METRAJ SAYFASI

Bayındırlık Bakanlığı 2007 Yılı Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

BETONARME - KONSOL					KARGİR	
İstinat Duvarının Uzunluğu (m)					İstinat Duvarının Uzunluğu (m)	
5					5	
Temel (m ³)	Konsol (m ³)	Toprak (m ³)	Kalıp (m ²)	Demir (kg)	Duvar (m ³)	
10,20	4,65	79,95	94,04	361,124	54,4	
BETONARME KONSOL						
METRAJ						
Poz No	Tanım	Birim	Fiyat	İşin Maliyeti		
21.001	Ahşaptan yapılan seri kalıp.	m ²	5,61	527,574 YTL		
23.176	Çeşitli demir işleri ve yerine konulması	kg	4	1444,496 YTL		
16.059	Beton işleri	m ³	107,54	3274,593 YTL		
27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	5,49	139,995 YTL		
14.012/1	Yumuşak ve sert toprakta geniş derin kazı yapılması	m ³	12,89	1030,556 YTL		
27.581.MK	Tesviye tabakası yapılması	m ²	5,05	128,775 YTL		
TOPLAM				6545,989 YTL		
KARGİR DUVAR						
METRAJ						
Poz No	Tanım	Birim	Fiyat	İşin Maliyeti		
27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	5,49	87,840 YTL		
27.581.MK	Tesviye tabakası yapılması	m ²	5,05	80,80 YTL		
14.012/1	Yumuşak ve sert toprakta geniş derin kazı yapılması	m ³	12,89	701,216 YTL		
17.036/MK	Kazıdan çaplanmış moloz taşı ile 200 dozlu çimento harçlı kargir inşaat	m ³	103,99	5657,056 YTL		
TOPLAM				6526,912 YTL		

METRAJ SAYFASI

Bayındırlık Bakanlığı 2007 Yılı Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

BETONARME - KONSOL					KARGİR	
İstinat Duvarının Uzunluğu (m)					İstinat Duvarının Uzunluğu (m)	
5					5	
Temel (m³)	Konsol (m³)	Toprak (m³)	Kalıp (m²)	Demir (kg)	Duvar (m³)	
4,05	3,70	10,8	114,00	543,0020044	54	
BETONARME KONSOL						
METRAJ						
Poz No	Tanım	Birim	Fiyat	İşin Maliyeti		
21.001	Ahşaptan yapılan seri kalıp.	m ²	5,61	639,540 YTL		
23.176	Çeşitli demir işleri ve yerine konulması	kg	4	2172,008 YTL		
16.059	Beton işleri	m ³	100,66	1850,886 YTL		
27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	5,49	74,115 YTL		
14.012/1	Yumuşak ve sert toprakta geniş derin kazı yapılması	m ³	12,89	139,212 YTL		
27.581/MK	Tesviye tabakası yapılması	m ²	5,05	68,175 YTL		
TOPLAM				4943,936 YTL		

KARGİR DUVAR						
METRAJ						
Poz No	Tanım	Birim	Fiyat	İşin Maliyeti		
27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	5,49	74,115 YTL		
27.581/MK	Tesviye tabakası yapılması	m ²	5,05	68,175 YTL		
14.012/1	Yumuşak ve sert toprakta geniş derin kazı yapılması	m ³	12,89	696,060 YTL		
17.036/MK	Kazıdan çaplanmış moloz taşı ile 200 dozlu çimento harçlı kargir inşaat	m ³	103,99	5615,460 YTL		
TOPLAM				6453,810 YTL		

METRAJ SAYFASI

Bayındırlık Bakanlığı 2007 Yılı Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

BETONARME - KONSOL					KARGİR	
İstinat Duvarının Uzunluğu (m)					İstinat Duvarının Uzunluğu (m)	
5					5	
Temel (m³)	Konsol (m³)	Toprak (m³)	Kalıp (m²)	Demir (kg)	Duvar (m³)	
1,20	3,00	3,84	92,00	182,5650721	17,76	
BETONARME KONSOL						
METRAJ						
Poz No	Tanım	Birim	Fiyat	İşin Maliyeti		
21.001	Ahşaptan yapılan seri kalıp.	m ²	5,61	516,120 YTL		
23.176	Çeşitli demir işleri ve yerine konulması	kg	4	730,260 YTL		
16.059	Beton işleri	m ³	100,66	762,50 YTL		
27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	5,49	32,940 YTL		
14.012/1	Yumuşak ve sert toprakta geniş derin kazı yapılması	m ³	12,89	49,498 YTL		
27.581/MK	Tesviye tabakası yapılması	m ²	5,05	30,30 YTL		
TOPLAM				2121,617 YTL		

KARGİR DUVAR						
METRAJ						
Poz No	Tanım	Birim	Fiyat	İşin Maliyeti		
27.581	200 dozlu çimento harçla tesviye tabakası yapılması	m ²	5,49	30,470 YTL		
27.581/MK	Tesviye tabakası yapılması	m ²	5,05	28,028 YTL		
14.012/1	Yumuşak ve sert toprakta geniş derin kazı yapılması	m ³	12,89	228,926 YTL		
17.036/MK	Kazıdan çaplanmış moloz taşı ile 200 dozlu çimento harçlı kargir inşaat	m ³	103,99	1846,862 YTL		
TOPLAM				2134,286 YTL		

kohezyon 20 kN/m^2 alınıp. Hangi duvar tipinin kullanımının uygun olduğu program yardımıyla bulunmuştur.

Zemine ait Kohezyon = 20 kN/m^2 iken

H= 4 m için:

Maliyetler:

H = 4 m yükseklik için bulunan maliyetlerin sonucunda aynı zemin şartlarında Konsol Betonarme Duvarın Kargir Duvara göre 1509,87 YTL daha ucuz olduğu görülmüştür

H = 3,2 m için:

Maliyetler:

H = 3,2 m yükseklik için bulunan maliyetlerin sonucunda aynı zemin şartlarında Konsol Betonarme Duvar ile kargir duvar fiyatları yaklaşık olarak birbirlerini dengelemektedir.

Bu sayede yapmış olduğumuz programda H = 3,2 m genişlikte konsol betonarme duvar ile kargir duvar arasındaki optimum çözüm bulunmuş olup, H = 3,2 m üzerindeki yüksekliklerde kargir duvar yapmak maliyet açısından konsol betonarme duvara göre daha maliyeti daha yüksektir.

H = 3,2 m üzerindeki yüksekliklerde konsol betonarme duvar yapmak daha ekonomik çözümler sunmaktadır.

Buradaki çözüm kesin bir çözüm olmayıp bir yaklaşım sunmaktadır. Yapı malzemesi fiyatları, malzemelere ulaşılabilirlik, geleneksel yapı şekilleri ve mevcut kalifiye eleman varlığı gibi unsurlar duvar tipinin seçimini etkilemektedir.

Sonuç

Yapılan çalışma ile istinat duvarlarının projersiz ve kontrolsüz yapılmasının önüne geçilebilmesi için bir program önerisi sunulmuştur. Yetersiz tasarımların inşaat aşaması ve ilerleyen dönemde ortaya çıkarabileceği sorunlara değinilmiştir.

Çalışma kapsamında hazırlanan programla konsol ve ağırlık istinat duvarı projelendirilmesi ve çözümler hızlı bir biçimde

yapılabilmektedir. Program depremler ve depremsiz durumlar için stabilite tahkikleri, betonarme konsol istinat duvarları için betonarme hesapları, donatı çizimleri ve maliyet analizleri yapılabilmektedir. Program istinat duvarı projelendirmesini kolaylaştırmakta ve hatalı çözümler yapılması riskini azaltmaktadır. Programın maliyet analizi yapabilmesi nedeniyle farklı zemin koşullarında kargir ve betonarme konsol istinat duvarlarının maliyetleri incelenerek en uygun duvar tipinin seçilmesi de sağlanabilmektedir. Çalışma kapsamında seçilen örnek uygulamalar ile programın kullanılması açıklanmıştır. Uygulama sonuçlarından yaklaşık 3,5 m'den sonra betonarme konsol istinat duvarlarının seçilmesinin daha ekonomik olduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

1. Kumbasar V., Kip F. "Zemin Mekaniği Problemleri," Çağlayan Kitapevi, 2000, İstanbul
2. Celep Z., Kumbasar N. "Betonarme Yapılar", Teknik Yayınevi , 1996, Ankara
3. Uzuner B.A., "Temel Zemin Mekaniği", Teknik Yayınevi, 2001, Ankara
4. Kanan A., Dirik S., "İstinat Duvarlarının Bilgisayarda Projelendirilmesi", PAÜ Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. bölümü, Bitirme Projesi, Yön: Y.Doç.Dr. Devrim Alkaya, 2007, Denizli
5. Alkaya. D. Çobanoğlu İ.Dikbaş. F., İstinat Duvarlarının Excel VBA ile Çözümü, 2. Geoteknik Sempozyumu, 22-23 Kasım 2007, Adana

