

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE DEPREM TEHLİKE HARİTASI VE 2018 TÜRKİYE BİNA
DEPREM YÖNETMELİĞİ ZEMİN SINIFLARININ DAYANMA
YAPILARININ DAVRANIŞLARINA GETİRDİĞİ FARKLILIKLAR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seray PEŞİN

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : GEOTEKNİK
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Zeki GÜNDÜZ

Haziran 2021

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE DEPREM TEHLİKE HARİTASI VE 2018 TÜRKİYE BİNA
DEPREM YÖNETMELİĞİ ZEMİN SINIFLARININ DAYANMA
YAPILARININ DAVRANIŞLARINA GETİRDİĞİ FARKLILIKLAR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seray PEŞİN

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : GEOTEKNİK

Bu tez .../.../2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Üye

Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Seray PEŞİN
06.06.2021

TEŞEKKÜR

Pandemi sürecinden geçtiğimiz bu zor dönemde, tez yazma sürecimde bana destek olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Zeki GÜNDÜZ'e bilgi ve birikimlerini benden esirgemediğinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte bana destek veren Kurumum Zeytinburnu Belediyesi Başkanlığı'na, her daim beni koşulsuz seven aileme ve dostlarıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	xii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Amaç	2
1.2. Kapsam	3
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
BÖLÜM 3.	
DAYANMA (İSTİNAT) YAPILARI	8
3.1. Dayanma (İstinat) Yapıları Kavramı ve Tarihsel Gelişimi	8
3.2. Dayanma Yapılarının Sınıflandırılması	10
3.2.1. Rijit dayanma yapıları	11
3.2.1.1. Ağırlık tipi dayanma duvarı	12
3.2.1.2. Yarı ağırlık dayanma duvarı	12
3.2.1.3. Konsol duvar	13
3.2.1.4. Eşikli konsol duvar.....	14
3.2.1.5. Payandalı duvarlar.....	14

3.2.1.6. Ters payandalı duvar	15
3.2.2. Yarı rijit dayanma yapıları	16
3.2.2.1. Kafes tipi dayanma duvarları	16
3.2.2.2. Sandık (gabion) tipi dayanma duvarları	17
3.2.2.3. Kazıklı perde	17
3.2.2.4. Diyafram duvar	18
3.2.3. Esnek dayanma yapıları	19
3.2.3.1. Palplanş perdeleri	19
3.2.3.2. Donatılı zemin	20
3.3. Dayanma (İstinat) Yapılarında Göçme ve Stabilite Kontrolleri	20
3.3.1. Zemin taşıma gücü kontrolü	21
3.3.2. Kayma kontrolü	23
3.3.3. Devrilme kontrolü	24
3.3.4. Toptan göçme kontrolü	26
BÖLÜM 4.	
DAYANMA YAPILARINA ETKİYEN YANAL TOPRAK BASINÇLARI	29
4.1. Giriş	29
4.2. Yanal Toprak Basıncı	29
4.2.1. Sükûnetteki toprak basıncı	30
4.2.2. Aktif toprak basıncı	31
4.2.3. Pasif toprak basıncı	32
4.3. Statik Toprak Basıncı Teorileri	33
4.3.1. Rankine toprak basıncı teorisi	34
4.3.1.1. Rankine yöntemi ile statik toprak basınçlarının hesaplanması	35
4.3.2. Coulomb toprak basıncı teorisi	38
4.3.2.1. Coulomb yöntemi ile statik toprak basınçlarının hesaplanması	39
4.3.3. Culmann toprak basıncı teorisi	42
4.4. Dayanma Yapılarına Gelen Dinamik Etkiler	44
4.4.1. Mononobe - okabe yöntemi	44

4.4.2. Steedman - Zeng yöntemi.....	48
4.4.3. Prakash - Saran yöntemi.....	50
4.4.4. Richards - Elms yöntemi	52

BÖLÜM 5.

DAYANMA YAPILARININ TASARIMINDA (DBYBHY) (2007) VE (TBDY) (2018) GÖRE DEPREM GÜVENLİĞİNİN İNCELENMESİ.....	54
5.1. Giriş	54
5.2. Türkiye Deprem Tehlike Haritası	55
5.3. 2007 DBYBHY (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'e) Göre Yanal Toprak Basınçları İçin Çözüm Adımları ...	58
5.4. 2018 TBDY (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne) Göre Yanal Toprak Basınçları İçin Çözüm Adımları.....	62
5.5. Model Oluşturularak Değişken Olarak Kullanılacak Parametreler	66
5.6. Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeler.....	127

BÖLÜM 6.

TARTIŞMA VE SONUÇ	132
KAYNAKÇA	136
ÖZGEÇMİŞ	139

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

φ'_d	: Zeminin tasarım kayma direnci açısı
ϕ	: Zemin içsel sürtünme açısı
μ	: Duvar tabanı ile zemin arasındaki sürtünme katsayısı,
ABYYHY	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
a_h	: Maksimum yatay zemin ivmesi
A_o	: Etkin yer ivme katsayısı
a_v	: Maksimum düşey zemin ivmesi
B	: Duvar taban uzunluğu
c	: Kohezyon
C_h	: Yatay zemin ivme katsayısı
C_v	: Düşey zemin ivme katsayısı
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılan Binalar Hakkında Yönetmelik
e	: Dış merkezlik
g	: Yerçekimi ivmesi
G _s	: Güvenlik katsayısı
H	: İstinat duvarının yüksekliği
h	: Toplam aktif zemin basıncının uygulama noktasının yeri
I:	: Bina önem katsayısı
i	: Zemin üst yüzeyinin yatay ile yaptığı açıdır
K	: Aktif (K_a) veya pasif (K_p) toprak basıncı katsayısı
K_0	: Sükûnetteki yanal zemin basıncı katsayısı
$K_a=K_{as}$	: Statik aktif yanal zemin basıncı katsayısı
K_{ad}	: Dinamik aktif yanal zemin basıncı katsayısı
K_{at}	: Toplam aktif yanal zemin basıncı katsayısı
k_h	: Yatay ivme katsayısı
$K_p=K_{ps}$	: Statik pasif yanal zemin basıncı katsayısı

K_{pd}	: Dinamik pasif yanal zemin basıncı katsayısı
K_{pt}	: Toplam pasif yanal zemin basıncı katsayısı
k_v	: Düşey ivme katsayısı
P_{ad}	: Dinamik aktif kuvvet
P_{as}	: Statik aktif yanal kuvvet
P_{at}	: Toplam aktif zemin kuvveti
P_{pd}	: Dinamik pasif kuvvet
P_{ps}	: Statik pasif kuvvet
P_{pt}	: Toplam pasif zemin itkisi,
r	: Statik-eşdeğer deprem azaltma katsayısı
R	: O merkezli kayma düzleminin yarı çapı,
S_{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (boyutsuz)
T	: Yatay hareketin periyodu
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TS	: Türk Standartları Enstitüsü
u	: Duvarın yatay deplasmanı
V_s	: Kayma dalgası hızı,
W	: Zemin kamasının ağırlığı,
W_d	: Kamanın ağırlığı
α	: Duvar arka yüzeyinin düşey ile yaptığı açı,
β	: Duvar arkası zemin yüzeyinin yataya göre yaptığı eğim açısı
γ	: Zeminin kuru birim hacim ağırlığı,
δ	: Duvar arka yüzeyi ile zemin arasındaki sürtünme açısı
δ_d	: Zemin ile duvar arasındaki sürtünme açısı
θ	: Sismik açı
λ	: Deprem ivme açısı
ψ	: Duvar sırtının düşeyle yaptığı açı
ω	: Zemin hareketinin açısal frekansı,

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Dayanma (İstinat) Yapısı.....	9
Şekil 3.2. Dayanma (İstinat) Yapılarının Sınıflandırılması	11
Şekil 3.3. Ağırlık tipi istinat duvarı	12
Şekil 3.4. Yarı ağırlık istinat duvarı	13
Şekil 3.5. Konsol duvar tipleri	13
Şekil 3.6. Eşikli konsol duvar (TS 7994,1990)	14
Şekil 3.7. Betonarme payandalı istinat duvarı	15
Şekil 3.8. Ters payandalı istinat duvarı	15
Şekil 3.9. Kafes tipi dayanma duvar tipleri (a) birbirine geçmeli betonarme hücre, (b) çelik hücre.....	16
Şekil 3.10. Sandık tipi dayanma duvarı ve Gabion Sepet.....	17
Şekil 3.11. Kazıklı Perde.....	18
Şekil 3.12. Diyafram Duvar	18
Şekil 3.13. Çelik palplanşın tipik en kesiti (a), Ankastre palplanş tipik en kesiti (b), Ankraj palplanş en kesiti (c) (TS 7994)	19
Şekil 3.14. Donatılı zemin dayanma duvarı	20
Şekil 3.15. Dayanma yapıları göçme durumları.....	21
Şekil 3.16. Yüzeysel temeller için dayanım katsayıları	23
Şekil 3.17. Yüzeysel temeller ile zemin arasındaki sürtünme kat sayısı.....	24
Şekil 3.18. Devrilme kontrolü güvenliğinde etkiyen ve karşı koyan kuvvetler.....	25
Şekil 3.19. Toptan Göçme Güvenliği Kontrolüne Etkiyen İtkiler.....	26
Şekil 4.1. Sükûnetteki toprak basıncı (Das,2011)	30
Şekil 4.2. Aktif toprak basıncı durumu	32
Şekil 4.3. Pasif toprak basıncı durumu.....	33
Şekil 4.4. Aktif durumda oluşan kesme göçmesi düzlemleri	36
Şekil 4.5. Pasif durumda oluşan kesme göçmesi düzlemleri	37

Şekil 4.6. Kohezyonsuz zeminlerde aktif ve pasif durumlar	37
Şekil 4.7. Zemin üst yüzeyinin yatay ile 'i' açısı yaptığı durum ve etki noktası ...	38
Şekil 4.8. Aktif durum için Coulomb kaması ve kuvvet bileşeni.....	39
Şekil 4.9. Pasif durum için Coulomb kama ve kuvvet bileşeni	41
Şekil 4.10. Aktif durum için Culmann Grafik Yöntemi	43
Şekil 4.11. Pasif durum için Culmann Grafik Yöntemi	44
Şekil 4.12. Mononobe-Okobe yöntemi aktif durum zemin kamasına etkiyen kuvvetler.....	45
Şekil 4.13. Mononobe-Okobe yöntemine göre pasif zemin kamasına etkiyen kuvvetler ve kuvvet poligonu.....	47
Şekil 4.14. Steedman-Zeng yöntemi dayanma yapısına etkiyen kuvvetler	49
Şekil 4.15. Steedman-Zeng yöntemi dayanma yapısına etkiyen kuvvetler	51
Şekil 4.16. Steedman-Zeng yönteminde AEBCD kamasına etkiyen kuvvetler	51
Şekil 4.17. Richards – Elms modeline dayanma duvarına etkiyen kuvvetler.....	53
Şekil 5.1. AFAD, 2018 -Türkiye Deprem Tehlike Haritası.....	57
Şekil 5.2. Zemin Grupları	58
Şekil 5.3. Yerel Zemin Sınıfları.....	59
Şekil 5.4. Etkin Yer İvme Katsayısı (Ao).....	60
Şekil 5.5. Bina Önem Katsayısı	61
Şekil 5.6. Statik-eşdeğer deprem azaltma katsayısı	63
Şekil 5.7. Zemin Grupları	63
Şekil 5.8. Yer İvme Katsayısı Değişkenlik Parametresi Uygulama Örnek.	66
Şekil 5.9. Kullanılan Sabit Parametreler	68
Şekil 5.10. Uygulama Örnek Alan Sakarya Konum 1	68
Şekil 5.11. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış.	69
Şekil 5.12. Uygulama Örnek Alan Sakarya Konum 2	70
Şekil 5.13. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış.	71
Şekil 5.14. Uygulama Örnek Alan Sakarya Konum 3	71
Şekil 5.15. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış.	72
Şekil 5.16. Sakarya 3 Konum Dinamik Yük Artış.	73
Şekil 5.17. Sakarya 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları	73
Şekil 5.18. Sakarya 3 Konum Düşey Eşdeğer Deprem Katsayıları	74

Şekil 5.19. Sakarya 3 Konum Düşey En Büyük Yer İvme Katsayıları	74
Şekil 5.20. Uygulama Örnek Alan İstanbul Konum 1	75
Şekil 5.21. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış	76
Şekil 5.22. Uygulama Örnek Alan İstanbul Konum 2	76
Şekil 5.23. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış	77
Şekil 5.24. Uygulama Örnek Alan İstanbul Konum 3	78
Şekil 5.25. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış	79
Şekil 5.26. İstanbul 3 Konum Dinamik Yük Artış	80
Şekil 5.27. İstanbul 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları	80
Şekil 5.28. İstanbul 3 Konum Düşey Eşdeğer Deprem Katsayıları	81
Şekil 5.29. İstanbul 3 Konum En Büyük Yer İvme Katsayıları	81
Şekil 5.30. Uygulama Örnek Alan Kayseri Konum 1	82
Şekil 5.31. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış	83
Şekil 5.32. Uygulama Örnek Alan Kayseri Konum 2	84
Şekil 5.33. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış	85
Şekil 5.34. Uygulama Örnek Alan Kayseri Konum 3	86
Şekil 5.35. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış	87
Şekil 5.36. Kayseri 3 Konum Dinamik Yük Artış	87
Şekil 5.37. Kayseri 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları	88
Şekil 5.38. Kayseri 3 Konum Düşey Eşdeğer Deprem Katsayıları	88
Şekil 5.39. Kayseri 3 Konum En Büyük Yer İvme Katsayıları	89
Şekil 5.40. Uygulama Örnek Alan Ankara Konum 1	90
Şekil 5.41. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış	91
Şekil 5.42. Uygulama Örnek Alan Ankara Konum 2	91
Şekil 5.43. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış	92
Şekil 5.44. Uygulama Örnek Alan Ankara Konum 3	93
Şekil 5.45. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış	94
Şekil 5.46. Ankara 3 Konum Dinamik Yük Artış	95
Şekil 5.47. Ankara 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları	95
Şekil 5.48. Ankara 3 Konum Düşey Eşdeğer Deprem Katsayıları	96
Şekil 5.49. Ankara 3 Konum En Büyük Yer İvme Katsayıları	96
Şekil 5.50. Model Oluşturulacak Parametreler	97

Şekil 5.51. Sakarya Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	99
Şekil 5.52. Sakarya Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	99
Şekil 5.53. Sakarya Konum-2 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	101
Şekil 5.54. Sakarya Konum-2 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	101
Şekil 5.55. Sakarya Konum-3 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	103
Şekil 5.56. Sakarya Konum-3 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	104
Şekil 5.57. İstanbul Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	106
Şekil 5.58. İstanbul Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	106
Şekil 5.59. İstanbul Konum-2 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	108
Şekil 5.60. İstanbul Konum-2 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	108
Şekil 5.61. İstanbul Konum-3 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	110
Şekil 5.62. İstanbul Konum-3 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	111
Şekil 5.63. Kayseri Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	113
Şekil 5.64. Kayseri Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	113
Şekil 5.65. Kayseri Konum- 2 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	115
Şekil 5.66. Kayseri Konum- 2 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	115
Şekil 5.67. Kayseri Konum- 3 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	117
Şekil 5.68. Kayseri Konum- 3 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	118
Şekil 5.69. Ankara Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	120
Şekil 5.70. Ankara Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	120
Şekil 5.71. Ankara Konum- 2 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	122
Şekil 5.72. Ankara Konum- 2 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	122
Şekil 5.73. Ankara Konum- 3 Açılara Göre Dinamik Yük Artış	124
Şekil 5.74. Ankara Konum- 3 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri	125
Şekil 5.75. Sakarya-İstanbul-Kayseri-Ankara 3 Konum $\phi = 28^\circ$ Dinamik Yük Değerleri	125
Şekil 5.76. Sakarya-İstanbul-Kayseri-Ankara 3 Konum $\phi = 30^\circ$ Dinamik Yük Değerleri	126
Şekil 5.77. Sakarya-İstanbul-Kayseri-Ankara 3 Konum $\phi = 32^\circ$ Dinamik Yük Değerleri	126
Şekil 5.78. Sakarya-İstanbul-Kayseri- Ankara 3 Konum $\phi = 34^\circ$ Dinamik Yük Değerleri	127

Şekil 5.79. Kullanılan Sabit Parametreler	128
Şekil 5.80. Ankara 3 Konum Dinamik Yük Artış	128
Şekil 5.81. Sakarya 3 Konum Dinamik Yük Artış.	129
Şekil 5.82. Sakarya 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları	129
Şekil 5.83. Sakarya Konum-3 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri.....	130



TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Aktif toprak basıncının oluşması için gereken yatay hareket	32
Tablo 4.2. Pasif toprak basıncının oluşması için gereken yatay hareket.....	33
Tablo 5.1. Sakarya Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları	68
Tablo 5.2. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış	69
Tablo 5.3. Sakarya Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları	70
Tablo 5.4. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış	70
Tablo 5.5. Sakarya Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları	72
Tablo 5.6. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış	72
Tablo 5.7. İstanbul Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları	75
Tablo 5.8. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış	75
Tablo 5.9. İstanbul Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları	77
Tablo 5.10. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış	77
Tablo 5.11. İstanbul Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları	78
Tablo 5.12. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış	79
Tablo 5.13. Kayseri Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları	82
Tablo 5.14. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış	83
Tablo 5.15. Kayseri Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları	84
Tablo 5.16. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış	84
Tablo 5.17. Kayseri Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları	86
Tablo 5.18. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış	86
Tablo 5.19. Ankara Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları	90
Tablo 5.20. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış	90
Tablo 5.21. Ankara Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları	92
Tablo 5.22. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış	92
Tablo 5.23. Ankara Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları	93
Tablo 5.24. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış	94

Tablo 5.25. Sakarya Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları.....	98
Tablo 5.26. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış $\phi = 28^\circ$	98
Tablo 5.27. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış $\phi = 30^\circ$	98
Tablo 5.28. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış $\phi = 32^\circ$	98
Tablo 5.29. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış $\phi = 34^\circ$	98
Tablo 5.30. Sakarya Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları.....	100
Tablo 5.31. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış 28°	100
Tablo 5.32. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış 30°	100
Tablo 5.33. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış 32°	100
Tablo 5.34. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış 34°	101
Tablo 5.35. Sakarya Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları.....	102
Tablo 5.36. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış 28°	102
Tablo 5.37. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış 30°	102
Tablo 5.38. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış 32°	103
Tablo 5.39. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış 34°	103
Tablo 5.40. İstanbul Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları.....	104
Tablo 5.41. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış 28°	105
Tablo 5.42. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış 30°	105
Tablo 5.43. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış 32°	105
Tablo 5.44. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış 34°	105
Tablo 5.45. İstanbul Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları.....	107
Tablo 5.46. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış 28°	107
Tablo 5.47. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış 30°	107
Tablo 5.48. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış 32°	107
Tablo 5.49. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış 34°	108
Tablo 5.50. İstanbul Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları.....	109
Tablo 5.51. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış 28°	109
Tablo 5.52. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış 30°	109
Tablo 5.53. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış 32°	110
Tablo 5.54. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış 34°	110
Tablo 5.55. Kayseri Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları	111
Tablo 5.56. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış 28°	112

Tablo 5.57. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış 30°	112
Tablo 5.58. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış 32°	112
Tablo 5.59. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış 34°	112
Tablo 5.60. Kayseri Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları	114
Tablo 5.61. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış 28°	114
Tablo 5.62. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış 30°	114
Tablo 5.63. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış 32°	114
Tablo 5.64. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış 34°	115
Tablo 5.65. Kayseri Konum-3 Tasarım İvme Katsayısı	116
Tablo 5.66. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış 28°	116
Tablo 5.67. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış 30°	116
Tablo 5.68. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış 32°	117
Tablo 5.69. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış 34°	117
Tablo 5.70. Ankara Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları	118
Tablo 5.71. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış 28°	119
Tablo 5.72. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış 30°	119
Tablo 5.73. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış 32°	119
Tablo 5.74. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış 34°	119
Tablo 5.75. Ankara Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları	121
Tablo 5.76. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış 28°	121
Tablo 5.77. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış 30°	121
Tablo 5.78. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış 32°	121
Tablo 5.79. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış 34°	122
Tablo 5.80. Ankara Konum-3 Tasarım İvme Katsayısı	123
Tablo 5.81. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış 28°	123
Tablo 5.82. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış 30°	123
Tablo 5.83. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış 32°	124
Tablo 5.84. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış 34°	124

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Dayanma yapıları, deprem etkileri, statik ve dinamik etkiler, etkin yer ivme değerleri, içsel sürtünme açısı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007), Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018)

Türkiye, Dünya'nın aktif deprem kuşağında kalmaktadır. Dönemsel olarak ülkemizin dört bir yanında şiddeti yüksek ve yıkıcı depremler meydana gelmiştir. Yapılacak inşaat tasarımlarında statik etkiler yanında yıkıcı olan dinamik etkilerle oluşan deprem etkisini de hesap ederek tasarımlar yapılması gerekmektedir. Deprem etkisi göz önünde bulundurularak incelenmesi gereken yapı tasarımlarından biri de dayanma yapılarıdır.

Dayanma yapıları; kot farkından doğan göçme riskini önlemek; genel olarak zemini istenilen konumda tutmak amacıyla yapılmış yapılardır. Dayanma yapıları kullanım amaçlarına göre farklı şekiller ve malzemelerden üretilen türleri mevcuttur. Dayanma yapılarına statik etkilerden dolayı oluşan kuvvetlerin yanında, depremden dolayı oluşan ek dinamik yükler de etki etmektedir. Ülkemizin aktif deprem kuşağında yer alması dolayısıyla dayanma yapılarına gelen ek dinamik yüklerin hesaplanması önem arz etmektedir. Yıllar boyunca statik ve dinamik etkileri hesaplayabilmek amacıyla birçok araştırma ve çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada dayanma yapı örnekleri, kullanılan yöntem ve yönetmelikler açıklanmaya çalışılmıştır.

Ülkemizde ve Dünya'da uygulanan deprem etkisi altında yapılacak yapılara uygulanan yöntem ve yönetmelikler zamanla değişmiştir. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007) zemin etkileri önem derecesine göre ülkenin her yerinde aynı hesap yöntemi kullanılmaktaydı. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) etkin zemin yer ivmelerini (A_0) geliştirerek farklı zemin grupları ve farklı konumlardaki değerlere hesap edilmeye başlanılmıştır.

Bu tez kapsamında 4 farklı ilimizde 3 farklı konumda farklı zemin sınıflarındaki dayanma yapılarına etkiyen dinamik etkiler Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) ile Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007) karşılaştırmalı olarak model oluşturulmasıyla, farklı içsel sürtünme açılarıyla (ϕ) model oluşturularak analizler yapılmıştır. Değişen dinamik yükler ile birlikte (TBDY) (2018) ile (DBYBHY) (2007) arasındaki yük değişimleri karşılaştırmalı bir şekilde hesaplanmıştır.

THE DIFFERENCES OF TURKEY EARTHQUAKE HAZARD MAP AND 2018 TURKEY BUILDING EARTHQUAKE REGULATION SOIL CLASSES ON THE BEHAVIOR OF THE RESISTANCE STRUCTURES

SUMMARY

Keywords: Retaining structures, earthquake effects, static and dynamic effects, effective acceleration value, internal friction angle, the Regulation on Building in Seismic Zones (DBYBHY) (2007), Turkey Building Earthquake Regulation (TBDY) (2018)

Turkey remains the world's active seismic zone. Periodically, severe and devastating earthquakes have occurred all over our country. In the construction designs to be made, designs should be made by calculating the effects of the earthquake caused by the static effects as well as the destructive dynamic effects. One of the building designs that should be examined considering the earthquake effect is retaining structures.

Retaining structures; preventing the risk of collapse arising from the level difference; They are generally structures built to keep the ground in the desired position. Retaining structures are available in different shapes and types according to their intended use. In addition to the forces caused by static effects, additional dynamic loads due to earthquakes also affect the retaining structures. Since our country is located in an active earthquake zone, it is important to calculate additional dynamic loads on retaining structures. Many researches and studies have been conducted over the years to calculate static and dynamic effects. In this study, examples of retaining structures, methods and regulations used are tried to be explained.

The methods and regulations applied to the buildings to be built under the effect of earthquakes in our country and in the world have changed over time. The Regulation on Buildings to be Constructed in Earthquake Zones (DBYBHY) (2007) used the same calculation method all over the country according to the importance of ground effects. Turkey Earthquake Building Regulations (TBDY) (2018) the effective ground acceleration (A_0) group has started to be accountable to different floors in different locations and values.

This thesis proposes four different provinces 3 dynamic influences acting on the bearing structure of the different soil classes in different locations Turkey Building Earthquake Regulation (TBDY) (2018) to be Built in Seismic Zone Building Regulation on (DBYBHY) (2007) by creating models in comparison with different internal friction angle (ϕ) analyzes were made by creating a model. With the changing dynamic loads, the safety of the current state of the bearing structures against overturning and translation has been tried to be determined.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Geoteknik mühendisliğinin temel sorunlarından birisi zemin arkası toprağın, eğim farkından dolayı oluşan göçme ve kayma riskidir. Doğal tabii zeminin eğimli olmasından dolayı, bu eğimli araziye inşa edilecek yapının zarar görmemesi amacıyla göçme ve kayma riskini engelleyici yapılar inşa etmek gerekmektedir. Bu amaçla doğal zemini istenilen konumda tutmak, zemin arkasındaki toprağın kaymasını engellemek ve zemin stabilitesini sağlamak amacıyla istinat yapıları geliştirilmiştir. Dayanma (istinat) yapıları, doğal ve yapay şevlerde; zeminden gelen yanıl toprak basınçlarını karşılayarak toprağın yatay düzlemde kaymasını engelleyen kalıcı veya geçici yapılardır.

Dayanma yapıları doğal afetler, hızlı nüfus artışı, şehirleşme gibi etkenlerle son dönemlerde sıkça kullanılmaya başlanılmıştır. Dayanma yapıları farklı kullanım alanlarında kullanılmak üzere rijit, yarı rijit ve esnek dayanma yapıları olarak sınıflandırılmaktadır. Esnek dayanma yapılarına palplanş perdeleri örnek verilebilir. Ağırlık tipi duvarlar, yarı ağırlık tipi duvarlar, konsol duvarlar, payandalı ve ters payandalı duvarlar, kafes tipi duvarlar rijit dayanma yapı örnekleridir. Betonarme konsol olarak yapılan istinat duvarları uygulamada daha yaygın kullanıma sahip olması sebebiyle incelemelerimiz istinat duvarı üzerinden yapılacaktır.

İstinat duvarlarının tasarımında, statik ve dinamik etkiler altındaki durum hesaba katılarak tasarım yapılmaktadır. Statik durumdaki toprak basınçlarını tespit etmek, dinamik toprak basıncına nazaran oldukça kolaydır. Statik durumdaki toprak basınçlarını tespit etmek amacıyla Rankine ve Coulomb teoremleri geliştirilmiştir. Dinamik toprak basınçlarıyla ilgili olarak ise Okabe ve Mononobe-Matsuo teoremleri geliştirilmiştir. Birçok ülkede olduğu gibi dinamik toprak basıncında ülkemizde de hesap yöntemi olarak Mononobe - Okabe yöntemi kullanılmaktadır.

Bu yöntemde; Coulomb teorisinde yapılan kabuller geçerli olup, deprem etkilerini eş değer bir kuvvet olarak alan, zemin kamasına gelen tüm kuvvetler dengesini ön planda tutan bir çözüm yöntemidir. Mononobe - Okabe yönteminde; deprem yükleri de hesaba katılarak yatay ve düşey kuvvetler dengesi ile zemine gelen dinamik toprak basıncı hesaplanabilmektedir.

Zemin ve zemine ait parametreler istinat yapılarının tasarımında en önemli unsur olarak belirlenmektedir. İstinat duvarı stabilite tasarımında, duvar yüksekliği, temel genişliği ve derinliği, içsel sürtünme açısı (ϕ), arazinin eğimi (i), duvar ile zemin arasındaki sürtünme açısı (δ), yer altı suyunun varlığı ve zeminin birim ağırlığı (γ) parametreleri dikkate alınarak statik ve dinamik etkiler altında hesap yapılmaktadır.

Türkiye, Dünya'nın aktif deprem kuşağında kalması dolayısıyla, yapılan istinat duvarı tasarımında deprem etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Dayanma yapıları ekonomik, kullanışlı ve güvenlikte kalacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Yürürlükte olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) hesap yöntemleri değiştirilip, geliştirilerek 2019 yılı itibarıyla Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) yeni yönetmeliğimiz olarak yürürlüğe girmiştir. İstinat yapılarına ilişkin hesap yöntemlerinde de önemli değişiklikler olmuştur.

Bu tez kapsamında istinat yapılarının tasarımında kullanılan parametrelerden yararlanılarak bir model oluşturulmuştur. İstinat yapılarına gelen dinamik yükler Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2019 göre hesap edilerek karşılaştırma yapılmıştır.

1.1. Amaç

İstinat yapılarının tasarımında deprem etkisini de hesaba katarak tasarım yapılması gerekmektedir. Deprem etkisi altında yapının yeterli bir güvenlikte kalması amacıyla deprem parametreleri geliştirilmiştir. Depremler sırasında oluşacak deprem ivmelerini

gösteren “Türkiye Deprem Tehlike Haritası” 2018 yılında yayınlanmış, 2019 yılında ise “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği” yürürlüğe girmiştir. Yapılan değişikliklerle beraber, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) 2007 geçerliliğini yitirmiş olup, mevcut yapıların depreme karşı güvenlikleri sorgulanır hale gelmiştir.

Bu amaçla deprem etkisini hesaba katarak Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğe (TBDY) 2019 göre bir model oluşturularak, farklı deprem bölgelerinden, farklı zemin sınıflarına ilişkin bilgiler Türkiye Deprem Tehlike Haritası (2018) üzerinden alınmıştır. Yapılan hesaplar excel tablosu üzerinden formüller girilmesiyle, oluşturulan parametre değerlerinde değişiklik yapılarak hesaplanmıştır. Bu karşılaştırmalar yapılırken Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007) için hesap yöntemleri kullanılarak, etkin yer ivme katsayısı (A_0), içsel sürtünme açılarıyla (ϕ) gibi parametreleri değiştirilerek duvara gelen yanal toprak basınçlarındaki değişimleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar yine tablolar üzerinden yüzdelik olarak dinamik yük artış hesabı yapılarak, görsel ve tablolar halinde sunulmuştur.

1.2. Kapsam

Bu çalışmada ilk bölümde giriş, tezin amacı ve kapsamı, kullanılan yöntem ve yönetmelikler konusunda bilgi verilmiştir. İkinci bölümde literatür taraması ve yararlanılan tez kaynakları anlatılmıştır. Üçüncü bölümde dayanma yapıları kavramı ve tarihsel gelişimi hakkında bilgi verilmiştir. Dayanma yapılarının sınıflandırılması ve kullanım alanları sayısal ortamda çizim teknikleriyle anlatılmıştır. Dayanma (İstinat) yapılarında göçme ve stabilite kontrolleri Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) üzerinden incelenmiştir. Dördüncü bölümde dayanma yapılarına etkiyen yanal toprak basınçları incelenmiştir. Statik ve dinamik toprak basınçlarında ülkemizde ve dünyada kabul gören çalışmalar ve yöntemler; statik ve dinamik etkiler altında kuvvetler ve hesap adımları ile açıklanmıştır. Kullanılan hesap yöntemlerinde Coulomb ve Mononobe – Okabe tarafından yapılan çalışmalar en çok kabul edilen

alışmalar olmuştur. Beşinci bölümde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı (TBDY) (2018) ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007) hakkında hesap yöntem ve adımları açıklanmıştır. Modelleme oluşturulup, dayanma yapısının güvenlikleri analiz edilmiştir. Analizler yönetmelik karşılaştırması yapılarak tablo ve grafiklerle anlatılmıştır. Son bölümde ise detaylı tespitler, değerdendirmeler, sonuçlar ve öneriler yapılmıştır.



BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ülkemiz aktif deprem kuşağında yer almasından dolayı, istinat yapılarına etkiyen statik yükün yanında ek olarak etkiyen dinamik yüklere ilişkin yapılmış çalışmalar, hesap yöntemleri, yerli ve yabancı yayınlar, yönetmelikler incelenmiştir.

Çalışmaya altlık olması amacıyla; Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018), Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007) ve TS7994 ilgi yönetmelik kavramları ve hesap adımları incelenmiştir. İstinat yapılarına ilişkin kavramsal veriler ve tarihçesi, kullanım amaçları incelenen örneklerle beraber kavram araştırması yapılmıştır.

Acil ve Afet Yönetim Başkanlığı'nın (AFAD) yayınlamış olduğu, Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nın internet sitesindeki ara yüz programı üzerinden, deprem kuşağında yer alan şehirlerimizin belirlenen koordinatlı konumlarıyla farklı zemin gruplarında gerekli bilgiler alınmıştır. Alınan bilgiler Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliği (DBYBHY) (2007) karşılaştırılmak üzere, excel tablosu üzerinden dinamik yük artış hesaplanmıştır.

İstinat yapıları ile ilgili çalışmalara baktığımızda; Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007) model oluşturularak parametreleri değiştirilen örnek tez çalışmaları mevcuttur. Çalışmalarda duvar yüksekliği, kayma mukavemeti açısı, yayılı yük, şev eğimi, içsel sürtünme açısı gibi değişen parametrelerle dayanma yapılarının mevcut yük değişimleri ve güvenlikleri sorgulanmıştır.

Yıldırım (2004) tez kapsamında, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'e göre farklı deprem bölgelerindeki konsol istinat yapılarının tasarımında etkin olan, zemin parametreleri değişkenleri üzerinden modelleme yapılmıştır. Dört deprem bölgesi için depremli ve depremsiz durum için çözüm yapılmış, stabilite kontrolleri yapılmıştır.

Topçu'nun (2005) çalışmasında, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmeliğe göre deprem bölgelerinde yapılabilecek istinat yapılarının tasarımında kullanılabilecek bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1998) ile Mononobe-Okabe Yöntemi, Prakash-Saran Yöntemi, Steedman-Zeng Yöntemi ve Sonlu Elemanlar Yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

Özcan (2007) yapmış olduğu çalışmada, yayılı yük etkisi altında dayanma yapılarına etkiyen dinamik toprak basınçları incelenmiştir. Dinamik toprak basınçlarının hesaplama yöntemlerinden geliştirilmiş Cullman yöntemi kullanılarak, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik doğrudan çözülmesinde zorluklar olan bir yükleme durumu ve şev geometrisine sahip bir istinat duvarı modeli üzerinde analizler yapılmıştır.

Çelebi'nin (2010) yapmış olduğu çalışmada konsol dayanma duvarlarının tasarımını etkileyen faktörler belirlenmiştir. Buna bağlı olarak değişen parametreler dikkate alınarak optimizasyon tekniği ile dayanma yapılarının devrilme ve güvenlikleri incelenmiştir.

İstinat yapıları ile ilgili çalışmalardan Yıldız (2015), duvara etki eden dinamik toprak basınçlarının incelendiği bu çalışmada duvar yüksekliği, kayma mukavemeti açısı, yayılı yük ve şev eğimi değişen parametreleri kullanılmıştır.

Uray (2014) tez çalışmasında, gabion tipi dayanma yapılarının özelliklerini incelemiş ve tasarımlarında dikkat edilmesi gereken kriterleri belirlemiştir. Taguchi yöntemi ile zemin parametreleri üzerinden belirlenen tasarım tabloları, Geo Structural Analysis programında modelleme yapılmış ve analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

Kaşlı'ya ait (2019) yılındaki tez kapsamında yine yönetmelikler karşılaştırılarak duvar yüksekliği (H), duvar arkası zemin yüzeyinin yataya göre yaptığı eğim açısı (β), zeminin tasarım kayma direnci açısı (d) parametreleri değiştirilerek model oluşturulmuştur. Dinamik yük artış Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliği (DBYBHY) (2007) karşılaştırılmıştır.

Akbulut (2019) çalışmasında, istinat yapılarının tasarımında ve analizinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) ile Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmeliğin (DBYBHY) karşılaştırılmasını yaparak, deprem etkisi altında istinat yapılarının dinamik durumda sonuçlar, grafik ve tablolar ile anlatılmıştır.

(TBDY) (2018) ile değişen farklı zemin gruplarında model oluşturularak ülkenin farklı yerlerden konum alarak model oluşturularak incelenen çalışma örneği olarak; Tuğrul'un (2019) tez çalışmasında görmekteyiz.

Dinamik ve statik aktif toprak basıncını etkileyen Coulomb (1776) ve Rankine (1857) tarafından geliştirilen klasik dünya basıncı teorileri, Mononobe -Okabe yöntemlerinden tez kapsamında faydalanılmıştır.

BÖLÜM 3. DAYANMA (İSTİNAT) YAPILARI

Bu bölümde dayanma (istinat) yapıları ve tarihsel gelişimi hakkında genel bilgi verilerek, dayanma (istinat) sınıflandırılması, kullanım alanları incelenecektir.

3.1. Dayanma (İstinat) Yapıları Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

Kazı çalışmaları sonucu oluşmuş veya topografik nedenlerden dolayı farklı kotlara sahip zemin yüzeyleri arasında belirgin farklılar yer almaktadır. Bu sert geçişlerde farklı zemin kotları arasında şevler oluşturulabilir. Ancak bazı durumlarda zeminin cinsi ve inşaat alanının yetersizliğinden dolayı şev oluşturmak mümkün olamayabilir. Bu gibi durumlarda zemini daha dik tutmak amacıyla istinat duvarları geliştirilmiştir [1]. Dayanma yapıları; basit anlamda iki zemin kotundan doğan farklılıklarda zeminden gelen etkileri karşılamak amacıyla yapılan kalıcı veya geçici yapılardır.

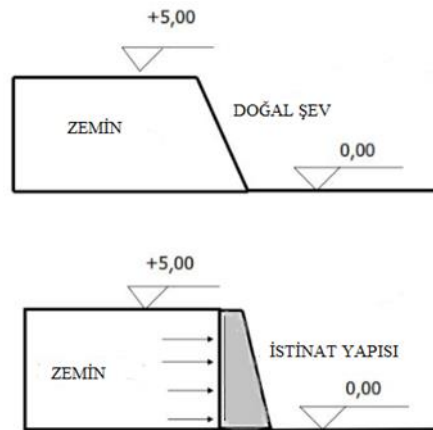
Dayanma yapılarıyla ilgili tarihte kuramlardan yola çıkarak günümüzde teknolojinin gelişmesiyle bu zamana gelene kadar birçok çalışma ve atılımlar olmuştur.

Bu çağda meydana gelen dayanma yapılarının tasarımında önemli bir atılım, bir duvara etki eden toprak basıncının duvar tipi ve duvar hareketinin miktarı ve dağılımının bir fonksiyonu olduğunu kabul etmektir. Bu teoriler Coulomb (1776) ve Rankine (1857) tarafından geliştirilen basınç teorileri, Caquot ve Kerisel (1948) ve diğerlerinin teorileriydi. Duvar, yapı ve toprak hareketlerinin karmaşık analizi, 1960'larda sonlu farklar ve sonlu elemanlar analitik prosedürlerinin geliştirilmesiyle başladı. Geoteknik araçların ve izleme prosedürlerinin eşzamanlı olarak ilerlemesi, tasarımın “gözlemsel yöntemini” popüler ve uygun maliyetli hale getirmiştir [2-3].

1970’li yıllardan itibaren zemini korumak amacıyla gözle görülür bir derece artış gözlemlenmiştir. Çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve sistematik bir şekilde takviye elemanların kullanımı artmıştır.

İstinat duvarları, köprü ayakları, rıhtım duvarları, ankrajlı perdeler, çaprazlı kazıklar ve mekanik olarak stabilize edilmiş duvarlar gibi birçok istinat yapıları inşa edilmektedir. Genellikle limanların, ulaşım sistemlerinin, nakil hatlarının ve diğer inşa edilmiş tesislerin istinat yapıları temel unsurlarını oluştururlar. Birçok tarihi yıkıcı depremler, istinat yapılarında kalıcı deformasyonlara neden olmuştur. Bu depremler sırasında istinat yapıları feci şekilde çökmüş ve oldukça ekonomik zarara uğramıştır [4]. 1999 yılında Kocaeli merkez üssü olmak üzere çok yıkıcı bir deprem meydana gelmiş, binlerce inşaat yapısı çökmüştür. Yıkıcı depremlerin etkisiyle ülkemizde yönetmeliklerle sınırlamalar ve hesaplamalar geliştirilmeye başlanmıştır. Bu sebeple istinat yapılarının tasarımında deprem etkisi önem arz etmektedir

Bu bağlamda yapılan istinat yapıları aktif ve pasif yükleri, sıcaklık, rüzgar, deprem etkisini, duvar ağırlığı ve özelliklerini, zemin yapısının dikkate alınması sonucu tasarımı yapılması gerekmektedir. Bütün kriterler göz önünde bulundurulduğunda kalıcı istinat yapılarının inşası mümkün olabilmektedir.



Şekil 3.1. Dayanma (İstinat) Yapısı

Şekil 3.1. gösterildiği gibi istinat yapıları doğal şevi dik tutmak amacıyla yapılan yapılardır. Dayanma yapılarının kullanım amaçlarına baktığımızda; bina bodrum

duvarlarını oluşturmak, kıyıların erozyonundan ve taşkınlardan korumak, derin kazıları tutmak, yol yarma veya dolgularında zemini tutmak, kayma göçme ihtimali olan zeminlerin yıkılmasını engellemek vb. şeklinde olmaktadır.

3.2. Dayanma Yapılarının Sınıflandırılması

Son yıllarda, özel üreticiye tanımlanan inşaatlarla beraber çok sayıda duvar sistemi geliştirilmiştir. Bu çeşitlendirilmiş sistemlerin hızlı gelişimi ve birçok avantajı nedeniyle, tasarım Mühendisinin şu anda mümkün olan en iyi sistemi seçmesi, yapıyı tasarlaması ve doğru yapıyı sağlaması için zor bir görevle karşı karşıyadır.

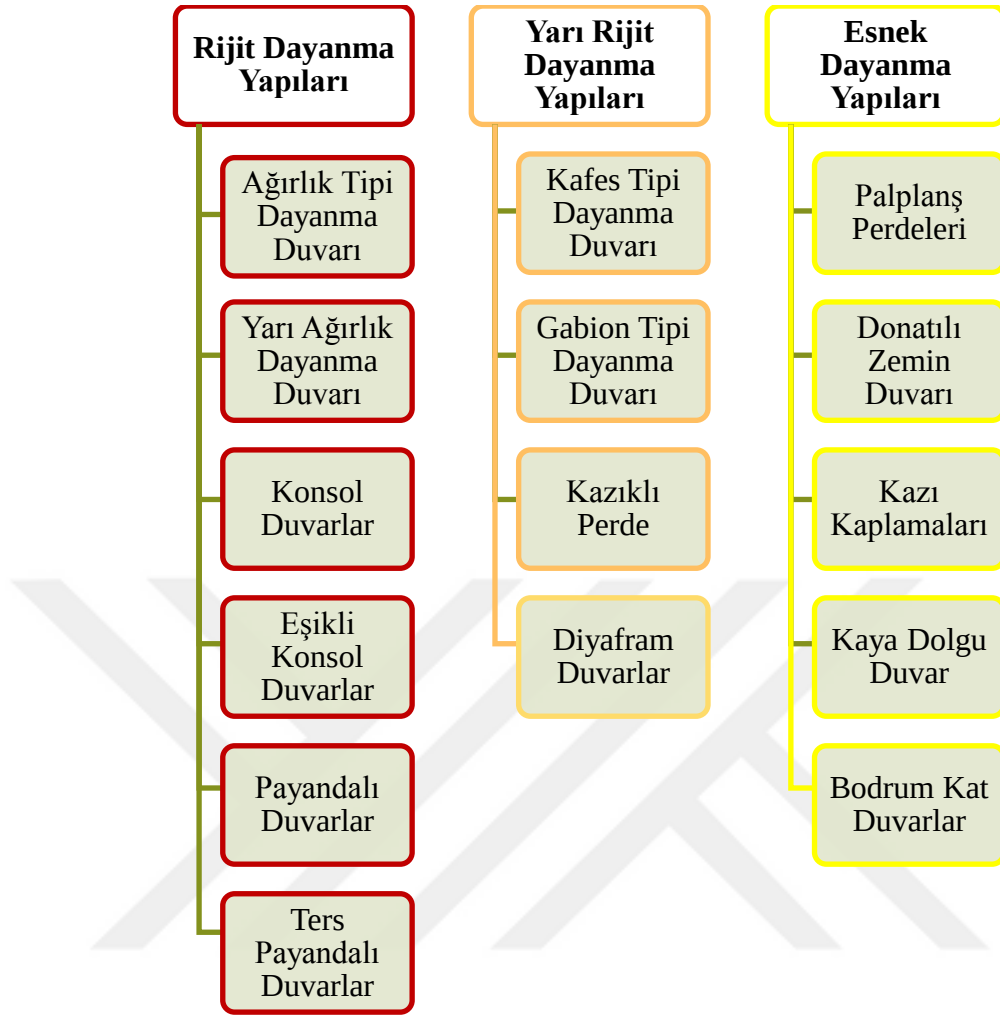
Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle kullanılan malzemeler ve yöntemlerde değişiklikler olmuştur. Karayollarında uygulama alanı bulan donatılı zemin dolgu zemin içerisine yerleştirilen galvanizli çelik, alüminyum alaşımlı metal, sentetik fiber malzemeli şeritler veya geosentetik dolgu malzemesi dayanma yapılarında da kullanılmaktadır.

Tasarımı yapılacak dayanma yapılarında zeminlerin kot farkı, yer altı su seviyesi, duvar arkası zemin özellikleri, alanın deprem ivme kat sayısı gibi birçok özellikler göz önünde bulundurularak geçerli yönetmelikler çerçevesinde hesap yöntemlerine göre tasarım yapılmalıdır [5].

Genel olarak dayanma yapılarını TS 7994' e göre;

1. Rijit Dayanma Yapıları
2. Yarı Rijit Dayanma Yapıları
3. Esnek Dayanma Yapıları

Olmak üzere 3 başlık altında toplayabiliriz.



Şekil 3.2. Dayanma (İstinat) Yapılarının Sınıflandırılması

3.2.1. Rijit dayanma yapıları

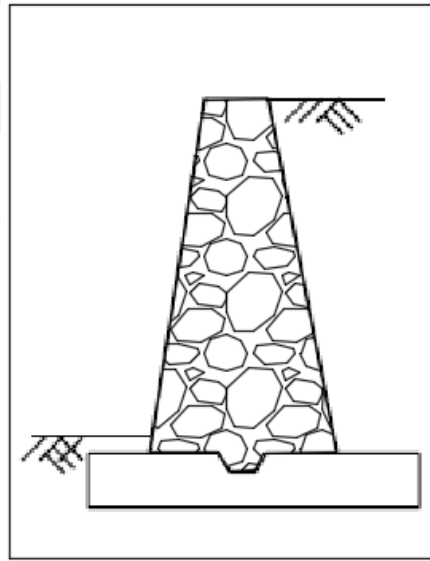
Rijit dayanma yapıları; kendi ağırlığı ile temel üzerinde dolgu ağırlığını birlikte dengelemeye çalışan, eğilmeye karşı rijitliği büyük olan, az deformasyona uğrayan dayanma yapılarıdır.

Rijit dayanma yapıları yapı türlerine baktığımızda; ağırlık tipi dayanma duvarı, yarı ağırlık dayanma duvarı, konsol duvar, eşikli konsol duvar, payandalı duvar ve ters payandalı duvar türleri bulunmaktadır [6].

3.2.1.1. Ağırlık tipi dayanma duvarı

Ağırlık tipi dayanma yapıları eskilerden beri kullanılan ve yapımı kolay olan istinat duvar tipidir. Bu yapılar kagir veya beton malzemesinden üretilebilir. Ağırlık tipi istinat yapıları kendi ağırlıkları ve kalınlıkları ile dengede kalabildiklerinden, eğilme kaynaklı göçme riski oluşturmazlar [7].

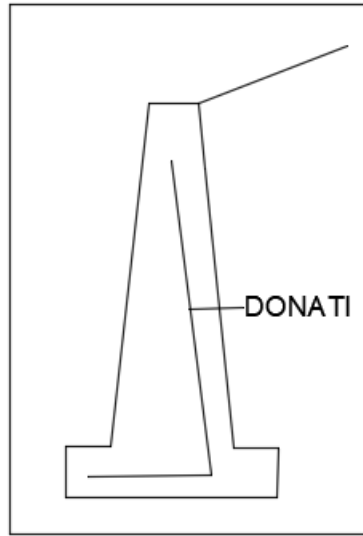
Ağırlık tipi dayanma yapıları, yanal etkilere karşı direnmek amacıyla kendi ağırlıklarını kullanarak ötelenme ya da dönme hareketi yapar. Yüksekliği artması durumunda toprak basıncı artması dolasıyla, istinat yapısının kalınlığı da artması gerekmektedir. Bu fazla maliyet oluşturmaları sebebiyle 4 metreden yüksek yapılması uygun görülmemiştir.



Şekil 3.3. Ağırlık tipi istinat duvarı

3.2.1.2. Yarı ağırlık dayanma duvarı

Ağırlık dayanma yapılarına temel genişliğinin fazla olması gerektiği durumlarda malzemedan tasarruf etmek amacıyla donatı konulmaktadır. Bu şekilde üretilen dayanma yapılarına yarı ağırlıklı dayanma yapıları denir.

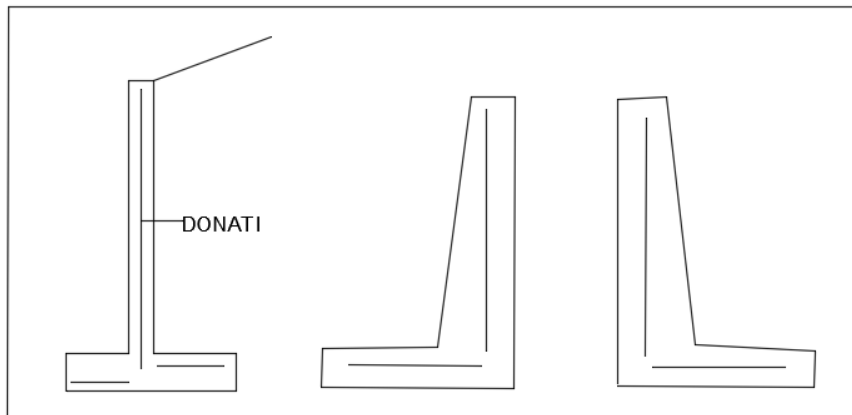


Şekil 3.4. Yarı ağırlık istinat duvarı

3.2.1.3. Konsol duvar

En yaygın olarak kullanılan İstinat yapılarıdır. Genellikle $6 < h \leq 8$ m aralığında duvar yükseklikleri değişmektedir. Ekonomik ve yüksek dayanım gerektiren yapıların tasarımında betonarme konsol yapılar üretilmektedir.

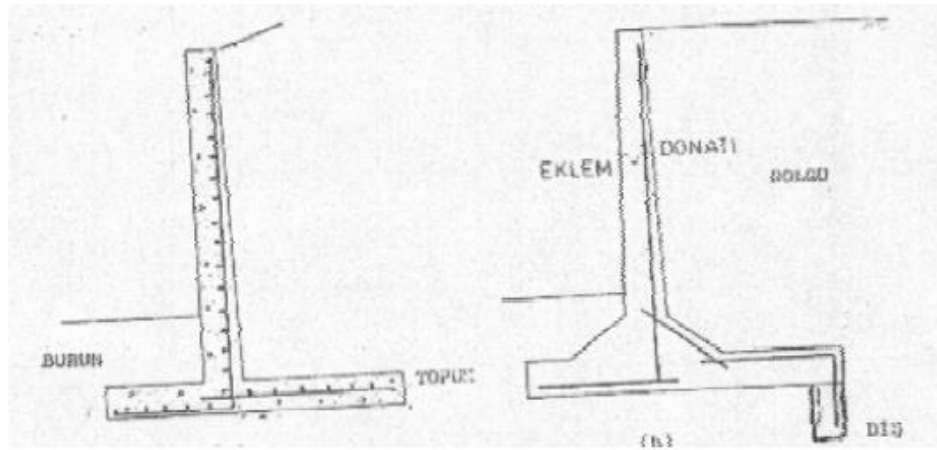
Bu yapılar L, T, ters L şeklinde olabilmektedirler. Bu tip istinat duvarlarında çekme gerilmelerine tamamen izin verilmekte ve bu gerilmeler donatıyla karşılandığından kesitler küçülmektedir.



Şekil 3.5. Konsol duvar tipleri

3.2.1.4. Eşikli konsol duvar

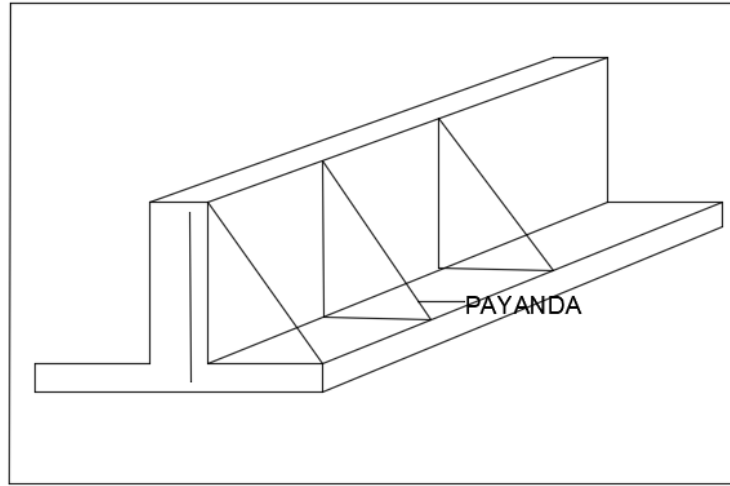
Bu tip duvarlarda temel amaç; konsol ve temel birleşimindeki bir veya iki eşiğe gelecek düşey toprak yükünün oluşturduğu ters yöndeki momentlerin karşılanarak maksimum momentin azaltılmasıdır. Duvar arkasına bir veya birkaç sıra tabana paralel eşik inşa edilerek, farklı eşik değerleri ile hesap edilmektedir [8].



Şekil 3.6. Eşikli konsol duvar (TS 7994,1990)

3.2.1.5. Payandalı duvarlar

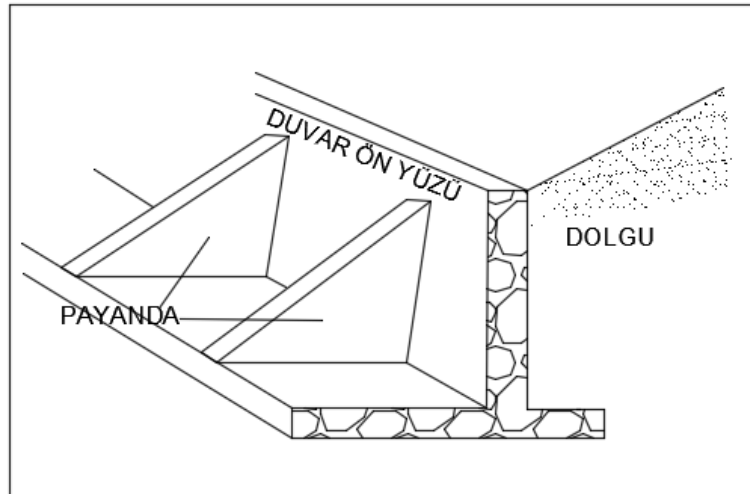
İstinat yapılarında daha fazla yükseklik istenmesi durumunda, konsol duvarlara ek olarak duvarın arka tarafında gövdeyle temeli bağlayan sistemin daha sağlam olması için kama şeklinde destek elemanları eklenerek “payandalar” elde edilir. Eklenilen payandalar uzun kenardaki eğilme momentlerini azaltılmasına yardımcı olur. Yükseklikleri $8 < h \leq 10$ m aralığında yapımı için uygundur.



Şekil 3.7. Betonarme payandalı istinat duvarı

3.2.1.6. Ters payandalı duvar

Ters payandalı dayanma yapıları, duvar önünde yapılması mümkün olan payandalar olarak tanımlanmaktadır. Bu duvar tipinin kullanılmasıyla payanda basınca çalıştığı için konsol ve temeldeki beton miktarında önemli ölçüde tasarruf sağlanır.



Şekil 3.8. Ters payandalı istinat duvarı

3.2.2. Yarı rijit dayanma yapıları

Yarı rijit dayanma yapıları, zeminde oluşan gerilmelerin bir kısmını kendine alarak, diğer kısmını da zemine aktararak dengeyi sağlar [9].

Kafes tipi dayanma duvarları, sandık tipi dayanma duvarları, kazıklı perde ve diyafram duvar olarak çeşitleri vardır.

3.2.2.1. Kafes tipi dayanma duvarları

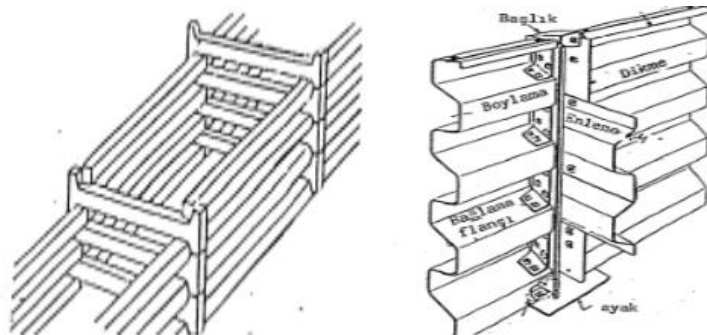
Birbirine geçebilen betonarme ya da metal kiriş elemanlarıyla istenilen uzunluk ve yükseklikte üretilen birbirine bağlı hücreler oluşur [6].

Kafeslerin içleri taş ve daneli malzemelerle doldurularak inşa edilmektedir. 6 m'yi geçen yüksekliklerle bölme sayısı artırılır.

En çok tercih edilen yarı rijit dayanma duvarları olmasının sebepleri arasında; bakımlarının ve drenajının kolay olması, küçük oturum yapması, inşasının ardından kullanılabilir ve yük taşıyabilir durumunda olması sebebiyle tercih edilebilir [5].

Yapım malzemesine göre iki adet türü kullanılmaktadır.

- Betonarme Kafes Türü Dayanma Duvarı
- Çelik Kafes Türü Dayanma Duvarı

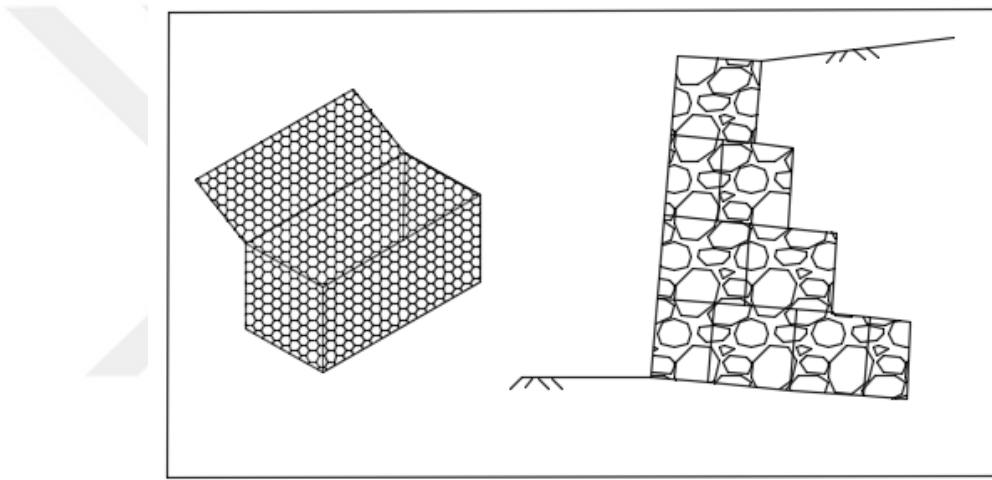


Şekil 3.9. Kafes tipi dayanma duvar tipleri (a) birbirine geçmeli betonarme hücre, (b) çelik hücre [6].

3.2.2.2. Sandık (gabion) tipi dayanma duvarları

Sandık tipi dayanma duvarları, paslanmaz çelikten yapılmış tel örgü sandıkların içine kaya dolgu malzemesi yerleştirilerek oluşturulur. Taban boyutları $1\text{m} \times 1\text{m}$ ve uzunluğu $2\text{m}-4\text{m}$ arasında değişmektedir. Kaya dolgu olması dolayısıyla drenaj problemi ile karşılaşmaz.

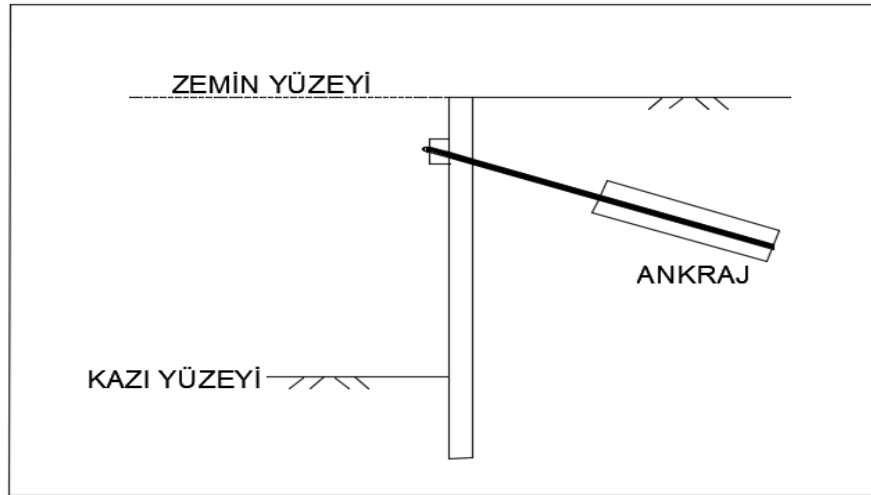
Kullanım alanlarına baktığımızda; Sandık tipi istinat duvarları deniz inşaatlarında, su kanalları şevlerinin korunmasında, erozyon önleme amacıyla da kullanılabilir [6].



Şekil 3.10. Sandık tipi dayanma duvarı ve Gabion Sepet

3.2.2.3. Kazıklı perde

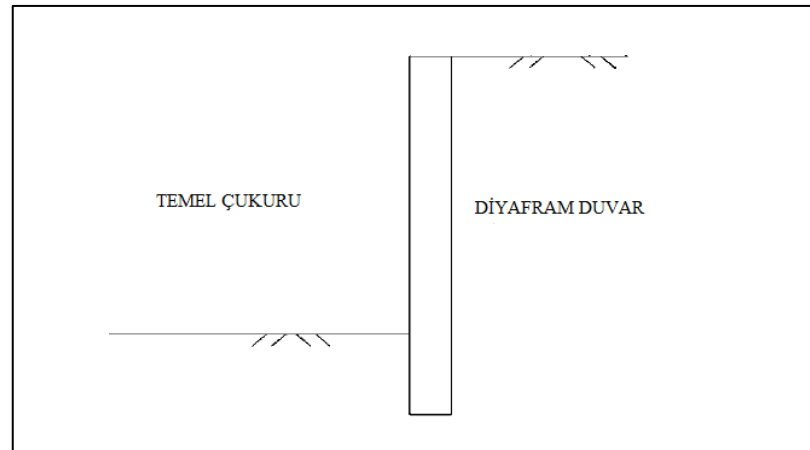
Planlaması istenilen dayanma yapısının; yüksekliğinin fazla ve zeminin özelliklerinin uygun olmaması durumunda yerinde dökülerek betonarme kazıkların yan yana dizilmesiyle “kazıklı perde” oluşturulur. Zeminlerin durumuna göre kazıklar ankrajla desteklenebilir. Zeminin istenilen özelliklerine göre kazık çapları $45-80\text{ cm}$ arasında değişmektedir.



Şekil 3.11. Kazıklı Perde

3.2.2.4. Diyafram duvar

Zeminin kendisini tutamayacak kadar zayıf olması durumunda, derin kazılarda kazı yüzlerinin önceden desteklenmesi, yer altı suyunun kazı çukuruna girmesinin önlenmesi ve komşu yapıların güvenliğinin önceden sağlanması amacıyla yapılan donatılı veya donatısız yapılardır. İnşası sırasında gürültü olmaması, kısıtlı alanda çalışılmasına imkan vermesi amacıyla avantajlıdır.



Şekil 3.12. Diyafram Duvar

3.2.3. Esnek dayanma yapıları

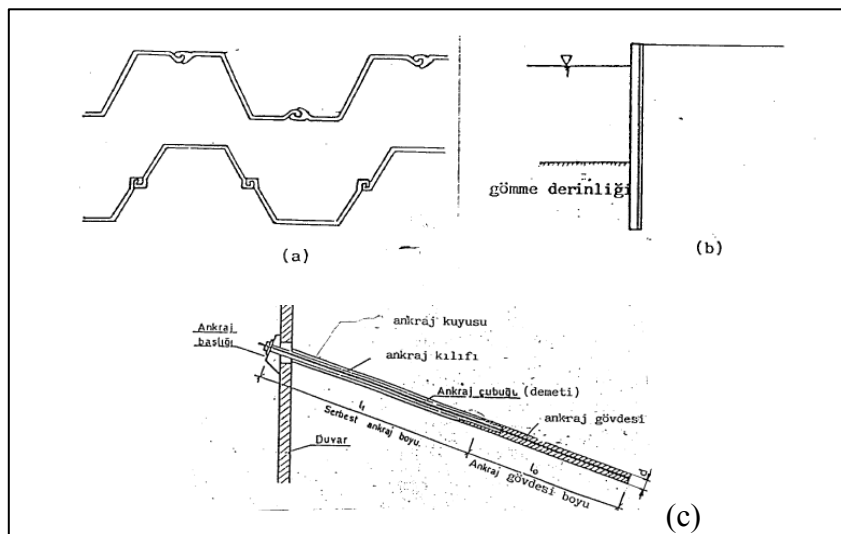
Eğilme rijitliklerine göre diğer dayanma yapılarına göre daha esnek olan yapılardır. Esnek dayanma yapılarını, zeminde gerilmelere karşı dayanıksız basit yapılarına yerine, yanal zemin yayılmasını önleyememe ve su kenarlarında inşaat çalışması gibi durumlarda kullanılır. Ekonomik olması, inşasında kolaylık ve geçici olarak yapılma gibi avantajları vardır.

Palplanş perdeleri ve donatılı zemin (toprakarme) yapıları esnek dayanma yapılarına örnektir.

3.2.3.1. Palplanş perdeleri

Çelik, ahşap veya hazır betonarme plakların zemine yan yanda çakılmasıyla elde edilir. Ankastre palplanş (gömme perde) ve ankrajlı palplanş (bağlı perde) olmak üzere iki türü bulunmaktadır. 6.00 m yüksekliğe kadar ankastre palplanş perdeleri; daha fazla yüksekliklerde ise ankrajlı perdeler kullanılmaktadır.

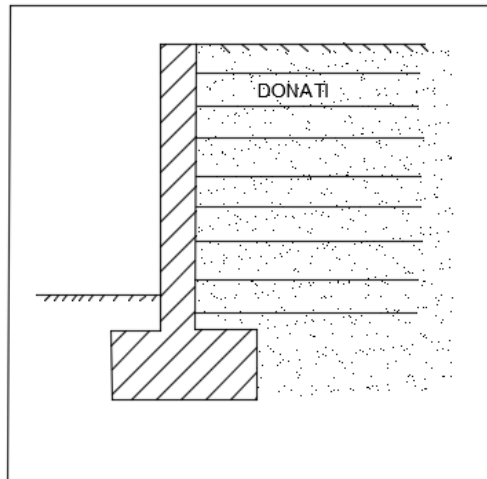
Çelik palplanş perdeler ekonomik olması, taşıma kolaylığı sağlaması ve suya karşı geçirimsiz olması sebebiyle daha çok tercih edilmektedir [6].



Şekil 3.13. Çelik palplanşın tipik en kesiti (a), Ankastre palplanş tipik en kesiti (b), Ankraj palplanş en kesiti (c) (TS 7994)

3.2.3.2. Donatılı zemin

Donatılı zemin istinat duvarlarının (toprakarme duvarlar) temel çalışma prensibi, duvar bloğunu oluşturan seçilmiş dolgu malzemesi ile donatı olarak kullanılan şeritlerin uyumlu bir şekilde çalışmasıdır. Dolgu malzemelerini kullanılmasının amacı yapının mukavemetini arttırmaktır. Bunun için günümüze kadar tahta kirişlerden, metalik ya da polimerik şeritlere kadar değişik pek çok malzeme donatı olarak kullanılmıştır [10]. Genellikle köprü kenar ayakları yapısı olarak, kazıların dik durmasının sağlanmasında, şev stabilizasyonunda, su ve kıyı yapılarında ve depolama sahaları gibi geniş bir alanda kullanılmaktadır. Ekonomik olması, inşaatının hızlı ve kalıp gerektirmemesi, estetik olması sebepleriyle tercih edilmektedir. Yapım durumlarına göre Körük tip, teleskop tip, kılavuzlu tip olmak üzere üç çeşidi bulunmaktadır.

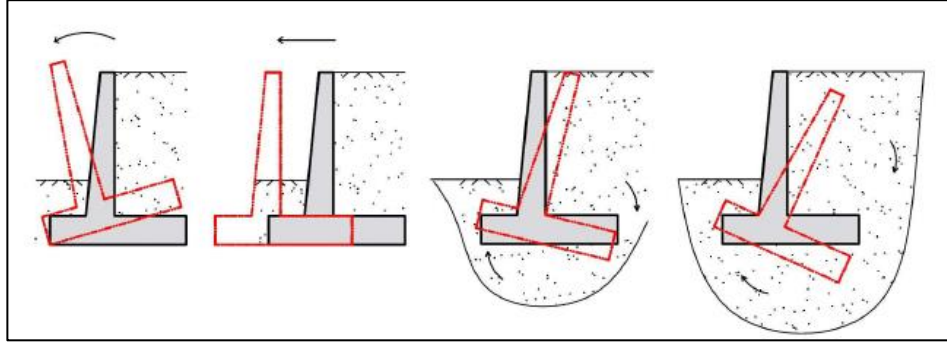


Şekil 3.14. Donatılı zemin dayanma duvarı

3.3. Dayanma (İstinat) Yapılarında Göçme ve Stabilite Kontrolleri

Dayanma yapılarında statik ve dinamik yükler altında göçme ihtimali bulunmaktadır. Bu göçmeler zeminin, gelen yüklerin taşıyamaması, yer altı su seviyesinin fazla olması, deprem etkisinin fazla olması gibi durumlarda istinat yapıları statik ve dinamik etkilerle dengeyi sağlayamamakta ve göçebilmektedir. Ön tasarım yapılmadan önce tahkikler yapılarak istinat yapılarının güvenliği kontrol edilir. Bu bölümde güncel

yönetmelik olan 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre inceleme yapılmıştır.



Şekil 3.15. Dayanma yapıları göçme durumları [11].

Dayanma yapılarında statik ve dinamik yükler altında hesap 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre kontroller yapılarak tasarım üretilebilir.

Bu bölümde zemin taşıma gücü kontrolü, kayma kontrolü, devrilme kontrolü, toptan göçme kontrolü tahkikleri 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre incelenmiştir. [12].

3.3.1. Zemin taşıma gücü kontrolü

Statik ve dinamik itkiler altında temel tabanında gerilmeler oluşmaktadır. Bu gerilmelerin zemin taşıma gücü kapasitesini aşmaması gerekmektedir. Dayanma yapılarında, ön ampatmanda en büyük, arka ampatmanda en küçük zemin gerilmeleri oluşmaktadır. Zemin gerilme güvenliğinin sağlanmasıyla beraber, temel plağı büyütülerek, temel plağı altında zemin gerilmelerinin daha düzgün yayılması ve en büyük değerinin küçülmesi sağlanabilir. Daha ileri bir tedbir olarak temel plağının kazıklara oturtularak, yük daha derinde bulunan taşıyıcı zemin tabakalarına verilebilir [13].

TBDY'de temel zeminin, göçme ihtimaline karşı tasarım zemin taşıma gücünün yeterliliği Denklem (3.1) gösterildiği gibi sağlanmalıdır.

$$E_t \leq R_t \quad (3.1)$$

Şartını sağlamalıdır.

E_t : Statik ve deprem etkisini içeren yükleme durumlarına ilişkin tasarım etkileri

R_t : Göçme mekanizmasına karşı gelen tasarım dayanımı

İlgi yönetmelikte “Statik ve depremi içeren yükleme durumlarına ilişkin tasarım dayanımı (R_t), karakteristik dayanımın (R_k), dayanım katsayısına (γ_R) bölünmesiyle bulunacaktır.” Şeklinde belirtilmiştir.

$$R_{pt} = \frac{R_k}{\gamma_R} \quad (3.2)$$

Dayanım katsayısı (γ_R) değerleri için TBDY 16.8.3 “Yüzeyel Temellerin Taşıma Gücü” başlık altında formüle ilişkin bilgi denklem (3.3) ile verilmektedir.

$$q_o \leq q_t \quad (3.3)$$

Burada (q_o) temel seviyesinde etkiyen düşey yük, kesme ve moment etkilerinin oluşturduğu temel taban basıncıdır. (q_t) ise, tasarım dayanımı (R_t) 'nin temel taşıma gücüne ilişkin karşılığıdır ve denklem (3.4) ile tanımlanır:

$$q_t = \frac{q_k}{\gamma_{RV}} \quad (3.4)$$

Temel taşıma gücünün *karakteristik dayanımı* q_k denklem (3.5) ile hesaplanarak elde edilecektir.

$$q_k = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma \quad (3.5)$$

Dayanımın Türü	Dayanım Katsayısı Simgesi	Dayanım Katsayısı Değeri
Temel Taşıma Gücü	γ_{Rv}	1.4
Sürtünme Direnci	γ_{Rh}	1.1
Pasif Direnç	γ_{Rp}	1.4

Şekil 3.16.Yüzeysel temeller için dayanım katsayıları [12].

3.3.2. Kayma kontrolü

Dayanma yapılarının kayma olarak geçmesi durumu zemin tabanı ve yapının birlikte hareket ederek duvarın statik ve dinamik yükleri karşılamayarak geçmesi durumudur. TBDY 16.7.3.3 – “Tasarıma esas yatay kesme kuvveti, zemin ile temel tabanı arası *sürtünme direnci* ile birlikte temel yan yüzünde oluşan pasif toprak basıncının en çok %30’u dikkate alınarak karşılanacaktır.” şeklinde öngörülmüştür. Aşağıdaki formülle belirtilmiştir.

$$V_{th} \leq R_{th} + 0.3R_{pt} \quad (3.6)$$

Burada (V_{th}) temel tabanında etkiyen tasarım yatay kuvvetini, (R_{th}) tasarım sürtünme direncini, (R_{pt}) ise tasarım pasif direncini göstermektedir.

TBDY 16.8.4.2 – Tasarım sürtünme direnci (R_{th}) drenajlı durumda denklem (3.7) ile hesaplanabilir:

$$R_{th} = \frac{P_{tv} \tan \delta}{\gamma_{Rh}} \quad (3.7)$$

Burada, (P_{tv}) temel tabanına etkiyen tasarım düşey basınç kuvvetini, (δ) ise temel tabanı ile zemin arasındaki sürtünme açısını göstermektedir. Sürtünme katsayısı ($\tan \delta$) aşağıda belirten tablodaki değerlerden büyük olmaması gerekmektedir.

Sürtünme Ara Yüzeyi	$\tan \delta$
Yerinde Dökme Beton – Sıkıştırılmış Temel Taban Zemin	0.6
Öntüretimli Beton – Sıkıştırılmış Temel Taban Zemin	0.4
Yerinde Dökme Beton – Beton	0.5
Beton – Taban Kayası	0.5

Şekil 3.17. Yüzeysel temeller ile zemin arasındaki sürtünme kat sayısı [12].

TDBY 16.8.4.4 – “Tasarım sürtünme direnci (R_{th}) kohezyonlu zeminlerde (drenajsız durumda) denklem” (3.8) ile hesaplanabilir.

$$R_{th} = \frac{A_c C_u}{\gamma_{Rh}} \quad (3.8)$$

A_c : Duvarın birim uzunlu için taban alanı

C_u : Taban zeminin drenajsız kayma mukavemeti

Tasarım pasif direnci R_{pt} , karakteristik pasif direnç R_{pk} ’nın dayanım katsayısı γ_{Rp} ’a bölünmesiyle elde edilir Denklem (3.9).

$$R_{pt} = \frac{R_{pk}}{\gamma_{Rp}} \quad (3.9)$$

Deprem etkilerinin olduğu ve pasif zemin basıncının ihmal edildiği durumda, kayma güvenlik katsayısı 1.1’dir. DBYBHY 2007 kayma güvenlik katsayısı 1’dir. 2018 TBDY ile kayma güvenlik katsayısının artmasıyla daha güvenli hale getirilmiştir.

3.3.3. Devrilme kontrolü

Dayanma yapılarının devrilme güvenliği kontrolünde, devrilme taban zemindeki duvarın zemin ile birlikte hareket etmesiyle taban ön alt köşesinin dönmesiyle oluşmaktadır.

TBDY 16.12.1.1 – Dayanma yapısının devrilmeye karşı güvenliğinin olması için denklem (3.8)’deki koşul sağlanmalıdır:

$$E_{dev} \leq \frac{R_{dev}}{\gamma_{Rdev}} \quad (3.8)$$

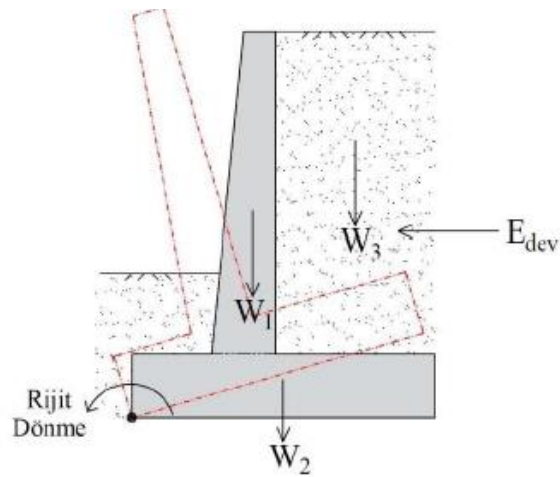
Burada,

E_{dev} : Devrilmeye zorlayan etkiler toplamı,

R_{dev} : Devrilmeye karşı koyan etkiler dirençler toplamı,

γ_{Rdev} : Devrilmeye karşı tasarım güvenlik katsayısıdır.

Göçmeden kaynaklanabilecek durumlara karşı devrilmeye karşı tasarım katsayısı $\gamma_{Rdev} \geq 1.3$ olarak 2018 TBDY belirlenmiştir. Bu katsayı $\gamma_{Rdev} \geq 1.2$ olarak 2007 DBYBHY olarak belirlenmiştir. Böylece katsayı yükseltilmesiyle daha güvenli duruma getirilmiştir.

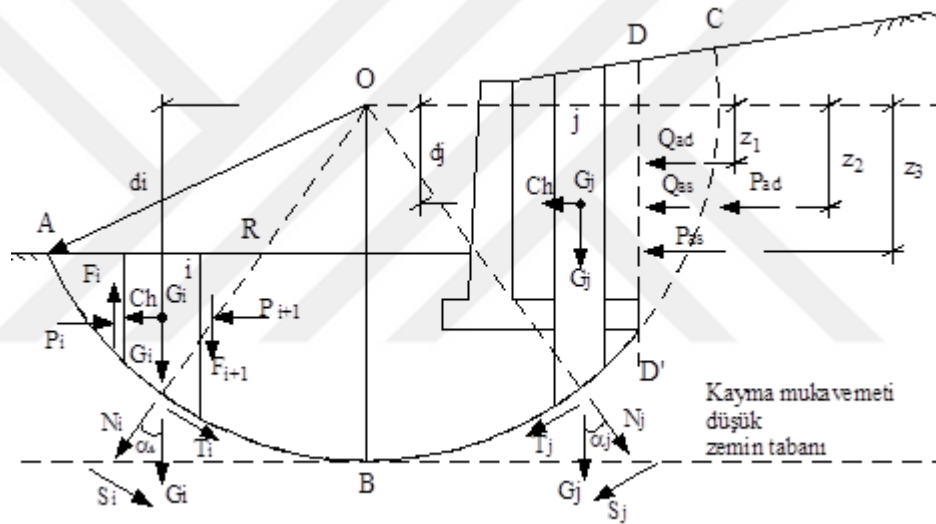


Şekil 3.18. Devrilme kontrolü güvenliğinde etkiyen ve karşı koyan kuvvetler [14].

3.3.4. Toptan göçme kontrolü

Zeminin zayıf, drenajsız ya da sıvılaşmasının yüksek olması durumunda duvar ile birlikte zeminin hareket ederek zeminin alttan kaymasıyla beraber toptan göçme oluşmaktadır. Göçme dairesinin silindirik olduğu kabul edilir.

Genellikle, göçme dairesinde, istinat duvarı daire içinde kalacak şekilde, dönme merkezi belirlenerek zemin ve istinat duvarı düşey dilimlere ayrılır. Depremli durumda eşdeğer yatay dinamik kuvvetleri de göz önüne alınarak, bu dilimlerde denge denklemleri yazılarak toptan göçme güvenliği hesaplanabilir [13].



Şekil 3.19. Toptan Göçme Güvenliği Kontrolüne Etkiyen İtkiler [15].

TBDY 16.13.4 – “Şevlerin duyarlılık analizinde zemin cinsine uygun bir göçme modeli kabul edilerek, zemin veya kaya kütlelerinin dengesi araştırılır.” şeklindedir. Zeminin toptan göçmeye karşı güvenliğinin olması için denklem (3.9)’de verilen koşul sağlanması gerekmektedir.

$$E_t \leq \frac{R_t}{\gamma_{Rk}} \quad (3.9)$$

Burada, “ E_t göçmeye zorlayan etkiler toplamı, R_t göçmeye karşı koyan etkiler ve dirençler toplamı, γ_{RK} ($\gamma_{RK} \geq 1.0$) ise kaymaya karşı *tasarım güvenlik sayısı* olarak tanımlanır.” (TBDY,2018)

Eşdeğer statik analizlerde, zemin kütleline ve şev üzerindeki mevcut kuvvetlere ek olarak yatay (F_H) ve düşey (F_V) eylemsizlik kuvvetleri de göz önüne alınır.

$$F_H = 0.5W(0.4S_{DS} S_T) ; F_V = \pm 0.5F_H \quad (3.10)$$

Burada W kayan kütleline ağırlığı, S_{DS} kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını, S_T ise topoğrafik büyütme katsayısını göstermektedir.

Topoğrafik büyütme faktörü (S_T) iki boyutlu topoğrafik düzensizliklerin bulunduğu şevlerde (örneğin, uzun vadilerde, yüksekliği 30 m’den yüksek olan tepelerde) ve olası göçme yüzeyinin şev tepesine yakın olarak geçtiği durumlarda kullanılacaktır. Topoğrafik büyütme etkisi, şev açısı $\beta \leq 15^\circ$ olan şevlerde ihmal edilebilir; taç (tepe) genişliği taban genişliğinden daha küçük olan sırtlarda şev açısı $\beta \geq 30^\circ$ olan şevlerde $S_T \geq 1.4$, daha küçük şev açılarında ise $S_T \geq 1.2$ olarak kullanılacaktır. Olası göçme yüzeyinin tabana yakın olarak geçtiği potansiyel heyelan bölgelerinde ise ihmal edilebilir.

TBDY 16.13.11 – “Dilim yöntemine dayanan eşdeğer statik limit denge analizlerinde, kritik yüzeyin belirlenmesi ve kaymaya karşı güvenlik sayısının iteratif yöntemlerle hesaplanmasında, zemin dayanım parametrelerinin güvenlik sayısına bölünmesi ile zemin dirençlerinin mobilize olan değerlerine ulaşıldığı ($\gamma_{RC} = \gamma_{RK} = \gamma_{R\phi}$) kabul edilmektedir.”

$$\tau_{mob} = \frac{c'}{\gamma_{RC}} + \frac{\tan \phi'}{\gamma_{R\phi}} = \frac{c'}{\gamma_{RK}} + \frac{\tan \phi'}{\gamma_{RK}} \quad (3.11)$$

Eşdeğer statik likit denge analizleri sonucunda toptan göçme güvenliğine karşı statik durumda aşağıdaki formül (3.12) kullanılır.

$$\gamma_{Rk} = \frac{1}{\sum W_s \sin \alpha} \sum c' b + \left[\frac{1}{m_a} \left(W_s - \frac{c' b \sin \alpha}{\gamma_{Rk}} - ub \right) \right] \tan \phi' \quad (3.12)$$

Depremlı durumunda, yatay ve dışey eylemsızlık kuvvetlerinin etkisi altında toptan g  cmeye karşı güvenlik aşağıdaki formülle (3.13) hesaplanmaktadır.

$$\gamma_{Rk} = \frac{1}{\sum W_s (1-k_v) \sin \alpha + k_h W_s \left(\cos \alpha - \frac{H_c}{R_d} \right)} \sum c' b + \left[\frac{1}{m_a} \left(W_s (1-k_v) - \frac{c' b \sin \alpha}{\gamma_{Rk}} - ub \right) \right] \tan \phi' \quad (3.13)$$

Burada,

b : dilim geniřlięini,

W_s : dilim ağırlılığını,

α : dilim tabanının yatayla yaptığı a ıyı,

u : dilim tabanında etkiyen su basıncını,

k_h : $0.2S_{DS}$ ve k_v : $\pm 0.5k_h$ sırası ile yatay ve dışey eşdeğer deprem katsayısını,

H_c : dilim tabanının orta noktasından dilim merkezine olan dışey uzaklığı,

R_d ise dairesel göçme yüzeyinin yarıçapını ifade etmektedir.

Denklem (3.12) ve denklem (3.13)'de yer alan m_a denklem (3.14)'de verilmiştir:

$$m_a = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi'}{\gamma_{Rk}} \right) \quad (3.14)$$

Özel riskler içeren durumlar hariç TBDY 2018'e göre; $\gamma_{Rk} \geq 1.10$ toptan kaymaya karşı yeterli güvenlik düzeyi olarak kabul edilmektedir.

BÖLÜM 4. DAYANMA YAPILARINA ETKİYEN YANAL TOPRAK BASINÇLARI

4.1. Giriş

Dayanma yapılarına etkiyen iki ana toprak basıncı bulunmaktadır. Bunlardan ilki deprem olmadığı durumlarda etkiyen statik toprak basıncı ve depremli durumlarda etkiyen dinamik toprak basıncıdır. Dayanma yapılarında inşaat aşamasına geçilmeden önce yapıya etkiyen yanal toprak basınçları tespit edip, ona göre tasarım yapılması gerekmektedir. Bu bölümde statik ve dinamik toprak basınçlarının belirlenmesinde kullanılan teoriler ve hesap yöntemleri anlatılacaktır.

4.2. Yanal Toprak Basıncı

Bir dayanma yapısının, üzerine etkiyen kuvvetlerden dolayı kesit zorlarını karşılayabilecek iç stabiliteye sahip olması gerekmektedir. Bu yeterli iç stabilitesini korunmasıyla beraber, dayanma yapısının ayrıca, dış stabilite tahkikleri yapılmalıdır [16]. Bir istinat yapısının devrilmeye, kaymaya, ötelenmeye, aşırı oturma vb durumlarda dış stabilizesinin de güvenlikte kalmasını isteriz. Bu sebeplerden dolayı istinat yapılarının güvenlikte kalmasının ve yanal toprak basınçlarının doğru hesaplanması gerekmektedir.

Dayanma yapılarına etkiyen yanal toprak basınçları, zeminin herhangi bir noktasındaki yatay efektif gerilmenin düşey efektif gerilmeye oranını gösteren yanal toprak basıncı katsayıları ile hesaplanır [17].

Duvarın arka tarafında oluşan yanal toprak basıncının şeklini ve miktarını belirleyen bazı unsurlar bulunmaktadır. Duvar tipi, zemin özellikleri, zeminin kayma

mukavemeti parametreleri, zeminin geçirimsizlik özellikleri ve dayanma duvarına müsaade edilecek hareketin miktarı ; yanal toprak basıncına etki etmektedir [5].

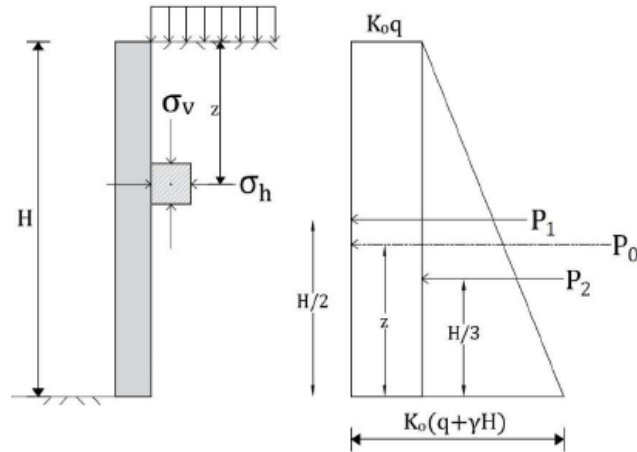
$$K = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \quad (4.1)$$

Denklem 4.1.'de gösterilen zemin kütlesinin yatay toprak basıncı (K); denklem (4.1)'de gösterildiği gibi yatay gerilme (σ_h) ile düşey gerilme (σ_v) arasındaki orana bağlı olarak hesaplanabilmektedir.

Yanal toprak basınçları sükunetteki toprak basıncı, aktif ve pasif toprak basıncı olmak üzere üç durum için söz konusudur. Bu her üç durum içinde kullanılan toprak basıncı katsayıları farklıdır [17].

4.2.1. Sükûnetteki toprak basıncı

Zemin ortamında herhangi bir deplasman olmaması ve duvarın hareket etmemesi durumu olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 4.1. Sükûnetteki toprak basıncı (Das,2011) [11].

Dayanma duvarının hareketine izin verilmeyerek, belirli bir z derinliğinde meydana gelecek olan yanal toprak basıncının hesaplanabilmesi için öncelikle düşey gerilmenin hesaplanması gereklidir.

$$\sigma_v = q + \gamma \cdot z \quad (4.2)$$

Bu denklemde ifade edilen;

σ_v = Düşey gerilme

q = sürşarj yükü,

γ = zeminin birim hacim ağırlığı,

z = duvar arkası zemin yüzünden derinliktir.

Zeminde düşey gerilmeden ve dış yüklerden dolayı yanal(yatay) toprak basıncı oluşmaktadır. Aşağıdaki formül ile gösterilmektedir.

$$\sigma_v = K_0 \cdot \sigma'_v + u \quad (4.3)$$

Bu denklemde ifade edilen;

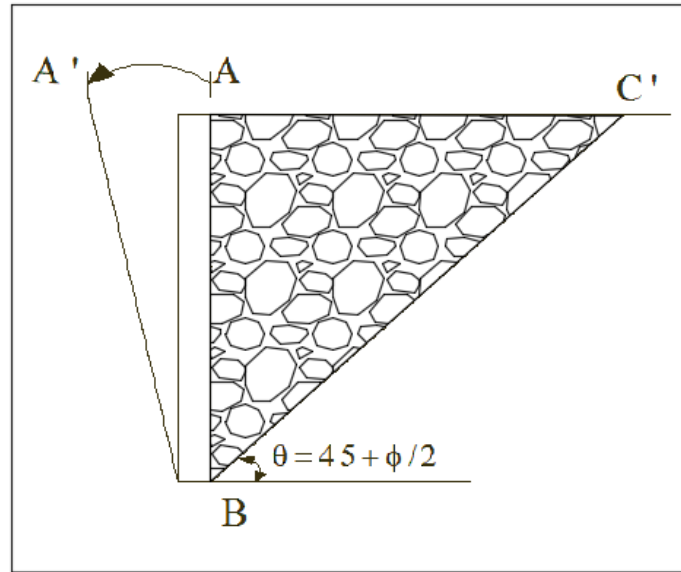
K_0 = sükûnetteki yanal toprak basıncı katsayısı,

u = hidrostatik su basıncı

4.2.2. Aktif toprak basıncı

Dayanma yapısının herhangi bir şekilde öne doğru hareket etmesiyle aktif toprak basıncı oluşmaktadır. Bu hareketle birlikte zeminde kırılma kaması oluşur ve kama duvarı hareket etmeye zorlar.

Aktif toprak basıncında meydana gelen kayma düzlemleri, yatay düzlem ile $45 + \phi / 2$ açı oluşturmaktadır.



Şekil 4.2. Aktif toprak basıncı durumu

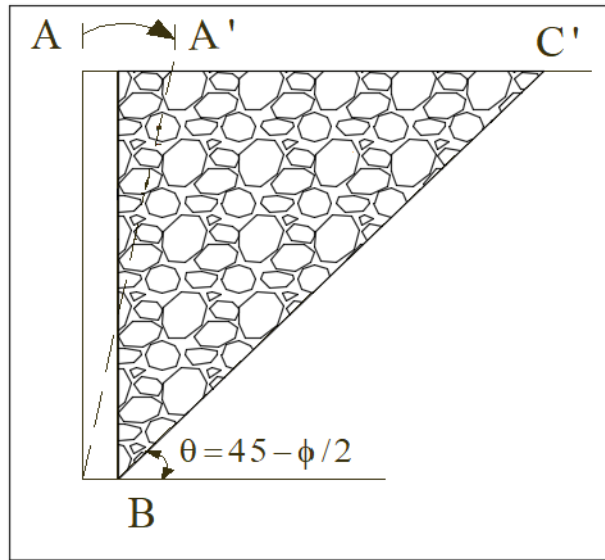
Dayanma duvarında aktif toprak basınçların oluşabilmesi için deplasman miktarları; zemin türleri ve dayanma duvarının H yüksekliğine bağlı olarak; Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Aktif toprak basıncının oluşması için gereken yatay hareket [20].

Zemin Türü	Gerekli Yatay Hareket
Sıkı Kohezyonsuz Zemin	0.0005 H - 0.001H
Gevşek Kohezyonsuz Zemin	0.002 H - 0.004 H
Katı Kohezyonlu Zemin	0.01H - 0.02 H
Yumuşak Kohezyonlu Zemin	0.02 H - 0.05 H

4.2.3. Pasif toprak basıncı

Pasif toprak basıncı, duvarın yeterli miktarda geriye doğru hareket etmesi sonucu oluşmaktadır. Bu hareketle birlikte zeminde kırılma kaması oluşur. Duvar arkasında pasif toprak basıncının doğması durumunda oluşan kırılma kaması yatay düzlem ile $45-\theta/2$ açı oluşturmaktadır.



Şekil 4.3. Pasif toprak basıncı durumu

Dayanma duvarında pasif toprak basıncının, aktif toprak basıncına göre daha fazla deplasman yapmaktadır. Pasif toprak basıncını oluşabilmesi için deplasman miktarları; zemin türleri ve dayanma duvarının H yüksekliğine bağlı olarak; Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Pasif toprak basıncının oluşması için gereken yatay hareket [20].

Zemin Türü	Gerekli Yatay Hareket
Sıkı Kohezyonsuz Zemin	0.0015 H - 0.004H
Gevşek Kohezyonsuz Zemin	0.006 H - 0.008 H
Katı Kohezyonlu Zemin	0.025H - 0.035 H
Yumuşak Kohezyonlu Zemin	0.04 H - 0.08 H

4.3. Statik Toprak Basıncı Teorileri

İstinat yapılarına yanal yönde etkiyen aktif ve pasif toprak basınçlarına ilişkin birçok teori geliştirilmiştir. Bu bölümde hesaplarımıza yardımcı olacak olan ve en çok

kullanılan Charles-Augustin de Coulomb (1776) ve William Rankine (1857) teorileri anlatılacaktır. Bu teorilere ilişkin kullanılan parametre aşağıda verilmiştir.

İçsel sürtünme açısı (ϕ): Kohezyonsuz zeminlerde taneler arasındaki sürtünme oluşmasıyla yatay zemin itkisinin oluşmasında kullanılan zemin parametresidir.

Basınç katsayısı (K): Zeminde oluşan düşey efektif gerilmelerinin yatay gerilmeye dönüştürülmesinde kullanılan bir katsayıdır.

Elastik denge: (sükûnet zemin basınç katsayısı, K_o)

Plastik denge: (aktif zemin basınç katsayısı, K_a veya pasif zemin basınç katsayısı, K_p)

Kohezyon (c): Kil minerallerinin yapısından dolayı sahip olduğu kohezyon özelliği sayesinde killi zeminlerde görülen yapışma ve çamurlaşma özelliği tanımlamak için kullanılan yatay zemin itkisinin oluşmasında etkili zemin parametresidir.

4.3.1. Rankine toprak basıncı teorisi

Rankine 1857 yılında aktif ve pasif toprak basınçları hesaplamak amacıyla bir yöntem geliştirmiştir.

Bir zemin ortamında plastik dengeye ulaştığı andaki gerilmeleri dikkate alarak önce kohezyonsuz zeminler için ve daha sonra kohezyonlu zeminler için bu yöntemi uygulamıştır. Zeminin her konumundaki kırılmanın olduğu durum plastik denge, herhangi bir deformasyonun olmadığı durum ise elastik denge durumudur. Rankine teorisi zemin ve zemin özellikleri ile ilgili bazı kabuller yapmıştır [9].

- Zemin homojen ve izotropdur,
- Zemin kayma direnci tek bir parametre ile ifade edilebilmektedir,
- Duvar arkasında meydana gelen kırılmada zemin üçgen şeklinde rijit bir kamadır,
- Dayanma duvarı ile zemin arasındaki sürtünme ihmal edilmektedir.

- Kırılma iki boyutlu bir problemdir.

4.3.1.1. Rankine yöntemi ile statik toprak basınçlarının hesaplanması

Hesap yöntemlerinde zemin plastik denge konumuna ulaştığında yatay kırılma açlarına göre aktif ve pasif durum oluşmaktadır. Aktif durumda, zemin plastik denge konumuna ulaştığı zaman yatay ile $(45 + \phi / 2)^\circ$ ’lik açı yapan düzlemler boyunca kırılma göstermektedir. Aktif durum için, zeminin üst yüzeyinden itibaren herhangi bir (z) derinliği için toprak basıncı minimum şartlarda denklem (4.4) şeklinde hesaplanmaktadır.

$$P_{as}(z) = \gamma \cdot z \cdot K_{as} - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{as}} \quad (4.4)$$

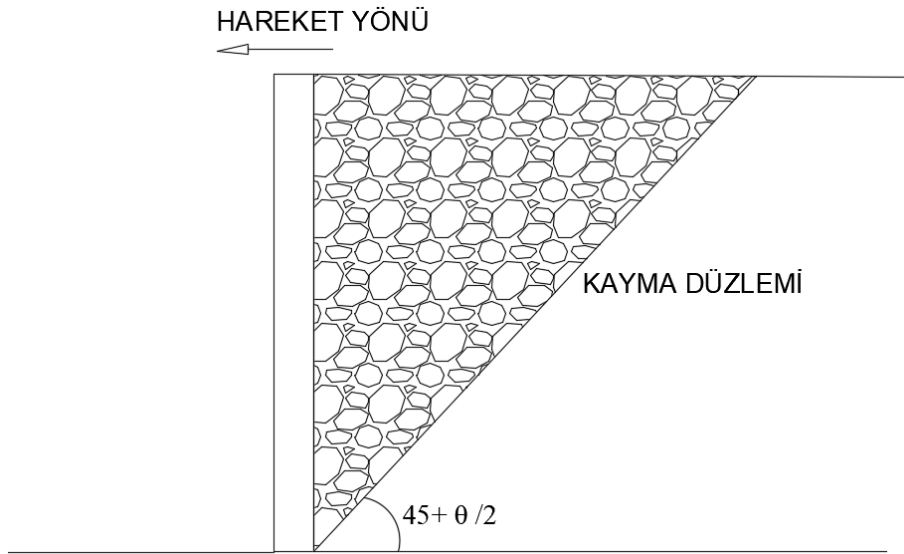
c : Zeminin kohezyonu,
 K_{as} : Statik aktif toprak basıncı katsayısı,
 γ : Zeminin birim hacim ağırlığıdır.

Statik toprak basıncı katsayısı olan K_{as} değeri denklem (4.5) şeklinde verilmiştir.

$$K_{as} = \frac{1 - \sin \theta}{1 + \sin \theta} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (4.5)$$

Dayanma duvarı arkasındaki zeminin duvara etkiyen aktif toprak basıncının bileşke kuvveti duvar yüksekliği H boyunca integrali alınmasıyla denklem (4.6) şeklinde hesaplanmaktadır.

$$P_{as} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{as} \quad (4.6)$$



Şekil 4.4. Aktif durumda oluşan kesme göçmesi düzlemleri

Pasif durumda, zemin plastik denge konumuna ulaştığı zaman yatay ile $(45 - \theta/2)^\circ$ 'lik açı yapan düzlemler boyunca kırılma göstermektedir. Pasif durum için, zeminin üst yüzeyinden itibaren herhangi bir (z)derinliği için toprak basıncı minimum şartlarda denklem (4.8) şekilde hesaplanmaktadır.

$$\sigma_{ps}(z) = \gamma \cdot z \cdot K_{ps} + 2c\sqrt{K_{ps}} \quad (4.8)$$

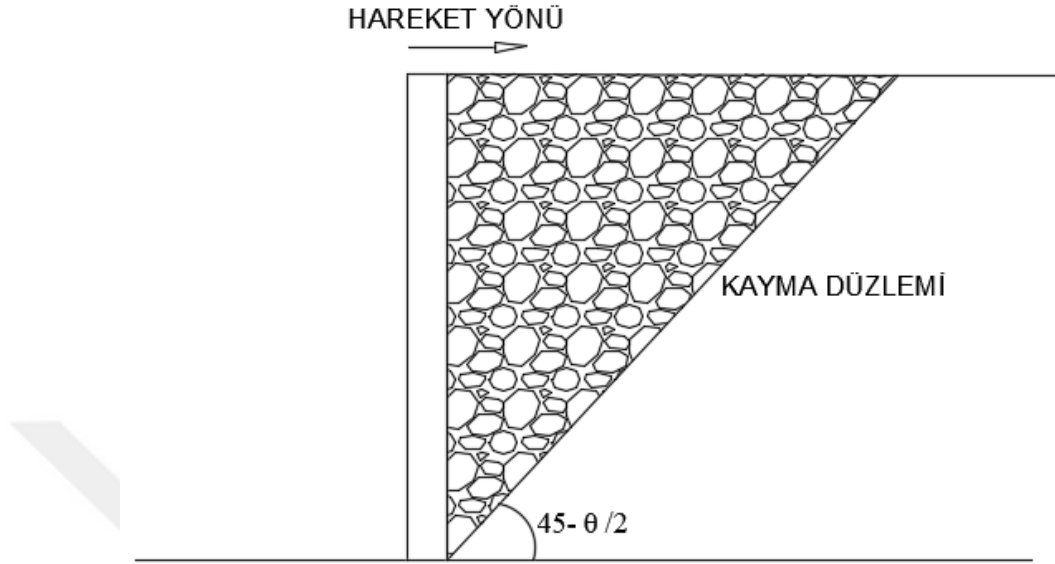
denklemleri ile hesaplanabilmektedir.

Statik pasif toprak basıncı katsayısı olan K_{ps} ise aşağıda gösterilen denklem vasıtasıyla bulunabilmektedir.

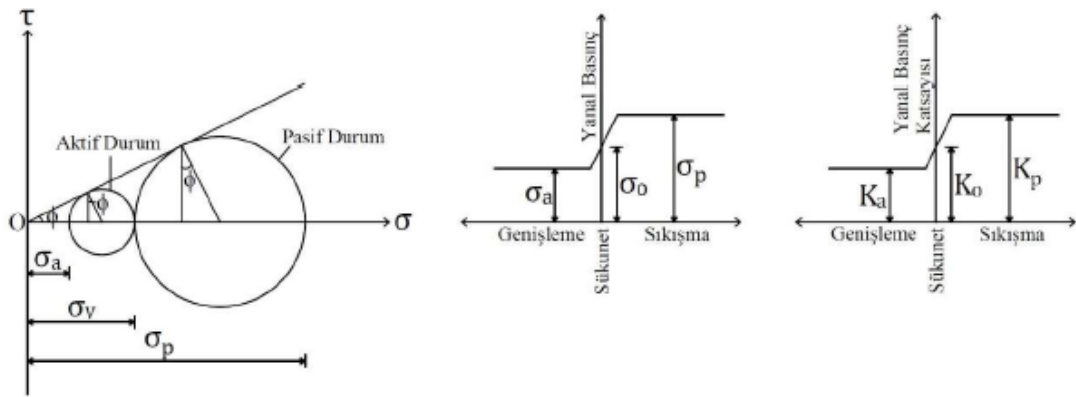
$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2) = \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} \quad (4.9)$$

Dayanma duvarı arkasındaki zeminin duvara etkiyen pasif toprak basıncının bileşke kuvveti duvar yüksekliği H boyunca integrali alınmasıyla denklem (4.10) şeklinde hesaplanmaktadır.

$$P_{ps} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{ps} \quad (4.10)$$



Şekil 4.5. Pasif durumda oluşan kesme göçmesi düzlemleri

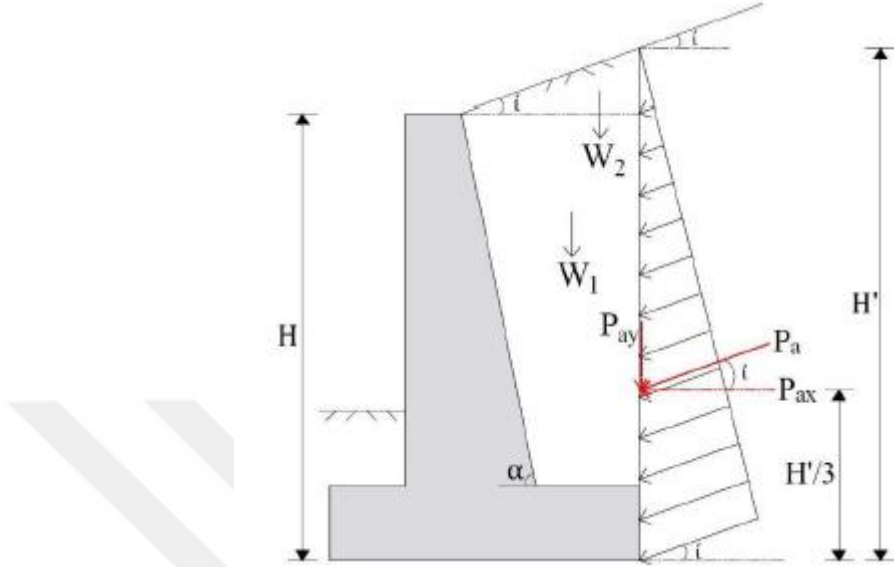


Şekil 4.6. Kohezyonsuz zeminlerde aktif ve pasif durumlar [18].

Duvar arkası zemin üst yüzeyinin yatay ile 'i' açısı yaptığı durumlarda gösterilen yatay ile 'i' açısı yapan dolgunun toprak basıncı katsayısı statik aktif (K_{as}) ve statik pasif toprak basıncı katsayıları Denklem (4.11) ve Denklem (4.12) verilmiştir.

$$K_{as} = \cos i \cdot \frac{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}} \quad (4.11)$$

$$K_{ps} = \cos i \cdot \frac{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}} \quad (4.12)$$



Şekil 4.7. Zemin üst yüzeyinin yatay ile 'i' açısı yaptığı durum ve etki noktası [18].

4.3.2. Coulomb toprak basıncı teorisi

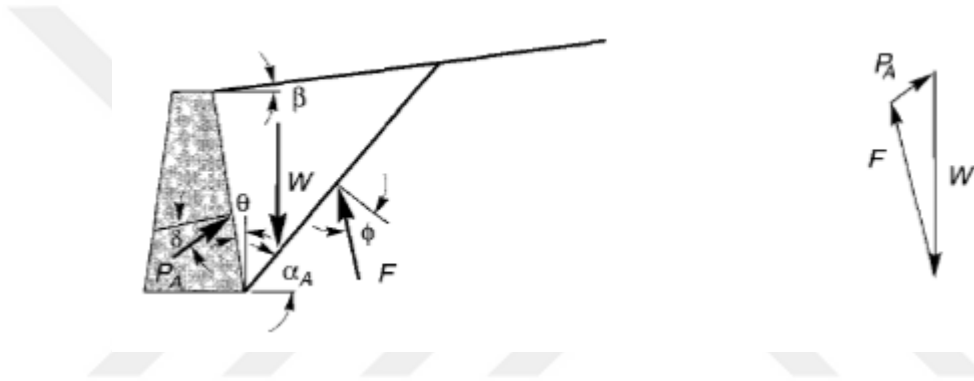
Dayanma yapısına etkiyen zemin basıncının hesaplanması ile ilgili ilk çalışma Coulomb Kama Teorisi olarak bilinen Charles-Augustin de Coulomb'a (1776) aittir. Zeminde üçgen kama oluştuğu ve kayma düzlemi üzerinde kaydığı kabul edilir. Coulomb Kama Teorisinin en önemli özelliği Rankine Teorisinin aksine duvar ile duvar arkasında kalan zemin arasındaki sürtünmeyi dikkate almasıdır. Coulomb yanal toprak basıncı teorisinde minimum aktif ve maksimum pasif toprak basınçlarını kuvvetler dengesi yardımıyla hesaplanabilmektedir. Coulomb teorisindeki kabuller aşağıdaki şekildedir.

- Duvar arkasındaki zemin, homojen, izotrop ve kohezyonsuzdur.
- İstinat duvarının yer değiştirmesiyle, dolguda bir kayma yüzeyi oluşur.
- Gerçekte eğri olması gereken kayma yüzeyi düzlemsel kabul edilmiştir.
- Göçme kaması rijit bir küttedir ve duvar arkası boyunca hareket ederek duvar sınırı boyunca sürtünme oluşturur.
- Duvarla zemin arasında sürtünme hesaba katılmaktadır.

- Birim yüzeydeki kayma direnci, kayma yüzeyi boyunca aynıdır [19].

4.3.2.1. Coulomb yöntemi ile statik toprak basınçlarının hesaplanması

Coulomb üçgen kama yönteminde zeminin yanal yönde ileri ve geri hareket etmesiyle “Aktif ve Pasif Coulomb” durumu oluşmaktadır. Aktif durum için kohezyonsuz zeminlerde, duvar dolgudan uzaklaşarak öne doğru hareket eder ve duvar arkasında oluşan üçgen kama aşağı doğru kayar. Bu sırada zemin kamasının duvara yapmış olduğu basıncın maksimum değerine statik aktif toprak basıncı denilmektedir.



Şekil 4.8. Aktif durum için Coulomb kaması ve kuvvet bileşeni (Kramer,1996) [4].

Bu kuvvetler;

P_a : Statik aktif toprak basıncı bileşke kuvveti

α : Duvar arka yüzeyinin düşey ile yapmış olduğu açı

ϕ : Zemin kayma mukavemeti açısı

W : Zemin kamasının ağırlığı

F : Göçme yüzeyinde doğan sürtünme ve normal kuvvetlerin bileşkesi

δ : P_a ile duvar arasında duvar-zemin sürtünme açısı

olarak tanımlanmaktadır.

Sürtünme açısı; İstinat duvarının arka yüzey pürüzlülüğü, zemin cinsine ve durumuna bağlı olarak değişkenlik göstermekte olup, $\phi/3$ ile $2\phi/3$ arasında bir değer olabilmektedir.

Kuvvet poligonunda yer alan kuvvetlerin yatay ve düşey denge denklemleri yazılarak duvara etki eden maksimum statik aktif toprak basıncı kuvveti hesaplanabilmektedir. (Denklem 4.13)

$$P_{as} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{as} \quad (4.13)$$

Statik aktif toprak basıncı katsayısı K_{as} ise denklem (4.14) ile hesaplanmaktadır.

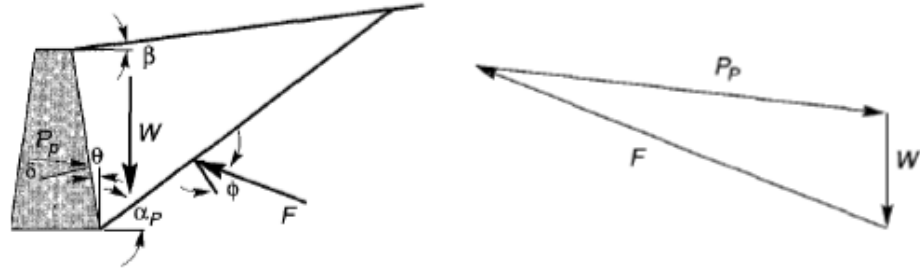
$$K_{as} = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha) \cdot \left(1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - i)}{\cos(\delta + \alpha) \cdot \cos(i - \alpha)}\right)^2} \quad (4.14)$$

Duvara etki eden yanal toprak basıncının derinlikle değişimi Denklem 4.15'te gösterilmiştir.

$$\sigma_{as} = \gamma \cdot z \cdot K_{as} \quad (4.15)$$

Statik aktif toprak basıncının etkime noktası, H yüksekliği olan dayanma yapısının tabanından H/3 kadar yukarıdadır [4].

Zeminin üniform olarak yanal yönde sıkışması durumuna veya diğer bir deyişle duvarın geriye doğru bir miktar hareketi ile oluşan kırılma durumuna “Pasif Coulomb Durumu” adı verilmektedir. Pasif durumda, kohezyonsuz zeminlerde, zemin plastik denge konumuna ulaştığı zaman yatay ile θ 'lik açı yapan düzlemler boyunca kırılma göstermektedir. Kırılan kamaya etki eden kuvvetlerin dengesinden problemin çözümü yapılmaktadır.



Şekil 4.9. Pasif durum için Coulomb kama ve kuvvet bileşeni [4].

Bu kuvvetler;

P_{ps} : Statik pasif toprak basıncı bileşke kuvveti

α : Duvar arka yüzeyinin düşey ile yapmış olduğu açı

ϕ : Zemin kayma mukavemeti açısı

W : Zemin kamasının ağırlığı

F : Göçme yüzeyinde doğan sürtünme ve normal kuvvetlerin bileşkesi

δ : P_{as} ile duvar arasında duvar-zemin sürtünme açısı

olarak tanımlanmaktadır.

Sürtünme açısı; İstinat duvarının arka yüzey pürüzlülüğü, zemin cinsine ve durumuna bağlı olarak değişkenlik göstermekte olup, $\phi/3$ ile $2\phi/3$ arasında bir değer seçilmektedir.

Kuvvet poligonunda yer alan kuvvetlerin yatay ve düşey denge denklemleri yazılarak duvara etki eden maksimum statik aktif toprak basıncı kuvveti hesaplanabilmektedir (Denklem 4.16).

$$P_{ps} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{ps} \quad (4.16)$$

Statik pasif toprak basıncı katsayısı K_{ps} ise;

$$K_{ps} = \frac{\cos^2(\phi + \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta - \alpha) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + i)}{\cos(\delta - \alpha) \cdot \cos(i - \alpha)}}\right)^2} \quad (4.17)$$

Duvara etki eden yanal toprak basıncının derinlikle değişimi Denklem 4.18'de gösterilmiştir.

$$\sigma_{ps} = \gamma \cdot z \cdot K_{ps} \quad (4.18)$$

Statik pasif toprak basıncının etkime noktası, H yüksekliği olan dayanma yapısının tabanından H/3 kadar yukarıdadır [4].

Coulomb ile Rankine Statik Toprak Basınçlarına baktığımızda;

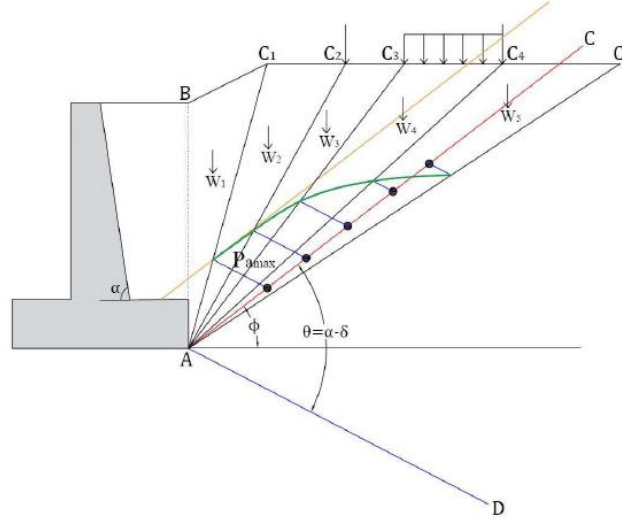
Coulomb yöntemi kuru ve kohezyonsuz olarak zemini kabul ederken, Rankine yöntemi zemindeki kohezyonu da dikkate alarak statik durumdaki toprak basınçlarını hesaplamaktadır.

Rankine teorisi zemin elemanının plastik denge durumu ile basıncı hesaplarken, Coulomb toprak basıncı teorisi o dönem için trigonometrik fonksiyonlar bilinmediği problem geometrik yoldan çözülmüş ve daha sonraki yıllarda değişik araştırmacılar tarafından geliştirilerek bugünkü şeklini almıştır. Kamanın kuvvetler dengesinden yola çıkarak bileşke kuvveti hesaplanmıştır [17].

4.3.3. Culmann toprak basıncı teorisi

Karl Culmann tarafından 1886 yılında bulunan kullanılan bu yöntem, dolgu maddesinin düzensiz olması durumunda zemin basınçlarının bileşkesinin büyüklüğünü ve etkime noktasını bulmak için kullanılan grafiksel olarak çözüm yöntemidir. Ayrıca Coulomb teorisi geliştirilerek en tehlikeli kırılma yüzeyini bulunması hedeflenmiştir. Ancak dolgunun kayma direnci açısı sabit kabul edilmektedir. Eğer yüzey tek eğimle uzanıyorsa Culmann yöntemi kullanılmayabilir.

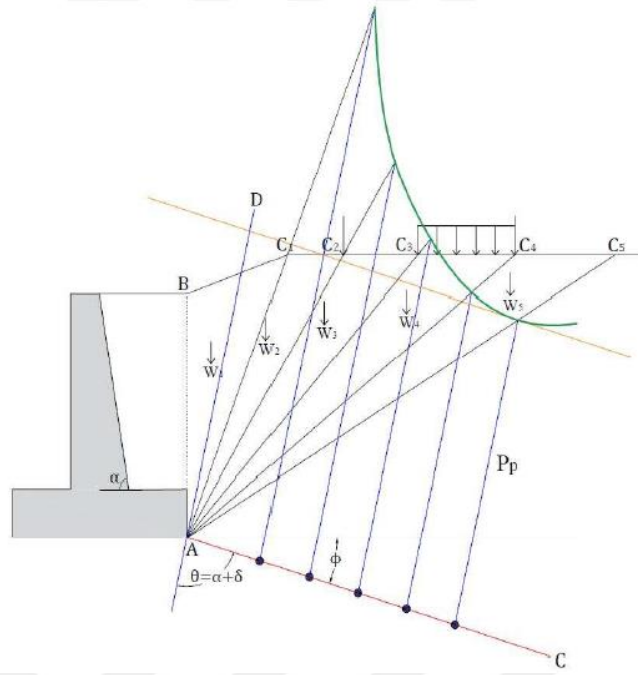
Culmann yönteminde, kohezyonsuz zeminde aktif zemin basıncının grafiklerle bulunmasına ait çizim aşağıda Şekil 4.10.'da gösterilmiştir [14].



Şekil 4.10. Aktif durum için Culmann Grafik Yöntemi

İstinat duvarı, zemin profili ve yükler ölçekli çizilerek, topuk noktasından yatayla ϕ açısı yapan AC doğrusu çizilir. Topuk noktasından AC ile θ açısı yapacak şekilde AD kılavuz doğrusu (durum çizgisi) çizilir. Bu deneme kamalarının ağırlıkları bulunur ve uygun bir kuvvet ölçeği ile AC üzerine işaretlenir. AC üzerine işaretlenmiş her ağırlık vektörü ucundan AD doğrusuna paralel çizilir. Bu noktalar birleştirilerek Culmann eğrisi çizilir. Bu eğriye çeşitli noktalardan AC doğrusuna paralel teğetler çizilir. Teğetin AC doğrusuna olan uzaklığı o kamaya ait P bileşke kuvvetini verecektir [4].

Pasif zemin basınçlarının belirlenmesinde Culmann yönteminde ise çizim metodu ve hesap yöntemleri aynıdır. Aralarındaki fark pasif durumda oluşan kuvvet dengesinde açılarının farklılığından meydana gelmektedir. Culmann eğrisi elde edildikten sonra, eğriye çizilen teğetten, AD doğrusuna paralel çizilir ve pasif basıncı P_p ile Şekil 4.11.'te gösterilmektedir.



Şekil 4.11. Pasif durum için Culmann Grafik Yöntemi

4.4. Dayanma Yapılarına Gelen Dinamik Etkiler

Dayanma yapılarına statik etkilerden dolayı oluşan kuvvetlerin yanında, depremten dolayı oluşan ek dinamik yükler de etki etmektedir. Ülkemizin aktif deprem kuşağında yer alması dolayısıyla dayanma yapılarına gelen ek dinamik yüklerin hesaplanması önem arz etmektedir. Ek dinamik yüklerle beraber dayanma yapıları hem dönme hareketi hem de yatayda ötelenme hareketi yapmaktadır. Bu bölümde dinamik etkileri tespit etmek amacıyla yapılmış çalışmalar incelenecektir. Mononobe-Okabe, Prakash-Saran, Steedman- Zeng Richards, Richards – Elms yöntemleri önemli çalışmalardandır.

4.4.1. Mononobe-okabe yöntemi

Mononobe-Okabe yöntemi, dayanma yapılarına etki eden sismik (deprem) kuvvetlerinin etkisi altında Okabe (1926) [24] ile Mononobe ve Matsuo (1929) [25] tarafından çalışmalarla ortaya çıkmıştır.

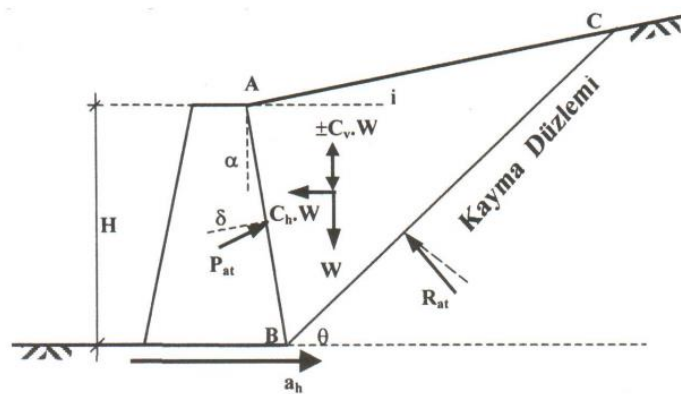
Aktif ve pasif zemin ortamının plastik duruma ulaştığı anda, deprem etkilerini de eş değer bir kuvvet gibi kabul ederek, duvar arkasındaki zemin kamasına etkiyen tüm kuvvetlerin dengesini dikkate alan bir çözüm yöntemidir.

Mononobe-Okabe yönteminde, Coulomb teorisinde yapılan tüm kabuller geçerlidir. Bununla birlikte, Mononobe- Okabe yöntemi aşağıda yer alan kabullere dayanmaktadır:

Dolgu zemini kuru, kohezyonsuz, sabit bir içsel sürtünme açısına sahip elastik bir malzemedir.

- İstinat duvarının az bir hareketi aktif basınç oluşması için yeterlidir.
- Hem statik hem de dinamik zemin basınçları için minimum aktif ve maksimum pasif zemin basıncı koşullarını oluşturulması duvar hareketine bağlıdır.
- Kayan zemin kaması rijit bir kütledir ve kayma yüzeyi düzdür.
- Depremden dolayı oluşan yatay ve düşey zemin ivmeleri istinat duvarı yüksekliğince değişmemektedir [14].

Kohezyonsuz ve kuru bir zeminde Mononobe-Okabe yöntemine göre zemin kamasına etkiyen kuvvetler Şekil 4.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Mononobe-Okabe yöntemi aktif durum zemin kamasına etkiyen kuvvetler [24]

Burada aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

- W : Zemin kamasının ağırlığı
 $c_v W$: Deprem düşey etkisi
 $c_h W$: Deprem yatay etkisi
 R_{at} : Kayma kaması üzerine etkiyen normal ve kayma kuvvetlerinin bileşkesi
 P_{AE} : Duvarın birim uzunluğuna etkiyen aktif kuvvet
 c_v : Düşey ivme katsayısı
 c_h : Yatay ivme katsayısı

$$C_h = \frac{a_h}{g} \quad (4.19)$$

$$C_v = \frac{a_v}{g} \quad (4.20)$$

a_h : Maksimum yatay zemin ivmesi,

a_v : Maksimum düşey zemin ivmesi,

g : Yerçekimi ivmesi,

Mononobe-Okabe yönteminde, Coulomb teorisinde olduğu gibi kuvvetler dengesine dayanmaktadır.

Kuvvetlerin dengesi şartından;

$$P_{at} \cdot \cos(\alpha + \delta) - k_h \cdot W - R \cdot \sin(\theta - \varphi) = 0 \quad (4.21)$$

$$R_{at} = \frac{1}{\sin(\theta - \varphi)} \cdot [P_{at} \cdot \cos(\alpha + \delta) - C_h \cdot W] \quad (4.22)$$

$$P_{at} \cdot \sin(\alpha + \delta) + R_{at} \cdot \cos(\theta - \varphi) - (1 \pm C_v) \cdot W = 0 \quad (4.23)$$

$$P_{at} = \frac{(1 \pm C_v)}{\cos(\alpha + \delta)} \cdot \frac{1 + \tan \lambda \cdot \cot(\theta - \varphi)}{\tan(\alpha + \delta) + \cot(\theta - \varphi)} \cdot W \quad (4.24)$$

α : Duvar arka yüzeyinin düşey ile yaptığı açı,

δ : Duvar arka yüzeyi ile zemin arasındaki sürtünme açısı (duvar sürtünme açısı),

θ : Kayma düzleminin yatay ile yaptığı açı,

ϕ : Zemin içsel sürtünme açısı,

λ : Deprem ivme açısı,

Deprem ivme açısı aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

$$\lambda = \arctan\left(\frac{C_h}{1 \pm C_v}\right) \quad (4.25)$$

Aktif zemin itkisi;

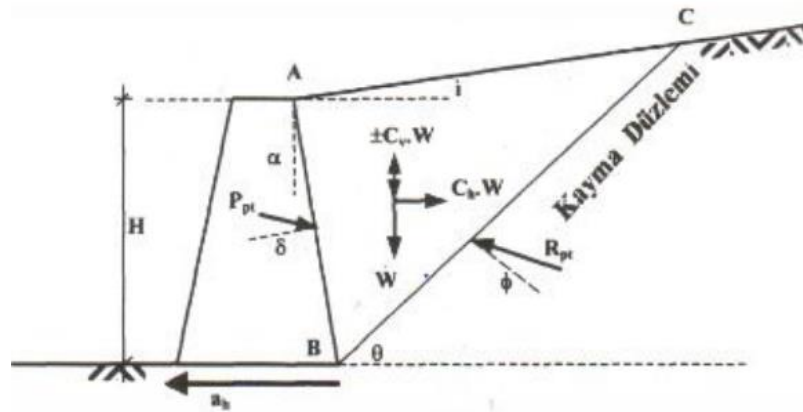
$$P_{at} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{at} \quad (4.26)$$

bağıntısı ile hesaplanabilmektedir.

Bu denklemde ;

K_a : Aktif toprak basıncı katsayısı

$$K_{at} = \frac{(1 \pm k_v) \cdot \cos^2(\varphi - \lambda - \alpha)}{\cos \lambda \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \lambda) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \lambda - \beta)}{\cos(\delta + \lambda + \alpha) \cos(\beta - \alpha)}}\right]^2} \quad (4.27)$$



Şekil 4.13. Mononobe-Okabe yöntemine göre pasif zemin kamasına etkiyen kuvvetler ve kuvvet poligonu

Şekil 4.13.'de görüldüğü gibi pasif zemin kamasına etkiyen kuvvetler ve kuvvet poligonu gösterilmiştir. Burada duvara etkiyen kuvvetler;

W : Zemin kamasının ağırlığı,

P_{pt} : Toplam pasif toprak itkisi,

R : Göçme düzlemi boyunca yüzey sürtünme ve normal kuvvetlerin bileşkesi,

$c_h W$: Yatay yöndeki zemin atalet kuvveti,

$c_v W$: Düşey yöndeki zemin atalet kuvveti.

Pasif zemin itkisi;

$$P_{pt} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{pt} \quad (4.28)$$

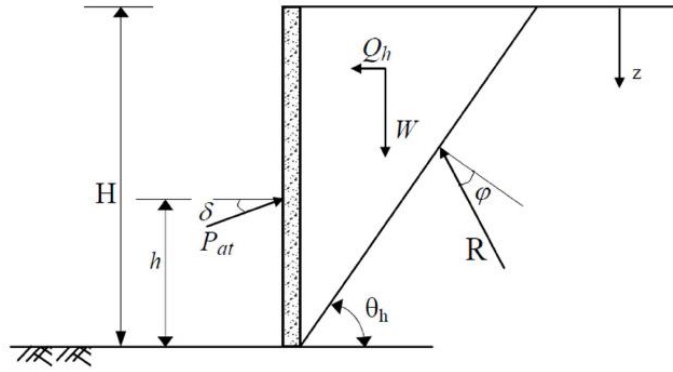
K_{pt} : Toplam pasif yanal toprak basıncı katsayısı olup Denklem (4.29)'da ifade edilmiştir.

$$K_{pt} = \frac{(1 \pm k_p) \cdot \cos^2(\varphi - \lambda + \alpha)}{\cos \lambda \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta - \alpha + \lambda) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \lambda + \beta)}{\cos(\delta - \lambda + \alpha) \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2} \quad (4.29)$$

Kuvvetler dengesi dayandığı ve güvenilir sonuç verdiği için birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de bu yöntem kullanılmakta ve deprem yönetmelikleri bu teoriden yararlanmaktadır.

4.4.2. Steedman-Zeng yöntemi

1990 yılında geliştirilen Steedman-Zeng yönteminde, dayanma duvarlarına etkiyen dinamik toprak basıncı faz farkları ve ivme büyütme etkilerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Bu hesapla aktif toprak basıncı bu hesaba dahil edilir.



Şekil 4.14. Steedman-Zeng yöntemi dayanma yapısına etkiyen kuvvetler

Şekil 4.14.'de verilen sabit tabanlı bir dayanma duvarına, tabanda harmonik yatay ivme (a_h) etkirse, z derinlikteki ivme denklem (4.30) verilmiştir.

$$a(z,t) = a_h \cdot \sin \left[\omega \cdot \left(t - \frac{H-z}{V_s} \right) \right] \quad (4.30)$$

Duvarın üst noktasından itibaren z derinliğindeki bir elemanın bir zemin elemanın kütlesi(m) Denklem (4.31) ile hesaplanmaktadır.

$$m(z) = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{(H-z)}{\tan \theta} dz \quad (4.31)$$

Üçgen kamaya etkiyen toplam yatay kuvvet $Q_h(t)$, dayanma duvarına etkiyen toplam atalet kuvveti ise aşağıdaki Denklem (4.32) ile hesaplanmaktadır.

$$Q_h(t) = \int_0^H m(z) \cdot a(z,t) \cdot dz = \frac{\Omega \cdot \gamma \cdot a_h}{4\pi^2 g \cdot \tan \theta} [2\pi \cdot H \cdot \cos \xi - \sin \omega \cdot t] \quad (4.32)$$

$\lambda = 2\pi V_s / \omega$ kayma dalgasının dalga boyu ve (ω) açısal frekanstır
 $\xi = t - H / V_s$ olarak hesaplanmaktadır.

Kamanın rijit olması halinde denklem(4.33) kullanılmaktadır.

$$\lim_{V_s \rightarrow \infty} (Q_h)_{\max} = k_h \cdot W \quad (4.33)$$

$Q_h(t)$ 'nin limiti Mononobe-Okabe yöntemine eşit olur.

Dayanma duvarın etkiyen toplam aktif toprak basıncı denklem(4.34) ile hesaplanmaktadır.

$$P_{at}(t) = \frac{Q_h(t) \cdot \cos(\theta - \varphi) + W \cdot \sin(\theta - \varphi)}{\cos(\delta + \varphi - \theta)} \quad (4.34)$$

Dayanama duvarı arkasındaki toprak basıncın dağılım denklem(4.35) gösterilmiştir.

$$P_{at}(t) = \left\{ \frac{\gamma \cdot z}{\tan \theta} \cdot \frac{\sin(\theta - \varphi)}{\cos(\delta + \varphi - \theta)} \right\} + \left\{ \frac{c_h \cdot \gamma \cdot z}{\tan \theta} \cdot \frac{\cos(\theta - \varphi)}{\cos(\delta + \varphi - \theta)} \sin \left[\omega \left(t - \frac{z}{v_s} \right) \right] \right\} \quad (4.35)$$

İlk belirtilen denklemde, zaman hesaba katılmayıp derinlikle doğrusal olarak artmaktadır. Böylece statik toprak basıncı oluşmaktadır. Statik bileşke kuvvetin etkiye noktası taban noktasından $H/3$ kadardır. İkinci belirtilen denklem(4.35) ise, dinamik toprak basıncını hesaplanmaktadır. Zamana bağlı olarak değiştiği için (t) uygulama noktası denklem (4.36) hesaplanmıştır [16].

$$h(t) = \frac{2\pi^2 H^2 \cos \omega \xi + 2\pi \cdot \Omega \cdot H \sin \omega \xi - \Omega^2 (\cos \omega \xi - \cos \omega t)}{2 \cdot \pi \cdot H \cdot \cos \omega \xi + \pi \cdot \Omega (\sin \omega \xi - \sin \omega t)} \quad (4.36)$$

4.4.3. Prakash - Saran yöntemi

Prakash ve Saran tarafından 1968 yılında bu yöntem kohezyonlu zeminlerde dinamik toprak basıncı hesaplanmak amacıyla geliştirilmiştir. Zemin yayılı yük halinde ve yatay olarak kabul edilmiştir. Yatay zeminde depremde oluşan etkiler sadece yatay olarak dikkate alınmıştır.

Basınç katsayıları dikkate alınarak dayanma duvarına gelen toplam etki denklem (4.37) ile gösterilmiştir.

$$P_{at} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot (K_{at})_{\gamma} + q \cdot H \cdot (K_{at})_q + c \cdot H \cdot (K_{at})_c \quad (4.37)$$

Denklem (4.37) Kohezyon katsayısı,

$$(K_{at})_c = \frac{\cos \beta \cdot \sec \alpha + \cos \varphi \cdot \sec \theta_1}{\sin(\beta + \delta)} \quad (4.38)$$

Denklem (4.38) Yayıllı yük katsayısı

$$(K_{at})_q = \frac{[(n+1) \cdot \tan \alpha + \tan \theta_1] \cdot [\cos(\theta_1 + \varphi) + C_h \cdot \sin(\theta_1 + \varphi)]}{\sin(\beta + \delta)} \quad (4.39)$$

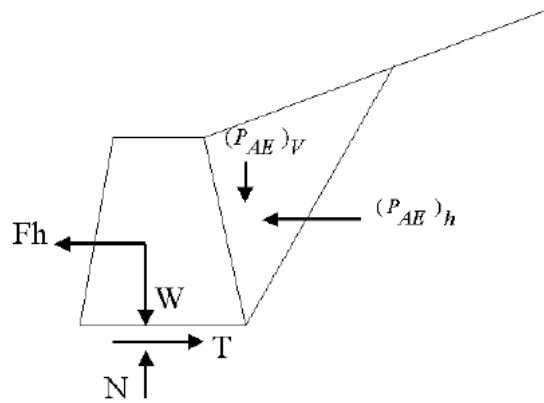
Denklem (4.40) Birim ağırlıktan doğan toplam katsayı;

$$(K_{at})_{\gamma} = \frac{[(n+1) \cdot (\tan \alpha + \tan \theta_1) + n^2 \cdot \tan \alpha] \cdot [\cos(\theta_1 + \varphi) + C_h \cdot \sin(\theta_1 + \varphi)]}{\sin(\beta + \delta)} \quad (4.40)$$

4.4.4. Richards - Elms yöntemi

1979 yılında Richards – Elms yönteminde deprem etkisi altında dayanma yapılarında izin verilebilir yer değiştirmeleri dikkate alınarak hesap yapılmıştır. Dayanma duvarlarına gelen atalet kuvvetleri ve izin verilebilir yer değiştirmeler birleştirilerek hesap yapılmıştır. Dayanma duvarı olarak ağırlık tipi dayanma duvarlarının kullanılmasının sebebi atalet kuvvetlerinin büyük olmasıdır.

Model olarak kullanılan dayanma duvarında Newmark (1965) Kayan Blok modeline göre öteleme hareketiyle beraber, dolgu kaması duvar ile birlikte hareket eder. Zemin ile duvar arasında kritik ivme belirlenerek duvarın hareketi tespit edilir. Şekil 4.14.'de görüldüğü gibi duvara etkiyen ivme, yenilme ivmesinin düşeyde yukarı doğru olan N kuvvetine eşit olduğu zaman, düşey ve yatay kuvvetlerin dengesinden bulunur.



Şekil 4.17. Richards – Elms modeline dayanma duvarına etkiyen kuvvetler

$$T = F_h + (P_{AE})_h \quad (4.41)$$

$$N = W + (P_{AE})_v \quad (4.42)$$

$T = N \tan \phi_b$, $F_h = a_y W/g$, $(P_{AE})_h = P_{AE} \cos(\delta + \theta)$ ve $(P_{AE})_v = P_{AE} \sin(\delta + \theta)$ yer değiştirmelerini yaparak, yenilme ivmesi aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$a_y = \left[\tan \phi_b - \frac{P_{AE} \cos(\delta + \theta) - P_{AE} \sin(\delta + \theta)}{W} \right] g \quad (4.43)$$

Okabe yönteminde verilen bağıntıyla hesaplanabileceğini ifade etmişler, istinat duvarının kalıcı yer değiştirmesinin belirlenmesi için ise aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır.

$$D = 0,087 \frac{V^2}{Ag} \left(\frac{N}{A} \right)^{-4} \quad (4.44)$$

BÖLÜM 5. DAYANMA YAPILARININ TASARIMINDA (DBYBHY) (2007) VE (TBDY) (2018) GÖRE DEPREM GÜVENLİĞİNİN İNCELENMESİ

5.1. Giriş

Dayanma yapılarının hesabı için önerilen yöntemlerin genelini temelin Mononobe-Okabe metodu oluşturmaktadır [21]. Ülkemizde afete dayalı yapı tasarımında kullanılan yönetmelikler aşağıda belirtilmiştir.

- Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaat Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi (1940)
- Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi (1944)
- Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği (1949)
- Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1953)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1962)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1968)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1975)
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1998)
- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007)
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018)

Dayanma (istinat) yapılarına deprem kuvvetinden dolayı ek dinamik yükler etki etmektedir. Yapılan tasarımlarda deprem etkisini de hesaba katarak tasarım yapılması gerekmektedir. Dayanma yapılarına ilişkin koşullarda 2007 ve 2018 yıllarında yayınlanan yönetmeliklerde bazı durum ve koşullar getirilmiştir. Deprem etkisi altında yapının yeterli bir güvenlikte kalması amacıyla etkin zemin parametreleri geliştirilmiştir. Depremler sırasında oluşacak deprem ivmelerini gösteren “Deprem

Tehlike Haritası” 2018 yılında yayınlanmıştır. 2019 yılında ise “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği” yürürlüğe girmiştir.

Bu çalışmada dinamik ve statik etkiler altında dayanma yapılarının tasarımında kullanılan, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) (2007) ile Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (2018) karşılaştırılarak, farklı zemin özellikleri farklı ivmeler için analizler yapılmıştır. Analizler etkin yer ivme katsayısı (A_o), zeminin tasarım kayma direnci açısı (ϕ), farklı zemin grupları gözetilerek yapılmıştır.

Hesaplamalar excel çalışma dosyası üzerinden hazırlanarak, dayanma duvarı modelinde zemin özellikleri dikkate alınarak sonuçlar yönetmeliklere ve parametrelerin etkilerine göre karşılaştırılarak tablo haline getirilmiştir.

5.2. Türkiye Deprem Tehlike Haritası

En son 1996 yılında yürürlüğe giren Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından yenilenmiş, 18 Mart 2018 tarih ve 30364 sayılı (mükerrer) Resmi Gazete’de yayımlanmıştır. Yeni harita 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir [22].

Türkiye Deprem Tehlike Haritası en güncel deprem verilerini içermektedir. Yeni haritada, bir önceki haritadan farklı olarak deprem bölgeleri yerine en büyük yer ivmesi değerleri gösterilmiş ve “deprem bölgesi” kavramı ortadan kaldırılmıştır.

Deprem tehlike haritası “Risk” haritası olmamakla birlikte, risk altında belirlenmesi için yapı, nüfus, ekonomik gibi verilerin bir bütün haline getirilmesiyle elde edilmesi gerekmektedir.

Bu haritalara <https://tdth.afad.gov.tr/> adresli internet sitesinden erişilebilmektedir.

2018 TB DY kapsamında T rkiye Deprem Tehlike Haritası'nda d r t farklı deprem yer hareketi d zeyi tanımlanmıştır.

- Deprem Yer Hareketi D zeyi-1 (DD-1)

DD-1 Deprem Yer Hareketi, spektral b y k l klerin 50 yılda a şılma olasılığının %2 ve buna kar şı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl oldu ğu çok seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, göz önüne alınan en b y k deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır.

- Deprem Yer Hareketi D zeyi-2 (DD-2)

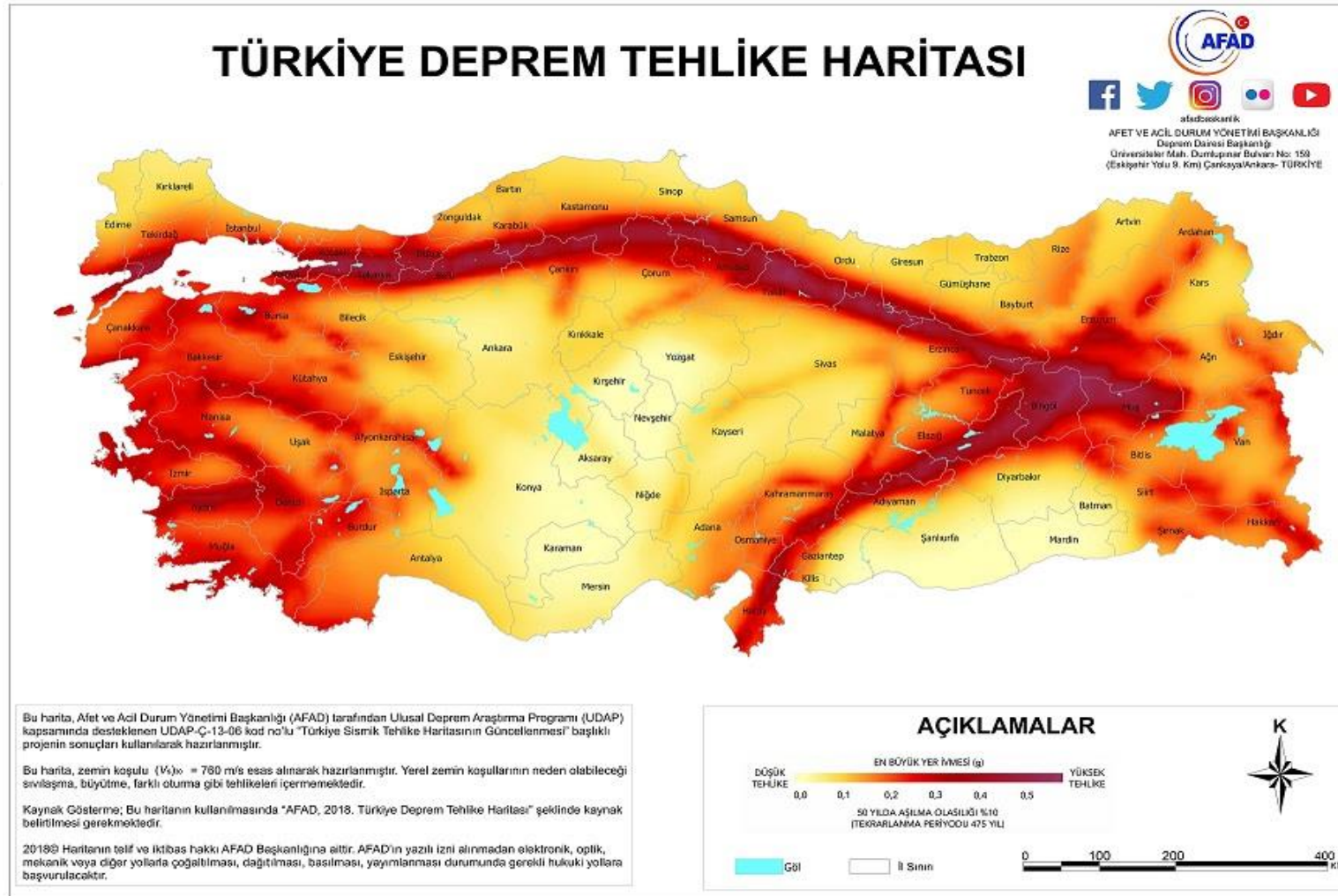
DD-2 Deprem Yer Hareketi, spektral b y k l klerin 50 yılda a şılma olasılığının %10 ve buna kar şı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl oldu ğu seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, standart tasarım deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır. Genellikle yapılan hesaplarda DD-2 deprem d zeyi kullanılmaktadır.

- Deprem Yer Hareketi D zeyi-3 (DD-3)

DD-3 Deprem Yer Hareketi, spektral b y k l klerin 50 yılda a şılma olasılığının %50 ve buna kar şı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl oldu ğu sık deprem yer hareketini nitelemektedir.

- Deprem Yer Hareketi D zeyi-4 (DD-4)

DD-4 Deprem Yer Hareketi, spektral b y k l klerin 50 yılda a şılma olasılığının %68 (30 yılda a şılma olasılığı %50) ve buna kar şı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl oldu ğu çok sık deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, servis deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır.



Şekil 5.1. AFAD, 2018 -Türkiye Deprem Tehlike Haritası.

5.3. 2007 DBYBHY (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'e) Göre Yanal Toprak Basınçları İçin Çözüm Adımları

Ülkemizin neredeyse her bölgesi tehlikeli deprem kuşağında yer alması sebebiyle, deprem bölgelerinde yapılacak betonarme, çelik, yığma ve dayanma yapılarına ilişkin tasarımda 2007 yılında yayınlanan “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik’te” belirlenen kural ve koşullara uyulması istenilmiştir [23].

Dayanma yapıların inşasında, tasarlanacak yapının bazı verilerinin bilinmesi gerekmektedir. Bölgenin zemin grubu, yerel zemin sınıfları, yer altı su seviyeleri belirlenerek, dayanma duvarı için deprem bölgesine bağlı olarak etkin yer ivmesi katsayısı, yapı önem katsayısı gibi değerler yönetmelikten alınarak çözümler yapılır. 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğe ilişkin veriler tablo halinde belirtilmiştir.

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıkılık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar.... 2. Çok sıkı kum, çakıl..... 3. Sert kil ve siltli kil.....	— > 50 > 32	— 85–100 —	> 1000 — > 400	> 1000 > 700 > 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar.... 2. Sıkı kum, çakıl..... 3. Çok katı kil ve siltli kil...	— 30–50 16–32	— 65–85 —	500–1000 — 200–400	700–1000 400–700 300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar..... 2. Orta sıkı kum, çakıl..... 3. Katı kil ve siltli kil.....	— 10–30 8–16	— 35–65 —	< 500 — 100–200	400–700 200–400 200–300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları..... 2. Gevşek kum..... 3. Yumuşak kil, siltli kil.....	— < 10 < 8	— < 35 —	— — < 100	< 200 < 200 < 200

Şekil 5.2. Zemin Grupları [23].

Yerel Zemin Sınıfı	Tablo 6.1'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

Şekil 5.3. Yerel Zemin Sınıfları [23].

DBYBHY 6.4.1.1 – “Statik toprak basıncı ile depremde oluşan ek dinamik toprak basıncının toplamını hesaplamak için kullanılacak Toplam Aktif Basınç Katsayısı (K_{at}) ve Toplam Pasif Basınç Katsayısı (K_{pt}) emniyetli yönde kalmak amacıyla zeminin kohezyonu ihmal edilerek, denklem (5.1) ve (5.2) ile verilmiştir.”

$$K_{at} = \frac{(1 \pm C_v) \cdot \cos^2(\varphi - \lambda - \alpha)}{\cos \lambda \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \lambda) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \lambda - i)}{\cos(\delta + \alpha + \lambda) \cdot \cos(i - \alpha)}} \right]^2} \quad (5.1)$$

$$K_{pt} = \frac{(1 \pm C_v) \cdot \cos^2(\varphi - \lambda - \alpha)}{\cos \lambda \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta - \alpha + \lambda) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \lambda + i)}{\cos(\delta - \alpha + \lambda) \cdot \cos(i - \alpha)}} \right]^2} \quad (5.2)$$

Formülde belirtilen “Eşdeğer deprem katsayısına bağlı olarak bulunan açı” (λ) kuru zemin ve su seviyesinin altındaki zeminler için denklem (5.3) ve (5.4) verilmiştir.

Kuru zeminlerde,

$$\lambda = \tan^{-1} \left[\frac{C_h}{(1 \pm C_v)} \right] \quad (5.3)$$

Su seviyesinin altındaki zeminlerde,

$$\lambda = \tan^{-1} \left[\frac{\gamma_s}{\gamma_b} \frac{C_h}{(1 \pm C_v)} \right] \quad (5.4)$$

Denklemleriyle hesaplanmaktadır. C_h ve C_v değerleri eşdeğer deprem katsayılarını ifade etmektedir.

Yatay eşdeğer deprem katsayısı (C_h);

Düşeyde serbest konsol olarak çalışan dayanma duvarlarında,

$$C_h = 0.2 \cdot (I + 1) \cdot A_o \quad (5.5)$$

Yatayda bina döşemeleri ya da ankrajla mesnetlenmiş dayanma yapılarında,

$$C_h = 0.3 \cdot (I + 1) \cdot A_o \quad (5.6)$$

denklemleriyle hesaplanır. Burada (A_o) etkin yer ivmesi katsayısını, (I) yapı önem katsayısını göstermektedir. DBYBHY 2007 (A_o) etkin yer ivmesi katsayısı ve (I) yapı önem katsayısını Şekil 5.4. ve Şekil 5.5.'te gösterilmiştir.

Deprem Bölgesi	A_o (Etkin Yer İvme Kat Sayısı)
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Şekil 5.4. Etkin Yer İvme Katsayısı (A_o) [23].

<i>Binanın Kullanım Amacı veya Türü</i>	<i>Bina Önem Katsayısı (I)</i>
<u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
<u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
<u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<u>4. Diğer binalar</u> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

Şekil 5.5. Bina Önem Katsayısı [23].

Deprem eşdeğer katsayısı açısını etkileyen düşey eşdeğer deprem katsayısı C_v , denklem (5.7) ile tanımlanmıştır. Ancak, yatay doğrultuda bina döşemeleri ile mesnetlenmiş bodrum duvarlarında $C_v = 0$ alınacaktır.

$$C_v = \frac{2 C_h}{3} \quad (5.7)$$

Depremden oluşan dinamik aktif basınç katsayısı K_{ad} ve dinamik pasif basınç katsayısı K_{pd} , denklem (5.8) ve (5.9) ile gösterilmiştir.

K_{ad} : Dinamik aktif basınç katsayısı

$$K_{ad} = K_{at} - K_{as} \quad (5.8)$$

K_{pd} : Dinamik pasif basınç katsayısı

$$K_{pd} = K_{pt} - K_{ps} \quad (5.9)$$

Statik aktif basınç katsayısı K_{as} ve statik pasif basınç katsayısı K_{ps} , λ açısı sıfır ve düşey eşdeğer deprem katsayısı k_v sıfır alınarak elde edilebilir.

Statik toprak basıncına ek olarak deprem durumunda zemin kütesinden ötürü oluşan ek dinamik aktif ve pasif toprak basıncının zemin yüksekliği boyunca değişimi denklem (5.10) ve (5.11) ile tanımlanmıştır.

$$P_{ad}(z) = 3 K_{ad} (1 - z / H) p_v(z) \quad (5.10)$$

$$P_{pd}(z) = 3 K_{pd} (1 - z / H) p_v(z) \quad (5.11)$$

Statik aktif toprak basınç kuvvetinin bileşkesi;

$$P_{as} = \frac{1}{2} \cdot K_{as} \cdot \gamma \cdot H^2 \quad (5.12)$$

Dinamik aktif toprak basınç kuvvetinin bileşkesi;

$$P_{ad} = \frac{1}{2} \cdot K_{ad} \cdot \gamma \cdot H^2 \quad (5.13)$$

5.4. 2018 TBDY (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne) Göre Yanal Toprak Basınçları İçin Çözüm Adımları

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018) yapılan en büyük değişikliklerden birisi 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğindeki deprem derece kavramlarının, etkin yer ivme katsayısının yerine, tasarım spektrumu kavramının almasıdır. Deprem Tehlike Haritasındaki (Şekil 5.1.) alınan koordinat verileri ya da konum işaretleme yöntemiyle her alanda farklı bir tasarım spektral ivme kat sayısı belirlenmektedir. Böylece her konum için farklı yatay (k_h) ve düşey (k_v) statik-eşdeğer deprem katsayısı hesaplanmaktadır.

Denklem (5.14) yatay (k_h) statik- eşdeğer deprem katsayısı hesaplanmaktadır. Buna bağlı olarak da denklem (5.15) düşey (k_v) statik-eşdeğer deprem katsayısı verilmiştir.

$$k_h = \frac{0.4S_{DS}}{r} \quad (5.14)$$

$$k_v = \frac{k_h}{2} \quad (5.15)$$

Buradan;

k_h : Yatay statik-eşdeğer deprem katsayısı

k_v : Düşey statik-eşdeğer deprem katsayısı

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı

r : Statik-eşdeğer deprem azaltma katsayısı

Dayanma Yapısının Tipi	r
En fazla $120S_{DS}$ (mm) yerdeğiştirmeye izin verilen ağırlık tipi duvarlar	2.0
En fazla $80S_{DS}$ (mm) yerdeğiştirmeye izin verilen ağırlık tipi duvarlar	1.5
Ankrajlı duvarlar, yerdeğiştirmesine izin verilmeyen ağırlık tipi duvarlar	1.0

Şekil 5.6. Statik-eşdeğer deprem azaltma katsayısı [12].

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30 cm]	$(c_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	–	–
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

Şekil 5.7. Zemin Grupları [12].

Dayanma duvarın etkiyen statik ve dinamik toprak basıncını toplam bileşke kuvveti Denklem (5.16) ile hesaplanmaktadır.

$$P_t = K(1 \pm k_v) \cdot \left(\frac{1}{2}\gamma \cdot H^2 + q \cdot H\right) + P_{su} + \Delta P_{su} \quad (5.16)$$

Burada (H) duvar yüksekliğini, (γ)zeminin tipik birim hacim ağırlığını, (q) ek yükü (sürşarj), K toplam (statik + dinamik), aktif (K_a) veya pasif (K_p) toprak basıncı katsayısını, k_v düşey statik-eşdeğer deprem katsayısını, P_{su} ve ΔP_{su} ise bileşke statik ve dinamik su basınçlarını göstermektedir.

Toplam aktif basınç katsayısı $\beta \leq \varphi'_d - \theta$ olması durumunda Denklem (5.17);

$$K_{at} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi'_d - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta_d) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi'_d + \delta_d) \cdot \sin(\varphi'_d - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta_d) \cdot \sin(\psi + \beta)}}\right]^2} \quad (5.17)$$

Toplam aktif basınç katsayısı $\beta > \varphi'_d - \theta$ olması durumunda Denklem (5.18) ile hesaplanmaktadır.

$$K_{at} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi'_d - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta_d)} \quad (5.18)$$

Toplam pasif basınç katsayısı zemin ile duvar arasında sürtünme olmadığı kabulünde Denklem (5.19) ile hesaplanmaktadır.

$$K_{pt} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi'_d - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi + \theta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi'_d) \cdot \sin(\varphi'_d + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \theta_d) \cdot \sin(\psi + \beta)}}\right]^2} \quad (5.19)$$

Denklem (5.17), (5.18) ve (5.19) belirtilen açılar aşağıda verilmiştir.

β : Duvar arkası zemin yüzeyinin yataya göre yaptığı eğim açısı

θ : Sismik açı

δ_d : Zemin ile duvar arasındaki sürtünme açısı

ψ : Duvar arka yüzeyinin duvar tabanı ile yaptığı açı

φ'_d : Zeminin tasarım kayma direnci açısı

Statik durum olması durumunda; Denklem (5.17), Denklem (5.18), Denklem (5.19) ile verilen bağıntıda $\theta=0$ alınarak işlem yapılır.

Sismik açı (θ) eşdeğer deprem katsayılarına bağlı olarak bulunan bir açıdır.

Su seviyesinin temel taban seviyesi altında olması durumunda ($P_{su}=\Delta P_{su}=0$) ; Denklem (5.20) ile hesaplanmaktadır.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v} \right) \quad (5.20)$$

Su seviyesinin temel taban seviyesi üstünde olması ve zeminin dinamik olarak geçiririz olması durumunda Denklem (5.21) ile hesaplanmaktadır.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\gamma}{\gamma_d - \gamma_{su}} \frac{k_h}{1 \pm k_v} \right) \quad (5.21)$$

Su seviyesinin temel taban seviyesi üstünde olması ve zeminin dinamik olarak geçiririz olması durumunda Denklem (5.22) ile hesaplanmaktadır.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\gamma}{\gamma_d - \gamma_{su}} \frac{k_h}{1 \pm k_v} \right) \quad (5.22)$$

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2 \quad (5.23)$$

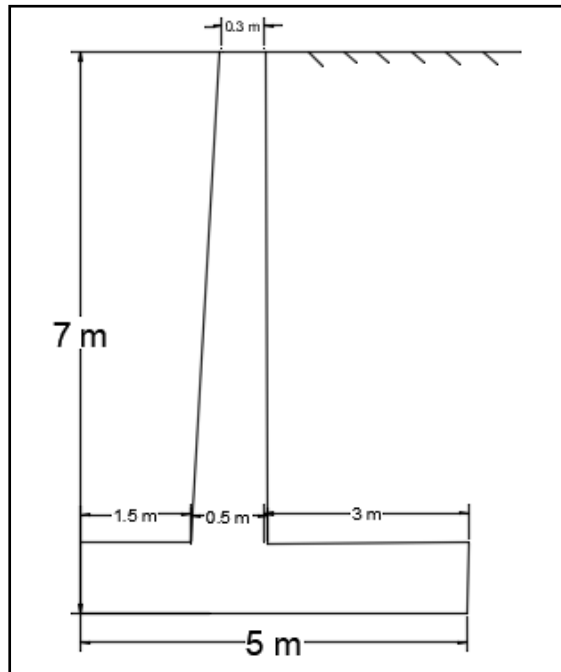
Dinamik aktif toprak basınç kuvvetinin bileşkesi;

$$\Delta P_{ae} = P_t - P_a \quad (5.24)$$

5.5. Model Oluşturularak Değişken Olarak Kullanılacak Parametreler

Dayanma Yapılarındaki uygulanması gereken, Deprem Bölgesinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (2007) ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğindeki (2018) hesap, yöntem ve adımlarına bakıldığında; yeni düzenlemelerle beraber, yapının güvenliliğin artmasının hedeflenmiş olduğunu görmekteyiz. Bu durumda yeni yönetmelikten önce yapılan yapılar hakkında düşünmemiz gerekmektedir. Bu çalışmada yeni yönetmelik ve eski yönetmelik kuralları dikkate alındığında, bir modelleme sistemiyle karşılaştırmalı yapılarak, dayanma yapılarına gelen dinamik yüklerindeki değişim analiz edilmiştir.

Bu bağlamda yanal toprak basınçlarına etki eden parametreler kullanılmıştır. Etkin yer ivme kat sayısı değişkeni, içsel sürtünme açısı değişkeni dikkate alınarak modelleme yapılmıştır. Değişen parametrelerle beraber statik ve dinamik yanal toprak basınçları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007) 'e göre bulunmuş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.



Şekil 5.8. Yer İvme Katsayısı Değişkenlik Parametresi Uygulama Örneği.

H yüksekliğinin artmasıyla duvara gelen yatay itki de artmaktadır. $P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2$ (5.23) hesap formülünde H yüksekliğinin artması dinamik yük artışına sebep olmaktadır. Oluşturulan modelde duvar yüksekliği 4 farklı şehir ve farklı konumlarında aynı yükseklik seçilerek, bu şekilde karşılaştırma yapılmıştır. Tüm karşılaştırmalı modellerde; H= 7 metre yüksekliğindeki tek konsol duvar modeli kullanılmıştır.

Bu veri değişkeninde Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'te (2007) kullanılan A_0 (Etkin Yer İvme Katsayısı) olarak kullanılan değerler ile Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018) kullanılan PGA (En yüksek İvme Katsayısı) değerleri ülkemizin farklı ivme değerleri dikkate alınarak modelleme yapılmıştır.

DBYBHY'de (2007) yer alan A_0 parametresi deprem tehlikesini göstermekte iken, TBDY'de (2018) S_1 ve S_S olarak iki parametre ile kullanılmaktadır. DBYBHY'de (2007) yatay eşdeğer deprem katsayısı k_h formülü, A_0 değerine bağlı iken, TBDY'de k_h formülü, S_{DS} (kısa periyot tasarım ivme katsayısı) değerine bağlıdır.

DBYBHY'de (2007) A_0 deprem bölgesine bağlı 4 farklı değer alırken, TBDY'de kullanılan S_{DS} değeri haritadaki her konuma göre ve zemin sınıflarına göre değişmektedir. Dolayısıyla C_h değerleri TBDY'de her zemin sınıfına göre değişmektedir [21].

Bu uygulamada DBYBHY'de (2007) yer alan A_0 parametresi 1.deprem deprem bölgesi Sakarya, 2.derece deprem bölgesi İstanbul, 3.derece deprem bölgesi Kayseri, 4.derece deprem bölgesi Ankara mevkileri kullanılarak, TBDY (2018) ile karşılaştırılmıştır.

r	1.5	γ	18 kN/m ³
β	0°	γ_d	21 kN/m ³
α	0°	ϕ	30°
c	0		

Şekil 5.9. Kullanılan Sabit Parametreler

- Sakarya (Adapazarı) 1.Konum



Şekil 5.10. Uygulama Örnek Alan Sakarya Konum 1

Sakarya Konum 1 Enlem: 40.777575°, Boylam: 30.404940° için TDTH'den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY'den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

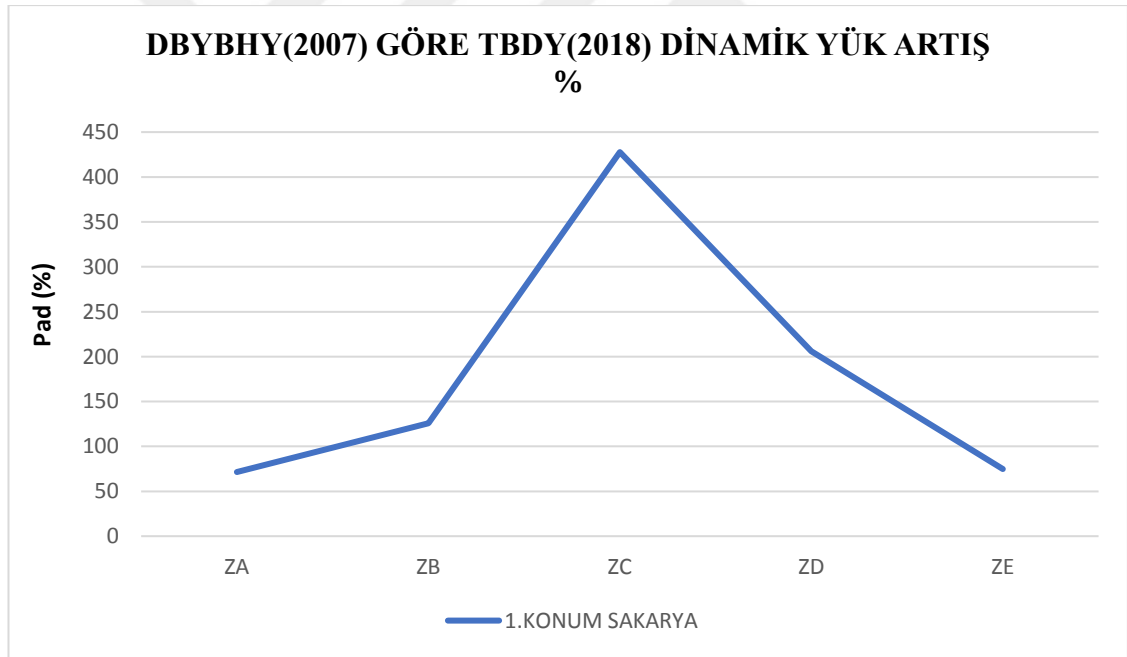
Tablo 5.1. Sakarya Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_5	F_1	F_5	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,429	1,564	0,8	0,8	0,34	1,251
ZB	0,429	1,564	0,8	0,9	0,34	1,408
ZC	0,429	1,564	1,5	1,2	0,643	1,877
ZD	0,429	1,564	1,871	1,0	0,803	1,564
ZE	0,429	1,564	2,342	0,8	1,005	1,251

Tablo 5.2. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış

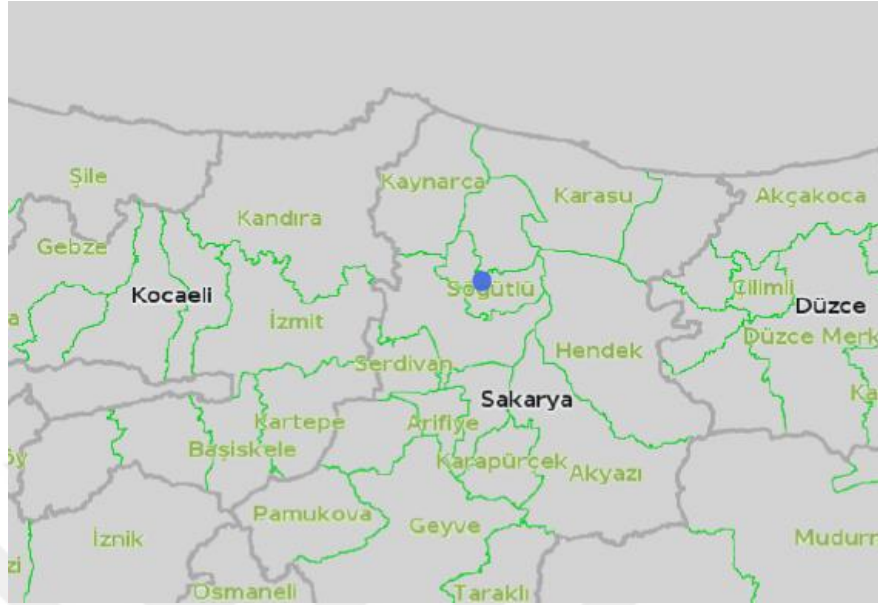
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,475	0,141	147	62,30	
ZA TBDY(2018)	0,33	0,167	0,690	0,357	147	106,83	71,47 %
ZB TBDY(2018)	0,375	0,187	0,802	0,469	147	140,68	125,81 %
ZC TBDY(2018)	0,500	0,250	1,438	1,105	147	328,77	427,72 %
ZD TBDY(2018)	0,417	0,208	0,966	0,633	147	190,57	205,89 %
ZE TBDY(2018)	0,33	0,166	0,695	0,362	147	108,79	74,62 %

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. Sakarya 1.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZC zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 427,72 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.



Şekil 5.11. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış.

- Sakarya (Söğütli) 2.Konum



Şekil 5.12. Uygulama Örnek Alan Sakarya Konum 2

Sakarya Konum 2 Enlem: 40.906078° , Boylam: 30.464529° için TDTH'den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY'den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

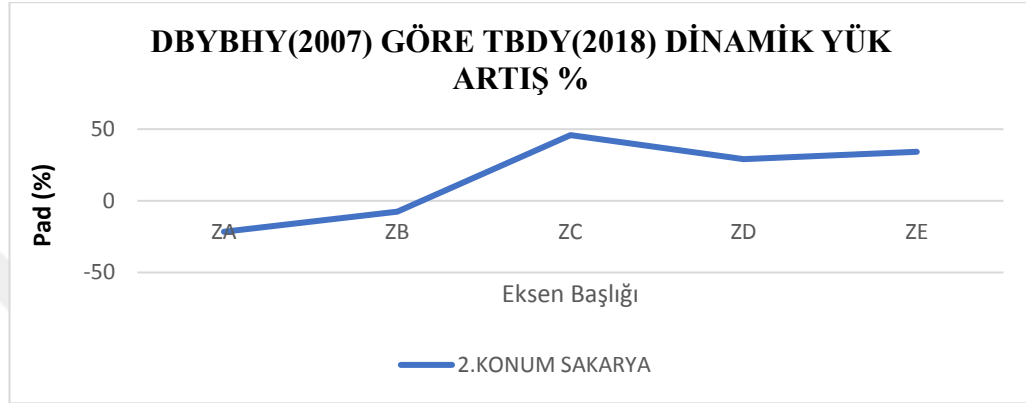
Tablo 5.3. Sakarya Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,270	0,946	0,8	0,8	0,216	0,757
ZB	0,270	0,946	0,8	0,9	0,216	0,851
ZC	0,270	0,946	1,5	1,2	0,405	1,135
ZD	0,270	0,946	2,06	1,12	0,556	1,061
ZE	0,270	0,946	2,95	1,143	0,797	1,081

Tablo 5.4. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış

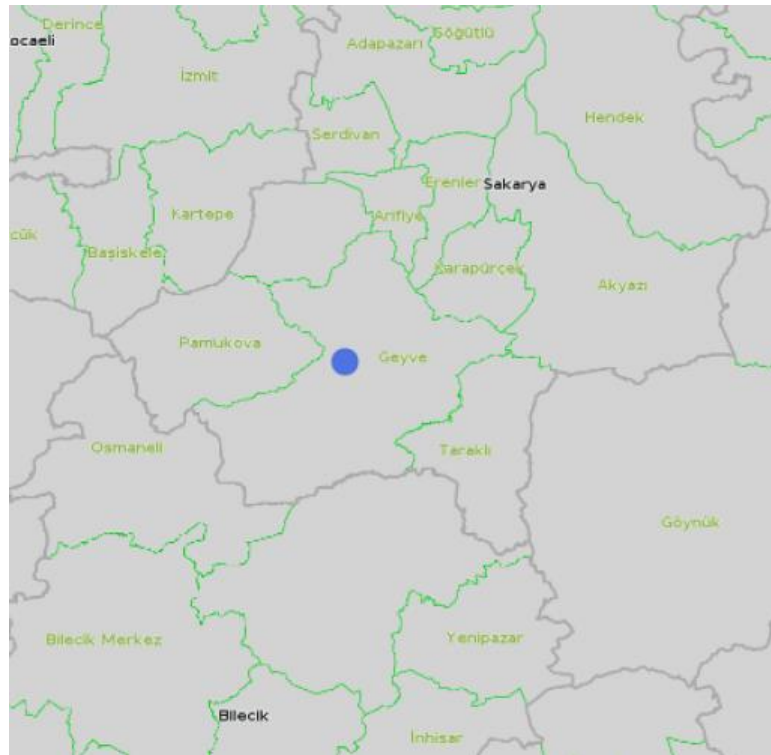
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,475	0,141	147	62,30	DBYBHY (2007) Karşılaştırma
ZA TBDY(2018)	0,201	0,100	0,493	0,16	147	48,86	-21,57 %
ZB TBDY(2018)	0,226	0,113	0,522	0,192	147	57,53	-7,65 %
ZC TBDY(2018)	0,302	0,151	0,635	0,305	147	90,87	45,85 %
ZD TBDY(2018)	0,282	0,141	0,601	0,271	147	80,78	29,66 %
ZE TBDY(2018)	0,288	0,144	0,611	0,281	147	83,65	34,26 %

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. Sakarya 2.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZC zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 45,85 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.



Şekil 5.13. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış.

- Sakarya (Geyve) 3.Konum



Şekil 5.14. Uygulama Örnek Alan Sakarya Konum 3

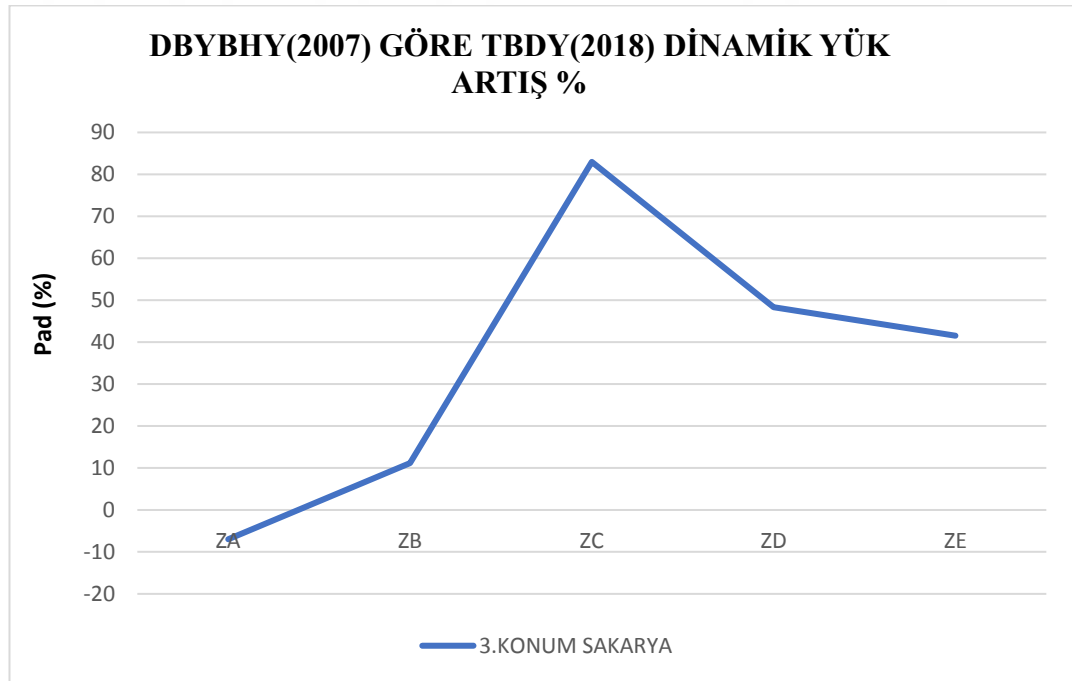
Sakarya Konum 3 Enlem: 40.511911°, Boylam: 30.300593° için TDTH'den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY'den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.5. Sakarya Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,308	1,067	0,8	0,8	0,246	0,854
ZB	0,308	1,067	0,8	0,9	0,246	0,960
ZC	0,308	1,067	1,5	1,2	0,462	1,28
ZD	0,308	1,067	1,992	1,07	0,614	1,145
ZE	0,308	1,067	2,768	1,046	0,853	1,117

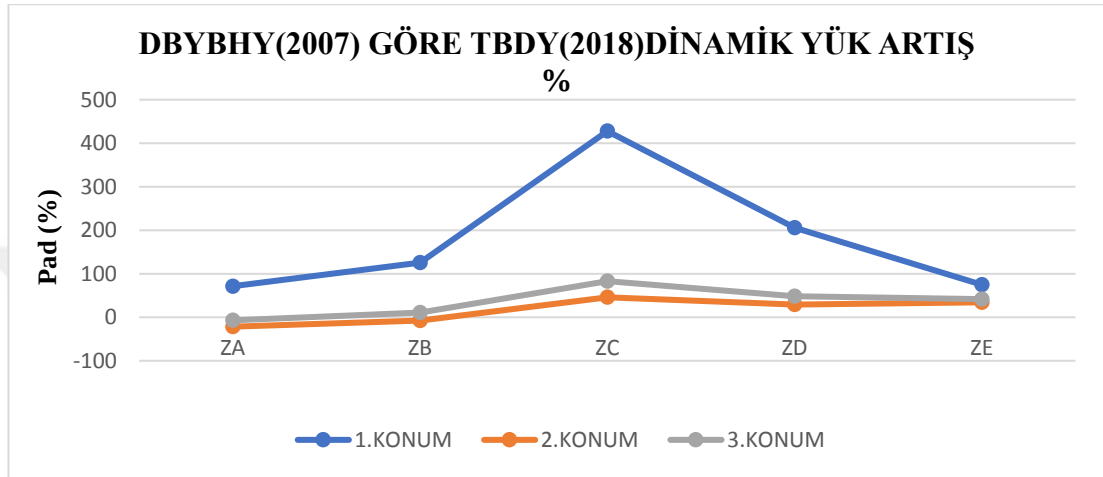
Tablo 5.6. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,475	0,143	147	62,30	
ZA TBDY(2018)	0,227	0,113	0,523	0,193	147	57,95	-6,98 %
ZB TBDY(2018)	0,256	0,128	0,562	0,232	147	69,26	11,17 %
ZC TBDY(2018)	0,341	0,17	0,713	0,38	147	114	82,98 %
ZD TBDY(2018)	0,305	0,152	0,64	0,31	147	92,43	48,36 %
ZE TBDY(2018)	0,297	0,148	0,62	0,29	147	88,18	41,54 %



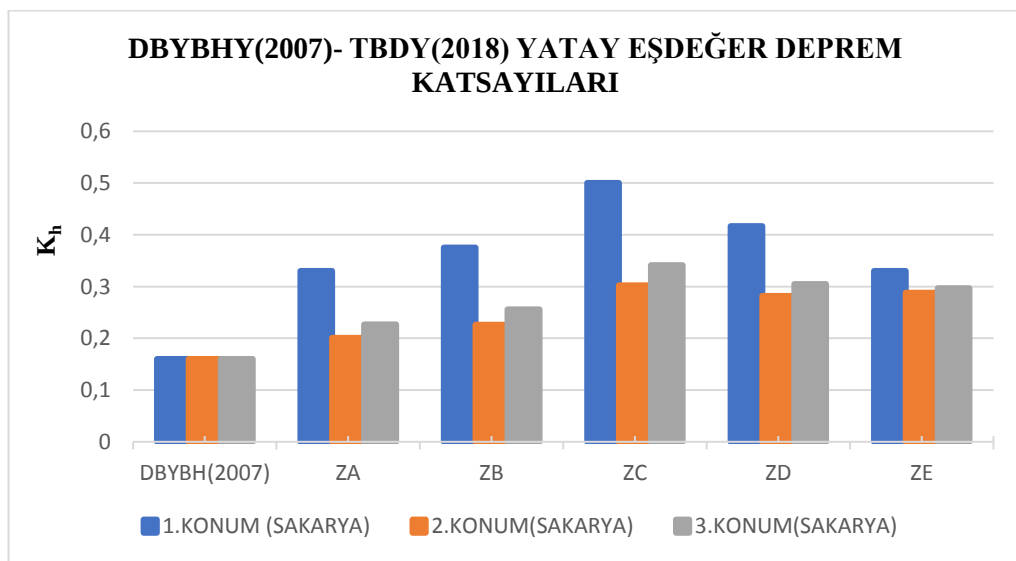
Şekil 5.15. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış.

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. Sakarya 3.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZC zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 82,98 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.

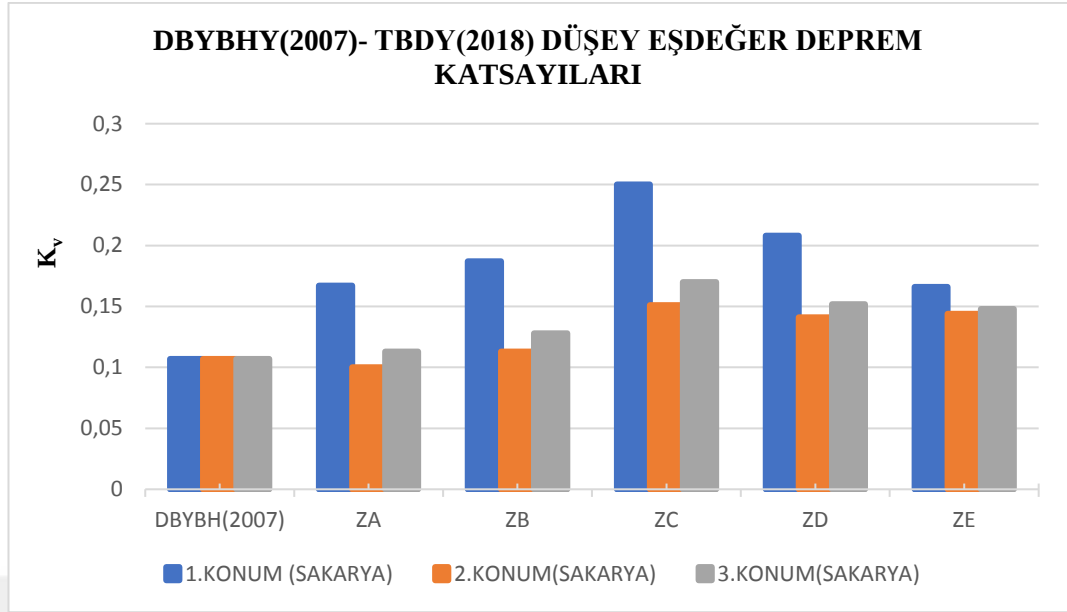


Şekil 5.16. Sakarya 3 Konum Dinamik Yük Artış.

Sakarya ilinden alınan 3 farklı zemin örneğinde ZC zemin sınıfına ait dinamik yük artış fazlası tespit edilmiştir. Diğer zemin grupları da her durumda DBYBHY (2007) göre dinamik yük artışı gözlemlenmiştir.

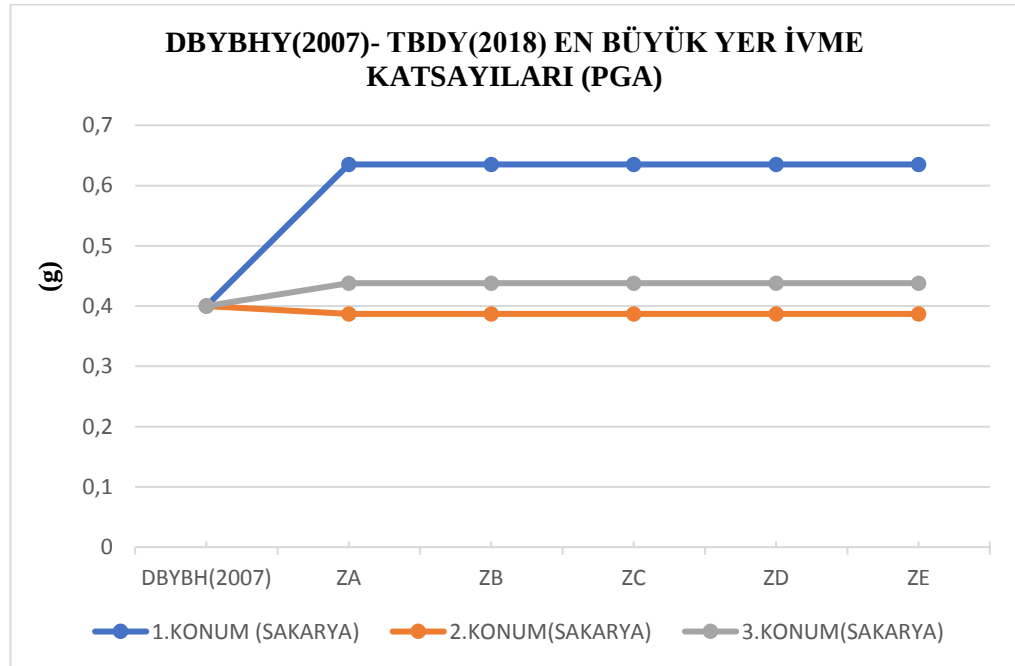


Şekil 5.17. Sakarya 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları



Şekil 5.18. Sakarya 3 Konum Düşey Eşdeğer Deprem Katsayıları

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı yatay ve düşey eşdeğer deprem katsayılarının TBDY’de (2018), DBYBHY (2007) göre her durumda artış gözlenmektedir. Zemin sınıfı ZC sınıfında zemin özelliklerinden dolayı en fazla artış belirlenmiştir.



Şekil 5.19. Sakarya 3 Konum Düşey En Büyük Yer İvme Katsayıları

- İstanbul (Beşiktaş) 1.Konum



Şekil 5.20. Uygulama Örnek Alan İstanbul Konum 1

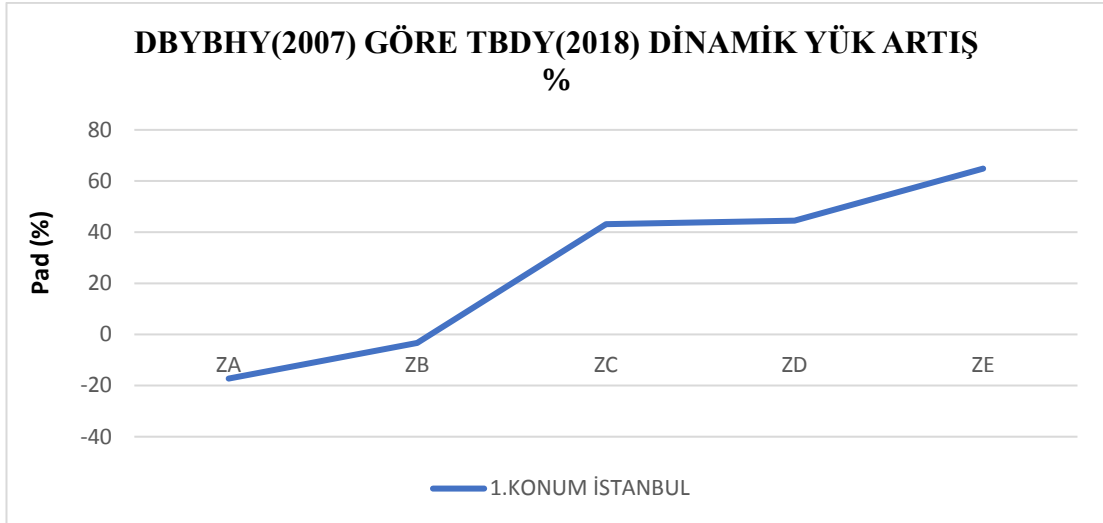
İstanbul Konum 1 Enlem: 41.067122°, Boylam: 29.043924° için TDTH'den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY'den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.7. İstanbul Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,220	0,773	0,800	0,800	0,176	0,618
ZB	0,220	0,773	0,800	0,900	0,176	0,696
ZC	0,220	0,773	1,500	1,200	0,330	0,928
ZD	0,220	0,773	2,160	1,191	0,475	0,920
ZE	0,220	0,773	3,200	1,282	0,704	0,991

Tablo 5.8. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış

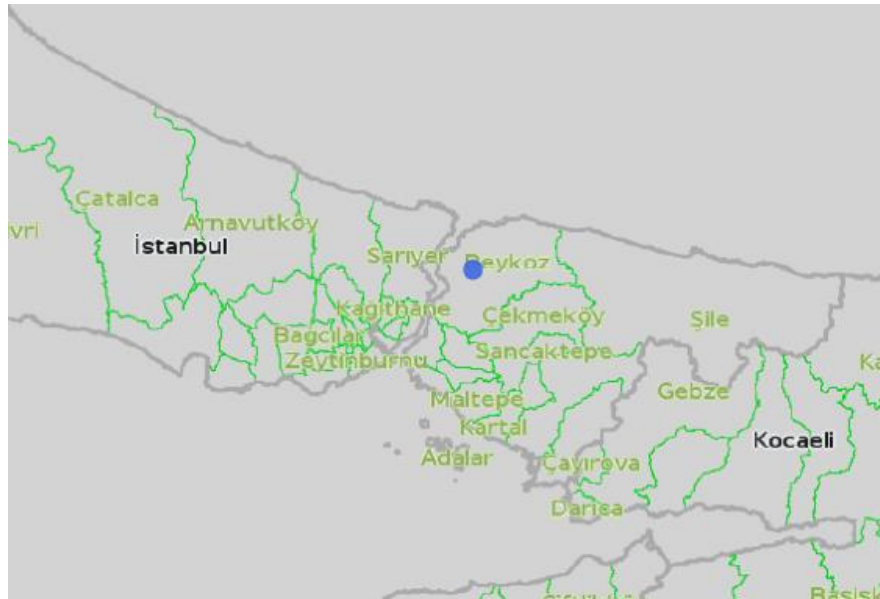
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,437	0,103	147	45,58	
ZA TBDY(2018)	0,165	0,082	0,45	0,12	147	37,71	- 17,26 %
ZB TBDY(2018)	0,185	0,09	0,476	0,143	147	44,04	- 3,37 %
ZC TBDY(2018)	0,247	0,123	0,549	0,216	147	65,58	43,18 %
ZD TBDY(2018)	0,245	0,122	0,547	0,214	147	65,84	44,45 %
ZE TBDY(2018)	0,264	0,132	0,573	0,24	147	75,14	64,85 %



Şekil 5.21. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış.

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. İstanbul 1.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZE zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 64,85 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.

- İstanbul (Beykoz) 2.Konum



Şekil 5.22. Uygulama Örnek Alan İstanbul Konum 2

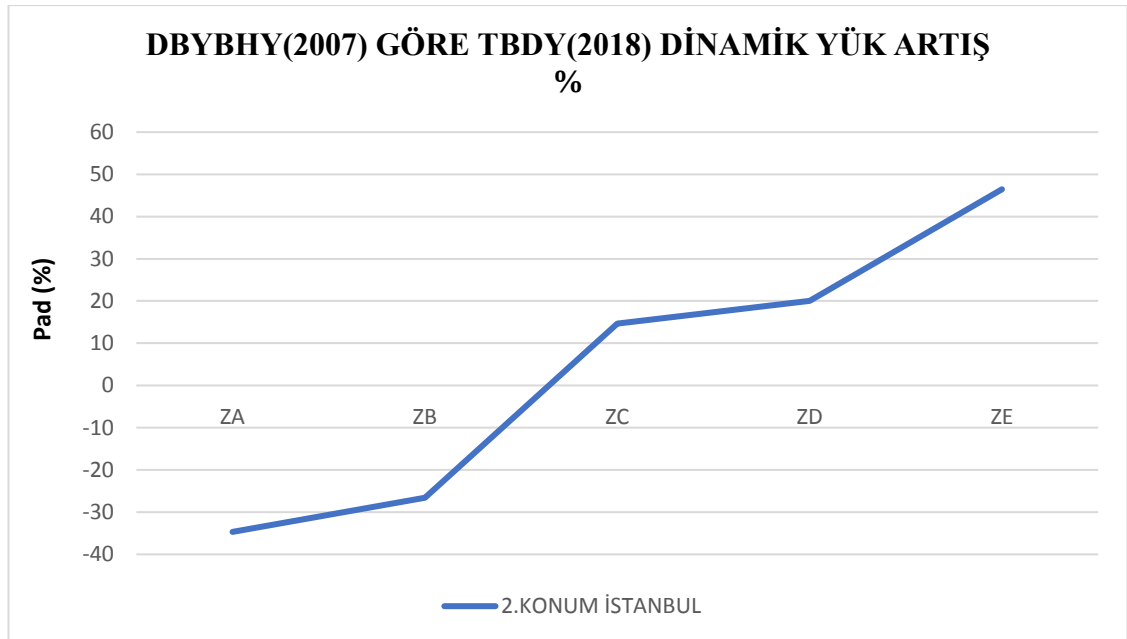
İstanbul Konum 2 Enlem: 41.149844, Boylam: 29.150463° için TDTH'den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY'den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.9. İstanbul Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,187	0,627	0,8	0,8	0,15	0,502
ZB	0,187	0,627	0,8	0,9	0,15	0,564
ZC	0,187	0,627	1,500	1,249	0,28	0,793
ZD	0,187	0,627	2,226	1,298	0,416	0,814
ZE	0,187	0,627	3,41	1,497	0,639	0,938

Tablo 5.10. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,437	0,103	147	45,58	
ZA TBDY(2018)	0,133	0,06	0,426	0,096	147	29,77	-34,68 %
ZB TBDY(2018)	0,150	0,075	0,44	0,11	147	33,44	-26,63 %
ZC TBDY(2018)	0,211	0,105	0,504	0,174	147	52,26	14,65 %
ZD TBDY(2018)	0,217	0,108	0,512	0,182	147	54,71	20,03 %
ZE TBDY(2018)	0,250	0,125	0,55	0,22	147	66,76	46,46 %



Şekil 5.23. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış.

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. İstanbul 2. konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZE zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 46,46 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.

- İstanbul (Fatih) 3.Konum



Şekil 5.24. Uygulama Örnek Alan İstanbul Konum 3

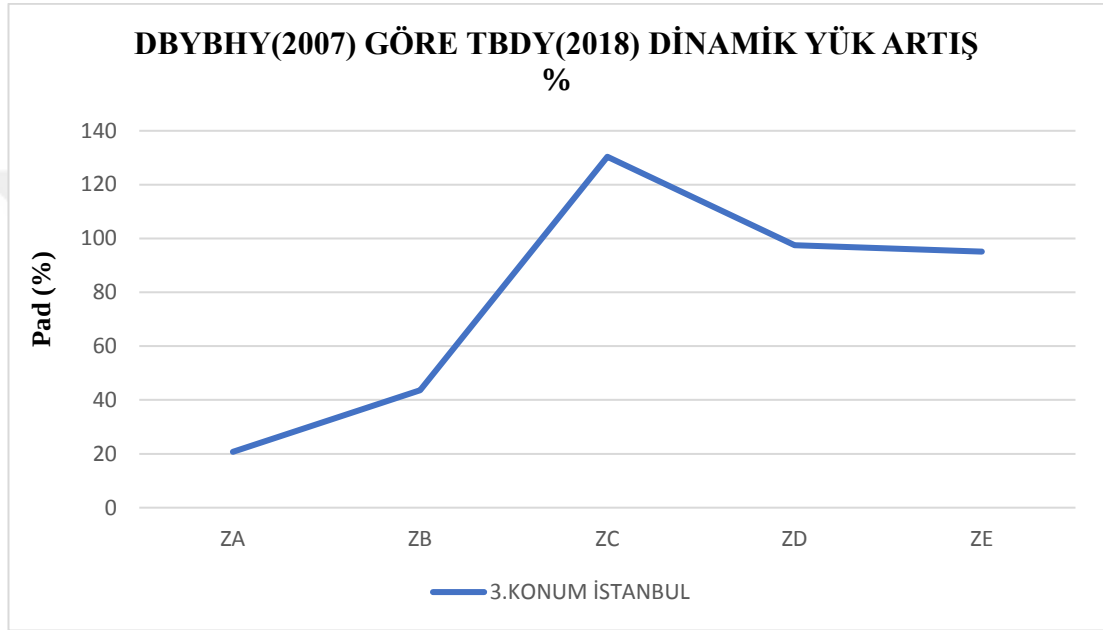
İstanbul Konum 3 Enlem: 41.006012° , Boylam: 28.922097° için TDTH’den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY’den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.11. İstanbul Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,283	1,024	0,800	0,800	0,226	0,819
ZB	0,283	1,024	0,800	0,900	0,266	0,922
ZC	0,283	1,024	1,500	1,200	0,424	1,229
ZD	0,283	1,024	2,034	1,09	0,576	1,117
ZE	0,283	1,024	2,885	1,107	0,816	1,107

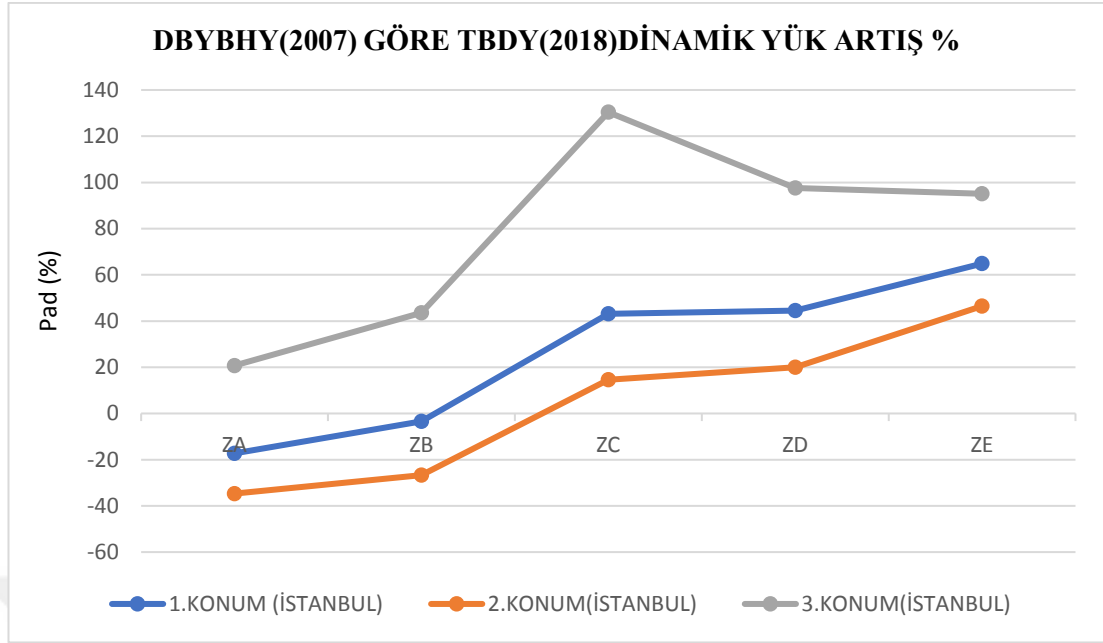
Tablo 5.12. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,437	0,103	147	45,58	
ZA TBDY(2018)	0,218	0,109	0,514	0,18	147	55,04	20,75 %
ZB TBDY(2018)	0,245	0,122	0,548	0,21	147	65,44	43,57 %
ZC TBDY(2018)	0,327	0,163	0,68	0,35	147	105	130,36 %
ZD TBDY(2018)	0,297	0,148	0,63	0,3	147	90,04	97,54 %
ZE TBDY(2018)	0,295	0,147	0,627	0,29	147	88,92	95,08 %



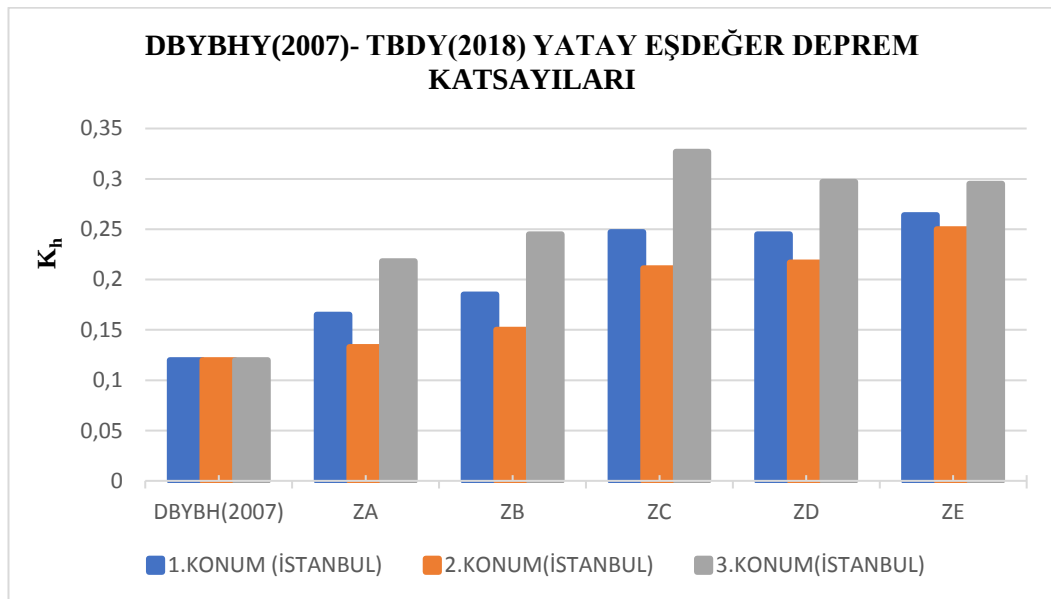
Şekil 5.25. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış.

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. İstanbul 3.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZC zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 130,36 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.

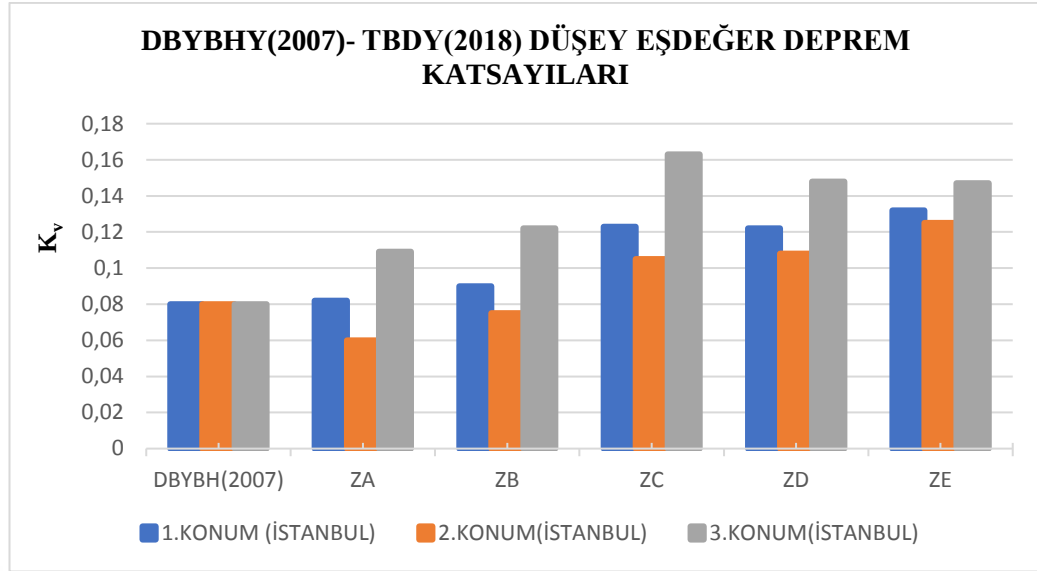


Şekil 5.26. İstanbul 3 Konum Dinamik Yük Artış

İstanbul ilinden alınan Beşiktaş ve Beykoz zemin örneklerinde ZE zemin sınıfına ait dinamik yük artış, Fatih ilçesinde ise ZC zemin sınıfına ait dinamik yük artış fazlası tespit edilmiştir. Diğer zemin gruplarında da DBYBHY (2007) göre dinamik yük artışı gözlemlenmiştir. Yapılan hesaplarda bazı konumlarda ZA ve ZB zemin sınıflarında DBYBHY (2007) göre eksi bir artış gözlemlenmiştir.

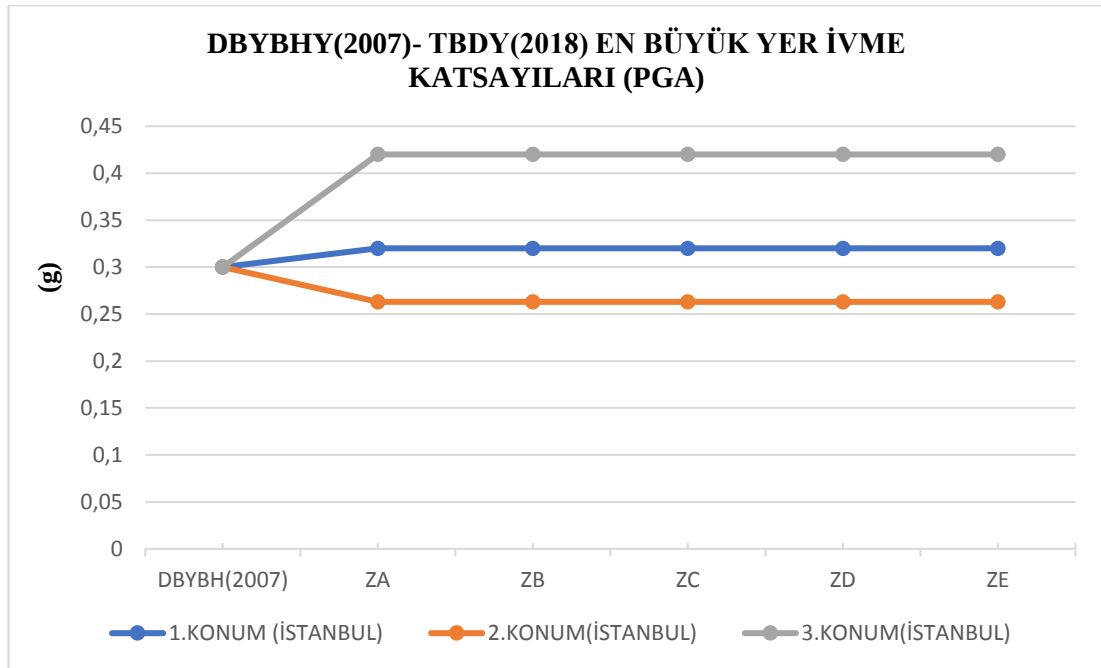


Şekil 5.27. İstanbul 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları



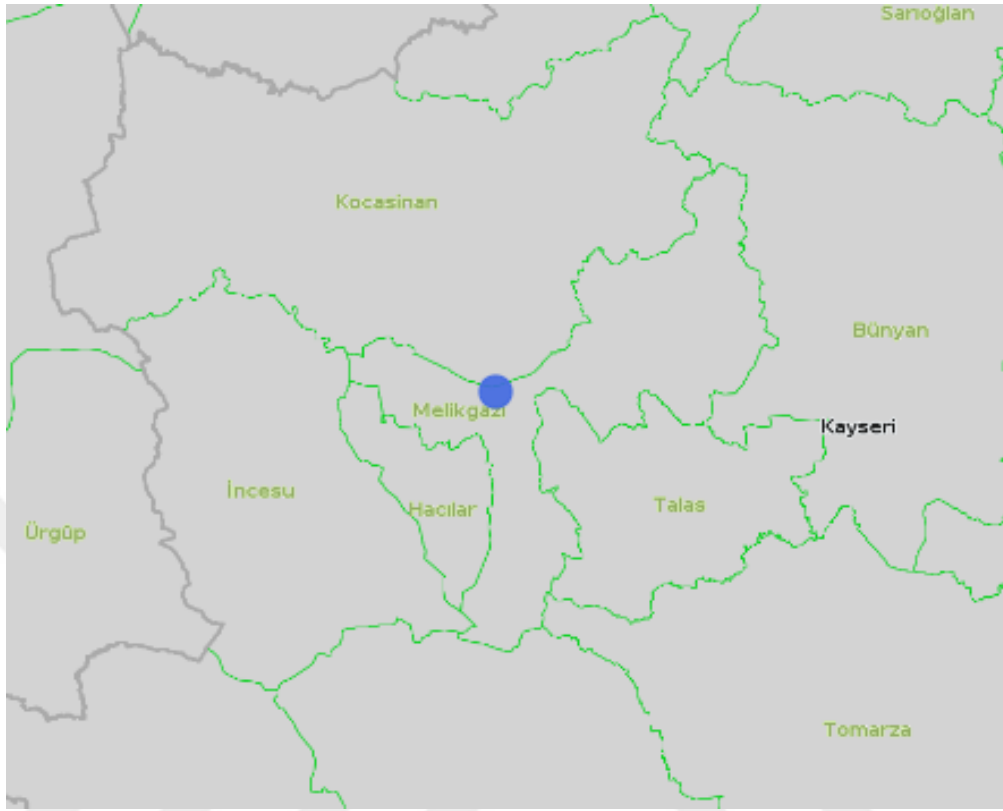
Şekil 5.28. İstanbul 3 Konum Düşey Eşdeğer Deprem Katsayıları

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı yatay ve düşey eşdeğer deprem katsayılarının TBDY’de (2018), DBYBHY (2007) göre her durumda artış gözlenmektedir. Zemin sınıfı ZC sınıfında zemin özelliklerinden dolayı en fazla artış belirlenmiştir.



Şekil 5.29. İstanbul 3 Konum En Büyük Yer İvme Katsayıları

- Kayseri (Melikgazi) 1.Konum



Şekil 5.30. Uygulama Örnek Alan Kayseri Konum 1

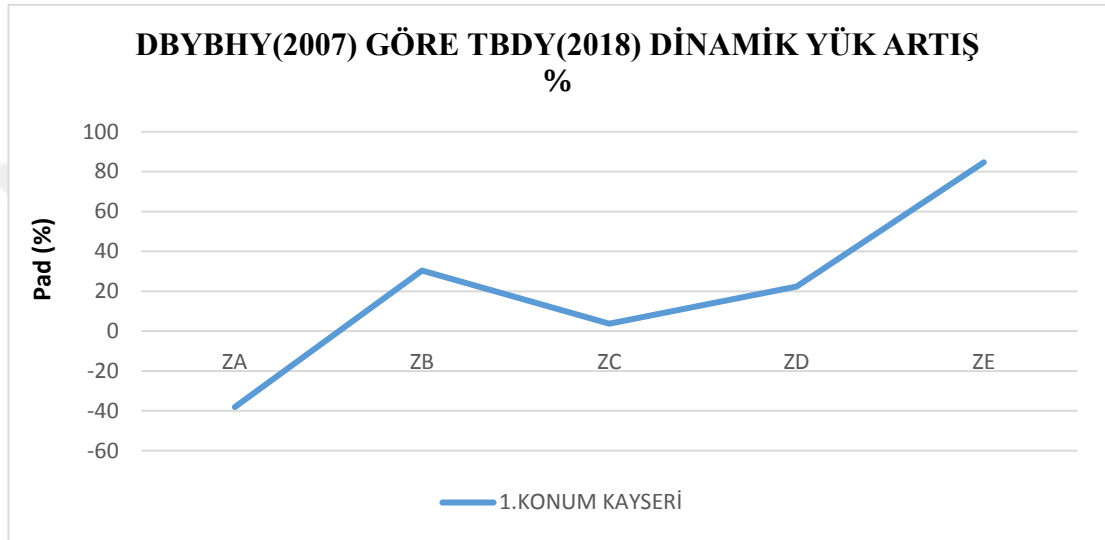
Kayseri Konum 1 Enlem: 38.716647° , Boylam: 35.487429° için TDTH'den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY'den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.13. Kayseri Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,432	0,110	0,800	0,800	0,088	0,34
ZB	0,432	0,110	0,800	0,900	0,088	0,389
ZC	0,432	0,110	1,500	1,300	0,165	0,532
ZD	0,432	0,110	1,454	2,38	0,262	0,628
ZE	0,432	0,110	1,890	4,11	0,452	0,817

Tablo 5.14. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış

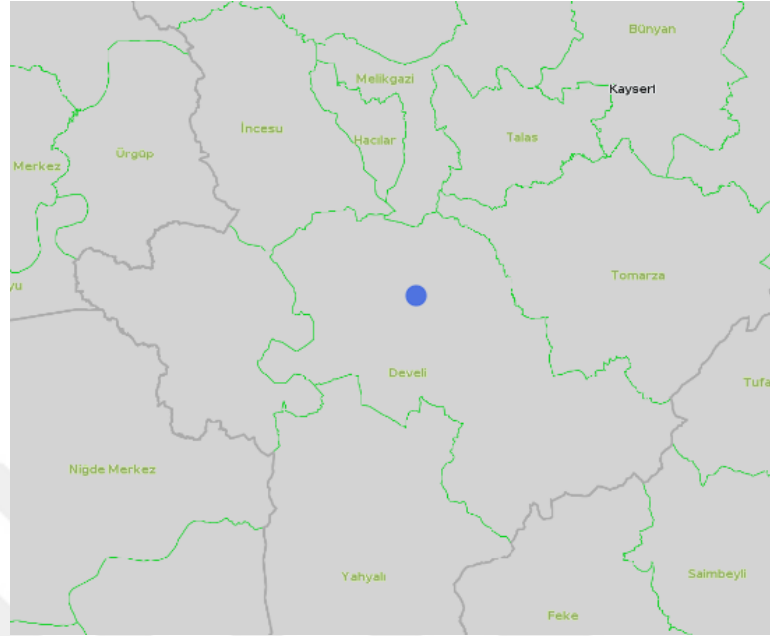
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,40	0,067	147	29,62	
ZA TBDY(2018)	0,09	0,045	0,39	0,06	147	18,32	-38,14 %
ZB TBDY(2018)	0,10	0,05	0,40	0,07	147	20,62	30,38 %
ZC TBDY(2018)	0,14	0,07	0,43	0,1	147	30,72	3,71 %
ZD TBDY(2018)	0,16	0,08	0,45	0,12	147	36,22	22,28 %
ZE TBDY(2018)	0,217	0,108	0,512	0,18	147	54,71	84,70 %



Şekil 5.31. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. Kayseri 1.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZE zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 84,70 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.

- Kayseri (Develi) 2.Konum



Şekil 5.32. Uygulama Örnek Alan Kayseri Konum 2

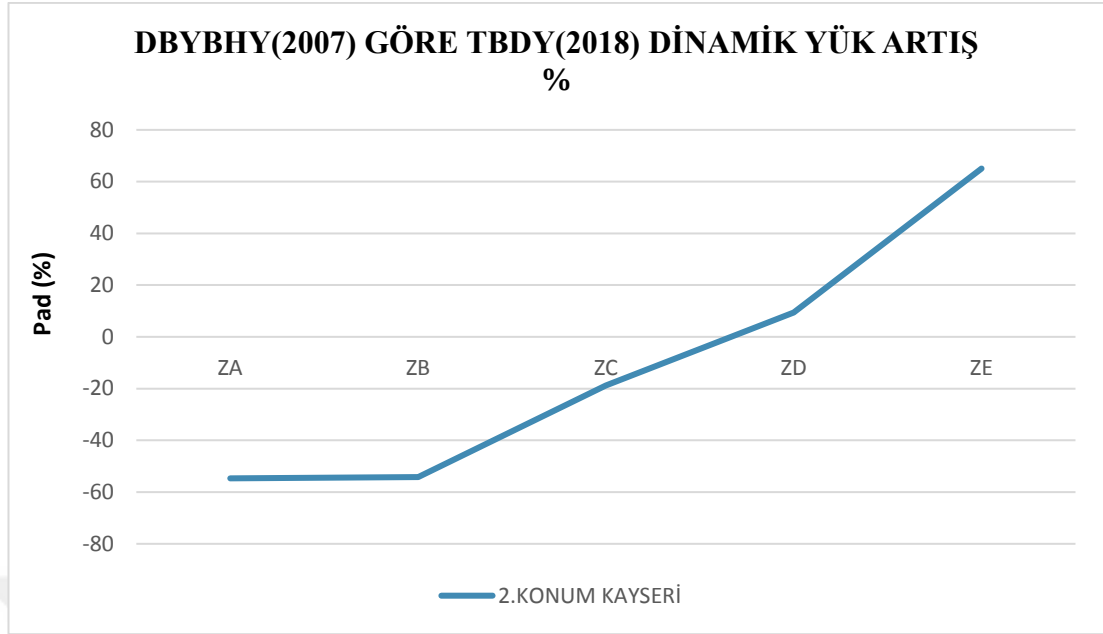
Kayseri Konum 2 Enlem: 38.374902° , Boylam: 35.503869° için TDTH'den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY'den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.15. Kayseri Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,102	0,361	0,8	0,8	0,082	0,289
ZB	0,102	0,361	0,8	0,9	0,082	0,325
ZC	0,102	0,361	1,500	1,3	0,153	0,469
ZD	0,102	0,361	2,396	1,511	0,244	0,546
ZE	0,102	0,361	4,182	2,089	0,427	0,754

Tablo 5.16. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış

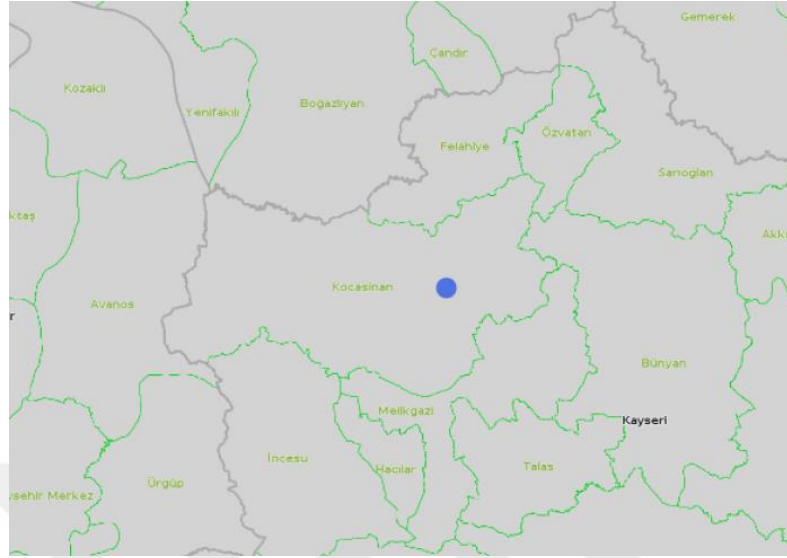
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,40	0,067	147	29,62	
ZA TBDY(2018)	0,07	0,038	0,378	0,045	147	13,42	-54,69 %
ZB TBDY(2018)	0,08	0,04	0,385	0,052	147	16,05	-54,18 %
ZC TBDY(2018)	0,114	0,057	0,411	0,078	147	24,03	-18,87 %
ZD TBDY(2018)	0,145	0,07	0,437	0,104	147	32,41	9,41 %
ZE TBDY(2018)	0,201	0,10	0,493	0,16	147	48,89	65,05 %



Şekil 5.33. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış.

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. Kayseri 2.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZE zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 65,05 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.

- Kayseri (Kocasinan) 3.Konum



Şekil 5.34. Uygulama Örnek Alan Kayseri Konum 3

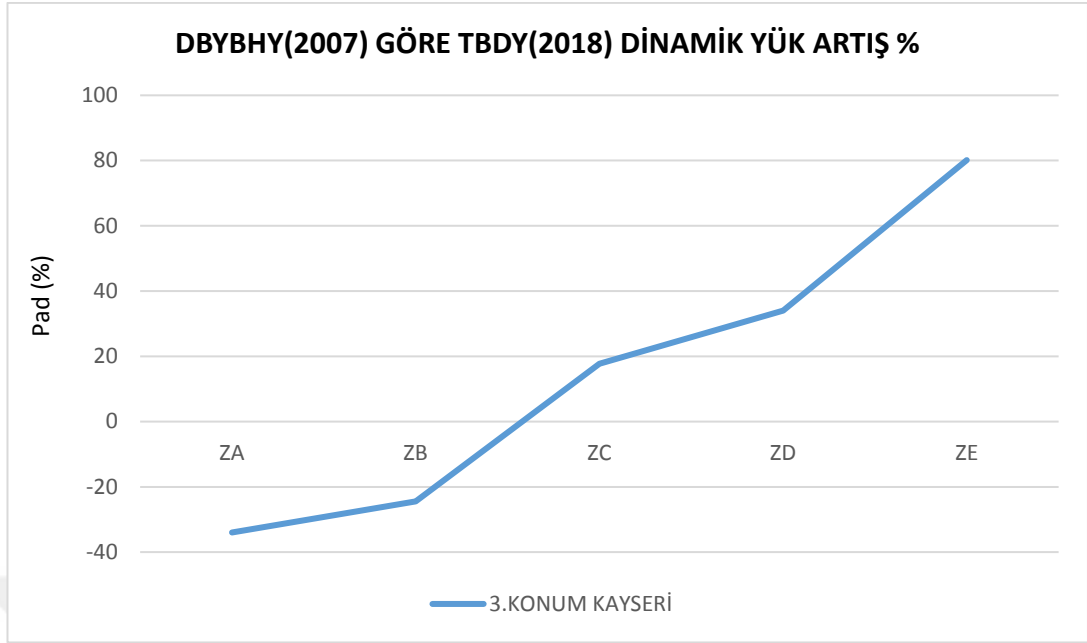
Kayseri Konum 3 Enlem: 38.889201° , Boylam: 35.524815° için TDTH'den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY'den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.17. Kayseri Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_5	F_1	F_5	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,116	0,449	0,8	0,8	0,093	0,359
ZB	0,116	0,449	0,8	0,9	0,093	0,404
ZC	0,116	0,449	1,5	1,3	0,174	0,584
ZD	0,116	0,449	2,368	1,441	0,275	0,647
ZE	0,116	0,449	4,056	1,843	0,470	0,827

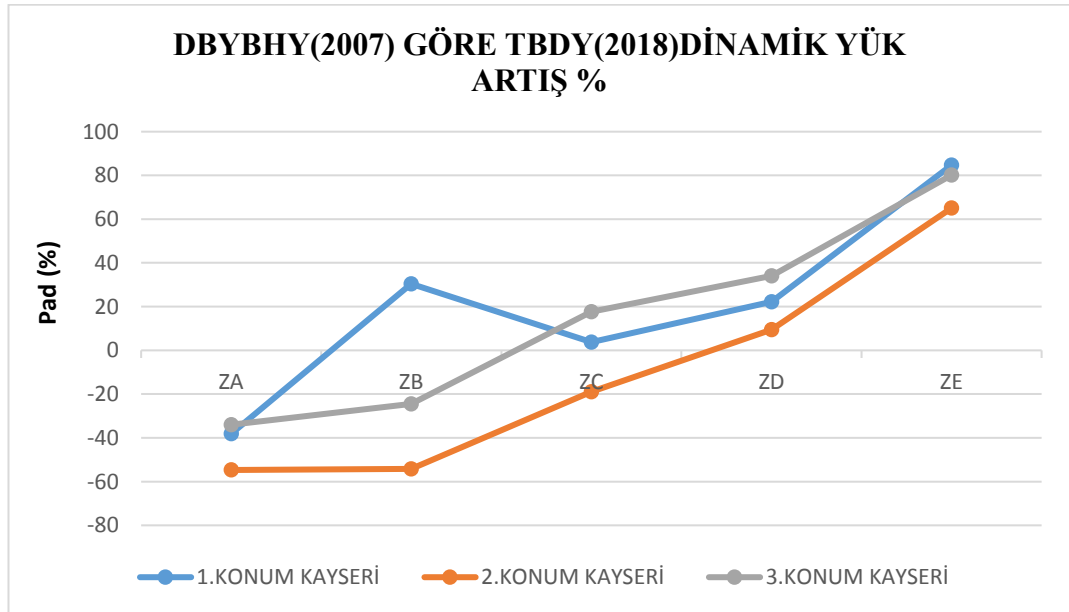
Tablo 5.18. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,40	0,067	147	29,62	DBYBHY 2007 Karşılaştırma
ZA TBDY(2018)	0,095	0,047	0,396	0,06	147	19,55	-33,99 %
ZB TBDY(2018)	0,107	0,053	0,405	0,07	147	22,38	-24,44 %
ZC TBDY(2018)	0,155	0,077	0,44	0,11	147	34,89	17,69 %
ZD TBDY(2018)	0,172	0,086	0,46	0,13	147	39,71	34,06 %
ZE TBDY(2018)	0,220	0,110	0,515	0,185	147	53,36	80,14 %



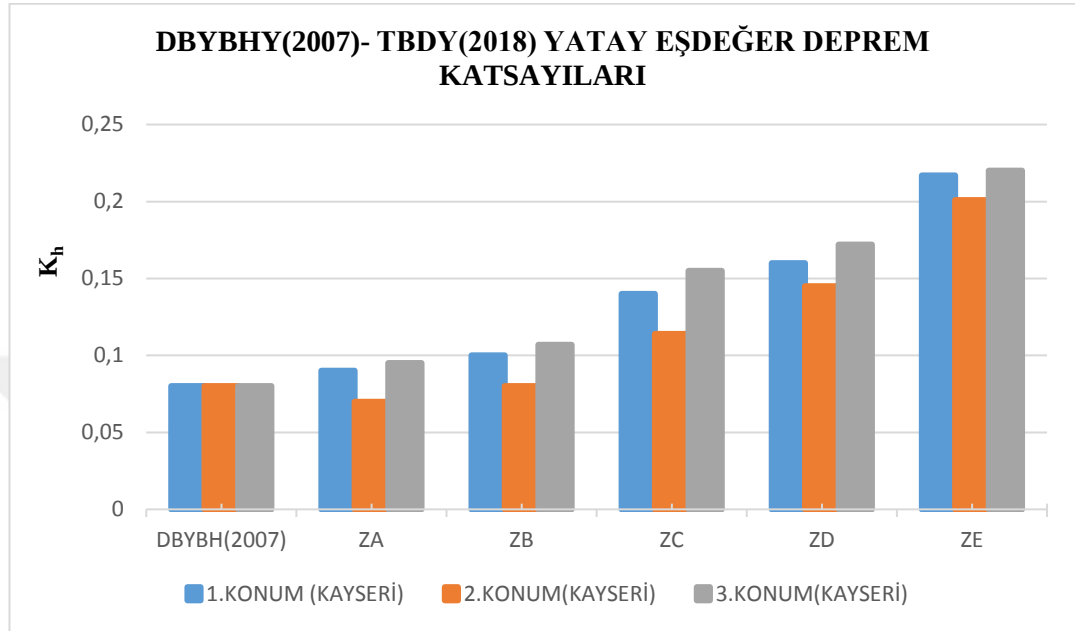
Şekil 5.35. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış.

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. Kayseri 3.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZE zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 80,14 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.

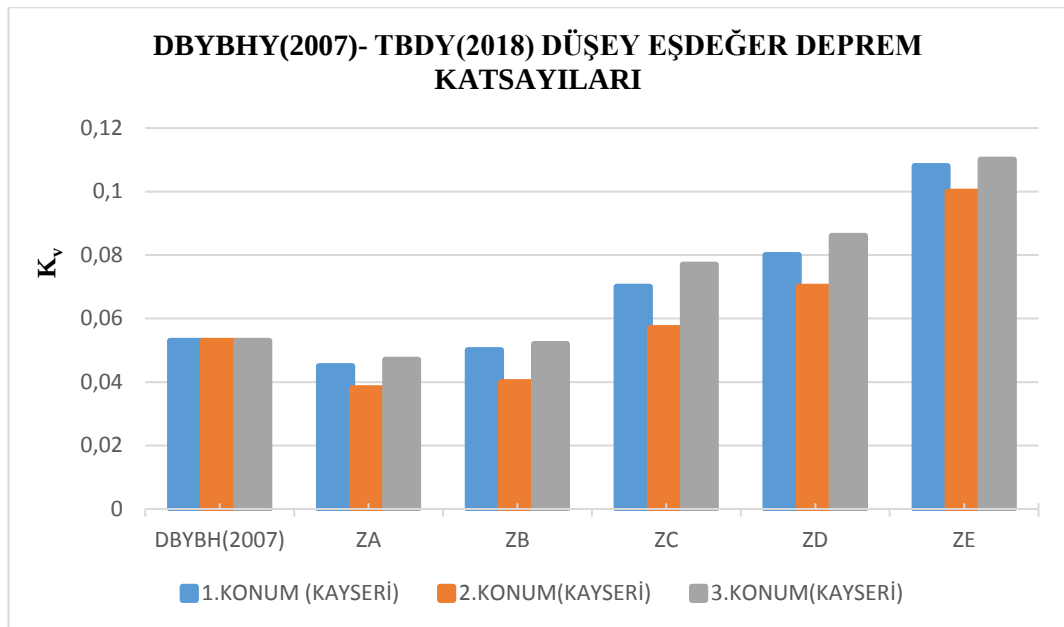


Şekil 5.36. Kayseri 3 Konum Dinamik Yük Artış

Kayseri ilinden alınan 3 farklı zemin örneğinde ZE zemin sınıfına ait dinamik yük artış fazlası tespit edilmiştir. Diğer zemin grupları da her durumda DBYBHY (2007) göre dinamik yük artışı gözlemlenmiştir.

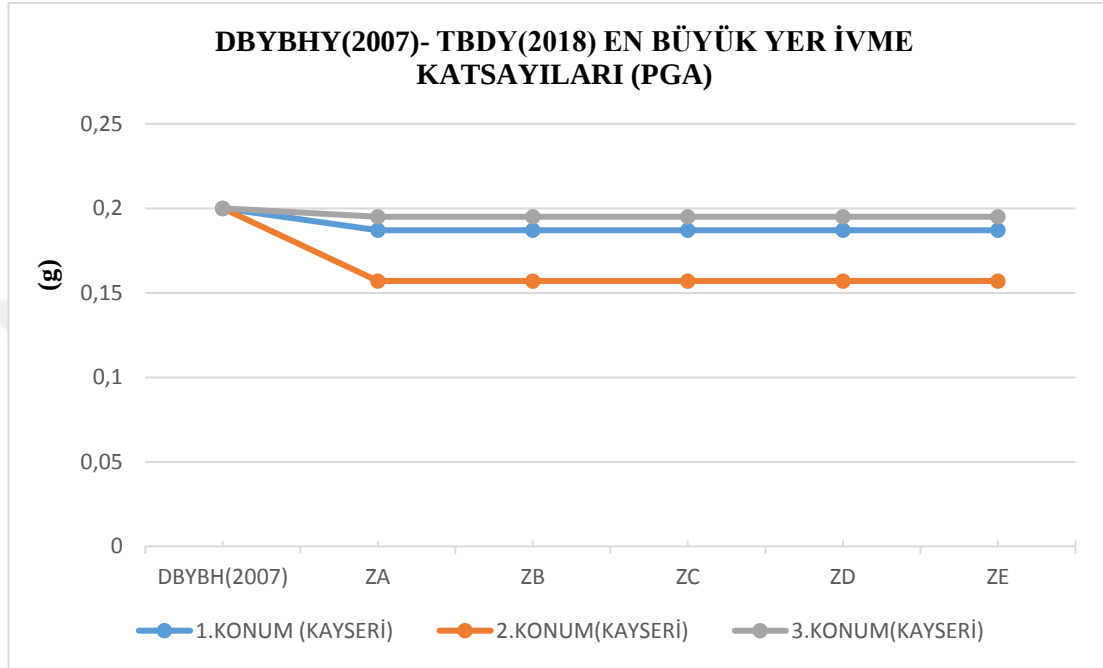


Şekil 5.37. Kayseri 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları



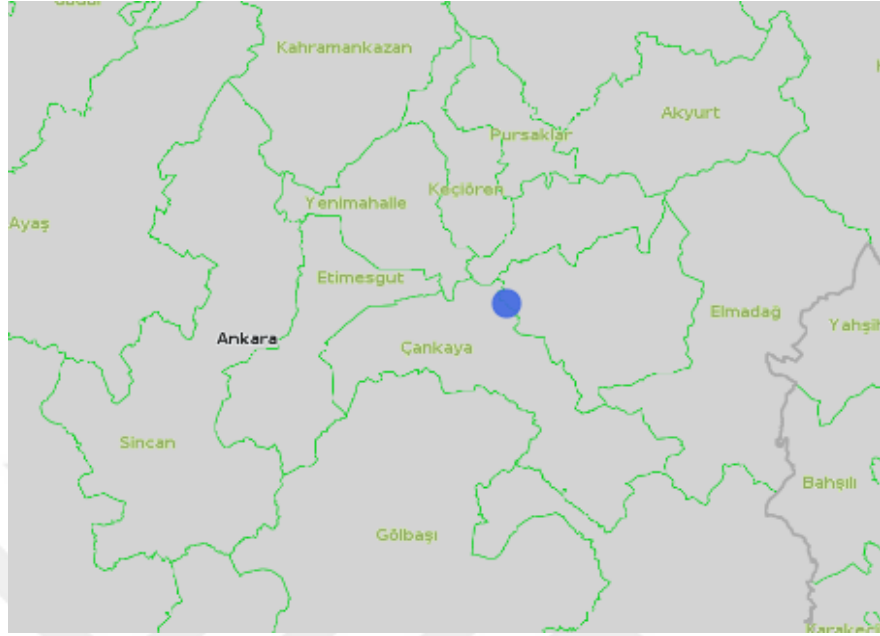
Şekil 5.38. Kayseri 3 Konum Düşey Eşdeğer Deprem Katsayıları

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı yatay ve düşey eşdeğer deprem katsayılarının TBDY’de (2018), DBYBHY (2007) göre her durumda artış gözlenmektedir. Zemin sınıfı ZE sınıfında zemin özelliklerinden dolayı en fazla artış belirlenmiştir.



Şekil 5.39. Kayseri 3 Konum En Büyük Yer İvme Katsayıları

- Ankara (Çankaya) 1.Konum



Şekil 5.40. Uygulama Örnek Alan Ankara Konum 1

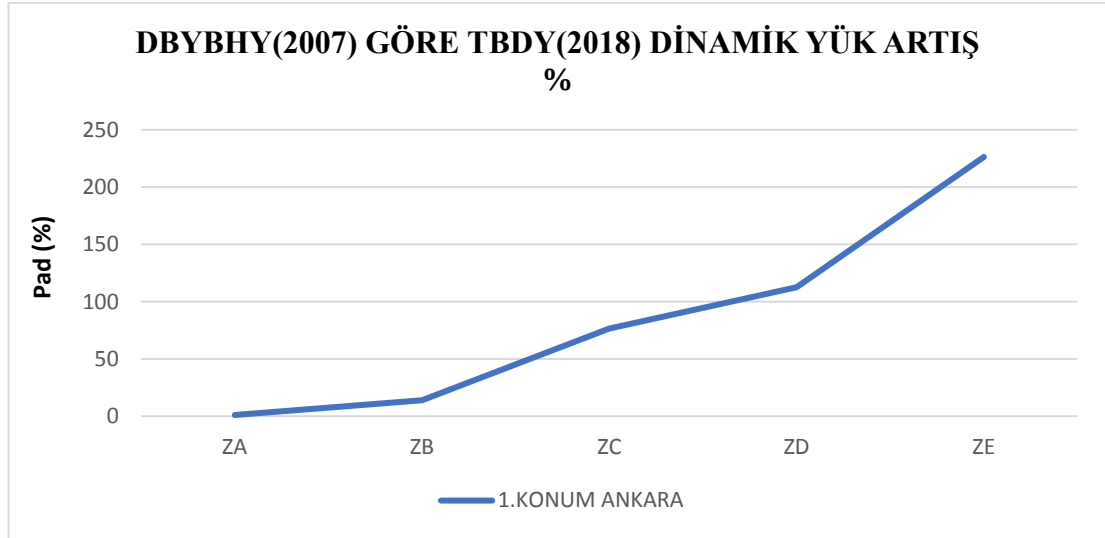
Ankara Konum 1 Enlem: 39.877926° , Boylam: 32.864557° için TDTH'den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY'den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.19. Ankara Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_S	F_1	F_S	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,119	0,346	0,800	0,800	0,095	0,277
ZB	0,119	0,346	0,800	0,900	0,095	0,311
ZC	0,119	0,346	1,500	1,300	0,178	0,450
ZD	0,119	0,346	2,362	1,523	0,281	0,527
ZE	0,119	0,346	4,029	2,131	0,479	0,737

Tablo 5.20. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış

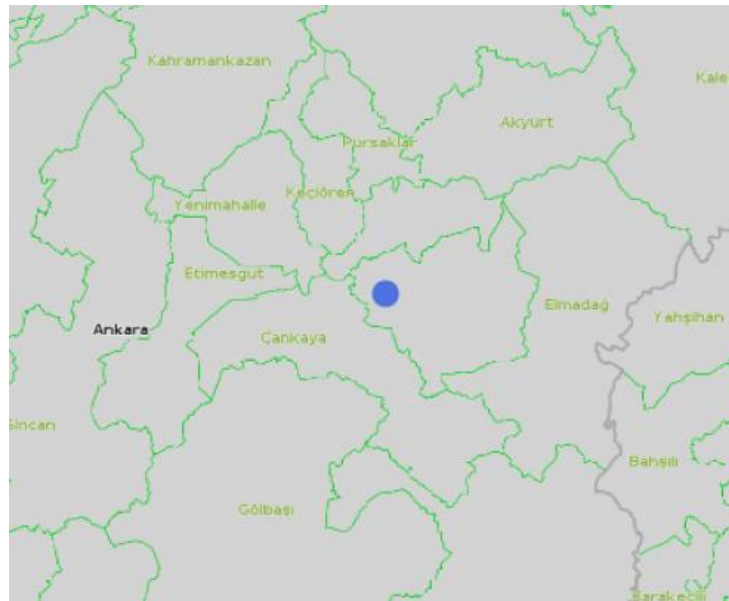
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,367	0,032	147	14,45	
ZA TBDY(2018)	0,073	0,036	0,380	0,047	147	14,60	1,03 %
ZB TBDY(2018)	0,082	0,041	0,386	0,053	147	16,48	14,04 %
ZC TBDY(2018)	0,12	0,06	0,416	0,083	147	25,52	76,60 %
ZD TBDY(2018)	0,140	0,070	0,433	0,1	147	30,72	112,59 %
ZE TBDY(2018)	0,196	0,098	0,488	0,155	147	47,16	226,36 %



Şekil 5.41. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. Ankara 1.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZE zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 226,36 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.

- Ankara (Mamak) 2.Konum



Şekil 5.42. Uygulama Örnek Alan Ankara Konum 2

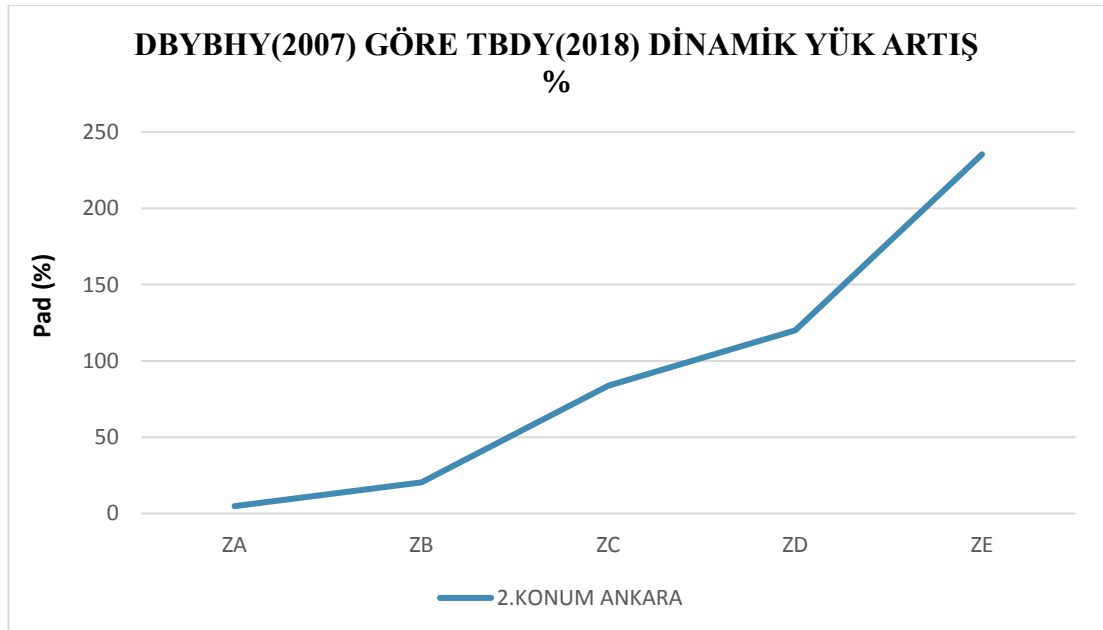
Ankara Konum 2 Enlem: 39.911196°, Boylam: 32.931935° için TDTH'den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY'den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.21. Ankara Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,121	0,359	0,8	0,8	0,097	0,287
ZB	0,121	0,359	0,8	0,9	0,097	0,323
ZC	0,121	0,359	1,5	1,3	0,182	0,467
ZD	0,121	0,359	2,358	1,513	0,285	0,543
ZE	0,121	0,359	4,011	2,095	0,485	0,752

Tablo 5.22. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış

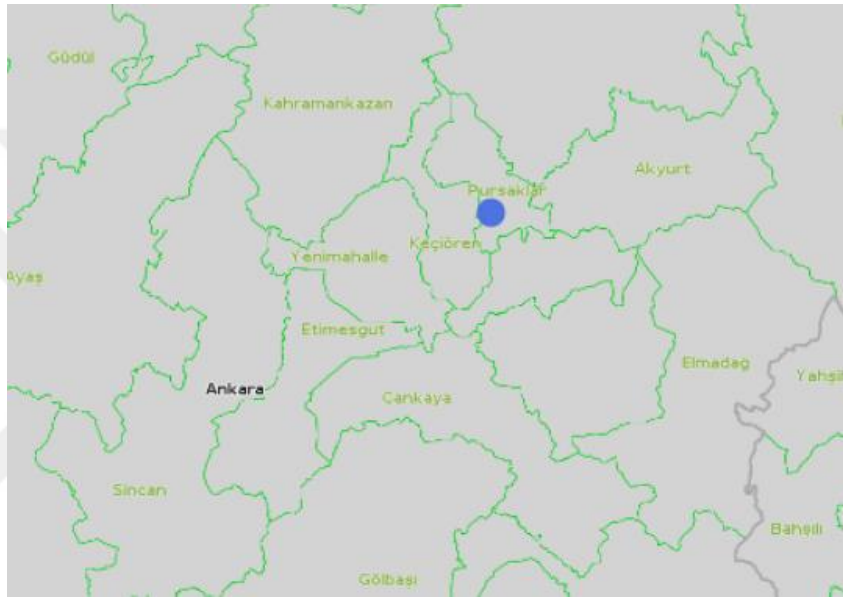
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,367	0,032	147	14,45	
ZA TBDY(2018)	0,076	0,038	0,382	0,049	147	15,15	4,84 %
ZB TBDY(2018)	0,086	0,043	0,389	0,056	147	17,40	20,41 %
ZC TBDY(2018)	0,124	0,062	0,419	0,086	147	26,55	83,73%
ZD TBDY(2018)	0,144	0,072	0,436	0,103	147	31,80	120,06 %
ZE TBDY(2018)	0,20	0,10	0,492	0,159	147	48,47	235,43 %



Şekil 5.43. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış.

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. Ankara 2.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZE zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 235,43 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.

- Ankara (Pursaklar) 3.Konum



Şekil 5.44. Uygulama Örnek Alan Ankara Konum 3

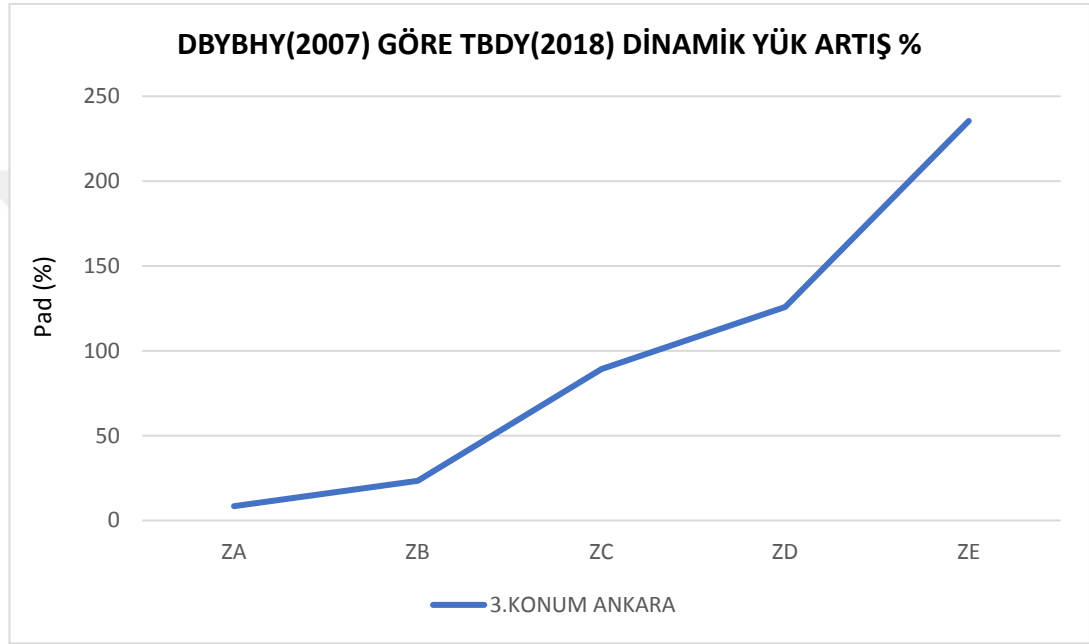
Ankara Konum 3 Enlem: 40.065953° , Boylam: 32.898821° için TDTH’den alınan harita spektral ivme katsayıları ile, TBDY’den alınan yerel zemin etki katsayılarının çarpılması ile elde edilen tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5.23. Ankara Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,131	0,368	0,8	0,8	0,105	0,294
ZB	0,131	0,368	0,8	0,9	0,105	0,331
ZC	0,131	0,368	1,5	1,3	0,197	0,478
ZD	0,131	0,368	2,338	1,506	0,306	0,554
ZE	0,131	0,368	3,921	2,070	0,514	0,762

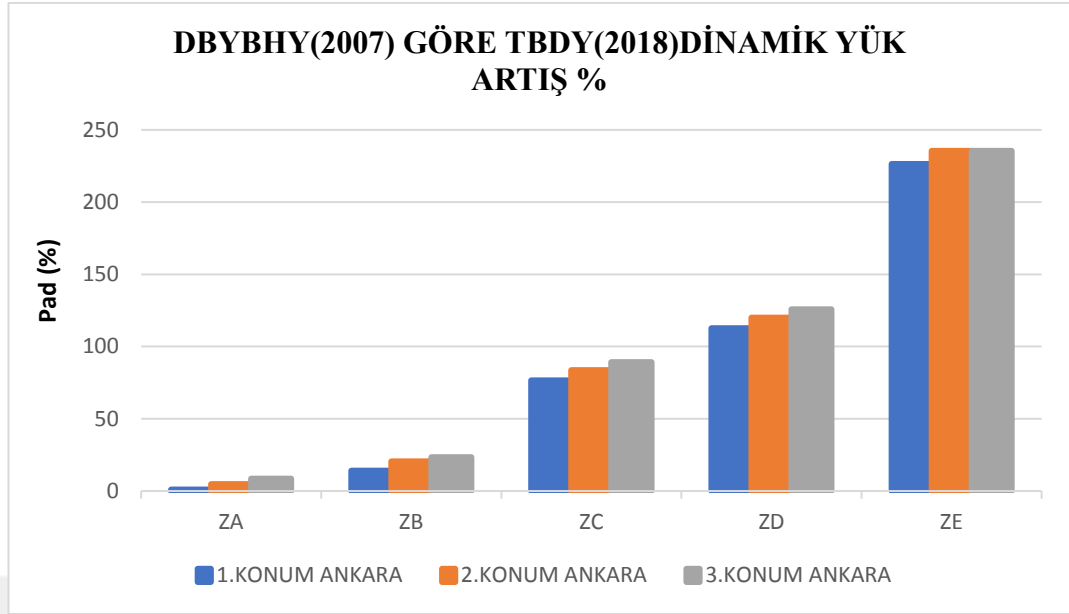
Tablo 5.24. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,367	0,032	147	14,45	
ZA TBDY(2018)	0,078	0,039	0,383	0,05	147	15,67	8,44 %
ZB TBDY(2018)	0,088	0,044	0,39	0,057	147	17,83	23,39 %
ZC TBDY(2018)	0,127	0,063	0,42	0,38	147	27,34	89,20 %
ZD TBDY(2018)	0,147	0,073	0,439	0,106	147	32,63	125,81 %
ZE TBDY(2018)	0,20	0,10	0,492	0,159	147	48,47	235,43 %



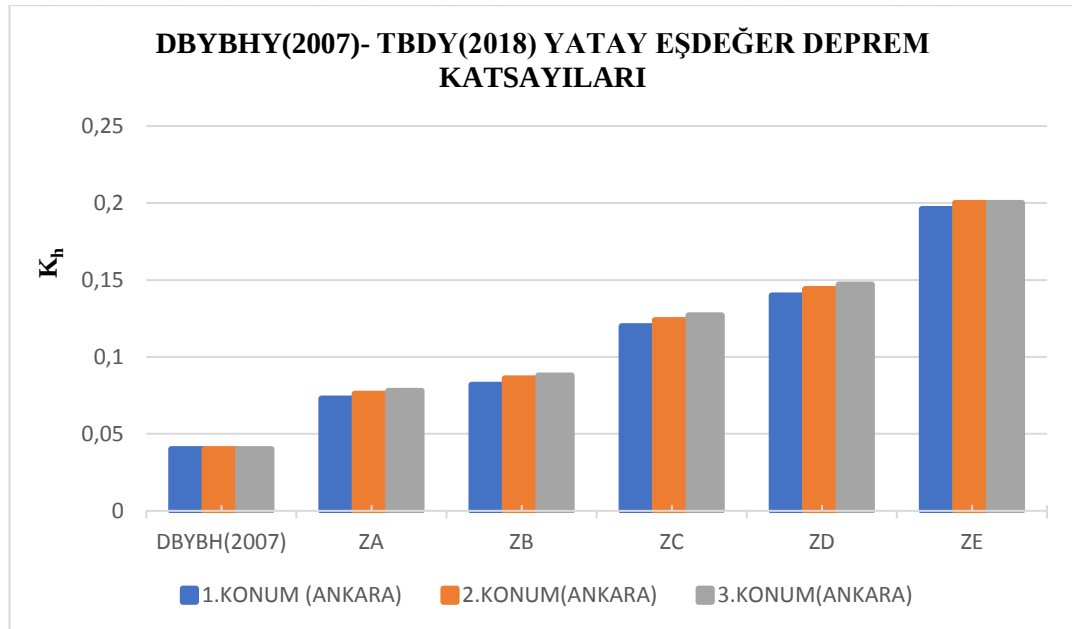
Şekil 5.45. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış.

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı olarak dinamik yükteki değişim tabloda ve grafikte gösterilmiştir. Ankara 3.konumdan alınan zemin örneğinde en fazla ZE zemin grubunda değişim tespit edilmiştir. 235,43 % oranında DBYBHY (2007) göre artış söz konusudur.

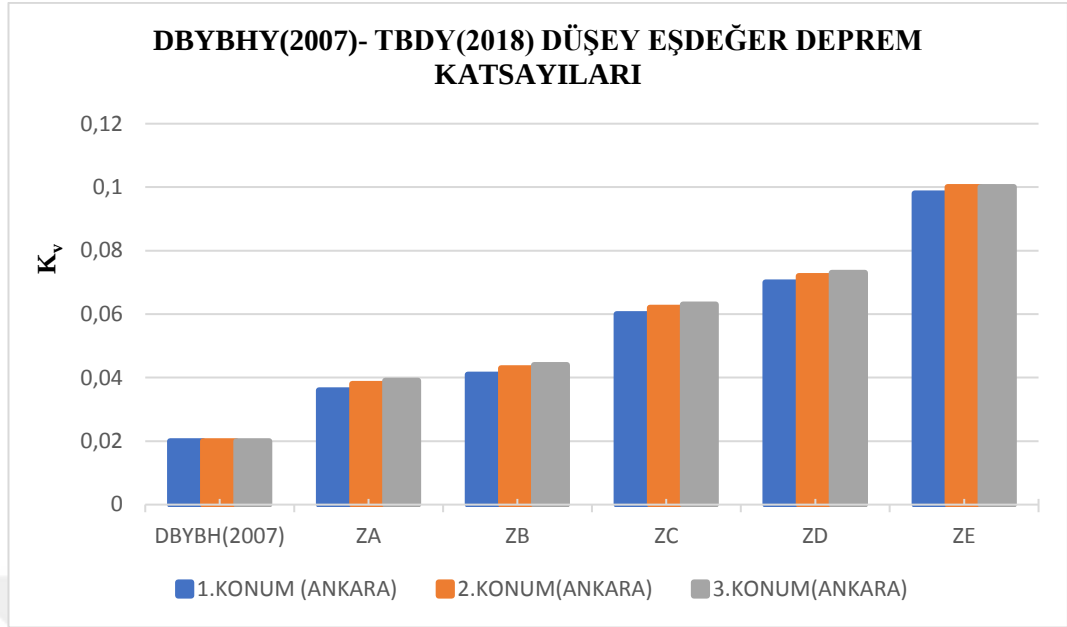


Şekil 5.46. Ankara 3 Konum Dinamik Yük Artış

Ankara ilinden alınan 3 farklı zemin örneğinde ZE zemin sınıfına ait dinamik yük artış fazlası tespit edilmiştir. Diğer zemin grupları da her durumda DBYBHY (2007) göre dinamik yük artışı gözlemlenmiştir.

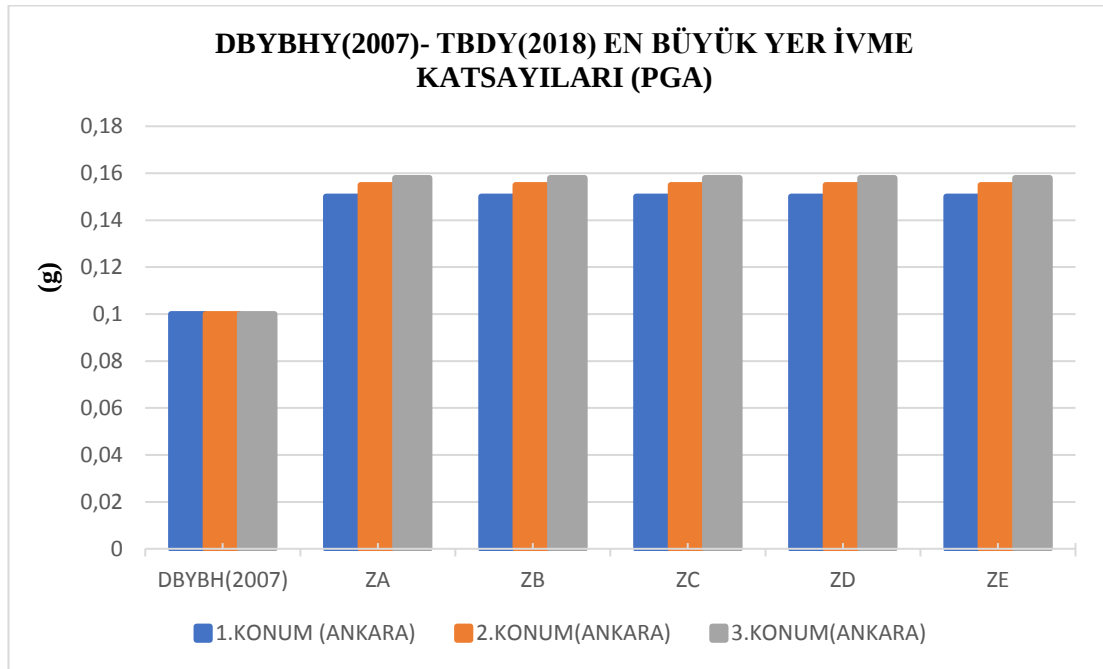


Şekil 5.47. Ankara 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları



Şekil 5.48. Ankara 3 Konum Düşey Eşdeğer Deprem Katsayıları

Yapılan hesaplarda DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) ilgili formüller kullanılarak karşılaştırmalı yatay ve düşey eşdeğer deprem katsayılarının TBDY’de (2018), DBYBHY (2007) göre her durumda artış gözlenmektedir. Zemin sınıfı ZE sınıfında zemin özelliklerinden dolayı en fazla artış belirlenmiştir.



Şekil 5.49. Ankara 3 Konum En Büyük Yer İvme Katsayıları

Etkin yer ivme katsayıları (A_0) DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) en büyük yer ivme katsayıları (PGA) karşılaştırmalı olarak Şekil 5.49.’da verilmiştir.

- İçsel Sürtünme Açısı Parametresi Uygulama Örnek

Bu veri değişkeninde 4 farklı şehirde 3 farklı konumda içsel sürtünme açısı değerlerinin farklılaşmasıyla değişen deprem yükü, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde (2018), DBYBHY’de (2007) karşılaştırma yapılarak incelenmiştir.

Bu uygulamada DBYBHY’de (2007) yer alan A_0 parametresi 1.deprem deprem bölgesi Sakarya, 2.derece deprem bölgesi İstanbul, 3.derece deprem bölgesi Kayseri, 4.derece deprem bölgesi Ankara mevkileri kullanılarak, 4 farklı şehirde, 3 farklı konumda, 5 farklı zemin grubunda $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır. Sabit ve değişen parametreler aşağıda verilmiştir.

r	1.5	γ	18 kN/m ³
β	0°	γ_d	21 kN/m ³
α	0°	ϕ	DEĞİŞECEK PARAMETRE
c	0		

Şekil 5.50. Model Oluşturulacak Parametreler

Duvar yüksekliği 4 farklı şehir ve farklı konumlarında aynı yükseklik seçilerek, bu şekilde karşılaştırma yapılmıştır. H= 7 metre yüksekliğindeki tek konsol duvar modeli kullanılmıştır. (Şekil 5.8.)

- Sakarya (Adapazarı) 1.Konum

Sakarya Konum 1 için spektral ivme katsayıları (SD1 ve SDS) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde (2018), DBYBHY’de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.25. Sakarya Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları

	S ₁	S _s	F ₁	F _s	S _{D1}	S _{Ds}
ZA	0,429	1,564	0,8	0,8	0,34	1,251
ZB	0,429	1,564	0,8	0,9	0,34	1,408
ZC	0,429	1,564	1,5	1,2	0,643	1,877
ZD	0,429	1,564	1,871	1,0	0,803	1,564
ZE	0,429	1,564	2,342	0,8	1,005	1,251

Tablo 5.26. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış $\phi = 28^\circ$

YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,509	0,148	159,22	65,66	
ZA TBDY(2018)	0,33	0,167	0,746	0,385	159,22	115,06	75,23 %
ZB TBDY(2018)	0,375	0,187	0,881	0,52	159,22	156,89	138,94 %
ZC TBDY(2018)	0,500	0,250	1,43	1,069	159,22	313,83	377,96 %
ZD TBDY(2018)	0,417	0,208	1,16	0,79	159,22	247,56	277,03 %
ZE TBDY(2018)	0,333	0,166	0,751	0,39	159,22	117,31	78,66 %

Tablo 5.27. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış $\phi = 30^\circ$

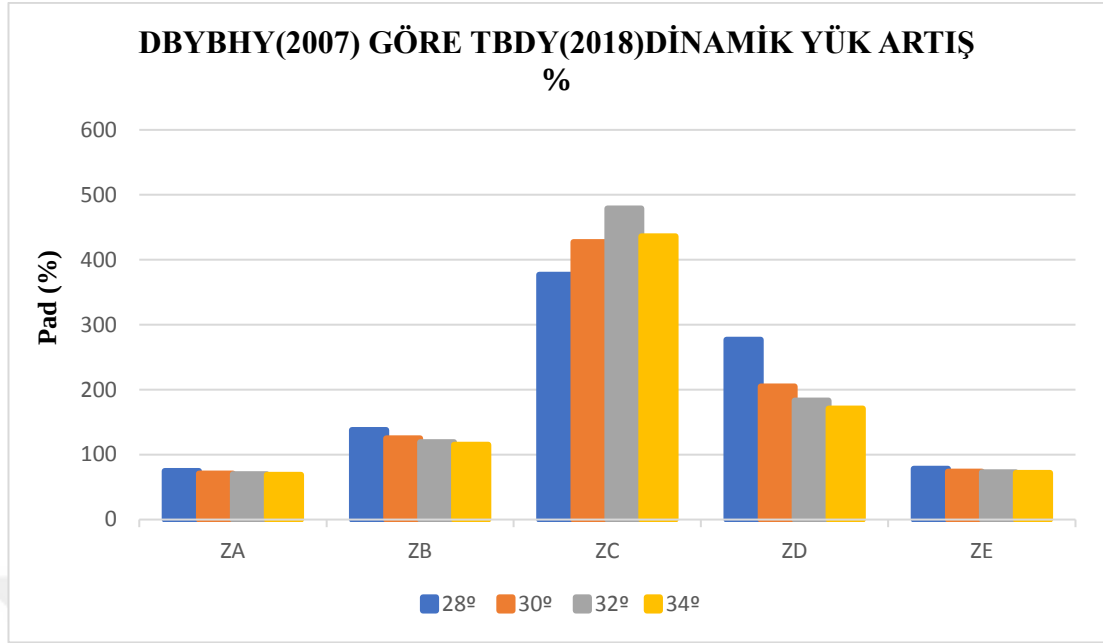
YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,475	0,141	147	62,30	
ZA TBDY(2018)	0,33	0,167	0,690	0,357	147	106,83	71,47 %
ZB TBDY(2018)	0,375	0,187	0,802	0,469	147	140,68	125,81 %
ZC TBDY(2018)	0,500	0,250	1,438	1,105	147	328,77	427,72 %
ZD TBDY(2018)	0,417	0,208	0,966	0,633	147	190,57	205,89 %
ZE TBDY(2018)	0,333	0,166	0,695	0,362	147	108,79	74,62 %

Tablo 5.28. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış $\phi = 32^\circ$

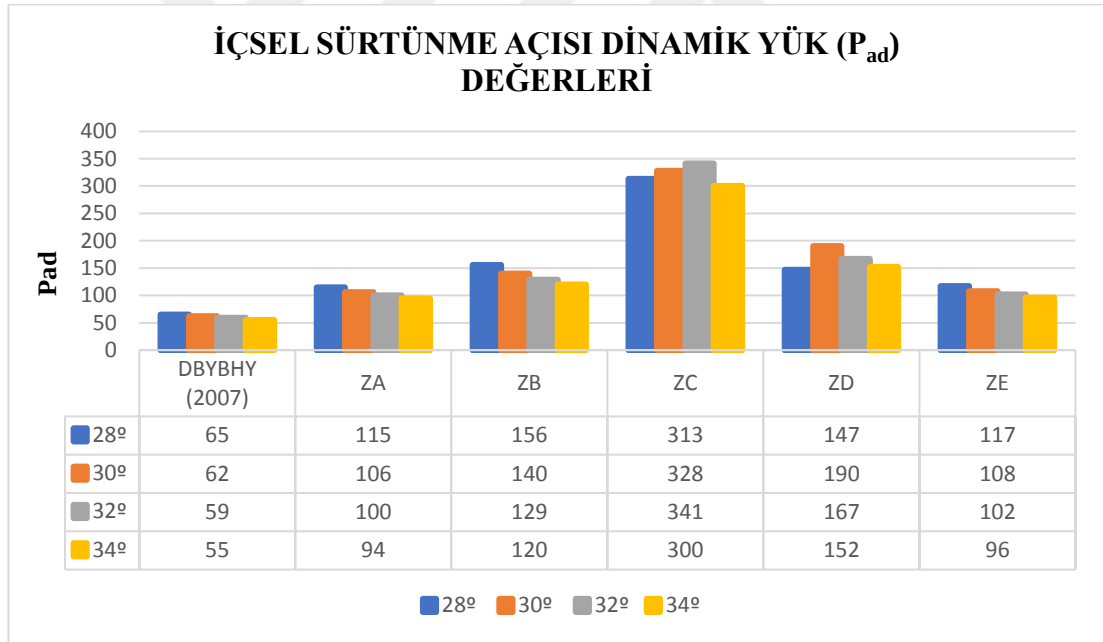
YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,441	0,133	135,50	58,98	
ZA TBDY(2018)	0,33	0,167	0,641	0,334	135,50	100,26	70 %
ZB TBDY(2018)	0,375	0,187	0,738	0,431	135,50	129,3	119,22 %
ZC TBDY(2018)	0,500	0,250	1,44	1,13	135,50	341,833	479,56 %
ZD TBDY(2018)	0,417	0,208	0,86	0,55	135,50	167,27	183,60 %
ZE TBDY(2018)	0,333	0,166	0,645	0,338	135,50	102,03	73 %

Tablo 5.29. Sakarya Konum-1 Dinamik Yük Artış $\phi = 34^\circ$

YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,409	0,12	124,68	55,93	
ZA TBDY(2018)	0,33	0,167	0,59	0,308	124,68	94,67	69,26 %
ZB TBDY(2018)	0,375	0,187	0,68	0,39	124,68	120,49	115,43%
ZC TBDY(2018)	0,500	0,250	1,28	0,99	124,68	300,26	436,84 %
ZD TBDY(2018)	0,417	0,208	0,79	0,50	124,68	152,04	171 %
ZE TBDY(2018)	0,333	0,166	0,60	0,318	124,68	96,37	72,30 %



Şekil 5.51. Sakarya Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.52. Sakarya Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

Sakarya Konum-1 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değer grafiğine baktığımızda en fazla 32°, ZC zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür.

- Sakarya (Söğütlü) 2.Konum

Sakarya Konum 2 için spektral ivme katsayıları (SD1 ve SDS) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.30. Sakarya Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_5	F_1	F_5	S_{D1}	S_{D5}
ZA	0,270	0,946	0,8	0,8	0,216	0,757
ZB	0,270	0,946	0,8	0,9	0,216	0,851
ZC	0,270	0,946	1,5	1,2	0,405	1,135
ZD	0,270	0,946	2,06	1,12	0,556	1,061
ZE	0,270	0,946	2,95	1,143	0,797	1,081

Tablo 5.31. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,509	0,148	159,22	65,66	
ZA TBDY(2018)	0,201	0,100	0,529	0,168	159,22	50,86	-22,54 %
ZB TBDY(2018)	0,226	0,113	0,560	0,199	159,22	60,11	8,45 %
ZC TBDY(2018)	0,302	0,151	0,683	0,322	159,22	96,63	47,16 %
ZD TBDY(2018)	0,282	0,141	0,645	0,284	159,22	85,42	30,09 %
ZE TBDY(2018)	0,288	0,144	0,656	0,295	159,22	88,42	34,66 %

Tablo 5.32. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış 30°

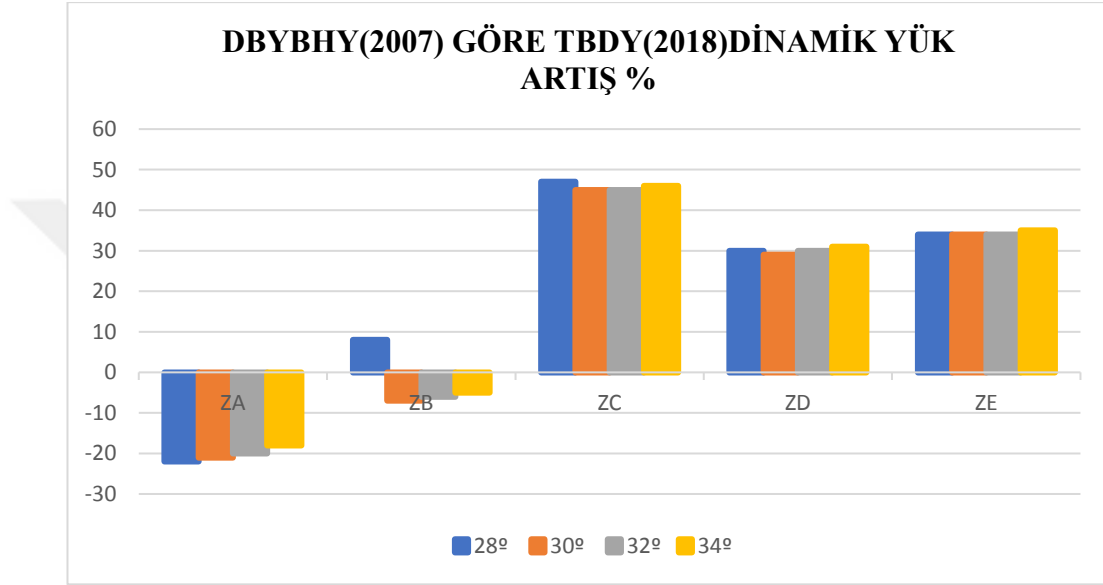
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY (2007) Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,475	0,141	147	62,30	
ZA TBDY(2018)	0,201	0,100	0,493	0,16	147	48,86	-21,57 %
ZB TBDY(2018)	0,226	0,113	0,522	0,192	147	57,53	-7,65 %
ZC TBDY(2018)	0,302	0,151	0,635	0,305	147	90,87	45,85 %
ZD TBDY(2018)	0,282	0,141	0,601	0,271	147	80,78	29,66 %
ZE TBDY(2018)	0,288	0,144	0,611	0,281	147	83,65	34,26 %

Tablo 5.33. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış 32°

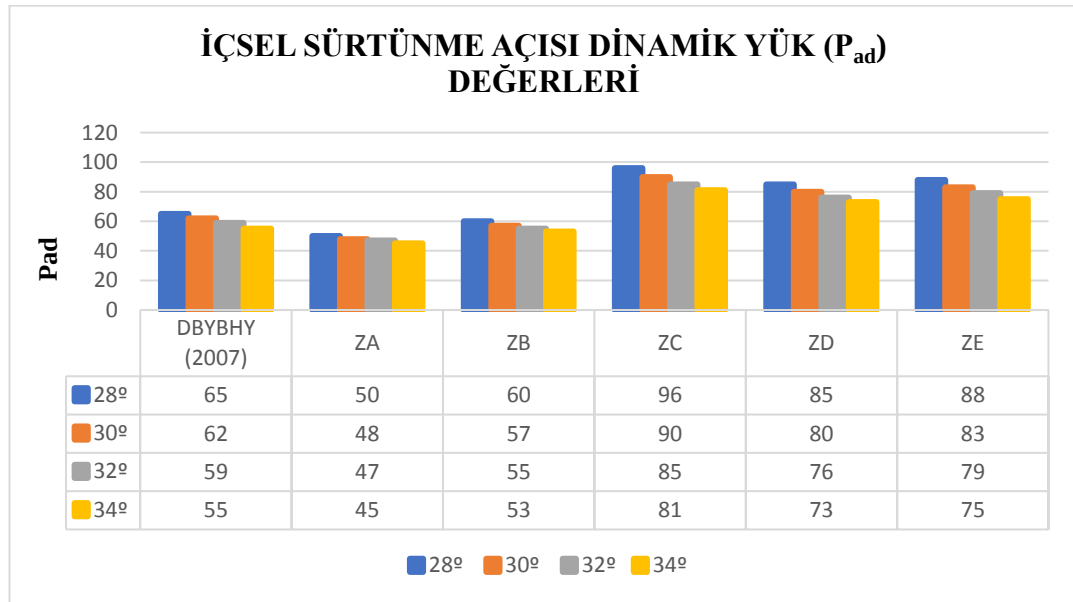
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,441	0,133	135,50	58,98	
ZA TBDY(2018)	0,201	0,100	0,429	0,152	135,50	47,03	-20,26 %
ZB TBDY(2018)	0,226	0,113	0,487	0,18	135,50	55,20	-6,40 %
ZC TBDY(2018)	0,302	0,151	0,591	0,284	135,50	85,94	45,71 %
ZD TBDY(2018)	0,282	0,141	0,560	0,253	135,50	76,80	30,21 %
ZE TBDY(2018)	0,288	0,144	0,569	0,262	135,50	79,43	34,67 %

Tablo 5.34. Sakarya Konum-2 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,409	0,12	124,68	55,93	
ZA TBDY(2018)	0,201	0,100	0,428	0,14	124,68	45,32	-18,97 %
ZB TBDY(2018)	0,226	0,113	0,454	0,17	124,68	53,07	-5,11 %
ZC TBDY(2018)	0,302	0,151	0,551	0,26	124,68	81,73	46,12 %
ZD TBDY(2018)	0,282	0,141	0,522	0,24	124,68	73,29	31,03 %
ZE TBDY(2018)	0,288	0,144	0,530	0,248	124,68	75,73	35,40 %



Şekil 5.53. Sakarya Konum-2 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.54. Sakarya Konum-2 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

Sakarya Konum-2 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değer grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZC zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısı arttığında dinamik yük azalmıştır. Statik aktif basınç formülü $\beta \leq \varphi'_d - \theta$ şartına göre aktif basınç katsayısı değeri hesaplanmıştır.

- Sakarya (Geyve) 3.Konum

Sakarya Konum 3 için spektral ivme katsayıları (SD1 ve SDS) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.35. Sakarya Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları

	S ₁	S _s	F ₁	F _s	S _{D1}	S _{Ds}
ZA	0,308	1,067	0,8	0,8	0,246	0,854
ZB	0,308	1,067	0,8	0,9	0,246	0,960
ZC	0,308	1,067	1,5	1,2	0,462	1,28
ZD	0,308	1,067	1,992	1,07	0,614	1,145
ZE	0,308	1,067	2,768	1,046	0,853	1,117

Tablo 5.36. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,509	0,14	159,22	65,66	DBYBHY 2007 Karşılaştırma
ZA TBYD(2018)	0,227	0,113	0,561	0,2	159,22	60,56	-7,76 %
ZB TBYD(2018)	0,256	0,128	0,603	0,24	159,22	72,78	10,84 %
ZC TBYD(2018)	0,341	0,17	0,772	0,41	159,22	123,57	88,19 %
ZD TBYD(2018)	0,305	0,152	0,689	0,34	159,22	98,46	49,95 %
ZE TBYD(2018)	0,297	0,148	0,673	0,31	159,22	93,67	42,65 %

Tablo 5.37. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış 30°

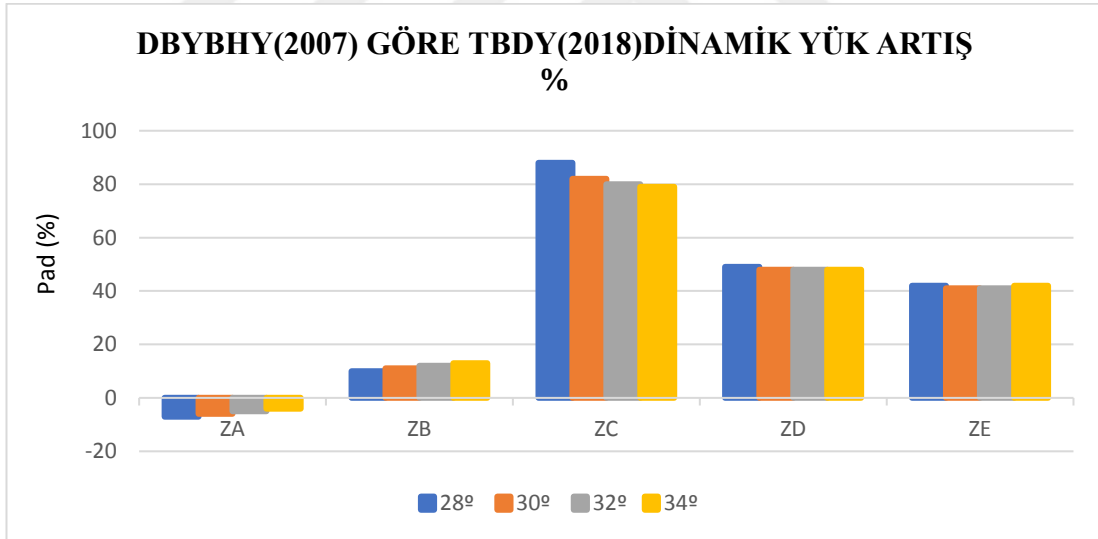
YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,475	0,143	147	62,30	DBYBHY2007 Karşılaştırma
ZA TBYD(2018)	0,227	0,113	0,523	0,193	147	57,95	-6,98 %
ZB TBYD(2018)	0,256	0,128	0,562	0,232	147	69,26	11,17 %
ZC TBYD(2018)	0,341	0,17	0,713	0,38	147	114	82,98 %
ZD TBYD(2018)	0,305	0,152	0,64	0,31	147	92,43	48,36 %
ZE TBYD(2018)	0,297	0,148	0,62	0,29	147	88,18	41,54 %

Tablo 5.38. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış 32°

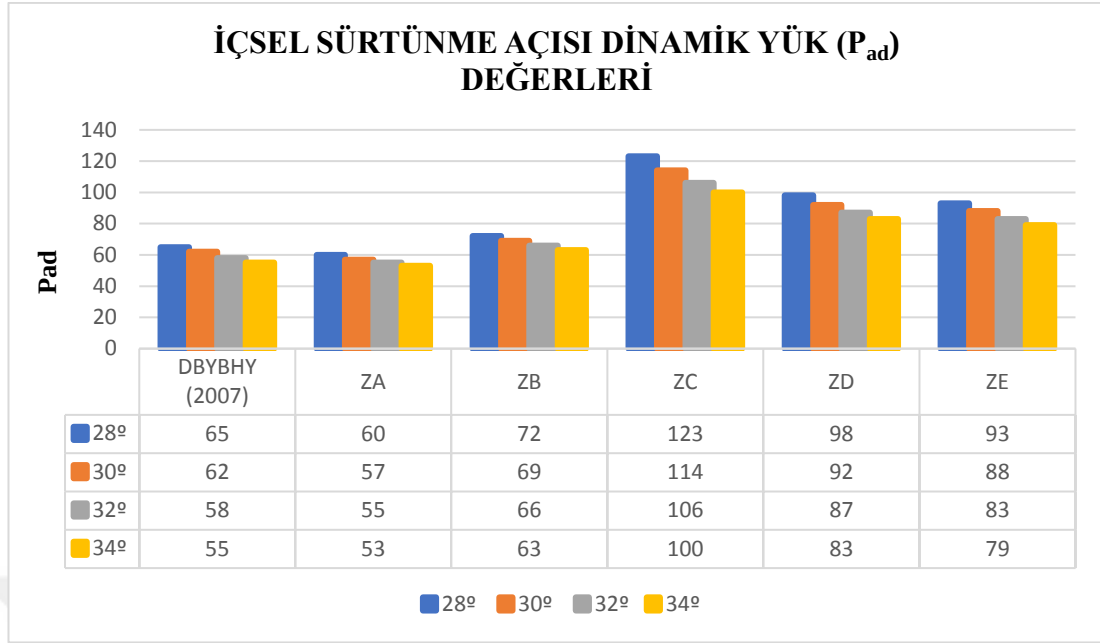
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,44	0,133	135,50	58,98	
ZA TBYD(2018)	0,227	0,113	0,488	0,18	135,50	55,60	-5,73%
ZB TBYD(2018)	0,256	0,128	0,524	0,21	135,50	66,17	12,19 %
ZC TBYD(2018)	0,341	0,17	0,661	0,35	135,50	106,67	80,85 %
ZD TBYD(2018)	0,305	0,152	0,596	0,28	135,50	87,41	48,20 %
ZE TBYD(2018)	0,297	0,148	0,583	0,27	135,50	83,56	41,67 %

Tablo 5.39. Sakarya Konum-3 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY- 2007	0,16	0,107	0,409	0,12	124,68	55,9	
ZA TBDY(2018)	0,227	0,113	0,455	0,17	124,68	53,44	-4,40 %
ZB TBDY(2018)	0,256	0,128	0,489	0,20	124,68	63,38	13,38 %
ZC TBDY(2018)	0,341	0,17	0,615	0,33	124,68	100,55	79,87 %
ZD TBDY(2018)	0,305	0,152	0,555	0,26	124,68	83,08	48,62 %
ZE TBDY(2018)	0,297	0,148	0,543	0,26	124,68	79,54	42,28 %



Şekil 5.55. Sakarya Konum-3 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.56. Sakarya Konum-3 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

Sakarya Konum-3 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değer grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZC zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısı arttığında dinamik yük azalmıştır. Statik aktif basınç formülü $\beta \leq \varphi'_d - \theta$ şartına göre aktif basınç katsayısı değeri hesaplanmıştır.

- İstanbul (Beşiktaş) 1.Konum

İstanbul Konum 1 için spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.40. İstanbul Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,220	0,773	0,800	0,800	0,176	0,618
ZB	0,220	0,773	0,800	0,900	0,176	0,696
ZC	0,220	0,773	1,500	1,200	0,330	0,928
ZD	0,220	0,773	2,160	1,191	0,475	0,920
ZE	0,220	0,773	3,200	1,282	0,704	0,991

Tablo 5.41. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,469	0,108	159,22	48,04	
ZA TBDY(2018)	0,165	0,082	0,489	0,128	159,22	38,49	-19,87 %
ZB TBDY(2018)	0,185	0,09	0,510	0,14	159,22	45,75	- 4,76 %
ZC TBDY(2018)	0,247	0,123	0,589	0,22	159,22	68,78	43,17 %
ZD TBDY(2018)	0,245	0,122	0,586	0,225	159,22	67,98	41,50 %
ZE TBDY(2018)	0,264	0,132	0,615	0,254	159,22	76,44	59,11 %

Tablo 5.42. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış 30°

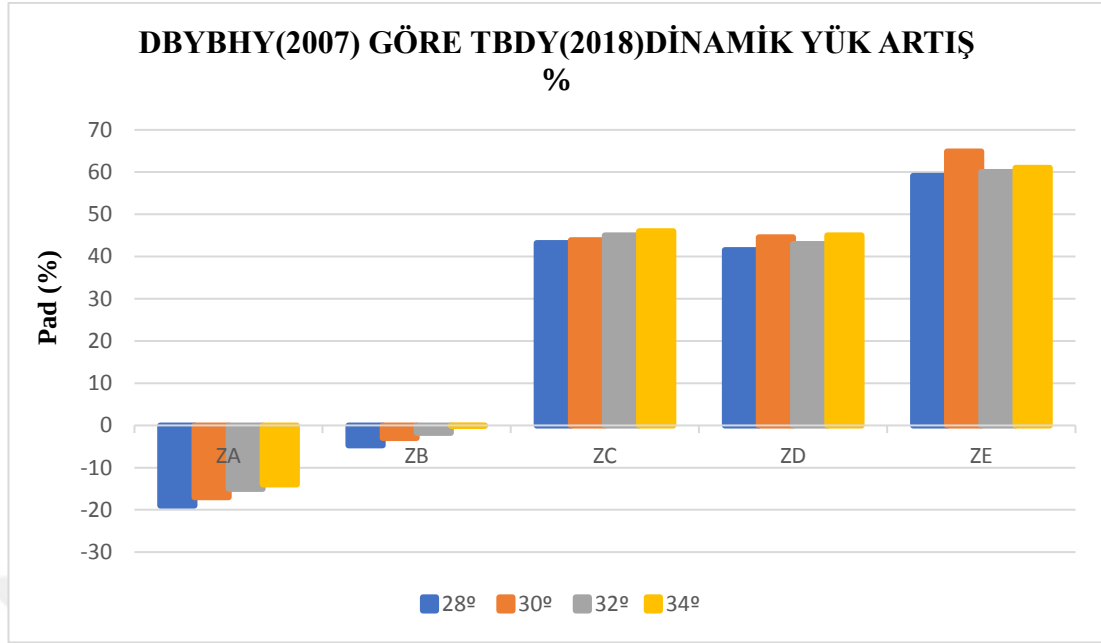
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,437	0,103	147	45,58	
ZA TBDY(2018)	0,165	0,082	0,45	0,12	147	37,71	-17,26 %
ZB TBDY(2018)	0,185	0,09	0,476	0,143	147	44,04	-3,37 %
ZC TBDY(2018)	0,247	0,123	0,549	0,216	147	65,58	43,87 %
ZD TBDY(2018)	0,245	0,122	0,547	0,214	147	65,84	44,54 %
ZE TBDY(2018)	0,264	0,132	0,573	0,24	147	75,14	64,85 %

Tablo 5.43. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış 32°

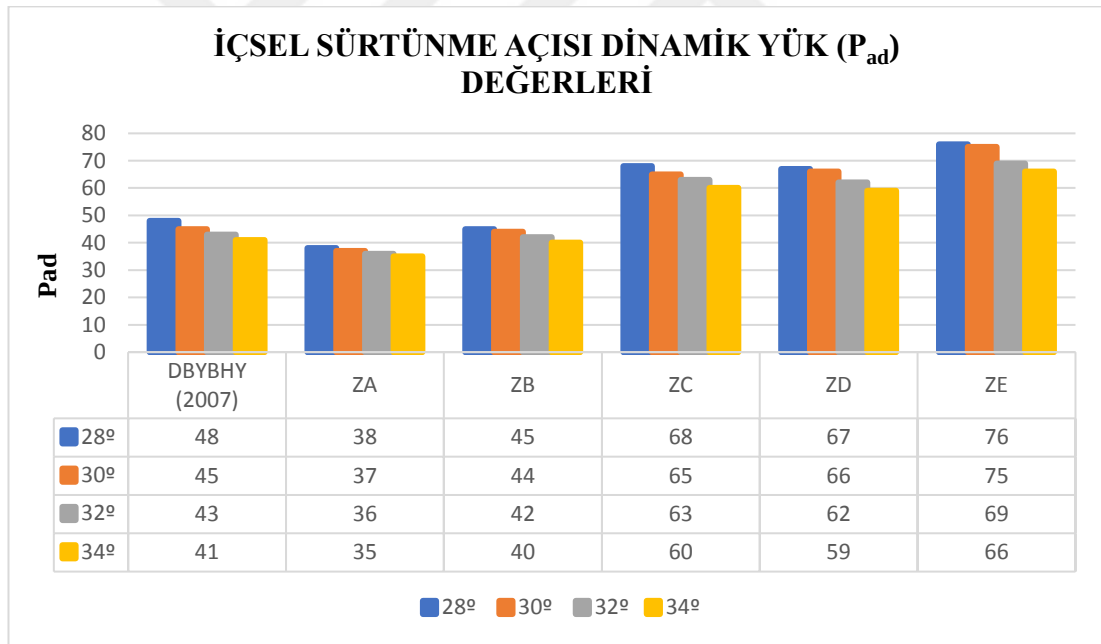
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,40	0,09	135,5	43,22	
ZA TBDY(2018)	0,165	0,082	0,42	0,11	135,5	36,42	-15,73 %
ZB TBDY(2018)	0,185	0,09	0,44	0,13	135,5	42,45	-1,78 %
ZC TBDY(2018)	0,247	0,123	0,512	0,205	135,5	62,74	45,16 %
ZD TBDY(2018)	0,245	0,122	0,510	0,203	135,5	62,05	43,56 %
ZE TBDY(2018)	0,264	0,132	0,534	0,22	135,5	69,27	60,27 %

Tablo 5.44. İstanbul Konum-1 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,375	0,09	124,68	40,98	
ZA TBDY(2018)	0,165	0,082	0,39	0,108	124,68	35,20	-14,10 %
ZB TBDY(2018)	0,185	0,09	0,41	0,128	124,68	40,95	-0,07 %
ZC TBDY(2018)	0,247	0,123	0,47	0,188	124,68	60,16	46,80 %
ZD TBDY(2018)	0,245	0,122	0,475	0,193	124,68	59,52	45,24 %
ZE TBDY(2018)	0,264	0,132	0,49	0,20	124,68	66,28	61,73 %



Şekil 5.57. İstanbul Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.58. İstanbul Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

İstanbul Konum-1 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değer grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZE zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısının artmasıyla $\beta \leq \varphi'_d - \theta$ hesaplama formülüne göre azalmıştır.

- İstanbul (Beykoz) 2.Konum

İstanbul Konum 2 için spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.45. İstanbul Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,187	0,627	0,8	0,8	0,15	0,502
ZB	0,187	0,627	0,8	0,9	0,15	0,564
ZC	0,187	0,627	1,500	1,249	0,28	0,793
ZD	0,187	0,627	2,226	1,298	0,416	0,814
ZE	0,187	0,627	3,41	1,497	0,639	0,938

Tablo 5.46. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,46	0,10	159,22	48,04	
ZA TBDY(2018)	0,133	0,06	0,458	0,09	159,22	30,79	-35,90 %
ZB TBDY(2018)	0,150	0,075	0,475	0,11	159,22	33,73	-29,78 %
ZC TBDY(2018)	0,211	0,105	0,541	0,18	159,22	54,48	13,40%
ZD TBDY(2018)	0,217	0,108	0,549	0,188	159,22	57,09	18,83 %
ZE TBDY(2018)	0,250	0,125	0,594	0,23	159,22	70,06	45,83 %

Tablo 5.47. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış 30°

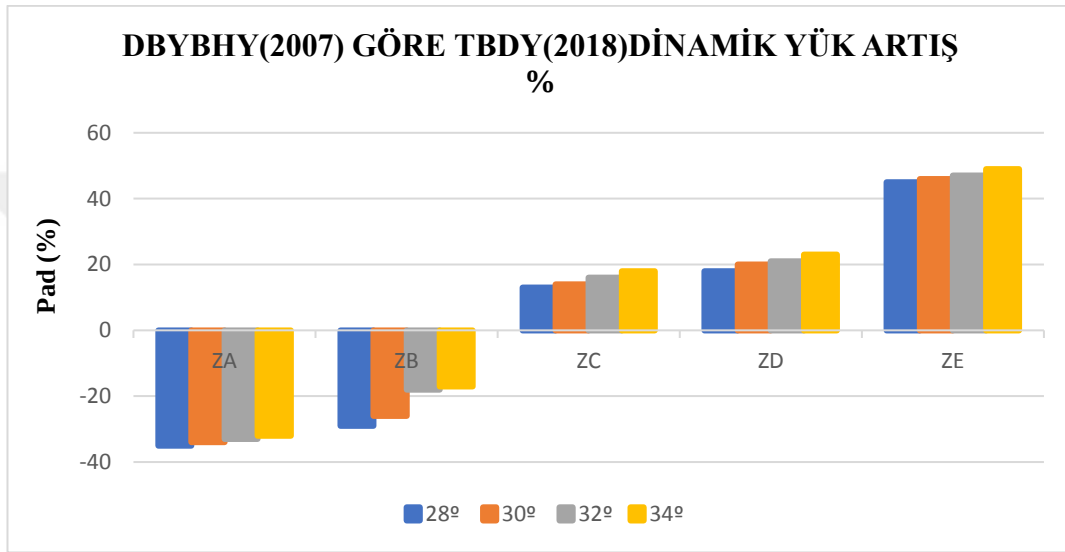
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,437	0,103	147	45,58	
ZA TBDY(2018)	0,133	0,06	0,426	0,096	147	29,77	-34,68 %
ZB TBDY(2018)	0,150	0,075	0,44	0,11	147	33,44	-26,63 %
ZC TBDY(2018)	0,211	0,105	0,504	0,174	147	52,26	14,65 %
ZD TBDY(2018)	0,217	0,108	0,512	0,182	147	54,71	20,03 %
ZE TBDY(2018)	0,250	0,125	0,55	0,22	147	66,76	46,46 %

Tablo 5.48. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış 32°

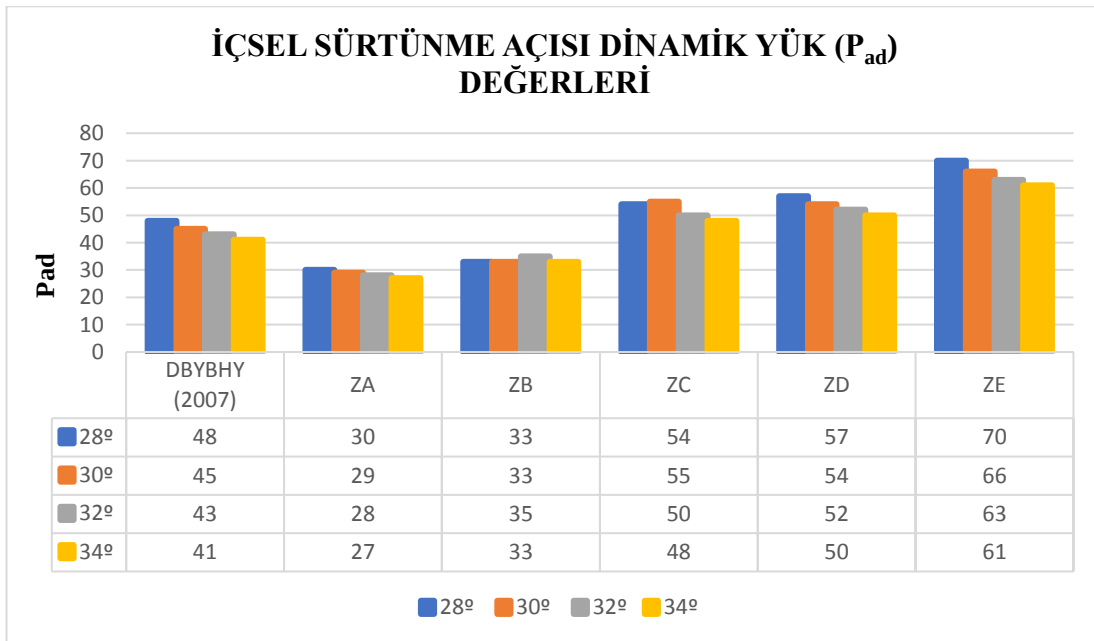
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,40	0,09	135,50	43,22	
ZA TBDY(2018)	0,133	0,06	0,396	0,08	135,50	28,79	-33,38 %
ZB TBDY(2018)	0,150	0,075	0,411	0,10	135,50	35,06	-18,88 %
ZC TBDY(2018)	0,211	0,105	0,470	0,16	135,50	50,24	16,24 %
ZD TBDY(2018)	0,217	0,108	0,478	0,17	135,50	52,55	21,58 %
ZE TBDY(2018)	0,250	0,125	0,516	0,20	135,50	63,84	47,70 %

Tablo 5.49. İstanbul Konum-2 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,37	0,09	124,68	40,98	
ZA TBDY(2018)	0,133	0,06	0,367	0,08	124,68	27,84	-32,06 %
ZB TBDY(2018)	0,150	0,075	0,382	0,10	124,68	33,82	-17,47 %
ZC TBDY(2018)	0,211	0,105	0,438	0,13	124,68	48,37	18,03 %
ZD TBDY(2018)	0,217	0,108	0,445	0,16	124,68	50,55	23,35 %
ZE TBDY(2018)	0,250	0,125	0,481	0,163	124,68	61,20	49,34 %



Şekil 5.59. İstanbul Konum-2 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.60. İstanbul Konum-2 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

İstanbul Konum-2 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değeri grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZE zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısının artmasıyla $\beta \leq \varphi'_d - \theta$ hesap formülüne göre azalmıştır.

- İstanbul (Fatih) 3.Konum

İstanbul Konum 3 için spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.50. İstanbul Konum-3 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,283	1,024	0,800	0,800	0,226	0,819
ZB	0,283	1,024	0,800	0,900	0,266	0,922
ZC	0,283	1,024	1,500	1,200	0,424	1,229
ZD	0,283	1,024	2,034	1,09	0,576	1,117
ZE	0,283	1,024	2,885	1,107	0,816	1,107

Tablo 5.51. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,46	0,10	159,22	48,04	DBYBHY 2007 Karşılaştırma
ZA TBDY(2018)	0,218	0,109	0,55	0,189	159,22	56,99	18,63 %
ZB TBDY(2018)	0,245	0,122	0,586	0,225	159,22	67,98	41,50 %
ZC TBDY(2018)	0,327	0,163	0,747	0,386	159,22	116,63	142,77 %
ZD TBDY(2018)	0,297	0,148	0,678	0,317	159,22	95,74	99,29 %
ZE TBDY(2018)	0,295	0,147	0,674	0,313	159,22	94,48	96,66 %

Tablo 5.52. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış 30°

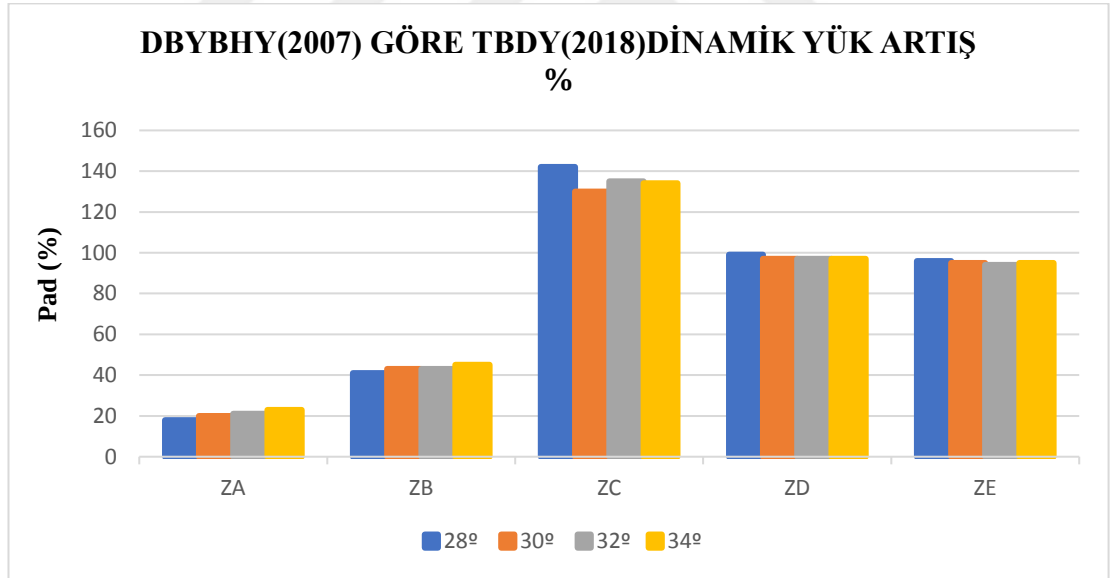
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,437	0,103	147	45,58	DBYBHY 2007 Karşılaştırma
ZA TBDY(2018)	0,218	0,109	0,514	0,18	147	55,04	20,75 %
ZB TBDY(2018)	0,245	0,122	0,548	0,21	147	65,44	43,57 %
ZC TBDY(2018)	0,327	0,163	0,68	0,35	147	105	130,36 %
ZD TBDY(2018)	0,297	0,148	0,63	0,3	147	90,04	97,54 %
ZE TBDY(2018)	0,295	0,147	0,627	0,29	147	88,92	95,08 %

Tablo 5.53. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış 32°

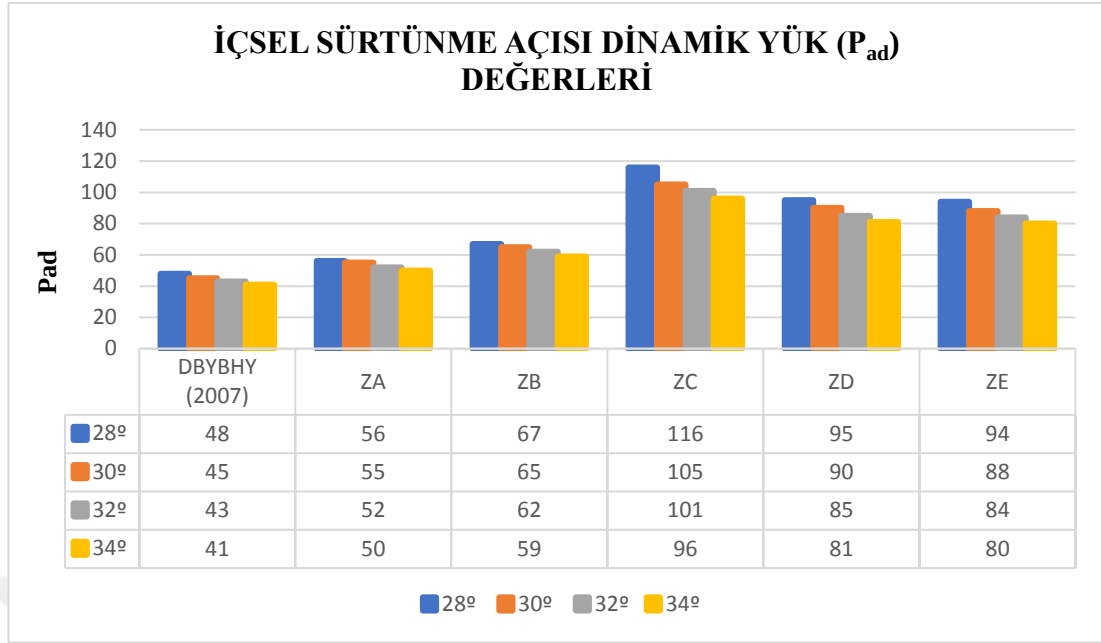
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,40	0,09	135,5	43,22	
ZA TBDY(2018)	0,218	0,109	0,478	0,171	135,5	52,47	21,45 %
ZB TBDY(2018)	0,245	0,122	0,51	0,20	135,5	62,05	43,56 %
ZC TBDY(2018)	0,327	0,163	0,642	0,335	135,5	101,59	135,05 %
ZD TBDY(2018)	0,297	0,148	0,587	0,28	135,5	85,26	97,26 %
ZE TBDY(2018)	0,295	0,147	0,584	0,277	135,5	84,24	94,90 %

Tablo 5.54. İstanbul Konum-3 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,12	0,08	0,37	0,09	124,68	40,98	
ZA TBDY(2018)	0,218	0,109	0,445	0,163	124,68	50,48	23,18 %
ZB TBDY(2018)	0,245	0,122	0,475	0,193	124,68	59,52	45,24 %
ZC TBDY(2018)	0,327	0,163	0,597	0,315	124,68	96	134,26 %
ZD TBDY(2018)	0,297	0,148	0,547	0,265	124,68	81,11	97,92 %
ZE TBDY(2018)	0,295	0,147	0,544	0,26	124,68	80,17	95,63 %



Şekil 5.61. İstanbul Konum-3 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.62. İstanbul Konum-3 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

İstanbul Konum-3 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değer grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZC zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısının artmasıyla $\beta \leq \varphi'_d - \theta$ hesap formülüne göre azalmıştır.

- Kayseri (Melikgazi) 1.Konum

Kayseri Konum 1 için spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.55. Kayseri Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,432	0,110	0,800	0,800	0,088	0,34
ZB	0,432	0,110	0,800	0,900	0,088	0,389
ZC	0,432	0,110	1,500	1,300	0,165	0,532
ZD	0,432	0,110	1,454	2,38	0,262	0,628
ZE	0,432	0,110	1,890	4,11	0,452	0,817

Tablo 5.56. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,431	0,07	159,216	31,21	
ZA TBDY(2018)	0,09	0,045	0,422	0,061	159,216	18,85	-39,60 %
ZB TBDY(2018)	0,10	0,05	0,430	0,069	159,216	21,24	-31,94 %
ZC TBDY(2018)	0,14	0,07	0,465	0,104	159,216	31,75	1,73 %
ZD TBDY(2018)	0,16	0,08	0,484	0,123	159,216	39,65	18,39 %
ZE TBDY(2018)	0,217	0,108	0,549	0,188	159,216	57,09	82,92 %

Tablo 5.57. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış 30°

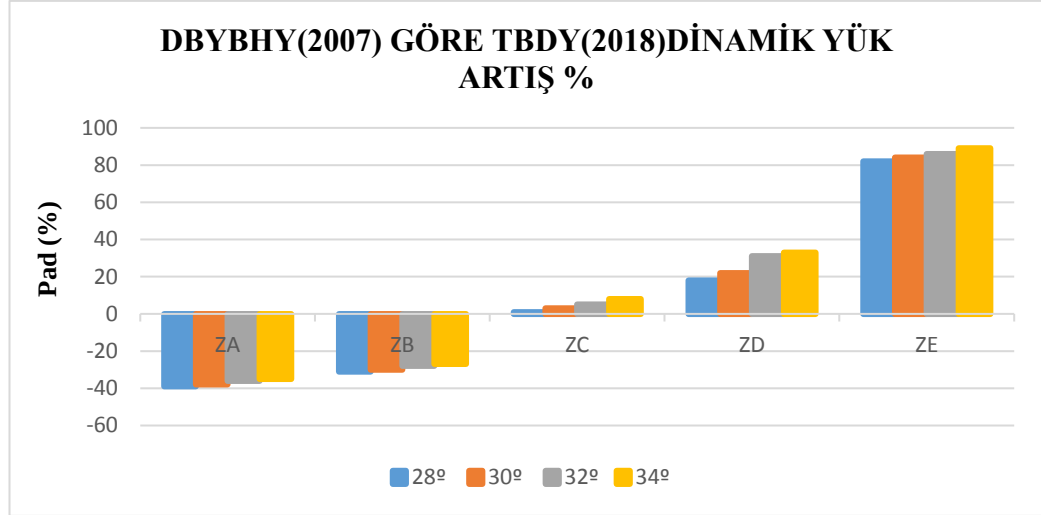
YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,40	0,067	147	29,62	
ZA TBDY(2018)	0,09	0,045	0,39	0,06	147	18,32	-38,14 %
ZB TBDY(2018)	0,10	0,05	0,40	0,07	147	20,62	-30,38 %
ZC TBDY(2018)	0,14	0,07	0,43	0,1	147	30,72	3,71 %
ZD TBDY(2018)	0,16	0,08	0,45	0,12	147	36,22	22,28 %
ZE TBDY(2018)	0,217	0,108	0,512	0,18	147	54,71	84,70 %

Tablo 5.58. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış 32°

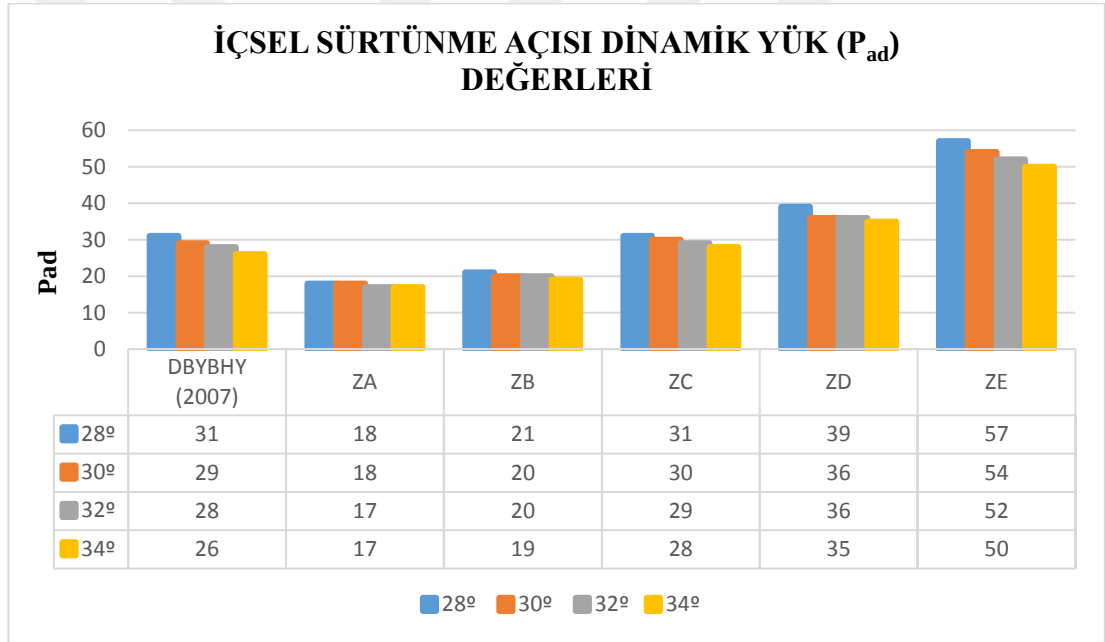
YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,371	0,063	135,5	28,11	
ZA TBDY(2018)	0,09	0,045	0,363	0,056	135,5	17,79	-36,71 %
ZB TBDY(2018)	0,10	0,05	0,371	0,064	135,5	20,02	-28,77 %
ZC TBDY(2018)	0,14	0,07	0,402	0,095	135,5	29,74	5,79 %
ZD TBDY(2018)	0,16	0,08	0,42	0,113	135,5	36,89	31,23 %
ZE TBDY(2018)	0,217	0,108	0,478	0,171	135,5	52,55	86,94 %

Tablo 5.59. Kayseri Konum-1 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,343	0,060	124,68	26,63	
ZA TBDY(2018)	0,09	0,045	0,337	0,055	124,68	17,27	-35,14 %
ZB TBDY(2018)	0,10	0,05	0,343	0,061	124,68	19,42	-27,07 %
ZC TBDY(2018)	0,14	0,07	0,374	0,092	124,68	28,79	8,11 %
ZD TBDY(2018)	0,16	0,08	0,39	0,108	124,68	35,56	33,53 %
ZE TBDY(2018)	0,217	0,108	0,445	0,163	124,68	50,55	89,82 %



Şekil 5.63. Kayseri Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.64. Kayseri Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

Kayseri Konum-1 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değerleri grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZE zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısının artmasıyla $\beta \leq \varphi'_a - \theta$ hesap formülüne göre azalmıştır.

- Kayseri (Develi) 2.Konum

Ankara Konum 2 için spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.60. Kayseri Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,102	0,361	0,8	0,8	0,082	0,289
ZB	0,102	0,361	0,8	0,9	0,082	0,325
ZC	0,102	0,361	1,500	1,3	0,153	0,469
ZD	0,102	0,361	2,396	1,511	0,244	0,546
ZE	0,102	0,361	4,182	2,089	0,427	0,754

Tablo 5.61. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,431	0,07	159,216	31,21	
ZA TBDY(2018)	0,07	0,038	0,407	0,046	159,22	13,77	-55,87 %
ZB TBDY(2018)	0,08	0,04	0,415	0,054	159,22	16,51	-47,10 %
ZC TBDY(2018)	0,114	0,057	0,442	0,081	159,22	24,78	-20,60 %
ZD TBDY(2018)	0,145	0,07	0,469	0,10	159,22	33,53	7,43 %
ZE TBDY(2018)	0,201	0,10	0,529	0,168	159,22	51,14	63,85 %

Tablo 5.62. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış 30°

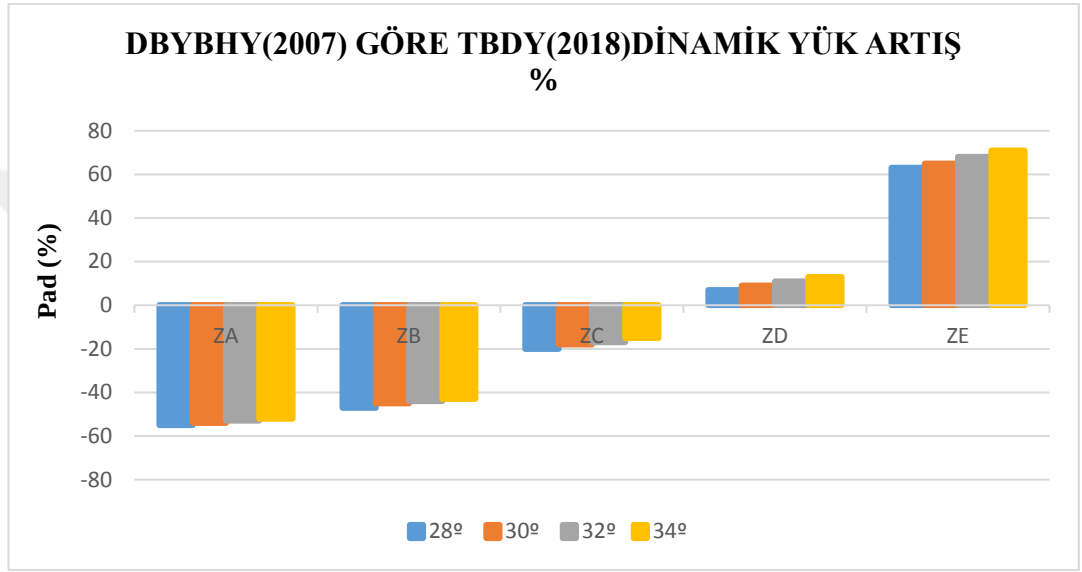
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,40	0,067	147	29,62	
ZA TBDY(2018)	0,07	0,038	0,378	0,045	147	13,42	-54,69 %
ZB TBDY(2018)	0,08	0,04	0,385	0,052	147	16,05	-45,81 %
ZC TBDY(2018)	0,114	0,057	0,411	0,078	147	24,03	-18,87 %
ZD TBDY(2018)	0,145	0,07	0,437	0,104	147	32,41	9,41 %
ZE TBDY(2018)	0,201	0,10	0,493	0,16	147	48,89	65,05 %

Tablo 5.63. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış 32°

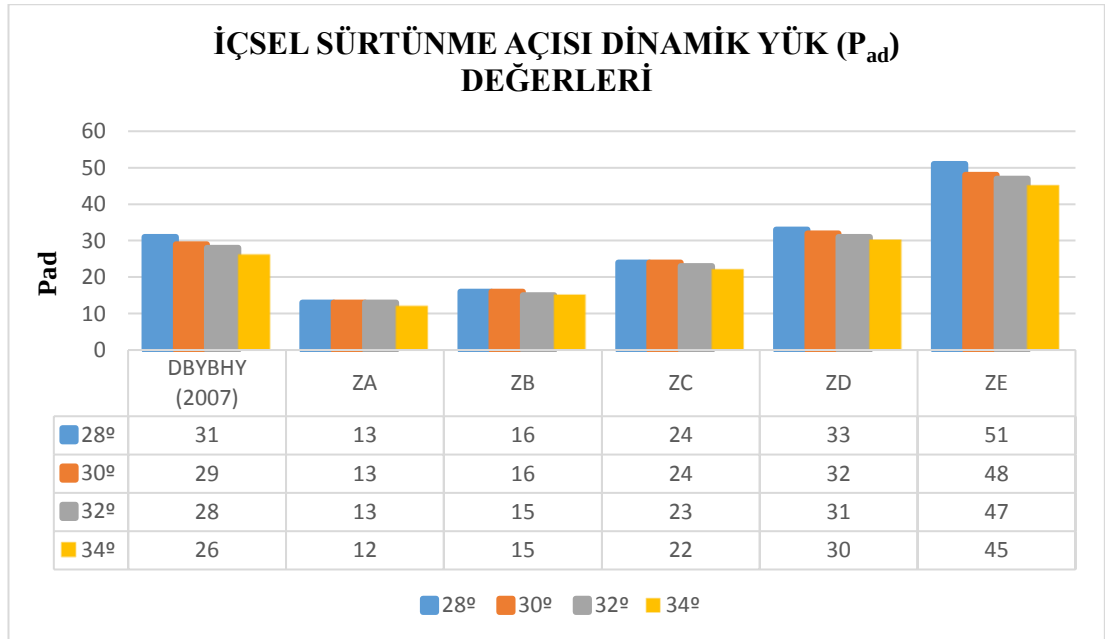
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış BYBH 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,37	0,06	135,5	28,11	
ZA TBDY(2018)	0,07	0,038	0,35	0,043	135,5	13,08	-53,46 %
ZB TBDY(2018)	0,08	0,04	0,356	0,49	135,5	15,60	-44,50 %
ZC TBDY(2018)	0,114	0,057	0,381	0,074	135,5	23,31	-17,07 %
ZD TBDY(2018)	0,145	0,07	0,406	0,099	135,5	31,35	11,17 %
ZE TBDY(2018)	0,201	0,10	0,46	0,153	135,5	47,28	68,19 %

Tablo 5.64. Kayseri Konum-2 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,343	0,060	124,68	26,63	
ZA TBDY(2018)	0,07	0,038	0,323	0,041	124,68	12,73	-52,19 %
ZB TBDY(2018)	0,08	0,04	0,33	0,023	124,68	15,15	-43,10 %
ZC TBDY(2018)	0,114	0,057	0,354	0,072	124,68	22,60	-15,13 %
ZD TBDY(2018)	0,145	0,07	0,377	0,095	124,68	30,32	13,85 %
ZE TBDY(2018)	0,201	0,10	0,42	0,13	124,68	45,54	71,01 %



Şekil 5.65. Kayseri Konum- 2 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.66. Kayseri Konum- 2 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

Kayseri Konum-2 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değerleri grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZE zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısının artmasıyla $\beta \leq \varphi'_d - \theta$ hesap formülüne göre azalmıştır.

- Kayseri (Kocasinan) 3.Konum

Kayseri Konum 3 için spektral ivme katsayıları (SD1 ve SDS) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.65. Kayseri Konum-3 Tasarım İvme Katsayısı

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,116	0,449	0,8	0,8	0,093	0,359
ZB	0,116	0,449	0,8	0,9	0,093	0,404
ZC	0,116	0,449	1,5	1,3	0,174	0,584
ZD	0,116	0,449	2,368	1,441	0,275	0,647
ZE	0,116	0,449	4,056	1,843	0,470	0,827

Tablo 5.66. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,431	0,07	159,216	31,21	
ZA TBYD(2018)	0,095	0,047	0,426	0,06	159,22	20,13	-35,50 %
ZB TBYD(2018)	0,107	0,053	0,434	0,073	159,22	23,06	-26,11 %
ZC TBYD(2018)	0,155	0,077	0,480	0,119	159,22	36,18	15,92 %
ZD TBYD(2018)	0,172	0,086	0,497	0,136	159,22	41,30	32,32 %
ZE TBYD(2018)	0,220	0,110	0,554	0,193	159,22	58,23	86,57 %

Tablo 5.67. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış 30°

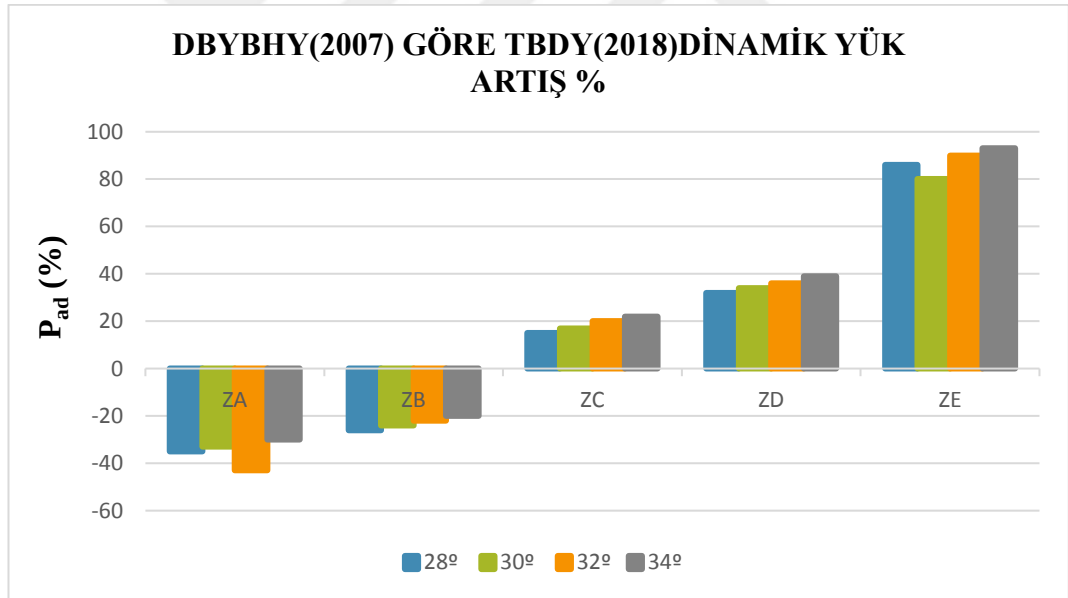
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,40	0,067	147	29,62	
ZA TBYD(2018)	0,095	0,047	0,396	0,06	147	19,55	-33,99 %
ZB TBYD(2018)	0,107	0,053	0,405	0,07	147	22,38	-24,44 %
ZC TBYD(2018)	0,155	0,077	0,44	0,11	147	34,89	17,69 %
ZD TBYD(2018)	0,172	0,086	0,46	0,13	147	39,71	34,06 %
ZE TBYD(2018)	0,220	0,110	0,515	0,185	147	53,36	80,14 %

Tablo 5.68. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış 32°

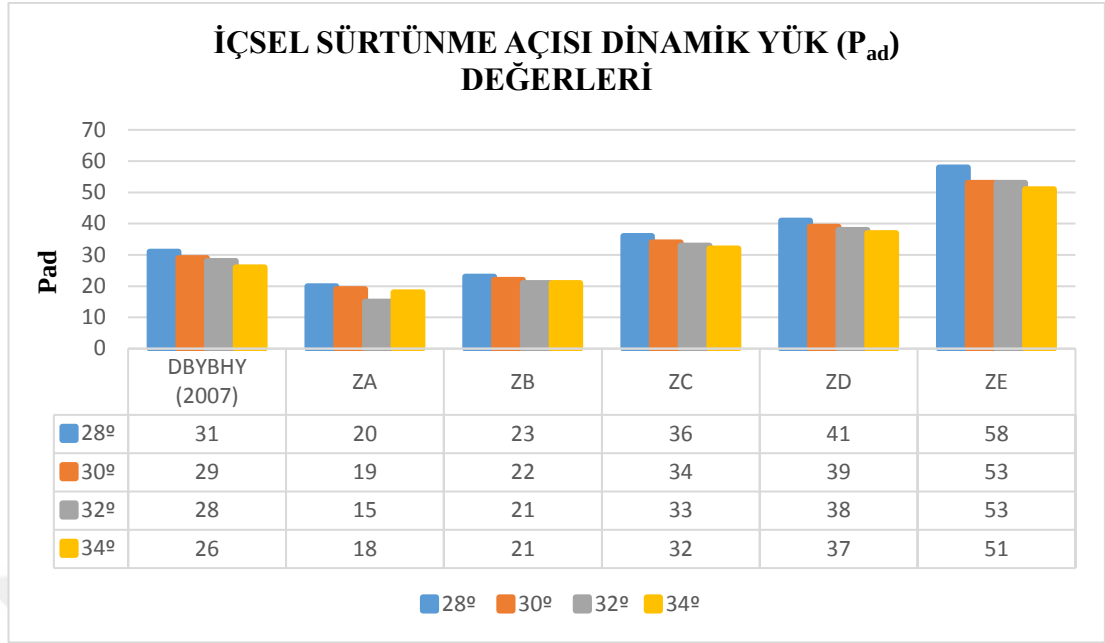
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,37	0,06	135,5	28,11	
ZA TBYD(2018)	0,095	0,047	0,367	0,06	135,50	15,98	-43,15 %
ZB TBYD(2018)	0,107	0,053	0,376	0,069	135,50	21,71	-22,76 %
ZC TBYD(2018)	0,155	0,077	0,415	0,108	135,50	33,79	20,20 %
ZD TBYD(2018)	0,172	0,086	0,431	0,124	135,50	38,45	36,78 %
ZE TBYD(2018)	0,220	0,110	0,481	0,174	135,50	53,55	90,50 %

Tablo 5.69. Kayseri Konum-3 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,08	0,053	0,343	0,060	124,68	26,63	
ZA TBYD(2018)	0,095	0,047	0,34	0,058	124,68	18,42	-30,82 %
ZB TBYD(2018)	0,107	0,053	0,348	0,066	124,68	21,05	-20,95 %
ZC TBYD(2018)	0,155	0,077	0,386	0,104	124,68	32,67	22,68 %
ZD TBYD(2018)	0,172	0,086	0,401	0,119	124,68	37,14	39,46 %
ZE TBYD(2018)	0,220	0,110	0,448	0,166	124,68	51,50	93,39 %



Şekil 5.67. Kayseri Konum- 3 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.68. Kayseri Konum- 3 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

Kayseri Konum-3 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değerleri grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZE zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısının artmasıyla $\beta \leq \varphi'_d - \theta$ hesap formülüne göre azalmıştır.

- Ankara (Çankaya) 1.Konum

Ankara Konum 1 için spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.70. Ankara Konum-1 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,119	0,346	0,800	0,800	0,095	0,277
ZB	0,119	0,346	0,800	0,900	0,095	0,311
ZC	0,119	0,346	1,500	1,300	0,178	0,450
ZD	0,119	0,346	2,362	1,523	0,281	0,527
ZE	0,119	0,346	4,029	2,131	0,479	0,737

Tablo 5.71. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,39	0,03	159,22	15,22	
ZA TBDY(2018)	0,073	0,036	0,409	0,048	159,22	15,00	-1,44 %
ZB TBDY(2018)	0,082	0,041	0,416	0,055	159,22	16,95	11,36 %
ZC TBDY(2018)	0,12	0,06	0,44	0,079	159,22	26,32	72,93 %
ZD TBDY(2018)	0,140	0,070	0,465	0,10	159,22	31,72	108,40 %
ZE TBDY(2018)	0,196	0,098	0,52	0,15	159,22	49,12	222,73 %

Tablo 5.72. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış 30°

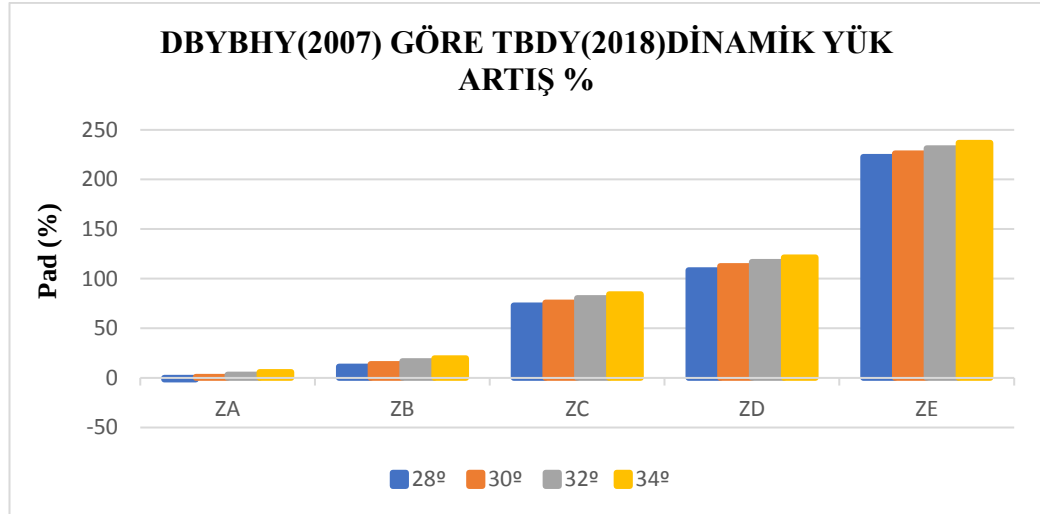
YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,367	0,032	147	14,45	
ZA TBDY(2018)	0,073	0,036	0,380	0,047	147	14,60	1,03 %
ZB TBDY(2018)	0,082	0,041	0,386	0,053	147	16,48	14,04 %
ZC TBDY(2018)	0,12	0,06	0,416	0,083	147	25,52	76,60 %
ZD TBDY(2018)	0,140	0,070	0,433	0,1	147	30,72	112,59 %
ZE TBDY(2018)	0,196	0,098	0,488	0,155	147	47,16	226,36 %

Tablo 5.73. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış 32°

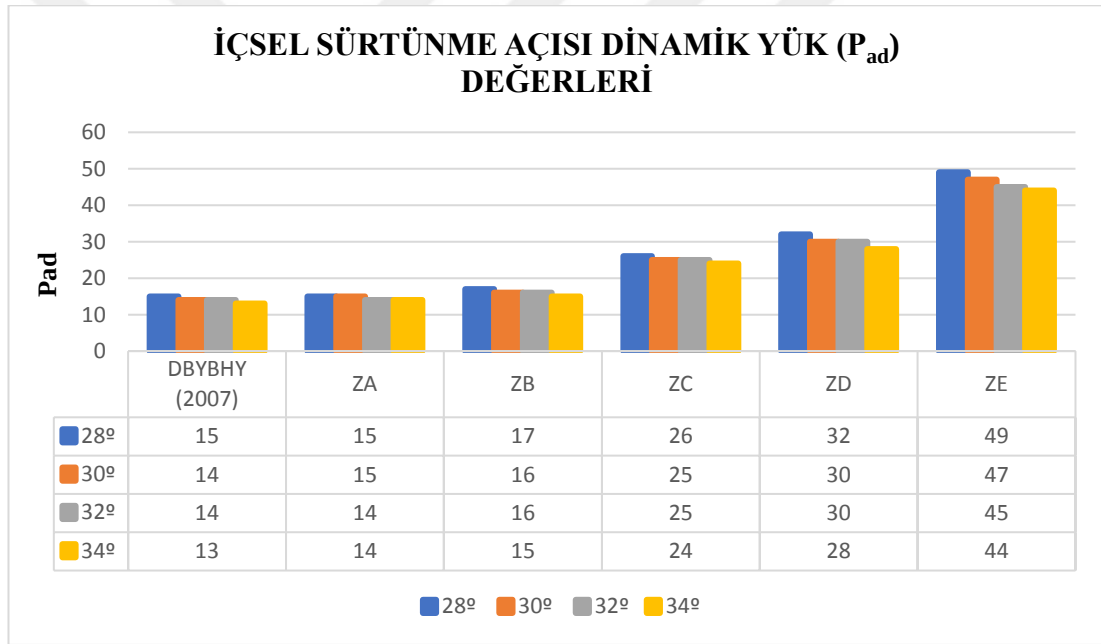
YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,338	0,03	135,5	13,72	
ZA TBDY(2018)	0,073	0,036	0,35	0,04	135,5	14,19	3,42 %
ZB TBDY(2018)	0,082	0,041	0,358	0,05	135,5	16,02	16,76 %
ZC TBDY(2018)	0,12	0,06	0,386	0,07	135,5	24,74	80,32 %
ZD TBDY(2018)	0,140	0,070	0,402	0,09	135,5	29,74	116,76 %
ZE TBDY(2018)	0,196	0,098	0,454	0,14	135,5	45,48	231,48 %

Tablo 5.74. Ankara Konum-1 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k _h	k _v	K _{at}	K _{ad}	P _{as} (kN/m)	P _{ad} (kN/m)	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,312	0,02	124,68	13,01	
ZA TBDY(2018)	0,073	0,036	0,325	0,04	124,68	13,78	5,91 %
ZB TBDY(2018)	0,082	0,041	0,331	0,049	124,68	15,56	19,60 %
ZC TBDY(2018)	0,12	0,06	0,358	0,076	124,68	23,97	84,24 %
ZD TBDY(2018)	0,140	0,070	0,374	0,092	124,68	28,79	121,29 %
ZE TBDY(2018)	0,196	0,098	0,42	0,138	124,68	43,84	236,97 %



Şekil 5.69. Ankara Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.70. Ankara Konum-1 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

Ankara Konum-1 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değerleri grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZE zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısının artmasıyla $\beta \leq \varphi'_a - \theta$ hesap formülüne göre azalmıştır.

- Ankara (Mamak) 2.Konum

Ankara Konum 2 için spektral ivme katsayıları (SD1 ve SDS) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.75. Ankara Konum-2 Tasarım İvme Katsayıları

	S_1	S_s	F_1	F_s	S_{D1}	S_{Ds}
ZA	0,121	0,359	0,8	0,8	0,097	0,287
ZB	0,121	0,359	0,8	0,9	0,097	0,323
ZC	0,121	0,359	1,5	1,3	0,182	0,467
ZD	0,121	0,359	2,358	1,513	0,285	0,543
ZE	0,121	0,359	4,011	2,095	0,485	0,752

Tablo 5.76. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,39	0,03	159,22	15,21	
ZA TBDY(2018)	0,076	0,038	0,412	0,051	159,22	15,57	2,36 %
ZB TBDY(2018)	0,086	0,043	0,419	0,058	159,22	17,90	17,68 %
ZC TBDY(2018)	0,124	0,062	0,451	0,09	159,22	27,40	80,14 %
ZD TBDY(2018)	0,144	0,072	0,469	0,108	159,22	32,94	116,56 %
ZE TBDY(2018)	0,20	0,10	0,528	0,167	159,22	50,72	223,46 %

Tablo 5.77. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış 30°

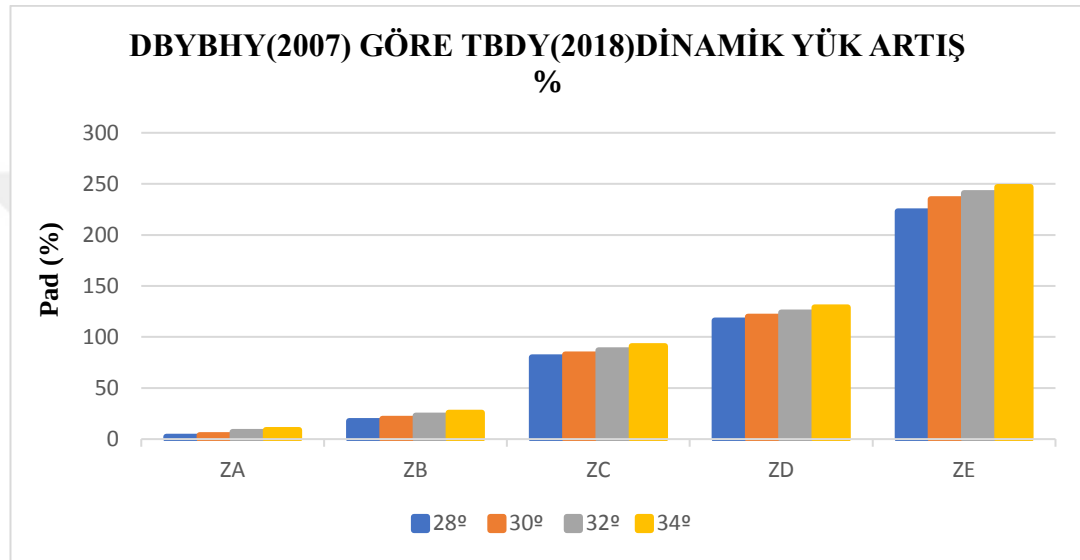
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,367	0,032	147	14,45	
ZA TBDY(2018)	0,076	0,038	0,382	0,049	147	15,15	4,84 %
ZB TBDY(2018)	0,086	0,043	0,389	0,056	147	17,40	20,41 %
ZC TBDY(2018)	0,124	0,062	0,419	0,086	147	26,55	83,73%
ZD TBDY(2018)	0,144	0,072	0,436	0,103	147	31,80	120,06 %
ZE TBDY(2018)	0,20	0,10	0,492	0,159	147	48,47	235,43 %

Tablo 5.78. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış 32°

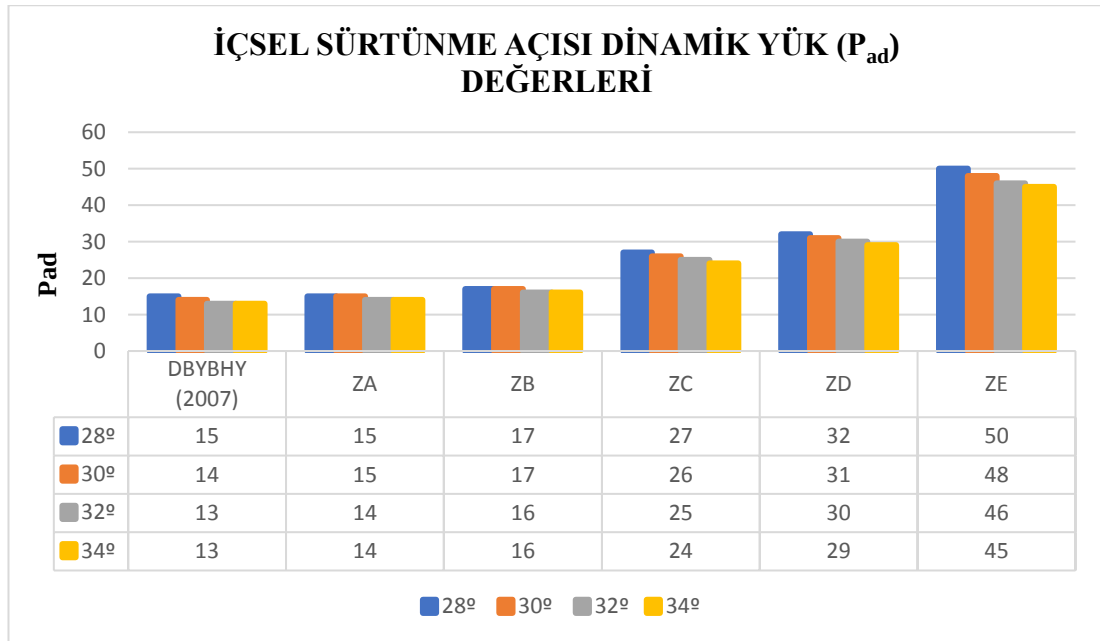
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış BYBH 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,33	0,02	135,50	13,72	
ZA TBDY(2018)	0,076	0,038	0,354	0,047	135,50	14,73	7,36 %
ZB TBDY(2018)	0,086	0,043	0,361	0,054	135,50	16,90	23,17 %
ZC TBDY(2018)	0,124	0,062	0,389	0,082	135,50	25,73	87,53 %
ZD TBDY(2018)	0,144	0,072	0,406	0,099	135,50	30,83	124,70 %
ZE TBDY(2018)	0,20	0,10	0,459	0,152	135,50	46,91	241,90 %

Tablo 5.79. Ankara Konum-2 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,32	0,03	124,68	13,01	
ZA TBDY(2018)	0,076	0,038	0,327	0,045	124,68	14,30	9,91 %
ZB TBDY(2018)	0,086	0,043	0,334	0,052	124,68	16,41	26,13 %
ZC TBDY(2018)	0,124	0,062	0,361	0,079	124,68	24,93	91,62 %
ZD TBDY(2018)	0,144	0,072	0,377	0,095	124,68	29,83	129,28 %
ZE TBDY(2018)	0,20	0,10	0,428	0,146	124,68	45,20	247,42 %



Şekil 5.71. Ankara Konum- 2 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



Şekil 5.72. Ankara Konum- 2 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

Ankara Konum-2 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değerleri grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZE zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısının artmasıyla $\beta \leq \varphi'_d - \theta$ hesap formülüne göre azalmıştır.

- Ankara (Pursaklar) 3.Konum

Ankara Konum 3 için spektral ivme katsayıları (SD1 ve SDS) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak; $\phi = 28^\circ, \phi = 30^\circ, \phi = 32^\circ, \phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modelleme yapılmıştır.

Tablo 5.80. Ankara Konum-3 Tasarım İvme Katsayısı

	S_1	S_5	F_1	F_5	S_{D1}	S_{D5}
ZA	0,131	0,368	0,8	0,8	0,105	0,294
ZB	0,131	0,368	0,8	0,9	0,105	0,331
ZC	0,131	0,368	1,5	1,3	0,197	0,478
ZD	0,131	0,368	2,338	1,506	0,306	0,554
ZE	0,131	0,368	3,921	2,070	0,514	0,762

Tablo 5.81. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış 28°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,39	0,03	159,22	15,21	
ZA TBVD(2018)	0,078	0,039	0,413	0,052	159,22	16,07	5,65 %
ZB TBVD(2018)	0,088	0,044	0,421	0,06	159,22	18,40	20,97 %
ZC TBVD(2018)	0,127	0,063	0,453	0,092	159,22	28,22	85,53%
ZD TBVD(2018)	0,147	0,073	0,472	0,11	159,22	33,86	122,61 %
ZE TBVD(2018)	0,20	0,10	0,528	0,167	159,22	50,72	233,46 %

Tablo 5.82. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış 30°

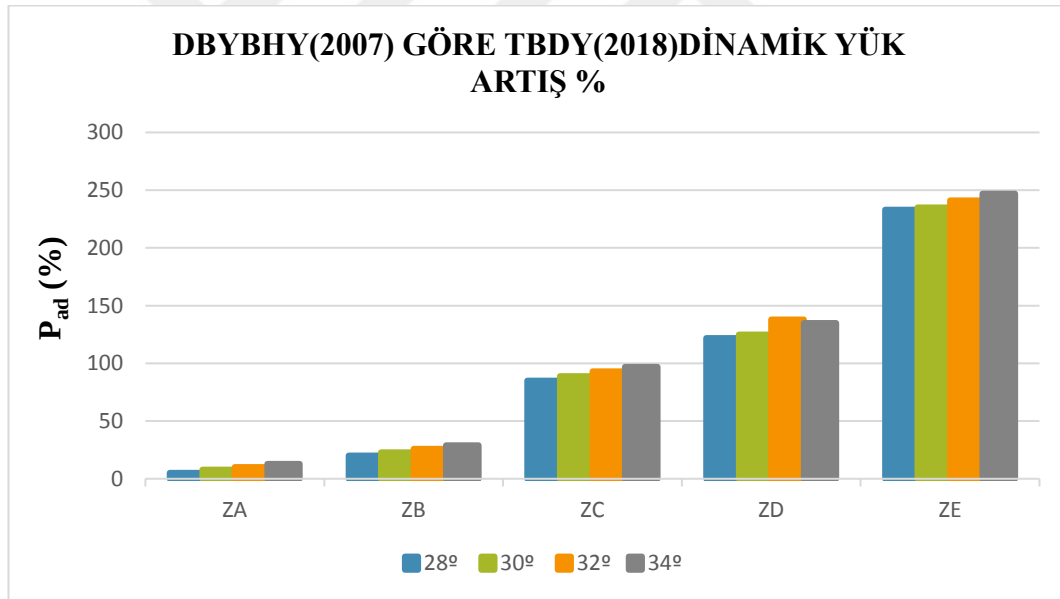
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,367	0,032	147	14,45	
ZA TBDY(2018)	0,078	0,039	0,383	0,05	147	15,67	8,44 %
ZB TBDY(2018)	0,088	0,044	0,39	0,057	147	17,83	23,39 %
ZC TBDY(2018)	0,127	0,063	0,42	0,38	147	27,34	89,20 %
ZD TBDY(2018)	0,147	0,073	0,439	0,106	147	32,63	125,81 %
ZE TBDY(2018)	0,20	0,10	0,492	0,159	147	48,47	235,43 %

Tablo 5.83. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış 32°

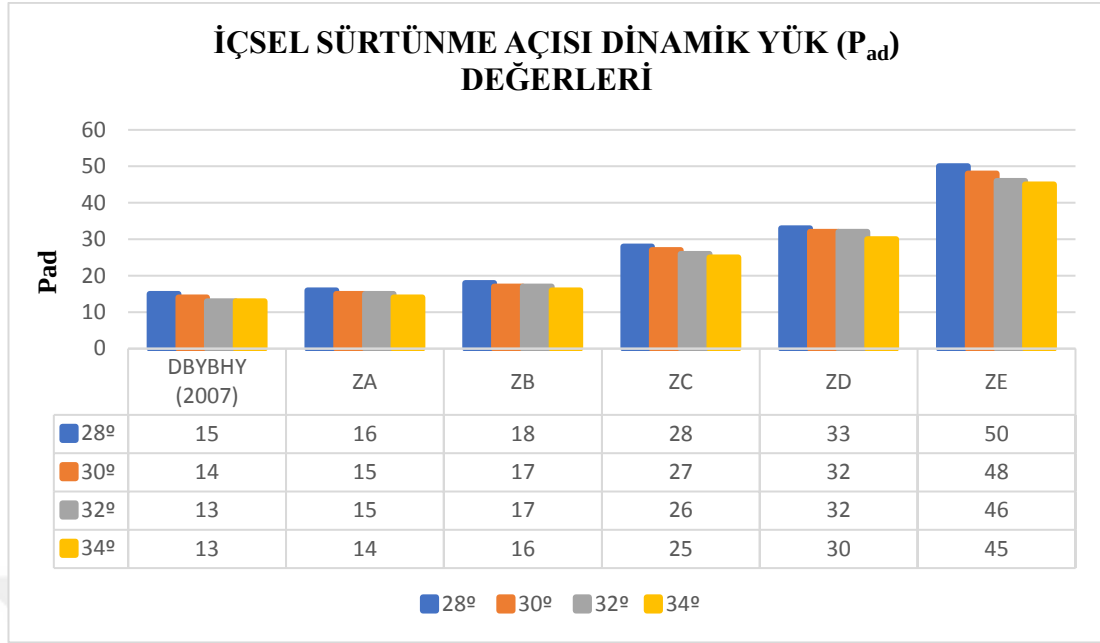
YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,33	0,02	135,50	13,72	
ZA TBYD(2018)	0,078	0,039	0,355	0,048	135,50	15,19	10,71%
ZB TBYD(2018)	0,088	0,044	0,362	0,055	135,50	17,37	26,60 %
ZC TBYD(2018)	0,127	0,063	0,392	0,085	135,50	26,49	93,07 %
ZD TBYD(2018)	0,147	0,073	0,408	0,101	135,50	32,67	138,11 %
ZE TBYD(2018)	0,20	0,10	0,459	0,152	135,50	46,91	241,90%

Tablo 5.84. Ankara Konum-3 Dinamik Yük Artış 34°

YÖNETMELİK	k_h	k_v	K_{at}	K_{ad}	$P_{as}(kN/m)$	$P_{ad}(kN/m)$	Dinamik Yük Artış DBYBHY 2007 Karşılaştırma
DBYBHY-2007	0,04	0,027	0,32	0,03	124,68	13,01	
ZA TBYD(2018)	0,078	0,039	0,329	0,047	124,68	14,75	13,37 %
ZB TBYD(2018)	0,088	0,044	0,335	0,053	124,68	16,86	29,59 %
ZC TBYD(2018)	0,127	0,063	0,363	0,056	124,68	25,66	97,23 %
ZD TBYD(2018)	0,147	0,073	0,379	0,097	124,68	30,64	135,51 %
ZE TBYD(2018)	0,20	0,10	0,428	0,146	124,68	45,20	247,42 %



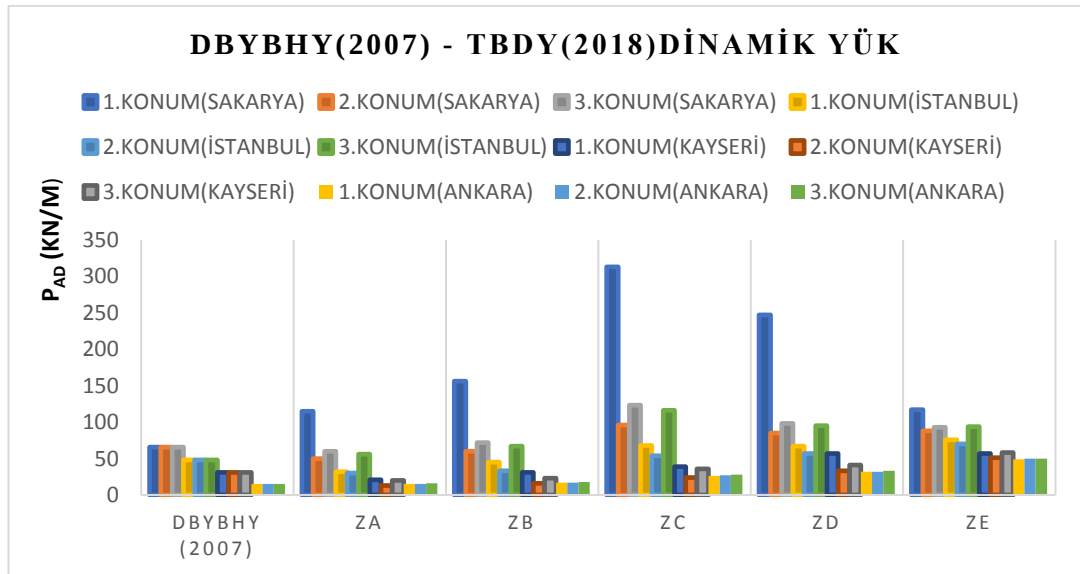
Şekil 5.73. Ankara Konum- 3 Açılara Göre Dinamik Yük Artış



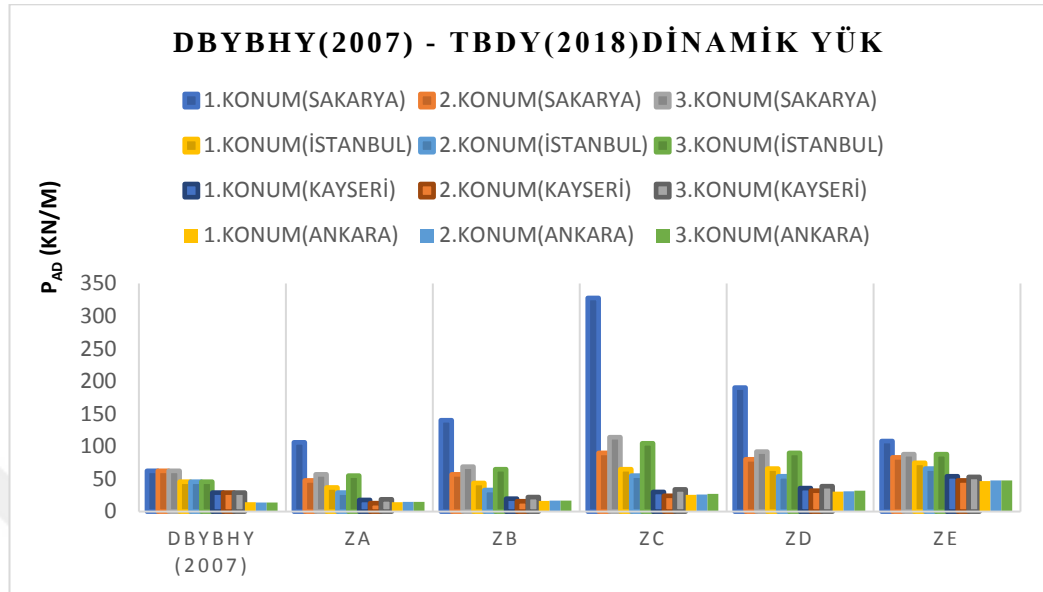
Şekil 5.74. Ankara Konum- 3 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

Ankara Konum-3 içsel sürtünme açısı değişkenine ilişkin dinamik yük değerleri grafiğine baktığımızda en fazla 28° , ZE zemin sınıfına ait olduğu görülmüştür. İçsel sürtünme açısının artmasıyla $\beta \leq \varphi'_d - \theta$ hesap formülüne göre azalmıştır.

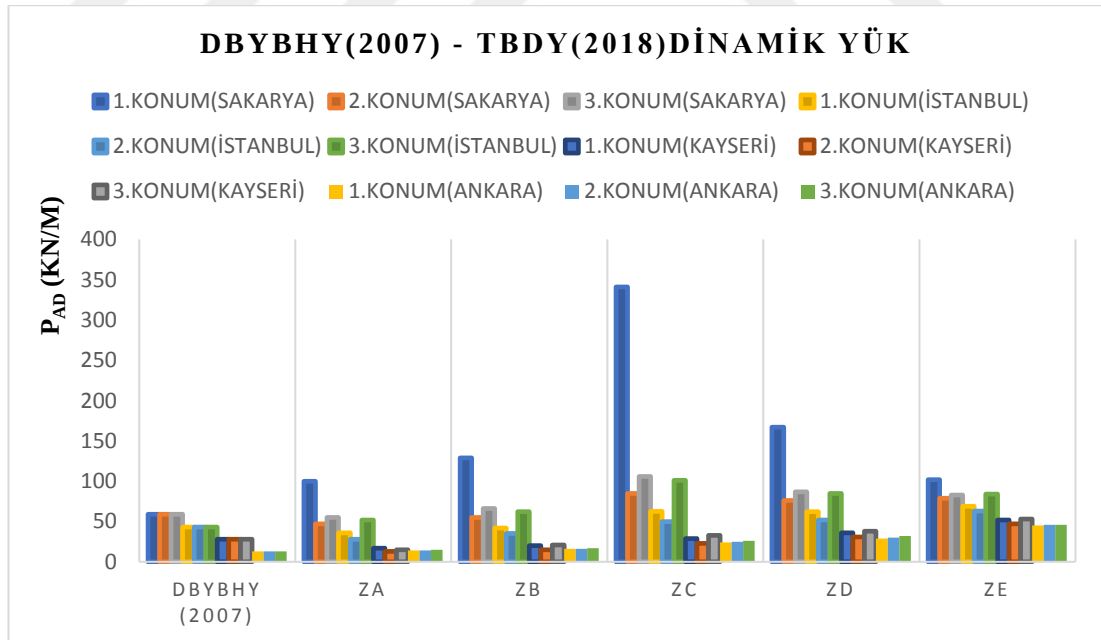
- $\phi = 28^\circ$

Şekil 5.75. Sakarya-İstanbul-Kayseri-Ankara 3 Konum $\phi = 28^\circ$ Dinamik Yük Değerleri

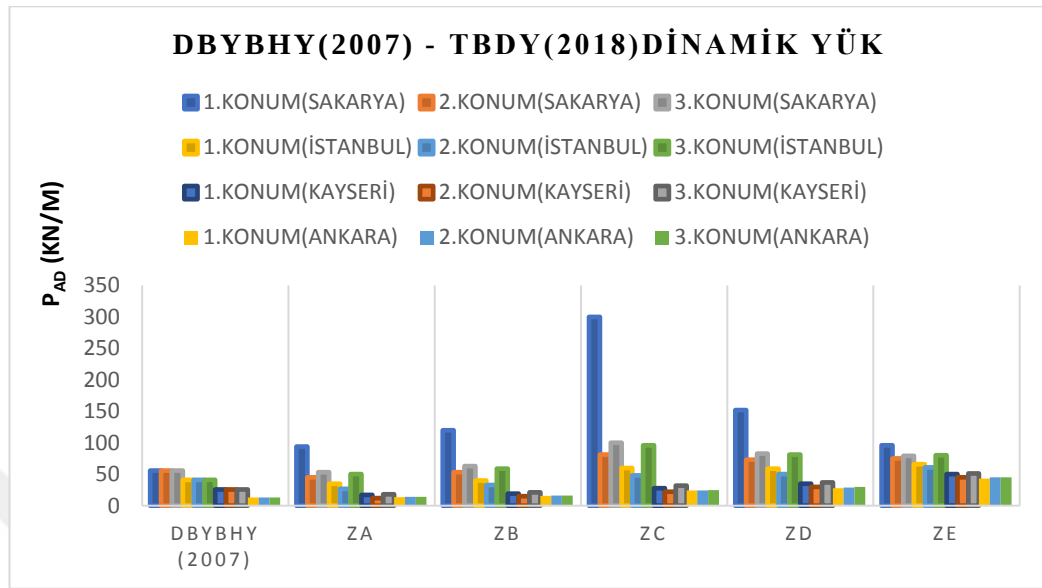
$$\phi = 30^\circ$$



$$\phi = 32^\circ$$



$$- \phi = 34^\circ$$



Ülkemizin farklı şehirlerinden alınan 12 adet konum farklı açılarla karşılaştırılmıştır. Her ayrı grafikte Sakarya en büyük yer ivme katsayısı büyük olması dolayısıyla en yüksek dinamik yüke sahiptir.

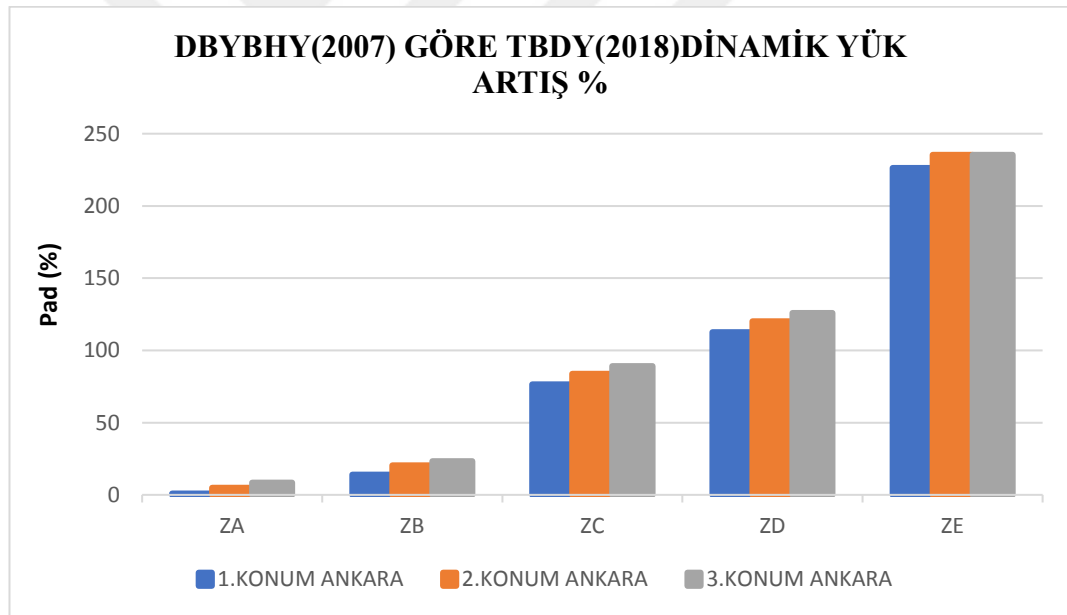
5.6. Analiz Sonuçları ve Değerlendirmeler

Dayanma yapılarına ait olarak yaptığımız analizlerde; öncelikle 4 farklı şehirde Sakarya, İstanbul, Kayseri ve Ankara şehirlerinden 3 farklı konum belirlenmiştir. DBYBHY’de (2007) A_0 (Etkin Yer İvme Katsayısı) değerlerine göre 1.derece, 2.derece, 3.derece ve 4.derece deprem bölgeleri olmak üzere şehirlerin farklı noktalarından zemin örnekleri alınmıştır. Türkiye Deprem Tehlike Haritası’nda alansal olarak noktalar seçilmiştir. Bu noktaları TDTH’nda koordinat girerek de yapabiliriz. Bu alanlara ait olarak DD-2 zemin düzeyinde her konum için 5 farklı zemin grubuna ait veri çıktıları alınmıştır. ZA, ZB, ZC, ZD, ZE zemin sınıflarına ait bütün değerler tabloya döküldü. Her zemin sınıfına ait tasarım spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) farklı olmasından dolayı k_h ve k_v değerleri farklı değerler bulunmuştur. DBYBHY’de (2007) ile 5 farklı zemin grubu ile TBDY(2018) karşılaştırılmış, dinamik yük artış hesaplanmıştır. Grafiklerde her konum için dinamik yük artış hesaplanmıştır.

r	1.5	γ	18 kN/m ³
β	0°	γ_d	21 kN/m ³
α	0°	ϕ	30°
c	0		

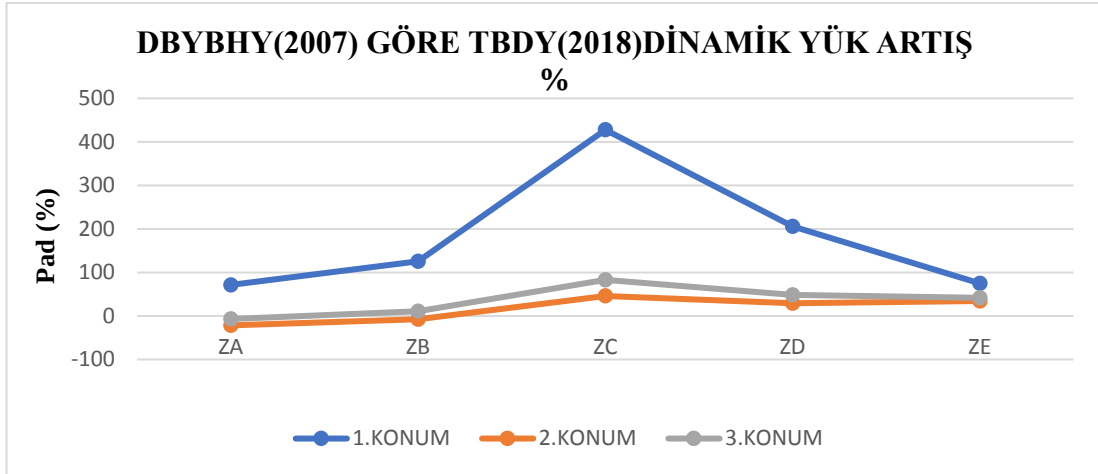
Şekil 5.79. Kullanılan Sabit Parametreler

Çıkan analizlerde her şehir için alınan konumlarda Sakarya için ZC zemin grubunda, İstanbul'da ise Beşiktaş ve Beykoz konumlarında ZE zemin grubu, Fatih ilçesinde ZC zemin grubunda, Kayseri ve Ankara şehirlerinden alınan konumlarda ZE zemin grubunda dinamik yük artış değerleri en yüksek değerde çıkmıştır. Kısa periyot spektral ivme kat sayısı (S_{ds}) fazla olan zemin grubunda dinamik yük değerleri ve DBYBHY'de (2007) en fazla yük artışı tespit edilmiştir.

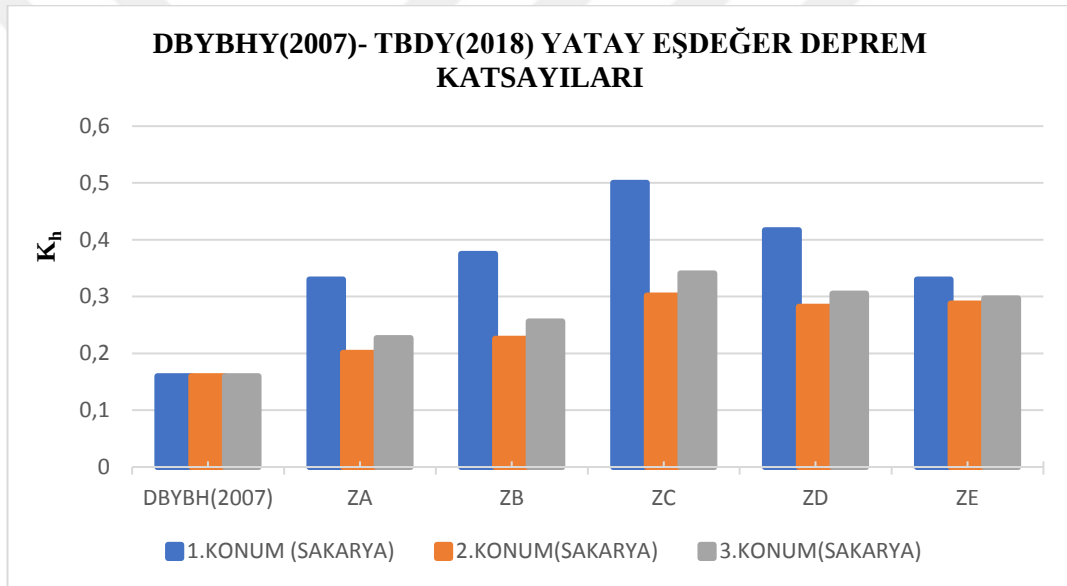


Şekil 5.80. Ankara 3 Konum Dinamik Yük Artış

Yapılan analizlerinde tespit edilen bir diğer yorum TBDY (2018) k_h ve k_v değerlerinin, DBYBHY (2007) göre farklı zemin grubunda fazla olduğu tespit edilmiştir. Grafiklerde her konum için düşey-yatay eşdeğer deprem katsayıları görsel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 5.81. Sakarya 3 Konum Dinamik Yük Artış.



Şekil 5.82. Sakarya 3 Konum Yatay Eşdeğer Deprem Katsayıları

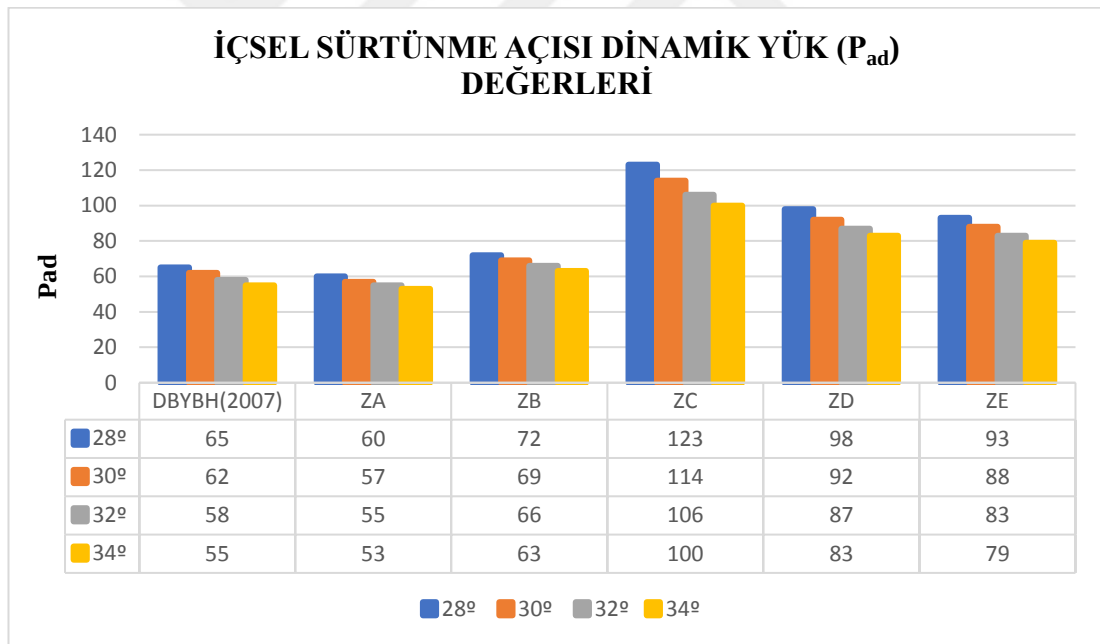
Eşdeğer deprem yükselteleri ile dinamik yük artış grafiklerinin aynı orantıda olduğu tespit edilmiştir. Eşdeğer deprem katsayıları doğrudan dinamik yük değişimine etki etmektedir.

Etkin yer ivme katsayıları (A_0) DBYBHY’de (2007) ile TBDY’de (2018) en büyük yer ivme katsayıları (PGA) karşılaştırmalı olarak yine görsellerle ifade edilmiştir.

Sakarya, İstanbul, Kayseri ve Ankara’dan alınan 3 konum için spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde (2018),

DBYBHY’de (2007) karşılaştırma yapılarak $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açı değerleri değiştirilerek analiz modelleme yapılmıştır. Her konumda 4 farklı açı alınarak 48 adet tablo oluşturulmuştur.

Bu veriler doğrultusunda açılarının değişimlerinin dinamik yük artışına etkisi, ayrı ayrı konumlarda açılarının kendi aralarında dinamik yüke etkilerinin analizleri yapılmıştır. TBDY göre (ϕ) içsel sürtünme açısındaki artış dinamik yükleri düşürücü yönde etki etmektedir. Bu değerlerde $\beta \leq \varphi'_a - \theta$ şartına göre dinamik yük artışı içsel sürtünme açısıyla ters orantılı şekildedir. Bazı alanlarda ise açı yükselme durumunda dinamik yük artış gözlenebilmektedir. Bu artışın sebebi TBDY (2018) ile gelen aktif basınç katsayısındaki hesap formül değişikliğidir. $\beta > \varphi'_a - \theta$ olması durumunda içsel sürtünme açısı artışı arttığında dinamik yük artış değerinde doğru orantı olduğu tespit edilmektedir.



Şekil 5.83. Sakarya Konum-3 Açılara Göre Dinamik Yük Değerleri

Şekil 5.55.'e göre DBYBHY (2007), ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin gruplarında açı arttığında dinamik yük artışta azalış göstermektedir.

En son olarak aldığımız 4 farklı şehir ve 3 farklı konumda 12 konumu içsel sürtünme açısı değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan analizlerde her durumda Sakarya deprem bölgesi en yüksek dinamik yük etkisi belirlenmiştir.

DBYBHY(2007) etkin yer ivme katsayısı (A_o), TBDY (2018) göre her zemin örneğinde düşük çıkmıştır.

Yapılan analizlerde DBYBHY(2007) göre 1. Derece, 2. Derece ve 4. Derece deprem bölgelerinde kalan alanlar ile TBDY(2018) karşılaştırılmıştır. 3. Derece deprem bölgesi için ortalama (P_{ad}) dinamik yük tahmin edebilme durumumuz ortaya çıkmaktadır.

Bu durumda;

- ZA zemin grubunda $15,14 < \text{ortalama } P_{ad} < 40,84$
- ZB zemin grubunda $17,23 < \text{ortalama } P_{ad} < 47,04$
- ZC zemin grubunda $26,47 < \text{ortalama } P_{ad} < 74,28$
- ZD zemin grubunda $31,71 < \text{ortalama } P_{ad} < 70,19$
- ZE zemin grubunda $48,03 < \text{ortalama } P_{ad} < 76,94$

3.derece deprem bölgesinde 3 farklı konumda alınan saptanmış olan P_{ad} ortalama değerleri aşağıda verilmiştir.

- ZA zemin grubunda ortalama $P_{ad} = 17,09$
- ZB zemin grubunda ortalama $P_{ad} = 19,68$
- ZC zemin grubunda ortalama $P_{ad} = 29,88$
- ZD zemin grubunda ortalama $P_{ad} = 36,11$
- ZE zemin grubunda ortalama $P_{ad} = 52,32$

3.derece deprem bölgesinde saptanan P_{ad} değerleri belirlenen ortalama değerleri içerisinde kalmıştır.

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada öncelikle dayanma yapılarına ilişkin kavramlar, dayanma yapılarının özellikleri, kullanım alanları ve örnekleri anlatılmıştır. TBDY (2018) göre tahkiklere ait formüller incelenmiştir.

Statik ve dinamik toprak basınçları ile ilgili geçmişten günümüze önemli yöntemler ve bunlara ait hesap adımları anlatılmıştır. Bu çalışmalarda etkiyen kuvvetler formüller üzerinden açıklanmıştır.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018 esas alınarak ilgili hesap formüllerini excel çalışma programı üzerinden oluşturulmuştur. İstinat duvarında belirlenen her konumda kıyaslanabilir olması amacıyla konsol istinat duvar modeli 7 metre olacak şekilde modelleme yapılmıştır.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY) 2007 ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018 statik ve dinamik yük hesaplama yöntemleri, değişen kavramlar, değişen zemin grupları ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası tez kapsamında incelenmiştir.

Bu tez kapsamında amaç (TBDY) 2018 göre dayanma yapılarının yük değişimlerinin (DBYBHY) 2007 ile karşılaştırma yapılarak dinamik yük değişimi tespit edilmiştir. Yaptığımız analizler sonucunda dinamik yük değişimleri grafikler ve yüzdelik olarak tablolarda gösterilmiştir. Çalışma alanları olarak 4 farklı deprem bölgesine ait şehirlerden, 3 farklı konum alınarak yorumlar yapılmıştır. Yapılan tespitlere ilişkin sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

1. TBDY'e (2018) göre her alanın farklı bir ivme katsayısı değeri bulunmaktadır. DBYBHY(2007) sadece deprem derecesine göre; etkin yer ivme katsayısı (A_0) vardır. Örneğin 4. Derece deprem bölgesinin A_0 değeri: 0.1 iken bu değer, TBDY (2018) göre Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan her konum için farklı değere sahiptir. TBDY(2018) göre etkin yer ivme katsayısı (A_0) kavramı farklı zemin gruplarıyla beraber ortadan kalkmıştır.
2. Alınan bütün değerlerde belirlediğimiz 4 farklı şehir ve 12 farklı konum olmak üzere yatay ve düşey eşdeğer deprem katsayıları DBYBHY(2007) göre artış olduğu grafik ve tablolarla beraber tespit edilmiştir.
 - Sakarya DBYBHY(2007) $k_h = 0,16$ iken TBDY (2018) göre en fazla Konum-1 ZC zemin grubunda k_h değeri %212,5 oranında artış olduğu,
 - İstanbul DBYBHY(2007) $k_h = 0,1$ iken TBDY (2018) göre en fazla Konum-3 ZE zemin grubunda k_h değeri %145,8 oranında artış olduğu,
 - Kayseri DBYBHY(2007) $k_h = 0,08$ iken TBDY (2018) göre en fazla Konum-3 ZE zemin grubunda k_h değeri %175 oranında artış olduğu,
 - Ankara DBYBHY(2007) $k_h = 0,04$ iken TBDY (2018) göre en fazla Konum-2 ve Konum-3 ZE zemin grubunda k_h değeri %400 oranında artış olduğu tespit edilmiştir.

Buradan şu anki istinat yapılarının güvenliklerini sorgulattır hale gelmiştir.

3. Yatay ve düşey eşdeğer deprem katsayılarına bağlı olarak dinamik yük artış doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Grafik ve tablolarda her durumda TBDY (2018) artış hesaplanmıştır.
 - Sakarya ili örneğinde DBYBHY(2007) göre, en fazla Konum-1 ZC zemin grubunda %427,72 oranında dinamik yük artış olduğu,
 - İstanbul ili örneğinde DBYBHY(2007) göre, en fazla Konum-3 ZE zemin grubunda %130,36 oranında dinamik yük artış olduğu,
 - Kayseri ili örneğinde DBYBHY(2007) göre, en fazla Konum-1 ZE zemin grubunda %84,70 oranında dinamik yük artış olduğu,

- Ankara ili örneğinde DBYBHY(2007) göre, en fazla Konum-2 ve Konum-3 ZE zemin grubunda %235,43 oranında dinamik yük artış olduğu tespit edilmiştir.
4. TBDY (2018), DBYBHY(2007) göre; 5 farklı zemin grubu için 4 farklı deprem bölgesinde, farklı yer hareketi düzeylerine göre, Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan alınan koordinat ve konumlara hesap yapılabilmesi mümkündür. DBYBHY (2007) hesap yönteminde zemin gruplarına ilişkin herhangi bir hesap yöntemi geliştirilmemesi, tek bir zemin grubu üzerinden hesap yapılması; istinat yapılarını tek düzeyde incelemiş ve dinamik yük değişimlerini sorgulamamıza neden olmaktadır.
 5. DBYBHY(2007) göre, Kayma direnci açısının (ϕ) etkisi incelendiğinde; dinamik basınçlar üzerinde ters orantı şeklinde artmaktadır. $\beta \leq \phi'_d - \theta$ formülüne göre içsel sürtünme açısının artışına bağlı olarak dinamik yük azalmaktadır. TBDY'ye göre duvar arkası zemin yüzeyinin yataya göre eğim açısı (β) değerine bağlı olarak sınır değer formülü değişmektedir. Toplam aktif basınç katsayısı $\beta > \phi'_d - \theta$ geçtiği durumlarda içsel sürtünme açısı değeri arttığında dinamik yük artış değeri de artmaktadır.
 6. Sakarya, İstanbul, Kayseri ve Ankara için 3 farklı konum için spektral ivme katsayıları (S_{D1} ve S_{Ds}) hesaplanarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018), DBYBHY'de (2007) karşılaştırma yapılarak $\phi = 28^\circ$, $\phi = 30^\circ$, $\phi = 32^\circ$, $\phi = 34^\circ$ içsel sürtünme açısı değerleri değiştirilerek modellenmiştir. Bulunan değerlerde; Sakarya için en fazla dinamik yük değerleri ZC zemin sınıfı iken, İstanbul, Kayseri ve Ankara için ZE zemin sınıfıdır. Zemin gruplarında dinamik yük farklılığı; Türkiye Deprem Tehlike Haritasından alınan (F_s) değerleri ile (S_s) Kısa periyot harta spektral ivme kat sayısının çarpımı sonucu elde edilen; Kısa periyot spektral ivme kat sayısı (S_{Ds}) fazla olan zemin grubunda dinamik yük değerleri en fazla olduğu tespit edilmiştir.
 7. Yapılan analizlerde DBYBHY(2007) göre 1. Derece, 2. Derece ve 4. Derece deprem bölgelerinde kalan alanlar ile TBDY(2018) karşılaştırma yapılmıştır. 3. Derece deprem bölgesi için ortalama (P_{ad}) dinamik yük tahmin edebilme

durumumuz ortaya çıkmaktadır. Yapılan hesaplarda 3.derece bölgesindeki (P_{ad}) değerleri, ortalama (P_{ad}) değerinde kalmıştır.

8. DBYBHY(2007) göre 1.derece deprem bölgesinde yer alan kentlerimizde TBDY(2018) göre ivme katsayısında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Daha önceki yapılmış istinat yapılarının tahkikleri ve güvenlikleri özellikle ivme değeri yüksek konumlarda tekrar hesap edilip, dinamik yük değerleri tespit edilmelidir.
9. Elde edinilen sonuçlar neticesinde farklı bölge ve farklı konumlarda zemin sınıfları da dikkate alınarak istinat yapılarının dinamik etkiler altında yük artışları DBYBHY(2007) göre farklılık göstermektedir. Yeni yapılacak tasarımlarda dinamik yük artış sebebiyle maliyet artması beklenmekte olup, daha güçlü tasarımlarla yapıların güçlülüğü hedeflenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Yıldırım İ.Z., “İstinat Duvarlarının Tasarımında Deprem Etkilerinin İncelenmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2004.
- [2] Peck, R.B. 1969. Deep excavations and tunneling in soft ground. Proceeding of 7th international conference on soil mechanics and foundation engineering. Mexico City: State of the Art Report.
- [3] Zhou Y., “Geotechnical Engineering:Earth Retaining Structures”, National Highway Institute U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, D.C. 20590, 2006.
- [4] Kramer, S.L., Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall, New Jersey, 1996.
- [5] Kaşlı, H.H., “Adapazarında Dayanma Yapılarının Deprem Güvenliğine Türkiye Deprem Tehlike Haritasının Getirmiş Olduğu Etkiler”, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 2019.
- [6] TS-7994,. Zemin Dayanma Yapıları: Sınıflandırma Özellikleri Ve Projelendirilme Esasları, Türkiye Standartlar Enstitüsü, Ankara, 1990.
- [7] Çelebi İ.K., “Konsol Dayanma Yapılarının Tasarımını Etkileyen Faktörlerin Araştırılması”, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Konya, 2010.
- [8] Emir A.S., “Donatılı Zemin İstinat Duvarlarının Statik ve Dinamik Yüklere Göre Tasarımı”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, İstanbul, 2005.
- [9] Uray, E., “Gabion Tipi Dayanma Yapılarının Tasarım Kriterlerinin Araştırılması”, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Konya, 2014.
- [10] Kaya, T., Özbatur M., Durgunoğlu H.T., “Donatılı Zemin Duvar Yapılarının Depremde Davranışı”, İstanbul.

- [11] Das B. M., “Principles of Geotechnical Engineering”, PWS Publishing, USA, 2011.
- [12] Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. (TBDY), T. C. Resmi Gazete, 30364, 18 Mart 2018.
- [13] Celep, Z.,” Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı”, İstanbul, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 2018.
- [14] Akbulut, M.,” Betonarme İstinat Duvarlarının 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Karşılaştırılması”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2019.
- [15] Topçu Y., Deprem Etkisinde Betonarme İstinat Duvarlarının Analizi, Yüksek lisans tezi, SAÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2005.
- [16] Özcan B., “Yayıllı Yük Etkisindeki İstinat Duvarlarına Etkiyen Dinamik Toprak Basınçlarının Belirlenmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2007.
- [17] Coduto, D.P., “Foundation design, principles and practices”, Prentice Hall, New Jersey, 2011.
- [18] Uzuner, B. A. “Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği”, Trabzon, Derya Kitabevi, 2007.
- [19] Yıldız, M.C., “İstinat Duvarlarına Etkiyen Dinamik Toprak Basınçları”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2015.
- [20] Saran, S., Analysis and design of substructures : limit state design, A. A. Balkema, Rotterdam, 1996.
- [21] Tuğrul, A. T., “İstinat Yapılarının Depreme Dayanıklı Tasarımı”, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 2019.
- [22] <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi.>, Erişim Tarihi: 05.06.2020.
- [23] DBYBHY,“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”,T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,2007.
- [24] Okabe S., “General Theory Of Earth Pressure”, Journal Of Japanesse Society Of Civil Engineers, Vol 12, No 1,Tokyo, 1926.

- [25] Mononobe, N., Matsuo H., “On Determination Of Earth Pressure During Earthquake”, In Proceedings Of World Engineering Congress, Vol IX, 1929.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Seray PEŞİN

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
	Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi / Fen	
Yüksek Lisans	Bilimleri Enstitüsü / Şehir ve Bölge Planlama	2019
	Anabilim Dalı / Kentsel Koruma ve Yenileme	
Lisans	Erciyes Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / İnşaat Mühendisliği	2014
Lisans	Erciyes Üniversitesi / Mimarlık Fakültesi / Şehir ve Bölge Planlama	2014
Lise	Sakarya Anadolu Lisesi	2008

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2020-Halen	Zeytinburnu Belediyesi	Y. Şehir Plancısı
2014-2020	Kocaali Belediyesi	Şehir Plancısı

YABANCI DİL

İngilizce, Almanca

ESERLER (makale, bildiri, proje vb.)

- Peşin S., Doğal Sit Alanlarının Korunmasına Yönelik Ulusal ve Uluslararası Kriterlerin Sakarya ili- Maden Deresi Doğal Sit Alanı Örneğinde İncelenmesi ve Uygulanabilirliği, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2019.

2. Peşin S., Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Zemin Sınıflarının Dayanma Yapılarının Davranışlarına Getirdiği Farklılıklar, 6.Uluslararası Uygulama Bilimler Kongresi, Van, 2021

