

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

Y.Doç.Dr.Devrim ALYAKA

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli

Giriş

İstinat duvarları fazla göz önünde olmayan fakat eksikliği, devrilmesi veya hasar görmesi durumunda kendi değerinden kat kat fazla maddi zarara ve daha önemlisi, can kayıplarına neden olmaktadır. Ülkemizde istinat duvarlarına gereken önemin verilmediği ve birçok yerde hesaba dayalı yapılmadığı için her yıl çeşitli şekillerde gelişen kazalar sonucunda insanların bir takım tedbirler alması gerekliliği doğmuştur. Gelişen teknoloji ve artan bilgisayar kullanımı ile elle çözümü çok uzun zaman alan mühendislik sorunlarının bilgisayarda programlar yazılarak çok kısa sürelerde çözümlerine gidilmektedir. Bu durum göz önüne alınarak 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. Her yapıya bir yanal toprak basıncı gelir, bizler ; inşaat mühendisleri olarak yaptığımız yapılara gelen bu yanal toprak basınçlarını karşılamak için aşağıda sıraladığımız başlıca yapılar yapılmaktadır.

- 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 problemleridir. Genellikle toprak itkisine maruz yapıların projelendirilmeleri, yapıya etki eden zemin tabakalarının davranış belirsizliğinden ötürü daha da önem kazanmaktadır.

İstinat Duvarları

İstinat duvarları, ani seviye farklarının bulunduğu yerlerde zemin veya yayılan maddelerin doğal şev açıları ile yayılmalarını önlemek için kullanılan yapılardır. Yayılması önlenen zemin veya malzeme, istinat duvarına yanal etki uygulayarak, duvarı kaydırmaya ve devirmeye çalışır. İstinat duvarları da oluşan bu itkiye karşı koyan kalıcı, rijit yapılardır.

İstinat Duvarlarının Kullanıldığı Yerler

- Eğimli arazilerde araziden yararlanmak üzere zemini tabi 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 yollar-da, yamaç yollarında kullanmak

gibi vb. amaçlara hizmet vermek için inşa olunan düşey ya da düşeye yakın toprak tutucu yapılara “ istinat duvarları” denilmektedir.

İstinat Duvarlarının Türleri

İstinat duvarları genel olarak 5 grup altında sınıflandırılabilir.

- Ağırlık (Masif) istinat duvarları
- Betonarme istinat duvarları
- Prefabrike 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 direnç 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.

6-) Deprem Tesiri : Depremin doğurduğu yatay ivme, istinat duvarında yaklaşık %10 kadar ani yanal 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 etkiyen yüklerin saptanması
 - 6-) Stabilite kontrollerinin yapılması
- * Devrilme Tahkiki

* Kayma Tahkiki

* Taban Basıncı Tahkiki

7-) İstinat duvarı elemanlarının hesabı

8-) Drenaj sisteminin seçimi

9-) Yer değiştirmelerin bulunması

Hazırlanan Programın Tanıtılması

Programımız tek veya iki tabakalı kohezyonlu veya kohezyonsuz zeminlerde kargir ve betonarme konsol duvarı hesapları yapabilmektedir. Şiddetli yağmur olması durumunda suyun %100 drenajı ve sadece danelerin doygun hale geldiği kabulü ile hesap yapılmaktadır. Yapılan hesaplamalarda Rankine teorisinden yararlanılmıştır. Programda sayfalar arasındaki gezintiler ekranın belirli yerlerindeki linkler aracılığı ile sağlanmaktadır. Veri girişleri sadece kalın puntolarla yazılmış yerlere yapılacaktır. Programımızdaki sayfalar şunlardır ;

1- Başlık Sayfası

Bu kısım kapak niteliğindedir. Çözüm veya herhangi bir veri girişi 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 yapılıp 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 kullanılacağı 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 eğer istenirse kullanıcı tarafından daha fazla bölgede moment hesabı yapılıp donatılar belirlenebilir.

6- Donatı Detayı :

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 kural-

ları sayfasıdır. Kullanılan değerler altta tablo olarak belirtilmiştir, tasarım kuralları ise ilerde ayrıca bir bölüm olarak incelenecektir.

DEPREM BÖLGESİ	ETKİN YER İVMESİ KATSAYISI (A ₀)
1	0,4
2	0,3
3	0,2
4	0,1

BETON SINIFI	f _{cd} t/cm ²	BETON SINIFI	f _{ctd} t/cm ²
C 14	0,093	C 14	0,0085
C 16	0,107	C 16	0,0090
C 20	0,133	C 20	0,0100
C 25	0,167	C 25	0,0115
C 30	0,200	C 30	0,0125
C 35	0,233	C 35	0,0135
C 40	0,267	C 40	0,0145
C 45	0,300	C 45	0,0155
C 50	0,333	C 50	0,0165

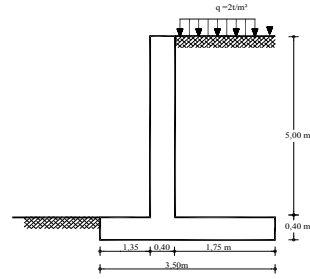
ÇELİK SINIFI		f _{yd} t/cm ²
S	220	1,91
S	420	3,65
S	500	4,35

Örnek Uygulama

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

$$q_a = 150 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 20 \text{ kN/m}^2$$



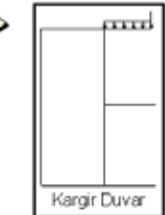
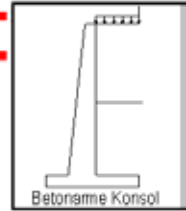
GİRİŞ SAYFASI

TUM SAYFALARDA GİRİLMESİ GEREKEN DEĞERLER KALIN PUNTLARLA YAZILMIŞ YERLERDİR. (NOT: Birimler kg-m cinsinden girilmelidir)

ZEMİN ÖZELLİKLERİ	
1. TABAKALI ÖZELLİKLERİ	
Zemin Birim Hacim Ağırlığı (γ_s)	16,00
Zemin Emniyet Gerilmesi (σ_{em})	150,00
Zemine Akti Kohezyon (c)	0,00
İçsel Sürtünme Açısı (ϕ)	30,00
Taban Zemininin Sürtünme Katsayısı (μ)	0,55
Zemin-Duvar Arasındaki Sürtünme Açısı (δ)	0,55
Zemine Etkiyen Yayıllı Yük (Q)	20,00
Zemine Etkiyen Tekli Yük (Q ₁)	0,00
Tekli Yükün İstinat Yapısından Uzaklığı (X)	0,00
Zemin Dene Birim Hacim Ağırlığı (γ_d)	0,00
2. TABAKALI ÖZELLİKLERİ	
Zemin Birim Hacim Ağırlığı (γ_s)	0,00
İçsel Sürtünme Açısı (ϕ)	0,00
Zemine Akti Kohezyon (c)	0,00
Zemin-Duvar Arasındaki Sürtünme Açısı (δ)	0,00
Zemin Dene Birim Hacim Ağırlığı (γ_d)	0,00

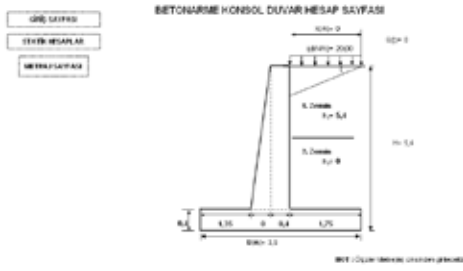
MALZEME ÖZELLİKLERİ	
Beton Sınıfı	C 25
Beton Basıncı Dayanımı (f_{td})	0,17
Beton Çekme Dayanımı (f_{td})	0,01
Beton Birim Hacim Ağırlığı (γ_c)	24,00
Açık İstinat Yapılarında Malzeme B. H. A. ($\gamma_{m,c}$)	22,00
Yapı Çeliki Sınıfı	S 420
Çelik Akma Dayanımı (f_{yk})	3,65

DEPREMSİZLİK	
Deprem Bölgesi	2,00
Etkin Yer İvme Katsayısı (A ₀)	0,30
Bina Önem Katsayısı (I)	1,00



Çiddetli Yağmur Olması Durumunda 1 Yapan Yoksa 0 Yapan	0,00
--	------

TASARIM KURALLARI

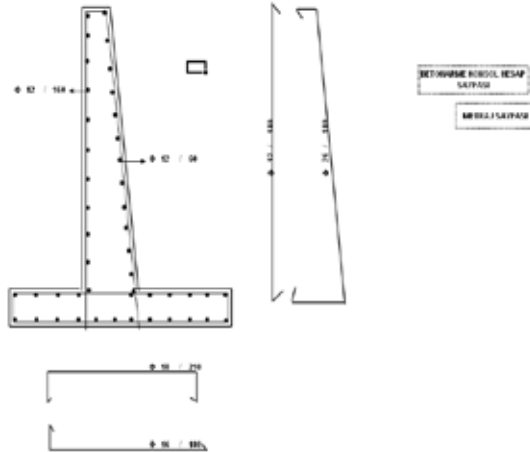


YERİNE KONSOL HESAP

YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50
51	52	53	54	55
56	57	58	59	60
61	62	63	64	65
66	67	68	69	70
71	72	73	74	75
76	77	78	79	80
81	82	83	84	85
86	87	88	89	90
91	92	93	94	95
96	97	98	99	100

YERİNE KONSOL HESAP

YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50
51	52	53	54	55
56	57	58	59	60
61	62	63	64	65
66	67	68	69	70
71	72	73	74	75
76	77	78	79	80
81	82	83	84	85
86	87	88	89	90
91	92	93	94	95
96	97	98	99	100



YERİNE KONSOL HESAP

YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50
51	52	53	54	55
56	57	58	59	60
61	62	63	64	65
66	67	68	69	70
71	72	73	74	75
76	77	78	79	80
81	82	83	84	85
86	87	88	89	90
91	92	93	94	95
96	97	98	99	100

YERİNE KONSOL HESAP

YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL	YERİNE KONSOL
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50
51	52	53	54	55
56	57	58	59	60
61	62	63	64	65
66	67	68	69	70
71	72	73	74	75
76	77	78	79	80
81	82	83	84	85
86	87	88	89	90
91	92	93	94	95
96	97	98	99	100

METRAJ SAYFASI

Bayındırlık Bakanlığı 2007 Yılı Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

BETONARME - KONSOL

KARGİR

İstinat Duvarının Uzunluğu (m)
1

İstinat Duvarının Uzunluğu (m)
1

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

Duvar (m ³)
25,2

BETONARME KONSOL				
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

Not : Kayma tahkikinin sağlanmadığı görüldüğünden yapının gerekli boyutları artırılmıştır.

Donatı Detayı

Bu yapının 1 m uzunluk için toplam maliyeti 2196 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 hangesinin kullanımının uygun olduğunu program yardımıyla bulunmuştur.

Kohezyonsuz zeminde, İçsel Sürtünme Açısı = 20 derece iken

H= 4 m için;

Maliyetler aşağıdadır;

METRAJ SAYFASI

Bayındırlık Bakanlığı 2007 Yılı Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

BETOHARME - KOİNSOL					KARGİR	
İstinat Duvarının Uzunluğu (m)					İstinat Duvarının Uzunluğu (m)	
5					5	
Temel (m ³)	Konsol (m)	Toprak (m ³)	Kalıp (m ²)	Demir (kg)	Duvar (m ³)	
12,20	7,38	112,10	112,03	619,466	80	

BETOHARME KOİNSOL					
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	187,445 YTL	
14.012/H	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/H	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	

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 aşağıdadır.

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 yükseklik-

lerde 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 , kohezyon 20 kN/m² alınıp. Hangi duvar tipinin kullanımının uygun olduğu program yardımıyla bulunmuştur.

METRAJ SAYFASI

Bayındırlık Bakanlığı 2007 Yılı Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

BETONARME - KOİSOL				KARGİR	
İstinat Duvarının Uzunluğu (m)				İstinat Duvarının Uzunluğu (m)	
5				5	
Temel (m ³)	Konsol (m ³)	Toprak (m ³)	Kalıp (m ²)	Duvar (m ³)	
10,20	4,85	79,95	94,04	54,4	

BETONARME KOİSOL				
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

Zemine ait Kohezyon = 20 kN/m² iken; H= 4 m için;_Maliyetler :

METRAJ SAYFASI

Bayındırlık Bakanlığı 2007 Yılı Birim Fiyatları Kullanılmıştır.

BETONARME - KOİNSOL				KARGİR	
İstinat Duvarının Uzunluğu (m)				İstinat Duvarının Uzunluğu (m)	
5				5	
Temel (m ³)	Konsol (n Toprak (m ³))	Kalıp (m ²)	Demir (kg)	Duvar (m ³)	
4,05	3,70	10,8	114,00	54	

BETONARME KOİNSOL				
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

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 yan sayfadır.

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 pahalıya gelmektedir.

H = 3.2 m üzerindeki yüksekliklerde konsol betonarme duvar yapmak daha ekonomik çözümler sunmaktadır.

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	

Sonuç

Hazırlanan programla konsol ve ağırlık istinat duvarı çözümleri hızlı bir biçimde yapılabilir. Program depremler için stabilite tahkiki yapmakta, maliyet analizlerini çıkarmaktadır. Program istinat duvarı projelendirmesini kolaylaştırmakta ve hatalı çözümler yapılması riskini azaltmaktadır. Hazırlanan programla farklı zemin koşullarında kargir ve betonarme konsol istinat duvarlarının maliyetleri incelenmiş ve yaklaşık 3.5 m' den sonra betonarme konsol istinat duvarlarının daha ekonomik olduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

1. KUMBASAR V., KİP F. "ZEMİN MEKANİĞİ PROBLEMLERİ" 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., DİRİK S., "İstinat Duvarlarının Bilgisayarda Projelendirilmesi", PAÜ Mühendislik Fakültesi, İnşaat Müh. bölümü, Bitirme Projesi, Yön: Y.Doç.Dr. Devrim ALKAYA, 2007, Denizli