

Yalova İli Altınova İlçesi Altınova Belediyesi
6/1 Pafta, --- Ada, 684 Parsel için

PARSEL BAZINDA ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ
GEOTEKNİK RAPORU

Rapor No: 2019/1201



Tarih: 17.12.2019

Yalova İli, Altınova İlçesi,

6/1 Pafta, - Ada, 684 Parsel için

PARSEL BAZINDA ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ

GEOTEKNİK RAPORU

Rapor No: 2019/1201

Tarih: 17.12.2019

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	3
2. İNŞAAT SAHASI HAKKINDA BİLGİLER	4
3. YAPI HAKKINDA BİLGİLER	6
4. MEVCUT ZEMİN ARAŞTIRMALARI.....	7
5. İLAVE ZEMİN ARAŞTIRMALARI	11
6. İDEALİZE ZEMİN PROFİLLERİ VE YERALTI SUYU DURUMLARI	12
7. GEOTEKNİK TASARIM PARAMETRELERİNİN TESPİTİ	13
8. DEPREMSELLİK.....	13
9. YAPI ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN İRDELENMESİ	31
10. İKSA SİSTEMLERİ – ŞEV DURAYLILIK ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ ..	32
11. SONUÇ VE ÖNERİLER	33
12. KAYNAKLAR.....	34

Şekil 1	Çalışma Alanının Yerbulduru Haritası	3
Şekil 2	Proje Alanına Altınova İlçe Merkezinden Ulaşımı Gösterir Harita	4
Şekil 3	Proje İnceleme alanı plankotesi	5
Şekil 4	Yapı Kesiti	6
Şekil 5	Sondaj lokasyonu	7
Şekil 6	İdealize Zemin Profili.....	12
Şekil 7	Merkez-Kocaeli Deprem Kaydı	18
Şekil 8	Çınarcık Deprem Kaydı	19
Şekil 9	Ege Denizi Deprem Kaydı	20
Şekil 10	Kocaeli Deprem Kaydı	21
Şekil 11	Marmara Denizi Deprem Kaydı	22
Şekil 12	Marmara Denizi Deprem Kaydı	23
Şekil 13	Düzce Deprem Kaydı.....	24
Şekil 14	Gemlik Körfezi Deprem Kaydı	25
Şekil 15	Marmara Denizi Deprem Kaydı	26
Şekil 16	Marmara Denizi Deprem Kaydı	27
Şekil 17	Marmara Denizi Deprem Kaydı	28
Şekil 18	11 Adet Kayıtlara Ait Spektrum Grafikleri	29
Şekil 19	Ortalama Tepki Spektrum Grafiği.....	30

Tablo 1	Yapı Mimari Bilgileri	6
Tablo 2	Yapının TBDY 2018'e Göre Bilgileri.....	6
Tablo 3	Sondaj Bilgileri	7
Tablo 4	SPT-N Değerleri	8
Tablo 5	Presiyometre Deney Sonucu	9
Tablo 6	Zemin Mukavemet Parametreleri	13
Tablo 7	Depremsellik Parametreleri (TBDY 2018).....	13
Tablo 8	SK-1 Sıvılaşma Risk Analizi	14
Tablo 9	SK-2 Sıvılaşma Risk Analizi	15
Tablo 10	SK-3 Sıvılaşma Risk Analizi	15
Tablo 11	SK-4 Sıvılaşma Risk Analizi	15
Tablo 12	SK-5 Sıvılaşma Risk Analizi	16
Tablo 13	SK-6 Sıvılaşma Risk Analizi	16
Tablo 14	Analizde Seçilen Deprem Kayıtları	17
Tablo 15	ZF için Depremsellik Parametreleri (sahaya özel analiz sonucu)	30

1. GİRİŞ

Bu geoteknik raporda, çalışmanın gerçekleştirilme amacı, çalışma yöntemleri ve tekniği ile kapsamı hakkında bilgi verilmiştir.

Bu çalışma, Yalova İli Altınova İlçesi sınırlarında bulunan, Şekerciler Denizcilik San. ve Tic. Ltd. Şti. adına kayıtlı 6/1 Pafta, - Ada, 684 Parselde yapılacak olan yapı için hazırlanmış veri raporu özetlenerek söz konusu parselde tesis edilecek yapının güvenli inşa edilebilmesi için alınabilecek önlem yöntemleri ile geoteknik uygulama teknikleri için gerekli geoteknik parametrelerin belirlenmesini amaçlamaktadır.



Şekil 1 Çalışma Alanının Yerbulduru Haritası

Proje alanı Yalova İli Altınova İlçesi sınırları içindeki, 6/1 Pafta, - Ada, 684 Parseldeki 2475.61 m² alanı kapsamaktadır.

Proje kapsamında taban alanı 1426.05 m², toplam alanı 4281.15 m² olan bodrumu betonarme zemin ve normal katı çelik konstrüksiyon olacak üç katlı bir yapı yapılacaktır.

Proje alanında jeolojik, hidrojeolojik ve mühendislik jeolojisi özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar Gürsu Sismik Zemin Müh. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti. tarafından yapılmıştır. Çalışmalar sırasında zemin parametrelerini belirlemek için araziden alınmış örnekler üzerinde laboratuvar deneyleri de Gürsu Sismik Zemin Müh. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti. tarafından yapılmıştır.

2. İNŞAAT SAHASI HAKKINDA BİLGİLER

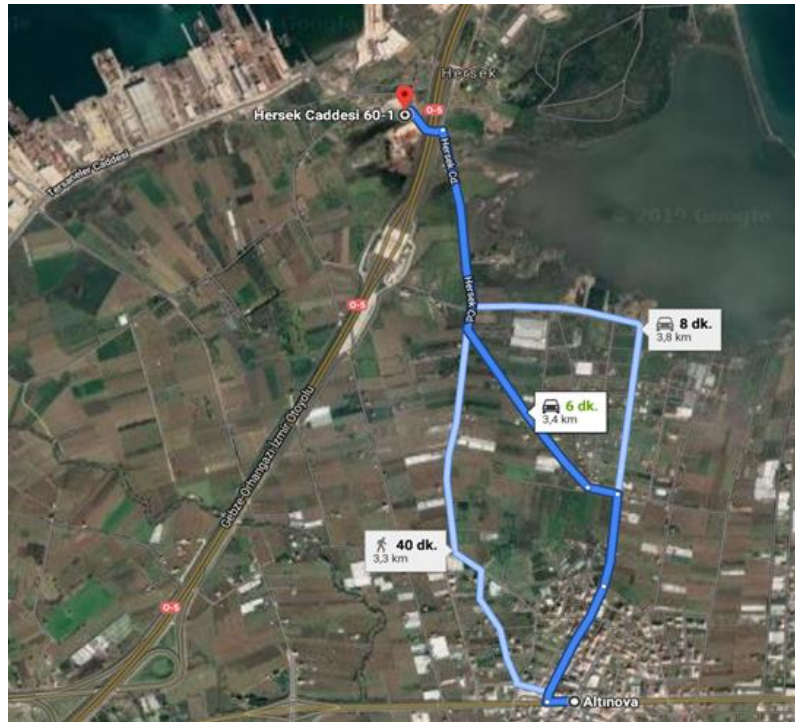
Proje kapsamında taban alanı 1426.05 m², toplam alanı 4281.15 m² olan bodrumu betonarme zemin ve normal katı çelik konstrüksiyon olacak üç katlı bir yapı yapılacaktır.

Proje alanı Türkiye'nin Marmara Bölgesinde Yalova İli Altınova İlçesi içerisinde 2475.61 m²'lik alana sahip, 6/1 Pafta, - Ada, 684 Parsel 40.722063⁰ Kuzey enlemi ile 29.501222⁰ Doğu boylamı arasında bulunmaktadır.

İnceleme alanı genel eğimin %0 – 5 arasında olduğu düz bir arazide bulunmaktadır alanda kütle hareketi riski mevcut değildir. Ayrıca alan çevresinde sel ve taşkın riski yaratacak dere, akarsu bulunmamaktadır. İnceleme alanının yaklaşık 430 metre kuzeybatısında Marmara Denizi yer almaktadır.

İnceleme alanında ortalama yükselti deniz seviyesinin 1 metre üstündedir.

İnceleme alanına, Yalova – İzmit karayolu üzerinde Altınova İlçesi merkezinde, güneye doğru Atatürk Bulvarına dönülerek, yaklaşık 400 m., buradan Hersek Cad. üzerinden yaklaşık 3.0 kilometre gidilmesi ile ulaşılmaktadır. Ulaşım, asfalt yollardan sağlanmakta olup her mevsim mümkündür. (Şekil 2).

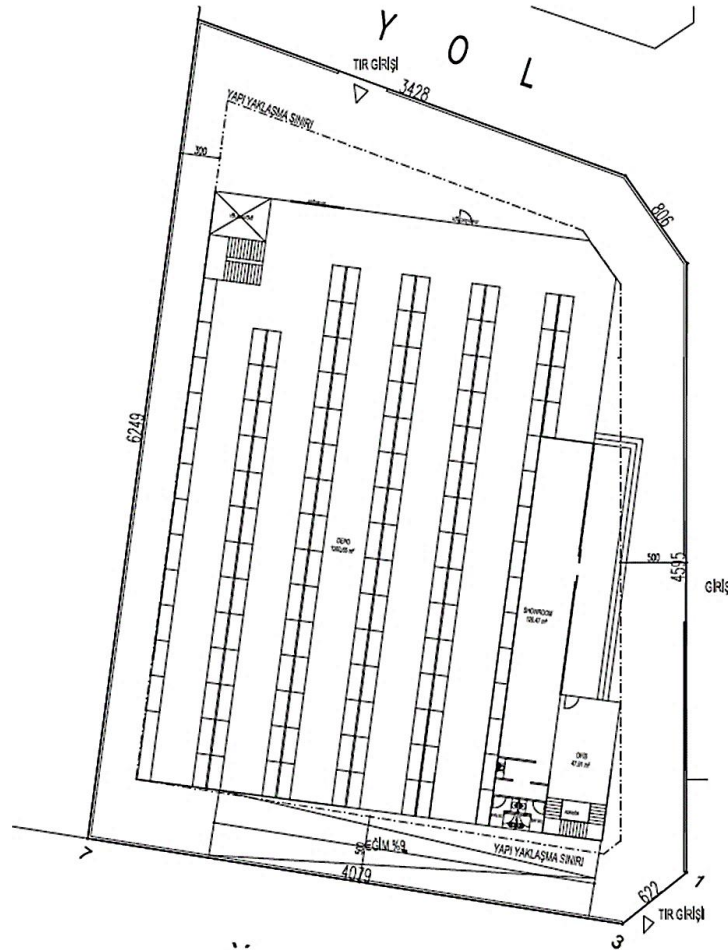


Şekil 2 Proje Alanına Altınova İlçe Merkezinden Ulaşımı Gösterir Harita

Proje alanı yamuk şeklinde olup sırasıyla kenar uzunları 40.79 m, 62.49 m, 34.28 m, 8.06 m, 45.95 m ve 6.22 m'dir. İnceleme alanının komşu parsellerinde yapılaşma mevcuttur.

İmar Bilgileri: Yalova İli, Altınova İlçesi, Altınova Belediyesi, 6/1 Pafta, - Ada, 684 Parsel

Yalova İli, jeolojik açıdan iki önemli tektonik ve yapısal birliği bir arada bulundurmaktadır. Bunlardan biri İzmit Körfezi'nin kuzeyinde yer alan ve Şengör ve Görür (1983) tarafından Moezya platformundan kopup geldiği öne sürülen ve ağırlıklı olarak İstanbul Paleozoyik'i ile Kocaeli Triyasını içeren Kocaeli Yarımadası, diğeri ise İzmit Körfezi'nin güneyinde yer alan ve Sakarya zonunun bir bölümü olan Armutlu Yarımadası'dır. Bu iki birlik Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAF) ile ayrılmakta olup, bu iki birlik arasında geçiş, uyum ve korelasyon imkânı bulunmamaktadır.



Şekil 3 Proje İnceleme alanı plankotesi

İnceleme alanını da içine alan Kocaeli-İstanbul yükselimi Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimlerle kaplıdır. Paleozoyik istif yakın bölgede ve özellikle İstanbul dolayında geniş alanlarda yayılım gösterir. Genelde kumtaşı, kireçtaşı ve çamurtaşı ardalanmaları veya merceklerinden oluşmaktadır.

Bölgede deprem kaynağı olabilecek aktif faylar Marmara Denizi tabanında yer almaktadır. Hersek Deltası batısında Kuzey Anadolu Fayı'nın bu deniz içerisindeki konumu hakkında yeterli veri yoktur. Bu denizde fayın yapısı ve geometrisi hakkında değişik görüşler ileri sürülmektedir. KAF'nın Marmara Denizi içerisindeki konumuna ilişkin yapılan birçok araştırmada Şengör ve diğerleri (1985), Barka ve Kadinsky-Cade (1988), Barka (1992) ve Wong ve diğerleri (1995) esas alınmıştır. Bu araştırmalarda fayın kuzey kolunun KD-GB yönlü doğrultu atımlı fay segmentleri ve bunlar arasındaki normal faylardan oluşan bir

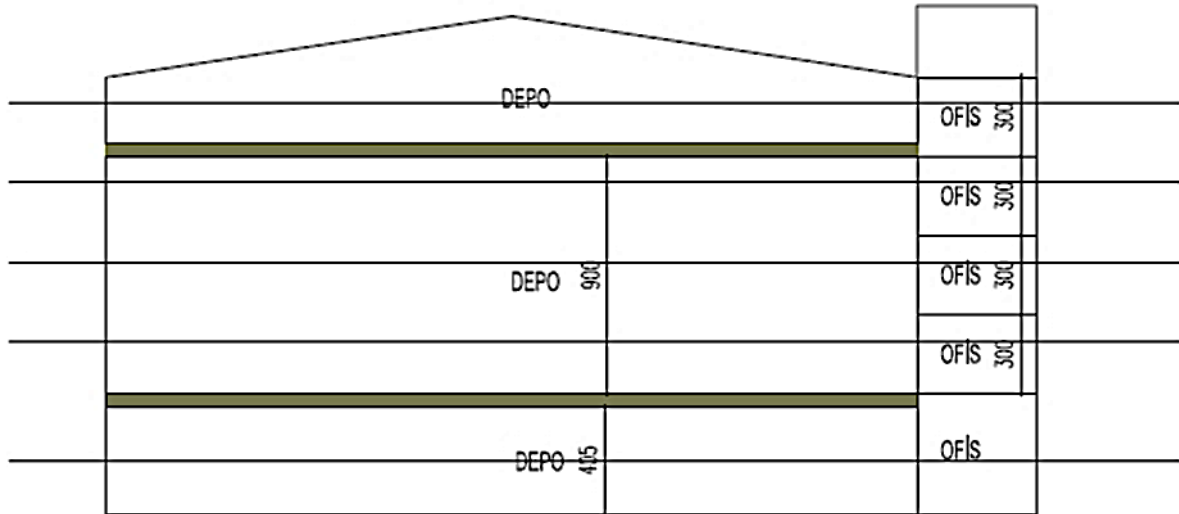
patern sunduğu konusunda görüş birliği vardır. Emre ve diğerleri (1998)'nde ise İzmit Körfezi'nin doğu yarısında, KAF zonundaki aktif ana fayların D-B yönünde uzandığı, KD-GB uzanımlı fayların, KAF'nın ilk oluşum aşamasındaki makaslama yapıları şeklinde gelişmiş olduğu açıklanmıştır. 17 Ağustos 1999 depreminde gelişen yüzey kırıklarının geometrisi ikinci görüşü doğrulamıştır.

3. YAPI HAKKINDA BİLGİLER

İnceleme alanını oluşturan Yalova İli Altınova İlçesi sınırları içerisinde yer alan 2475 m²'lik alana sahip, 6/1 Pafta, - Ada, 684 Parselde taban alanı 1426.05 m², toplam alanı 4281.15 m² olan bodrumu betonarme zemin ve normal katı çelik konstrüksiyon bir yapı yapılacaktır.

İnşa edilecek yapı konut olacağı için TBDY-2018 Bölüm 3'e göre bina kullanım sınıfı (BKS) 3 ve bina önem katsayısı 1 olacaktır.

Toplam bina yüksekliği 19.00 m olan yapının TBDY 2018'e göre Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) 5 olarak alınabilir. Bu katsayılar ile deprem yer hareketi düzeyi ve bina yükseklik sınıfı hakkında son karar statik proje müellifince belirlenmelidir. İnceleme Alanı Deprem Bölgesi olduğundan hesaplarda "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği" dikkate alınacaktır.



Şekil 4 Yapı Kesiti

Tablo 1 Yapı Mimari Bilgileri

Yapı	Toplam Kat Sayısı	Oturum Alanı (yaklaşık) (m ²)
Konut	3	1426.05

Tablo 2 Yapının TBDY 2018'e Göre Bilgileri

Yapı	Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	Bina Önem Katsayısı	Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)
Konut	3	1	5

4. MEVCUT ZEMİN ARAŞTIRMALARI

İnceleme alanında proje çalışmaları kapsamında, 2 adet 18.50 metre derinliğinde, 4 adet 20.00 metre derinliğinde olmak üzere toplam 117.00 metre derinliğinde 6 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj bilgileri ve sondaj sırasında geçilen formasyonların nitelikleri tablo 3'te gösterilmiştir.



Şekil 5 Sondaj lokasyonu

Tablo 3 Sondaj Bilgileri

Sondaj No	Tarih	Derinlik	YASS	Arazi Deneyi
SK-1	21.10.2015	18.50 m	1.50 m	SPT
SK-2	22.10.2015	18.50 m	1.50 m	SPT
SK-3	21.09.2019	20.00 m	1.50 m	SPT-PRESYOMETRE
SK-4	22.09.2019	20.00 m	1.50 m	SPT-PRESYOMETRE
SK-5	23.09.2019	20.00 m	1.00 m	SPT-PRESYOMETRE
SK-6	24.09.2019	20.00 m	1.00 m	SPT

Arazide zemin sondajları içinde gerçekleştirilen standart penetrasyon testleriyle (SPT) elde edilen sayısal veriler mevcut birimlerin baskın birim türlerine ait olan değerler ile

bu'nların düzeltme faktörleri ve aşağıda verilen SPT N_{60} düzeltme formülü kullanılarak düzeltilmiş N_{60} değerleri hesaplanmıştır.

$$N_{1,60} = N \cdot C_N \cdot C_R \cdot C_S \cdot C_B \cdot C_E$$

Tablo 4 SPT-N Değerleri

Sondaj No	Derinlik	N	N_{60}	Sondaj No	Derinlik	N	N_{60}	Sondaj No	Derinlik	N	N_{60}
SK-1	1.50	6	7,38	SK-2	4.50	18	17,50	SK-3	1.50	4	4,84
SK-1	3.00	10	9,95	SK-2	6.00	22	21,33	SK-3	3.00	5	4,88
SK-1	4.50	16	15,56	SK-2	7.50	23	20,32	SK-3	4.50	19	18,08
SK-1	6.00	22	21,33	SK-2	9.00	24	19,61	SK-3	6.00	18	17,05
SK-1	7.50	26	22,97	SK-2	10.50	24	19,29	SK-3	7.50	39	33,65
SK-1	9.00	23	18,79	SK-2	12.00	28	21,20	SK-3	9.00	31	24,71
SK-1	10.50	23	18,48	SK-2	13.50	27	19,38	SK-3	10.50	29	22,73
SK-1	12.00	23	17,41	SK-2	15.00	27	18,47	SK-3	12.00	35	25,84
SK-1	13.50	28	20,10	SK-2	18.00	27	16,98	SK-3	13.50	34	23,79
SK-1	15.00	25	17,10					SK-3	15.00	37	24,67
SK-1	18.00	26	16,35					SK-3	16.50	37	23,61
								SK-3	18.00	37	22,67
								SK-3	19.50	41	24,20
Sondaj No	Derinlik	N	N_{60}	Sondaj No	Derinlik	N	N_{60}	Sondaj No	Derinlik	N	N_{60}
SK-4	1.50	2	2,42	SK-5	1.50	5	6,58	SK-6	1.50	2	2,63
SK-4	3.00	2	1,95	SK-5	3.00	7	7,20	SK-6	3.00	3	3,08
SK-4	4.50	17	16,18	SK-5	4.50	16	15,82	SK-6	4.50	18	17,79
SK-4	6.00	32	30,32	SK-5	6.00	19	18,55	SK-6	6.00	23	22,46
SK-4	7.50	44	37,96	SK-5	7.50	20	17,69	SK-6	7.50	21	18,57
SK-4	9.00	27	21,53	SK-5	9.00	28	22,80	SK-6	9.00	29	23,61
SK-4	10.50	40	31,36	SK-5	10.50	22	17,57	SK-6	10.50	32	25,55
SK-4	12.00	35	25,84	SK-5	12.00	17	12,76	SK-6	12.00	33	24,76
SK-4	13.50	40	27,99	SK-5	13.50	21	14,91	SK-6	13.50	32	22,72
SK-4	15.00	32	21,34	SK-5	15.00	28	18,92	SK-6	15.00	37	25,00
SK-4	16.50	37	23,61	SK-5	16.50	33	21,31	SK-6	16.50	33	21,31
SK-4	18.00	28	17,16	SK-5	18.00	37	22,92	SK-6	18.00	39	24,16
SK-4	19.50	32	18,89	SK-5	19.50	42	25,05	SK-6	19.50	44	26,24

Tablo 5 Presiyometre Deney Sonucu

Sondaj No.	Derinlik (metre)	Limit Basınç P_L (kg/cm ²)	Net Limit Basınç P_L^* (kg/cm ²)	Elastisite Modülü E_m (kg/cm ²)
SK-3	3.00	5.0	4.94	28.97
SK-3	6.00	13.0	11.97	82.00
SK-3	9.00	15.0	13.97	131.91
SK-3	12.00	15.0	13.00	249.37
SK-3	15.00	15.0	13.00	308.19
SK-4	3.00	6.0	4.97	70.67
SK-4	6.00	7.0	5.97	104.50
SK-4	9.00	15.0	13.97	128.63
SK-4	12.00	15.0	13.97	133.70
SK-4	15.00	11.0	9.00	272.97
SK-5	3.00	6.0	5.94	18.96
SK-5	6.00	13.0	11.97	80.13
SK-5	9.00	15.0	13.97	131.96
SK-5	12.00	15.0	13.00	209.48
SK-5	15.00	15.0	13.00	195.31

Proje alanı içinde açılan zemin sondajlarında 1.00-1.50 m arasında yeraltı suyuna rastlanılmıştır.

İnceleme alanında yapılan temel sondaj kuyularından alınan örselenmiş (SPT) ve örselenmemiş (UD) numuneleri üzerinde birimlerin indeks ve fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla deneyler yapılmıştır. Örselenmiş (SPT) ve örselenmemiş (UD) numuneleri üzerinde, doğal su içeriği tayini, elek analizi, atterberg limitleri ve serbest ve üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır. Deneyler, "ASTM" ve "TS-1900" İnşaat Mühendisliği Zemin Mekaniği'nde Zemin Deneyleri" Standartlarına uygun olarak yapılmıştır.

Tablo 6 Zeminlere Ait Fiziksel Özelliklerin Karakteristik İstatistiksel Değerleri

Son. No	Num. Tipi	Seviye (m)	Su İçeriği W %	D.B.H.A kg/cm ³	Elek Analizi-%		Atterberg Limitleri-%			Zemin Sınıfı (USCS)
					+4No	-230No	LL	PL	PI	
SK-1	SPT	1,50 - 1,95	30,95		3,56	49,08		NP		SM
SK-1	SPT	3,00 - 3,45	32,11		3,19	85,93	56,7	25,3	31,4	CH
SK-1	UD	5,50 - 6,00	28,29	1,89	0	99,85	58,3	28,2	30,1	CH
SK-1	SPT	6,00 - 6,45	27,32		0	99,67	59,8	30,3	29,5	CH
SK-1	SPT	9,00 - 9,45	23,86		0	83,23		NP		ML
SK-1	SPT	12,00 - 12,45	24,58		0	89,01	34,4	23,8	10,6	CL
SK-1	SPT	13,50 - 13,95	21,51		0	40,69	28,2	20,9	7,3	SC
SK-1	SPT	18,00 - 18,45	31,87		0	97,61	58,6	30,2	28,4	CH
SK-2	SPT	4,50 - 4,95	29,81		0	98,65	59,5	31,3	28,2	MH
SK-2	SPT	7,50 - 7,95	26,25		0	99,5	60,2	28,8	31,4	CH
SK-2	SPT	9,00 - 9,45	23,13		0,48	37,14		NP		SM
SK-2	SPT	12,00 - 12,45	23,61		0	84,93	33,9	24,6	9,2	ML
SK-2	SPT	13,50 - 13,95	23,26		1,64	48,98	29,9	18,8	11,1	SC
SK-2	SPT	18,00 - 18,45	29,53		0	98,21	58,1	31,4	26,7	MH
SK-3	SPT	1,50 - 1,95	24,28		1,87	27,40				SM
SK-3	SPT	3,00 - 3,45	23,37		6,32	11,68				SM
SK-3	UD	4,00 - 4,50	28,50	1,90	0,00	95,41	44,0	23,9	20,1	CL
SK-3	SPT	4,50 - 4,95	35,21		0,18	92,87	42,9	21,4	21,5	CL

Son. No	Num. Tipi	Seviye (m)	Su İçeriği W %	D.B.H.A kg/cm ³	Elek Analizi-%		Atterberg Limitleri-%			Zemin Sınıfı (USCS)
					+4No	-230No	LL	PL	PI	
SK-3	SPT	6,00 - 6,45	31,66		0,95	89,11	37,6	21,4	16,2	CL
SK-3	SPT	7,50 - 7,95	28,85		0,64	94,58	32,0	20,8	11,2	CL
SK-3	UD	8,50 - 9,00	27,05	1,91	0,00	95,49	40,6	22,4	18,2	CL
SK-3	SPT	9,00 - 9,45	32,78		0,00	88,68				ML
SK-3	SPT	10,50 -10,95	29,48		0,00	88,57	37,9	21,5	16,4	CL
SK-3	SPT	12,00 -12,45	31,33		0,00	92,64				ML
SK-3	SPT	13,50 -13,95	22,49		0,00	97,57	43,8	22,6	21,2	CL
SK-3	UD	14,50-15,00	27,94	1,99	0,00	99,47	48,4	27,3	21,1	CL
SK-3	SPT	15,00 -15,45	23,52		0,00	98,14	45,2	23,7	21,5	CL
SK-3	SPT	16,50 -16,95	26,36		0,00	99,26	49,5	26,7	22,8	CL
SK-3	SPT	18,00 -18,45	26,13		0,00	99,20	50,5	25,6	24,9	CH
SK-3	UD	19,00 -19,50	25,19	1,86	0,00	98,30	48,1	27,1	21,0	CL
SK-3	SPT	19,50 -19,95	20,99		0,00	95,14	41,0	21,9	19,1	CL
SK-4	SPT	1,50 - 1,95	24,27		14,32	13,85		NP		SM
SK-4	UD	4,00 - 4,50	25,99	1,99	0,06	95,58	41,0	23,1	18,0	CL
SK-4	SPT	4,50 - 4,95	30,36		3,37	76,29	40,1	22,4	17,7	CL
SK-4	UD	5,50 - 6,00	30,65	1,89	1,51	84,03	44,3	26,1	18,2	CL
SK-4	SPT	6,00 - 6,45	25,45		1,41	51,17		NP		ML
SK-4	SPT	7,50 - 7,95	27,06		11,29	74,52	39,4	20,8	18,7	CL
SK-4	UD	8,50 - 9,00	30,80	1,87	0,00	99,22	65,9	25,8	40,1	CH
SK-4	SPT	9,00 - 9,45	32,79		0,00	97,33	50,8	27,1	23,7	CH
SK-4	SPT	10,50 -10,95	28,79		0,54	92,54	45,9	23,6	22,3	CL
SK-4	SPT	12,00 -12,45	28,48		3,96	83,79	45,4	23,0	22,4	CL
SK-4	UD	13,00- 13,50	26,89	1,98	0,31	94,51	47,0	22,7	24,3	CL
SK-4	SPT	13,50 -13,95	27,31		0,12	92,74	44,7	23,0	21,7	CL
SK-4	SPT	15,00 -15,45	30,91		0,86	61,46	41,2	23,7	17,5	CL
SK-4	SPT	16,50 -16,95	20,17		0,02	91,92	40,3	22,4	17,8	CL
SK-4	SPT	18,00 -18,45	21,13		0,00	90,77	41,8	22,9	19,0	CL
SK-4	SPT	19,50 -19,95	26,53		0,00	98,75	55,2	27,8	27,3	CH
SK-5	SPT	1,50 - 1,95	20,31		9,19	9,23				SM
SK-5	SPT	3,00 - 3,45	25,14		5,22	51,44				ML
SK-5	SPT	4,50 - 4,95	29,75		1,71	84,66	50,8	20,4	30,4	CH
SK-5	UD	5,50 - 6,00	30,91	1,89	0,00	73,41	42,8	25,0	17,8	CL
SK-5	SPT	6,00 - 6,45	28,15		0,00	94,58	45,1	20,2	24,8	CL
SK-5	SPT	7,50 - 7,95	28,87		1,11	90,28	45,9	20,5	25,4	CL
SK-5	SPT	9,00 - 9,45	26,60		0,00	97,26	43,7	20,0	23,6	CL
SK-5	UD	10,00 -10,50	27,37	1,89	0,00	97,91	49,5	25,2	24,3	CL
SK-5	SPT	10,50 -10,95	24,29		0,00	95,22	47,0	21,2	25,8	CL
SK-5	SPT	12,00 -12,45	24,29		0,20	94,19	46,9	21,5	25,4	CL
SK-5	SPT	13,50 -13,95	23,36		0,11	60,23	31,2	16,4	14,7	CL
SK-5	UD	14,50 -15,00	19,21	1,99	0,00	96,19	32,8	19,9	12,9	CL
SK-5	SPT	15,00 -15,45	24,85		0,00	78,72	29,1	17,4	11,8	CL
SK-5	SPT	16,50 -16,95	23,09		0,07	88,63	37,5	19,3	18,2	CL
SK-5	UD	17,50 -18,00	25,37	1,91	0,00	81,59	37,5	21,9	15,6	CL
SK-5	SPT	18,00 -18,45	19,33		0,43	69,29	28,1	16,1	12,0	CL
SK-5	SPT	19,50 -19,95	20,85		0,00	77,49	33,1	17,6	15,5	CL
SK-6	SPT	3,00 - 3,45	28,69		6,33	31,55		NP		SM
SK-6	UD	4,00 - 4,50	32,77	1,90	0,00	96,14	50,9	30,4	20,6	MH
SK-6	SPT	4,50 - 4,95	27,10		0,00	90,89	45,2	24,4	20,9	CL
SK-6	SPT	6,00 - 6,45	31,98		0,00	93,59	51,2	26,8	24,4	CH
SK-6	SPT	7,50 - 7,95	29,64		0,00	96,50	52,2	26,8	25,3	CH
SK-6	UD	8,50 - 9,00	26,90	1,97	0,00	99,09	48,4	28,6	19,8	ML
SK-6	SPT	9,00 - 9,45	16,14		0,00	34,52		NP		SM

Son. No	Num. Tipi	Seviye (m)	Su İçeriği W %	D.B.H.A kg/cm ³	Elek Analizi-%		Atterberg Limitleri-%			Zemin Sınıfı (USCS)
					+4No	-230No	LL	PL	PI	
SK-6	SPT	10,50 -10,95	22,54		0,00	69,27		NP		ML
SK-6	UD	11,50 -12,00	22,75		0,00	61,78		NP		ML
SK-6	SPT	12,00 -12,45	23,10		0,00	94,13	38,2	22,5	15,7	CL
SK-6	SPT	13,50 -13,95	21,19		0,00	93,02	39,1	20,7	18,4	CL
SK-6	SPT	15,00 -15,45	20,45		0,00	64,72		NP		ML
SK-6	UD	16,00 -16,50	22,61	1,95	0,00	92,57	32,4	19,1	13,3	CL
SK-6	SPT	16,50 -16,95	22,97		0,00	83,30	39,1	22,2	16,9	CL
SK-6	SPT	18,00 -18,45	19,61		0,00	69,58		NP		ML
SK-6	SPT	19,50 -19,95	24,58		0,00	92,41	39,0	22,9	16,1	CL

Tablo 7 Zeminlere Ait Mekanik Özelliklerin Karakteristik Değerleri

Sondaj No	Seviye (m)	qu - kg/cm ²
SK-1	5.50-6.00	1.36
SK-3	4.00-4.50	2.45
SK-3	8.50-9.00	4.35
SK-3	14.50-15.00	3.35
SK-3	19.00-19.50	3.55
SK-4	4.00-4.50	1.82
SK-4	5.50-6.00	2.55
SK-4	13.00-13.50	2.81
SK-5	10.00-10.50	2.59
SK-5	14.50-15.00	2.67
SK-5	17.50-18.00	3.02
SK-6	8.50-9.00	2.64
SK-6	16.00-16.50	1.56

Sondaj No	Seviye (m)	Cu kg/cm ²	φu (°)
SK-1	8.50-9.00	1.27	2
SK-3	5.50-6.00	0.90	4
SK-3	4.00-4.50	0.90	4

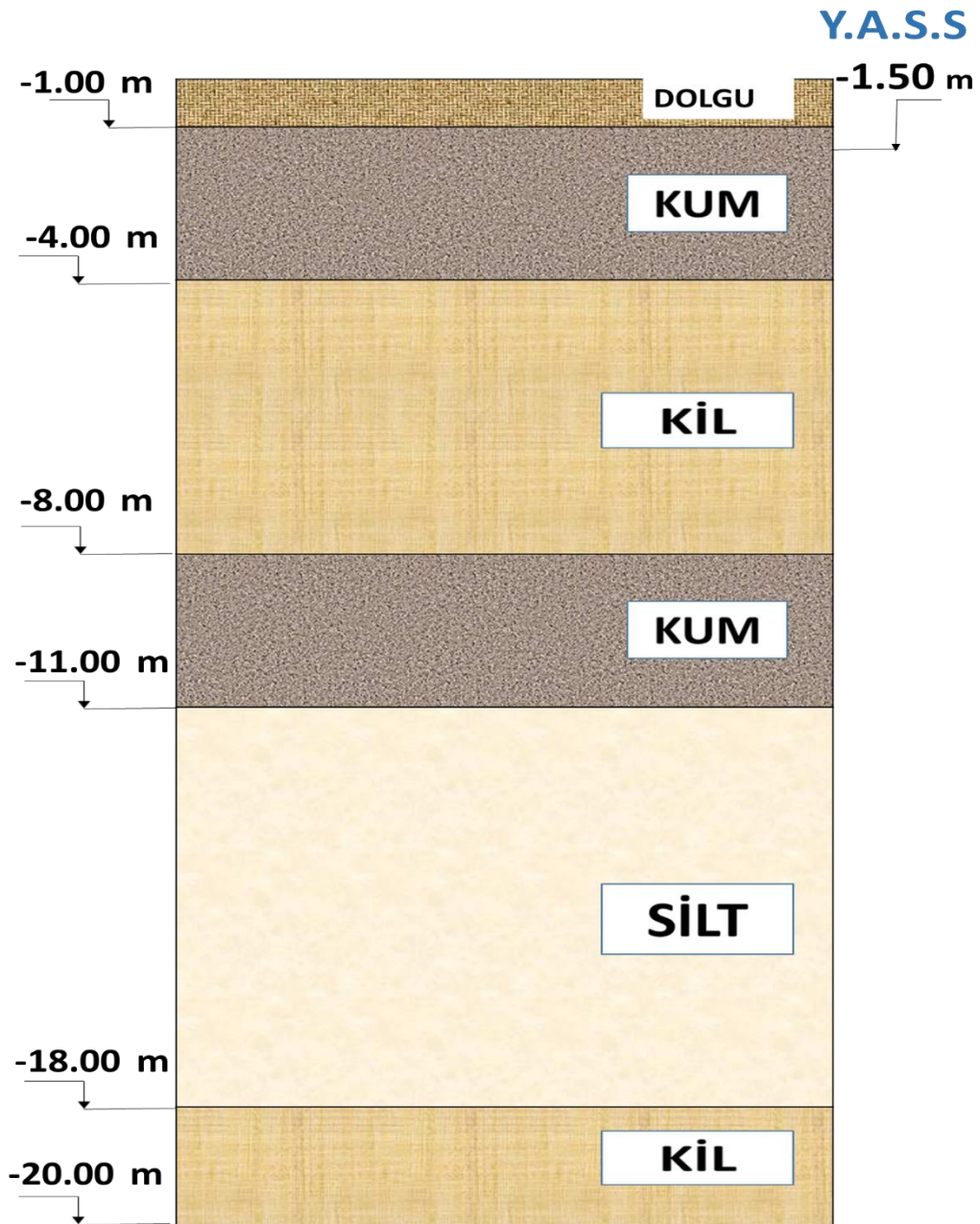
SK-3 NOLU KUYU 4,00 – 4,50 m SEVİYESİ		SK-4 NOLU KUYU 5,50 – 6,00 m SEVİYESİ	
Uygulanan Basınç (kg/cm ²)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı (m _v)	Uygulanan Basınç (kg/cm ²)	Hacimsel Sıkışma Katsayısı (m _v)
0.00		0.00	
	0.0060		0.0090
1.00		1.00	
	0.0032		0.0035
2.00		2.00	
	0.0049		0.0096
4.00		4.00	
	0.0061		0.0081
8.00		8.00	

5. İLAVE ZEMİN ARAŞTIRMALARI

Proje alanında Gürsu Sismik Zemin Mühendislik tarafından jeolojik, hidrojeolojik ve mühendislik jeolojisi özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar yeterli olduğu için ilave zemin araştırmalarına gerek kalmamıştır.

6. İDEALİZE ZEMİN PROFİLLERİ VE YERALTI SUYU DURUMLARI

Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, inceleme alanının zemini Kuvaterner yaşlı Alüvyon birimlerden oluşmaktadır. Zeminin üst seviyelerinde yaklaşık 50 – 100 cm kalınlığında dolgu tabakasının varlığı belirlenmiştir. Bu tabakanın altında rastlanan alüvyon birimin zeminin üstte 2,50 – 4,00 metre seviyesine kadar kahverengi – sarımsı gri renkli kumlardan, bu tabakanın altında gri renkli kum – silt – kil tabakalarının geçişleri vardır.. Açılan sondaj kuyularında 1,00-1,50 metreler arasında yer altı suyuna rastlanılmıştır. Alanda mevsimsel yağışlara bağlı olarak yeraltı suyu seviyesinde artış veya azalma olabilecektir.



Şekil 6 İdealize Zemin Profili

7. GEOTEKNİK TASARIM PARAMETRELERİNİN TESPİTİ

İnceleme sahasında yapılmış olan 6 adet sondaj çalışması sırasında çeşitli derinliklerden alınmış olan örnekler üzerinde yapılan zemin laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen zemin kayma mukavemeti parametreleri zemini oluşturan kum tabakası için karakteristik değerleri tablo 7'de verilmiştir. Geoteknik tasarımlarda seçilen karakteristik parametre değerleri kullanılmalıdır.

Tablo 6 Zemin Mukavemet Parametreleri

Ortam	Parametre	SPT Korelasyonu	Laboratuvar deneyler	Karakteristik Değer
KİL	Kayma Mukavemeti C		C = 90 kPa	C = 90 kPa
	İçsel Sürtünme Açısı ϕ°		$\phi = 4^\circ$	$\phi = 4^\circ$
	Doğal Birim Hacim Ağırlık γ_n		$\gamma_n = 18.05-19.23 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_n = 18.80 \text{ kN/m}^3$
SİLT	Kayma Mukavemeti C		Cu = 130-165 kPa	C = 150 kPa
	İçsel Sürtünme Açısı ϕ°		$\phi = 0^\circ$	$\phi = 0^\circ$
	Doğal Birim Hacim Ağırlık γ_n		$\gamma_n = 19.10-19.50 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_n = 19.30 \text{ kN/m}^3$
KUM	Kayma Mukavemeti C	C = 0 kPa		C = 0 kPa
	İçsel Sürtünme Açısı ϕ°	$\phi = 25^\circ$		$\phi = 25^\circ$
	Doğal Birim Hacim Ağırlık γ_n	$\gamma_n = 19.00 \text{ kN/m}^3$		$\gamma_n = 19.00 \text{ kN/m}^3$

8. DEPREMSELLİK

İnceleme sahasının depremsellik ile ilgili Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e göre parametreleri AFAD'ın tdth.afad.gov.tr adresinde vermiş olduğu Türkiye Deprem Tehlike Haritaları interaktif uygulama sisteminden temin edilmiştir. İnceleme sahasının 40.722063° Kuzey enlemi ile 29.50122° Doğu boylamı koordinatları ile sisteme girilmiştir.

İnceleme sahasının yerel zemin sınıfı ortalama $(N_{60})_{30}$ ve $(V_s)_{30}$ değerlerine göre ZE olarak belirlenmiştir.

Yatay ve düşey elastik tasarım spektrumunu belirlemek için gerekli olan parametreler AFAD'ın Türkiye Deprem Tehlike Haritaları interaktif uygulama sisteminden spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 olan deprem yer hareketini nitelendiren DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için elde edilmiştir.

Tablo 7 Depremsellik Parametreleri (TBDY 2018)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	S _s	S ₁	PGA (g)	PGV (cm/sn)	F _s	F ₁	S _{DS}	S _{D1}
DD-2	1.477	0.405	0.611	47.357	0.809	2.390	1.195	0.968

DD-1: 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

DD-2: 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

DD-3: 50 yılda aşılma olasılığı %50 (tekrarlanma periyodu 72 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

DD-4: 50 yılda aşılma olasılığı %68 (tekrarlanma periyodu 43 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

Ss: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S₁: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

PGA: En büyük yer ivmesi [g]

PGV: En büyük yer hızı [cm/sn]

S_{DS}: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1}: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

F_s: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı

F₁: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı

Proje alanında yeraltı suyunun olması nedeniyle, sahada yapılmış olan sondajlar sırasında elde edilmiş ham SPT verileri ve bu sondajlardan alınmış numunelerin birim hacim ağırlık ve granülometrik verilerinin birlikte değerlendirildiğinde ve proje alanının “sıvılaşma riski” taşıdığı belirlenmiştir. Bu nedenle Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 Tablo16.1’e yerel zemin sınıfı **ZF** olarak belirlenmiştir. Hesaplar Tablo 8-13’te gösterilmiştir.

Tablo 8 SK-1 Sıvılaşma Risk Analizi

SK-1 Sıvılaşma Analizi												
z (m)	σ_{vo} (kPa)	σ'_{vo} (kPa)	N	N ₆₀	N _{60cl}	r _d	τ_{deprem}	CRR _{7,5}	τ_R	GS	ÇİN METODU	RİSK
1.50	24.50	19.60	6	7.46	13.95	0.99	7.539	0.150	2.932	0.389		VAR
3.00	53.00	33.38	10	9.53	16.43	0.98	16.129	KİLLİ	KİLLİ			YOK
4.50	81.50	47.17	16	14.53	22.44	0.97	24.539	KİLLİ	KİLLİ			YOK
6.00	110.00	60.95	22	19.65	28.58	0.96	32.731	KİLLİ	KİLLİ			YOK
7.50	138.50	74.74	26	20.97	30.16	0.94	40.588	KİLLİ	KİLLİ			YOK
9.00	167.00	88.52	23	17.04	25.45	0.92	47.888	KİLLİ	KİLLİ			YOK
10.50	195.50	102.31	23	16.69	25.03	0.89	54.327	KİLLİ	KİLLİ			YOK
12.00	224.00	116.09	23	15.67	23.80	0.86	59.611	KİLLİ	KİLLİ			YOK
13.50	252.50	129.88	28	18.03	26.64	0.81	63.599	0.329	42.672	0.671		VAR
15.00	281.00	143.66	25	15.31	23.37	0.76	66.419	KİLLİ	KİLLİ			YOK
16.50	309.50	157.45	0	0.00	0.00	0.71	68.427	*T YAPILMAM	*T YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
18.00	338.00	171.23	26	14.58	22.50	0.67	70.052	KİLLİ	KİLLİ			YOK
19.50	366.50	185.02	0	0.00	0.00	0.63	71.639	*T YAPILMAM	*T YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
21.00	395.00	198.80	0	0.00	0.00	0.60	73.391	*T YAPILMAM	*T YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
22.50	423.50	212.59	0	0.00	0.00	0.57	75.385	*T YAPILMAM	*T YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
24.00	452.00	226.37	0	0.00	0.00	0.55	77.623	*T YAPILMAM	*T YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
25.50	480.50	240.16	0	0.00	0.00	0.54	80.067	*T YAPILMAM	*T YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
27.00	509.00	253.94	0	0.00	0.00	0.52	82.671	*T YAPILMAM	*T YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
28.50	537.50	267.73	0	0.00	0.00	0.51	85.390	*T YAPILMAM	*T YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
30.00	566.00	281.51	0	0.00	0.00	0.50	88.183	*T YAPILMAM	*T YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF

Tablo 9 SK-2 Sıvılaşma Risk Analizi

SK-2 Sıvılaşma Analizi												
z (m)	σ_{vo} (kPa)	σ_{vo}' (kPa)	N	N_{60}	N_{60cl}	r_d	τ_{deprem}	CRR _{7,5}	τ_R	GS	ÇİN METODU	RİSK
1.50	24.50	19.60	0	0.00	0.00	0.99	7.539	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
3.00	53.00	33.38	0	0.00	0.00	0.98	16.129	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
4.50	81.50	47.17	18	16.35	24.62	0.97	24.539	KİLLİ	KİLLİ			YOK
6.00	110.00	60.95	22	19.65	28.58	0.96	32.731	KİLLİ	KİLLİ			YOK
7.50	138.50	74.74	23	18.55	27.26	0.94	40.588	KİLLİ	KİLLİ			YOK
9.00	167.00	88.52	24	17.79	26.34	0.92	47.888	0.321	28.427	0.594		VAR
10.50	195.50	102.31	24	17.41	25.90	0.89	54.327	0.311	31.785	0.585		VAR
12.00	224.00	116.09	28	19.07	27.89	0.86	59.611	KİLLİ	KİLLİ			YOK
13.50	252.50	129.88	27	17.39	25.87	0.81	63.599	0.310	40.257	0.633		VAR
15.00	281.00	143.66	27	16.53	24.84	0.76	66.419	KİLLİ	KİLLİ			YOK
16.50	309.50	157.45	0	0.00	0.00	0.71	68.427	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
18.00	338.00	171.23	27	15.14	23.17	0.67	70.052	KİLLİ	KİLLİ			YOK
19.50	366.50	185.02	0	0.00	0.00	0.63	71.639	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
21.00	395.00	198.80	0	0.00	0.00	0.60	73.391	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
22.50	423.50	212.59	0	0.00	0.00	0.57	75.385	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
24.00	452.00	226.37	0	0.00	0.00	0.55	77.623	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
25.50	480.50	240.16	0	0.00	0.00	0.54	80.067	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
27.00	509.00	253.94	0	0.00	0.00	0.52	82.671	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
28.50	537.50	267.73	0	0.00	0.00	0.51	85.390	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
30.00	566.00	281.51	0	0.00	0.00	0.50	88.183	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ

Tablo 10 SK-3 Sıvılaşma Risk Analizi

SK-3 Sıvılaşma Analizi												
z (m)	σ_{vo} (kPa)	σ_{vo}' (kPa)	N	N_{60}	N_{60cl}	r_d	τ_{deprem}	CRR _{7,5}	τ_R	GS	ÇİN METODU	RİSK
1.50	24.50	19.60	4	4.97	10.10	0.99	7.539	0.114	2.233	0.296		VAR
3.00	53.00	33.38	5	4.76	6.47	0.98	16.129	0.083	2.782	0.173		VAR
4.50	81.50	47.17	19	17.26	25.71	0.97	24.539	KİLLİ	KİLLİ			YOK
6.00	110.00	60.95	18	16.08	24.29	0.96	32.731	KİLLİ	KİLLİ			YOK
7.50	138.50	74.74	39	31.45	42.75	0.94	40.588	KİLLİ	KİLLİ			YOK
9.00	167.00	88.52	31	22.97	32.57	0.92	47.888	KİLLİ	KİLLİ			YOK
10.50	195.50	102.31	29	21.04	30.25	0.89	54.327	KİLLİ	KİLLİ			YOK
12.00	224.00	116.09	35	23.84	33.61	0.86	59.611	KİLLİ	KİLLİ			YOK
13.50	252.50	129.88	34	21.90	31.28	0.81	63.599	KİLLİ	KİLLİ			YOK
15.00	281.00	143.66	37	22.66	32.19	0.76	66.419	KİLLİ	KİLLİ			YOK
16.50	309.50	157.45	37	21.64	30.97	0.71	68.427	KİLLİ	KİLLİ			YOK
18.00	338.00	171.23	37	20.75	29.90	0.67	70.052	KİLLİ	KİLLİ			YOK
19.50	366.50	185.02	41	22.12	31.55	0.63	71.639	KİLLİ	KİLLİ			YOK
21.00	395.00	198.80	0	0.00	0.00	0.60	73.391	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
22.50	423.50	212.59	0	0.00	0.00	0.57	75.385	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
24.00	452.00	226.37	0	0.00	0.00	0.55	77.623	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
25.50	480.50	240.16	0	0.00	0.00	0.54	80.067	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
27.00	509.00	253.94	0	0.00	0.00	0.52	82.671	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
28.50	537.50	267.73	0	0.00	0.00	0.51	85.390	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
30.00	566.00	281.51	0	0.00	0.00	0.50	88.183	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ

Tablo 11 SK-4 Sıvılaşma Risk Analizi

SK-4 Sıvılaşma Analizi												
z (m)	σ_{vo} (kPa)	σ_{vo}' (kPa)	N	N_{60}	N_{60cl}	r_d	τ_{deprem}	CRR _{7,5}	τ_R	GS	ÇİN METODU	RİSK
1.50	24.50	19.60	2	2.49	4.80	0.99	7.539	0.071	1.382	0.183		VAR
3.00	53.00	33.38	2	1.91	4.19	0.98	16.129	0.066	2.209	0.137		VAR
4.50	81.50	47.17	17	15.44	23.53	0.97	24.539	KİLLİ	KİLLİ			YOK
6.00	110.00	60.95	32	28.58	39.29	0.96	32.731	KİLLİ	KİLLİ			YOK
7.50	138.50	74.74	44	35.49	47.58	0.94	40.588	KİLLİ	KİLLİ			YOK
9.00	167.00	88.52	27	20.01	29.01	0.92	47.888	KİLLİ	KİLLİ			YOK
10.50	195.50	102.31	40	29.02	39.83	0.89	54.327	KİLLİ	KİLLİ			YOK
12.00	224.00	116.09	35	23.84	33.61	0.86	59.611	KİLLİ	KİLLİ			YOK
13.50	252.50	129.88	40	25.76	35.91	0.81	63.599	KİLLİ	KİLLİ			YOK
15.00	281.00	143.66	32	19.59	28.51	0.76	66.419	KİLLİ	KİLLİ			YOK
16.50	309.50	157.45	37	21.64	30.97	0.71	68.427	KİLLİ	KİLLİ			YOK
18.00	338.00	171.23	28	15.70	23.85	0.67	70.052	KİLLİ	KİLLİ			YOK
19.50	366.50	185.02	32	17.27	25.72	0.63	71.639	KİLLİ	KİLLİ			YOK
21.00	395.00	198.80	0	0.00	0.00	0.60	73.391	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
22.50	423.50	212.59	0	0.00	0.00	0.57	75.385	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
24.00	452.00	226.37	0	0.00	0.00	0.55	77.623	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
25.50	480.50	240.16	0	0.00	0.00	0.54	80.067	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
27.00	509.00	253.94	0	0.00	0.00	0.52	82.671	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
28.50	537.50	267.73	0	0.00	0.00	0.51	85.390	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ
30.00	566.00	281.51	0	0.00	0.00	0.50	88.183	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		İİİİİİİİİİ

Tablo 12 SK-5 Sıvılaşma Risk Analizi

SK-5 Sıvılaşma Analizi												
z (m)	σ_{vo} (kPa)	σ_{vo}' (kPa)	N	N_{60}	N_{60cl}	r_d	τ_{deprem}	CRR _{7,5}	τ_R	GS	ÇİN METODU	RİSK
1.50	24.50	19.60	5	6.22	6.88	0.99	7.539	0.087	1.698	0.225		VAR
3.00	53.00	33.38	7	6.67	13.00	0.98	16.129	KİLLİ	KİLLİ			YOK
4.50	81.50	47.17	16	14.53	22.44	0.97	24.539	KİLLİ	KİLLİ			YOK
6.00	110.00	60.95	19	16.97	25.36	0.96	32.731	KİLLİ	KİLLİ			YOK
7.50	138.50	74.74	20	16.13	24.36	0.94	40.588	KİLLİ	KİLLİ			YOK
9.00	167.00	88.52	28	20.75	29.90	0.92	47.888	KİLLİ	KİLLİ			YOK
10.50	195.50	102.31	22	15.96	24.16	0.89	54.327	KİLLİ	KİLLİ			YOK
12.00	224.00	116.09	17	11.58	18.90	0.86	59.611	KİLLİ	KİLLİ			YOK
13.50	252.50	129.88	21	13.52	21.23	0.81	63.599	KİLLİ	KİLLİ			YOK
15.00	281.00	143.66	28	17.15	25.57	0.76	66.419	KİLLİ	KİLLİ			YOK
16.50	309.50	157.45	33	19.30	28.16	0.71	68.427	KİLLİ	KİLLİ			YOK
18.00	338.00	171.23	37	20.75	29.90	0.67	70.052	KİLLİ	KİLLİ			YOK
19.50	366.50	185.02	42	22.66	32.19	0.63	71.639	KİLLİ	KİLLİ			YOK
21.00	395.00	198.80	0	0.00	0.00	0.60	73.391	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
22.50	423.50	212.59	0	0.00	0.00	0.57	75.385	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
24.00	452.00	226.37	0	0.00	0.00	0.55	77.623	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
25.50	480.50	240.16	0	0.00	0.00	0.54	80.067	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
27.00	509.00	253.94	0	0.00	0.00	0.52	82.671	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
28.50	537.50	267.73	0	0.00	0.00	0.51	85.390	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
30.00	566.00	281.51	0	0.00	0.00	0.50	88.183	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF

Tablo 13 SK-6 Sıvılaşma Risk Analizi

SK-6 Sıvılaşma Analizi												
z (m)	σ_{vo} (kPa)	σ_{vo}' (kPa)	N	N_{60}	N_{60cl}	r_d	τ_{deprem}	CRR _{7,5}	τ_R	GS	ÇİN METODU	RİSK
1.50	24.50	19.60	2	2.49	7.74	0.99	7.539	0.094	1.836	0.244		VAR
3.00	53.00	33.38	3	2.86	8.18	0.98	16.129	0.097	3.250	0.201		VAR
4.50	81.50	47.17	18	16.35	24.62	0.97	24.539	KİLLİ	KİLLİ			YOK
6.00	110.00	60.95	23	20.54	29.65	0.96	32.731	KİLLİ	KİLLİ			YOK
7.50	138.50	74.74	21	16.94	25.32	0.94	40.588	KİLLİ	KİLLİ			YOK
9.00	167.00	88.52	29	21.49	30.79	0.92	47.888	0.535	47.333	0.988		VAR
10.50	195.50	102.31	32	23.22	32.86	0.89	54.327	KİLLİ	KİLLİ			YOK
12.00	224.00	116.09	33	22.48	31.97	0.86	59.611	KİLLİ	KİLLİ			YOK
13.50	252.50	129.88	32	20.61	29.73	0.81	63.599	KİLLİ	KİLLİ			YOK
15.00	281.00	143.66	37	22.66	32.19	0.76	66.419	KİLLİ	KİLLİ			YOK
16.50	309.50	157.45	33	19.30	28.16	0.71	68.427	KİLLİ	KİLLİ			YOK
18.00	338.00	171.23	39	21.87	31.25	0.67	70.052	KİLLİ	KİLLİ			YOK
19.50	366.50	185.02	44	23.74	33.49	0.63	71.639	KİLLİ	KİLLİ			YOK
21.00	395.00	198.80	0	0.00	0.00	0.60	73.391	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
22.50	423.50	212.59	0	0.00	0.00	0.57	75.385	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
24.00	452.00	226.37	0	0.00	0.00	0.55	77.623	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
25.50	480.50	240.16	0	0.00	0.00	0.54	80.067	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
27.00	509.00	253.94	0	0.00	0.00	0.52	82.671	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
28.50	537.50	267.73	0	0.00	0.00	0.51	85.390	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF
30.00	566.00	281.51	0	0.00	0.00	0.50	88.183	YT YAPILMAM	YT YAPILMAM	SPT YAPILMAMIŞ		BİLİNMIYOF

Mevcut zemin koşulları ve geoteknik analizler kapsamında, sahada sıvılaşma riskinin bulunması nedeniyle Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 Tablo16.1'e göre yerel zemin sınıfı **ZF** olarak belirlenmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 16.5.1.3'e göre Tablo16.1'de **ZF** sınıfı olarak tanımlanan zeminlerin yüzeyindeki deprem yer hareketini belirlemek için sahaya özel zemin davranış analizinin yapılması zorunludur.

Yapılacak analizler için yönetmelik kapsamında, bina taşıyıcı sistemlerinin zaman tanım alanında bir veya iki boyutlu ve üç boyutlu deprem hesabında gerekli deprem yer hareketlerinin tanımlanması için kullanılacak deprem kayıtlarının seçimi ve basit ölçeklendirme yöntemi ile ölçeklendirilmesi veya spektral uyum sağlanacak şekilde dönüştürülmesi için uygulanması gerekli kurallar 2.5.1, 2.5.2 ve 2.5.3'te tanımlanmıştır.

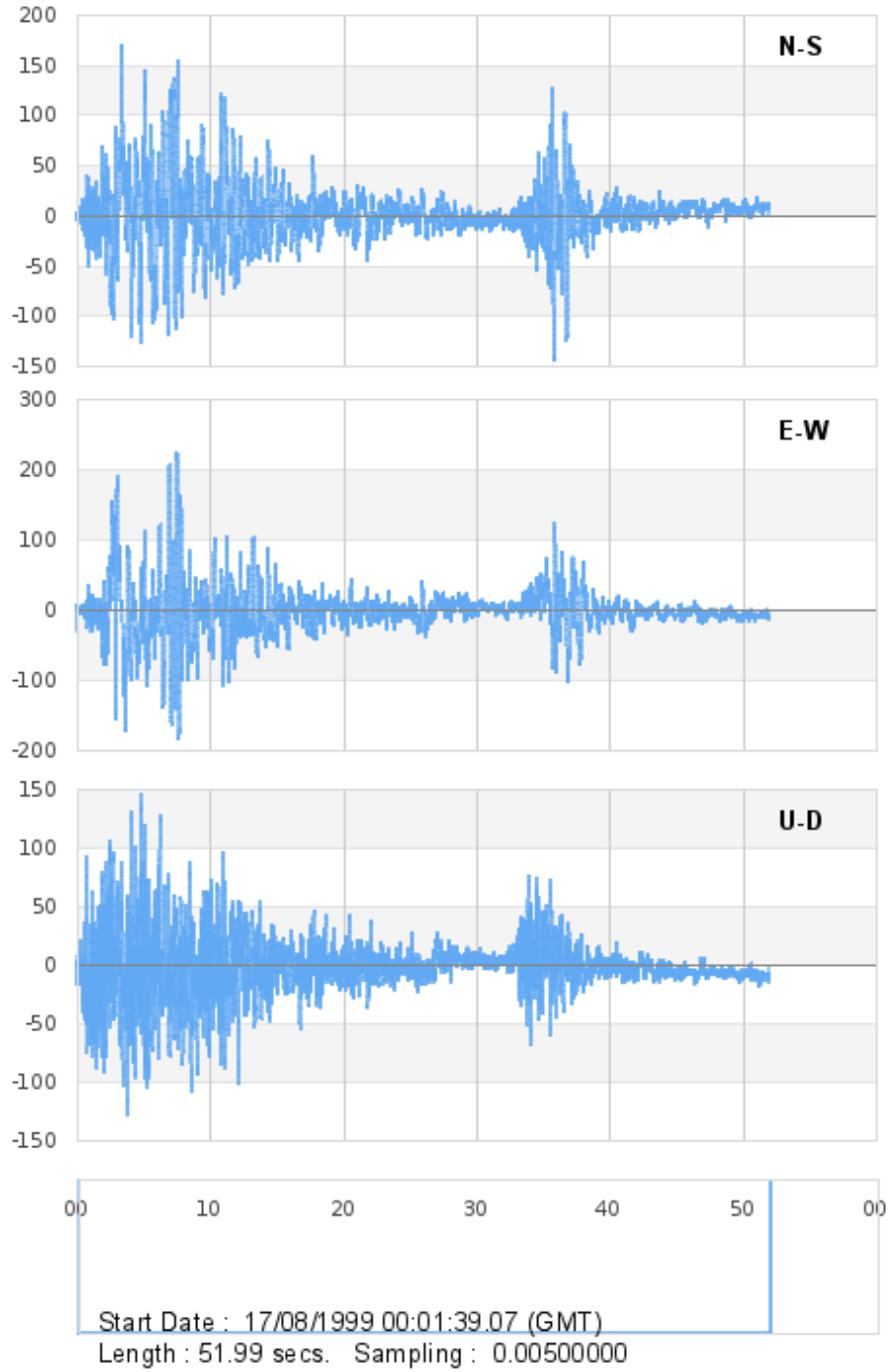
Bina taşıyıcı sistemlerinin zaman tanım alanında deprem hesabında kullanılacak deprem kayıtlarının seçimi, tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu deprem büyüklükleri, fay uzaklıkları, kaynak mekanizmaları ve yerel zemin koşulları dikkate alınarak yapılmıştır.

Binanın bulunduğu bölgede tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu geçmiş deprem kayıtlarının mevcut olması durumunda öncelikle bu kayıtlar kullanılacaktır. Toplamda 11 adet deprem kaydı seçilmiştir. Seçilen deprem kayıtları aşağıda belirtilmiştir. Hesapta kullanılacak deprem yer hareketleri, seçilen deprem kayıtlarından basit ölçeklendirme yöntemi ile elde edilmiştir.

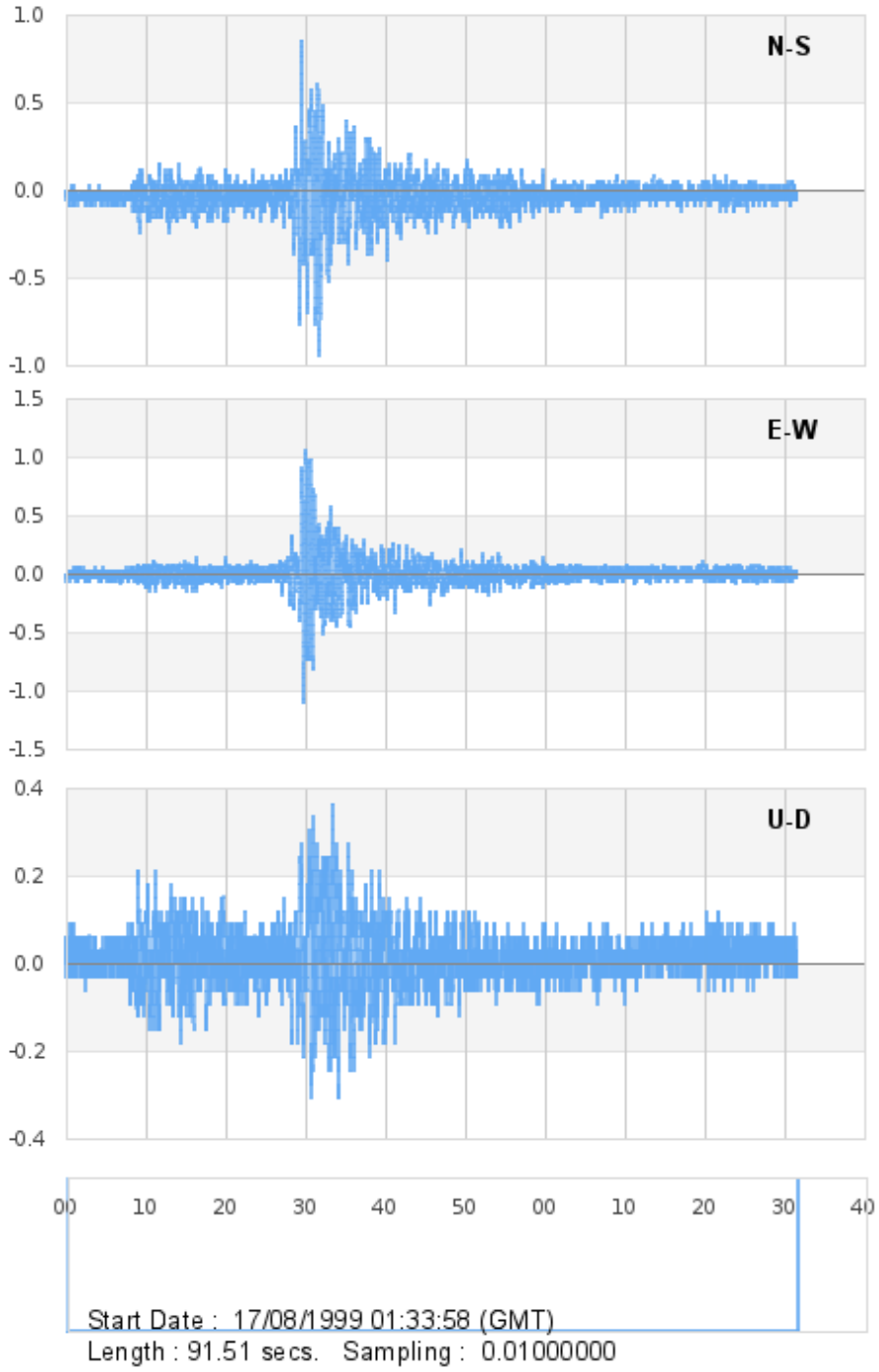
Tablo 14'te verilen ve analizlerde girdi hareketi (input motion) olarak kullanılan ivme kayıtları Şekil 7 – 17'da verilmiştir.

Tablo 14 Analizde Seçilen Deprem Kayıtları

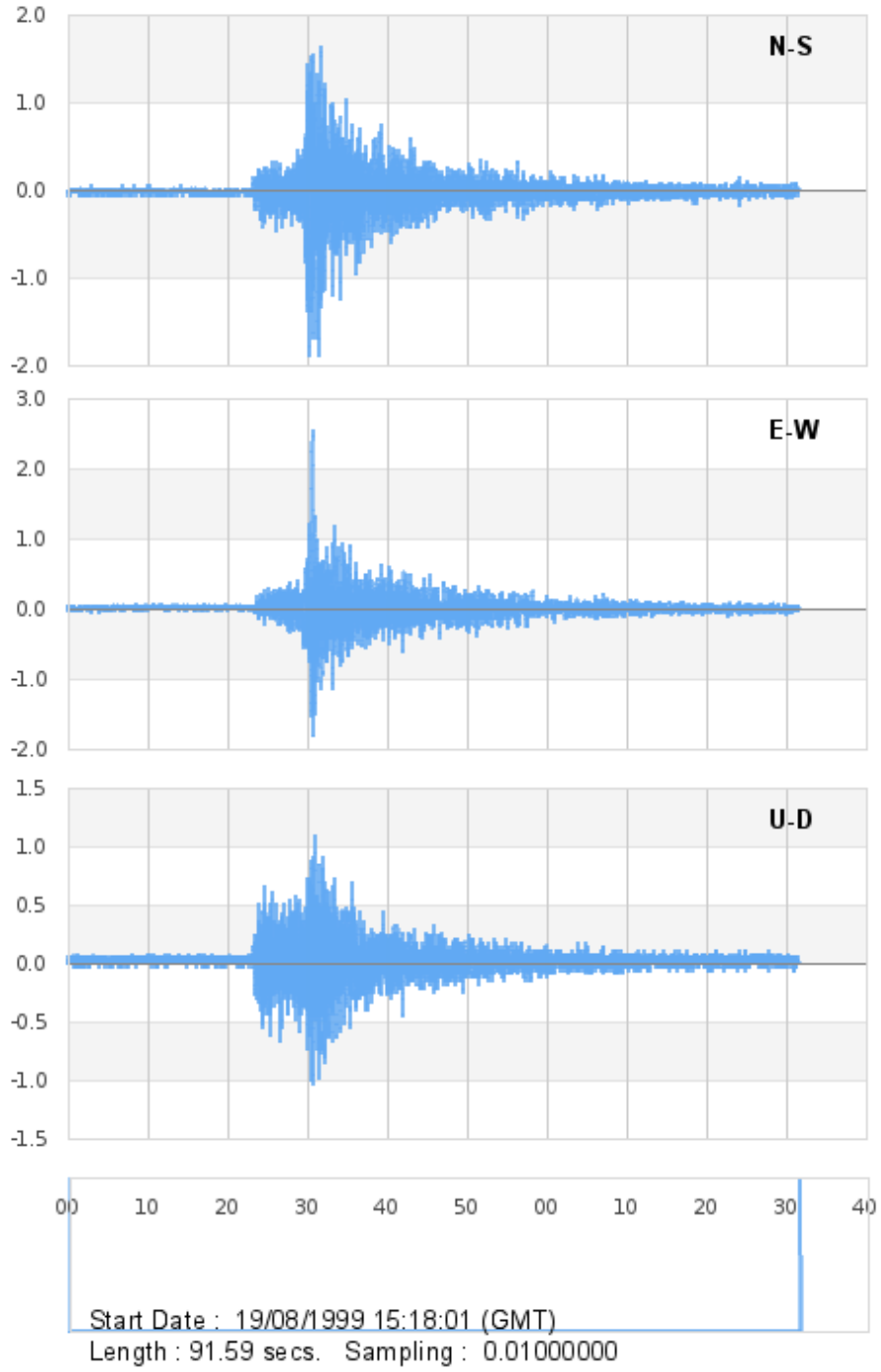
Sıra No	Deprem Adı	Deprem Tarihi	Deprem Büyüklüğü	Kayıt İstasyon Kodu
1	Merkez Kocaeli	17.08.1999	7.4	4101
2	Çınarcık	17.08.1999	5.4	1001
3	Ege Denizi	19.08.1999	5.1	3401
4	Kocaeli	13.09.1999	5.7	4107
5	Marmara Denizi	29.09.1999	4.9	5401
6	Marmara Denizi	20.10.1999	4.4	1604
7	Düzce	12.11.1999	7.2	5401
8	Gemlik Körfezi	24.10.2006	5.2	7702
9	Marmara Denizi	26.09.2019	5.8	7708
10	Marmara Denizi	26.09.2019	5.8	7711
11	Marmara Denizi	26.09.2019	5.8	7712



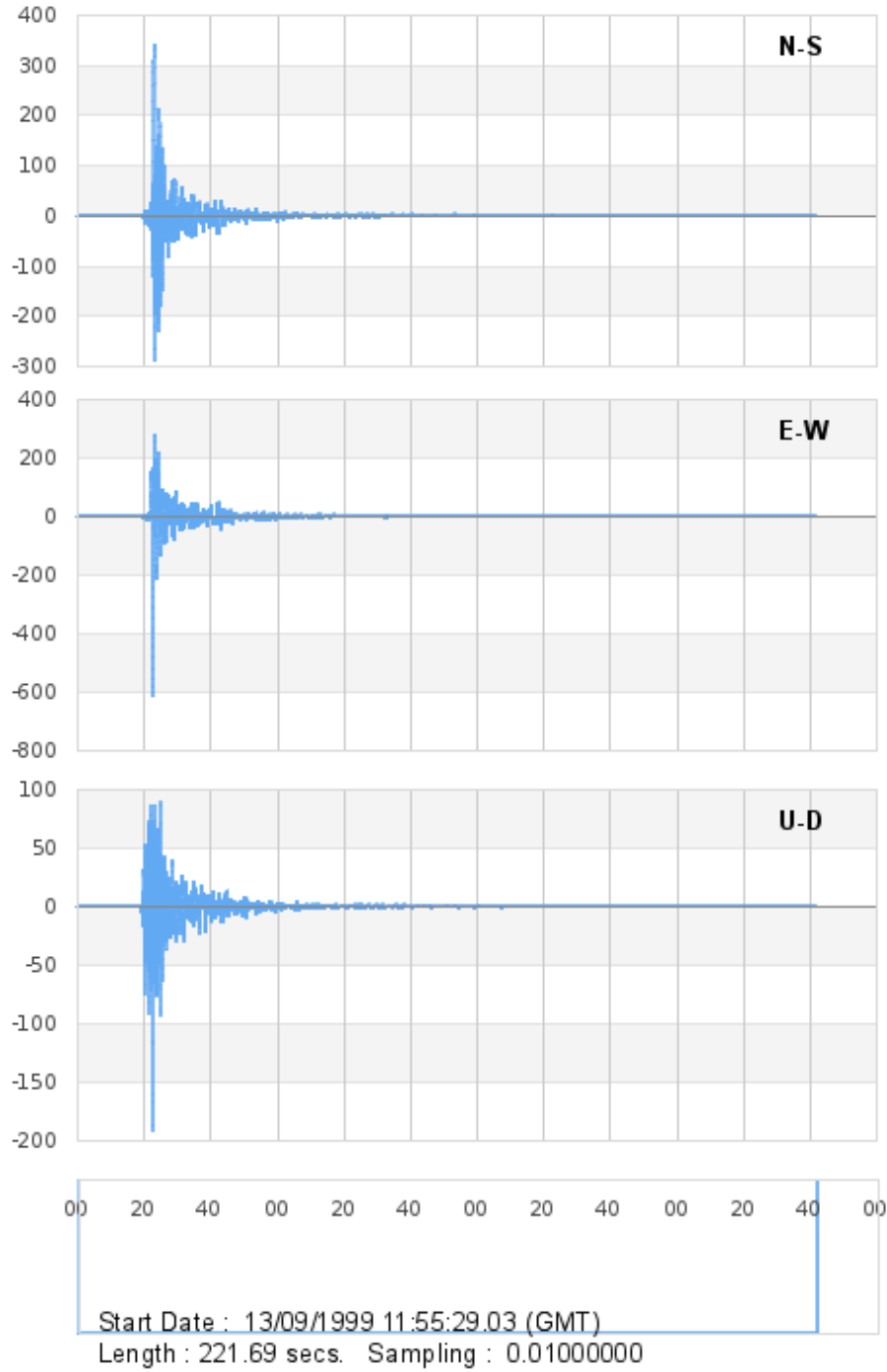
Şekil 7 Merkez-Kocaeli Deprem Kaydı



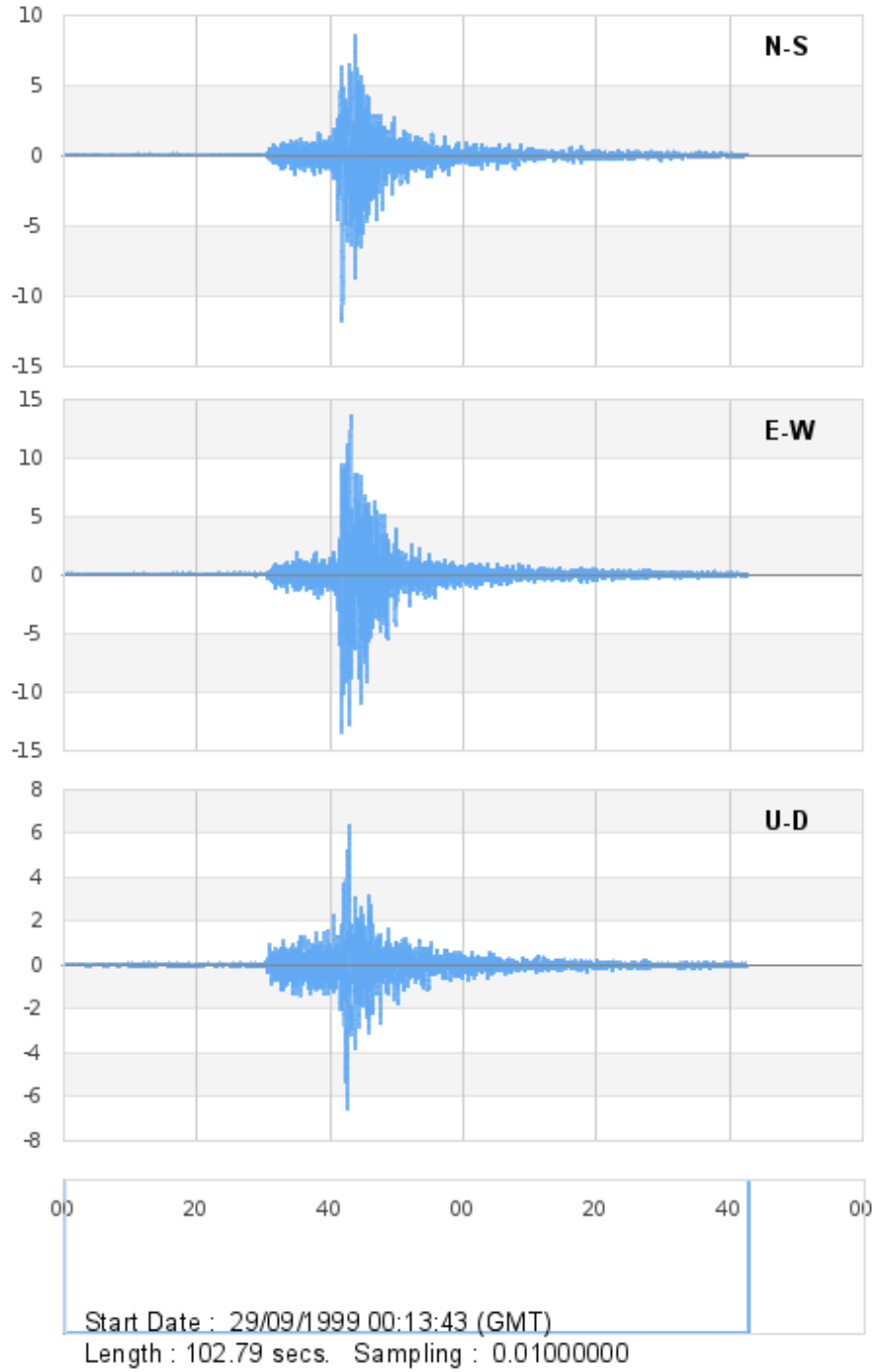
Şekil 8 Çınarcık Deprem Kaydı



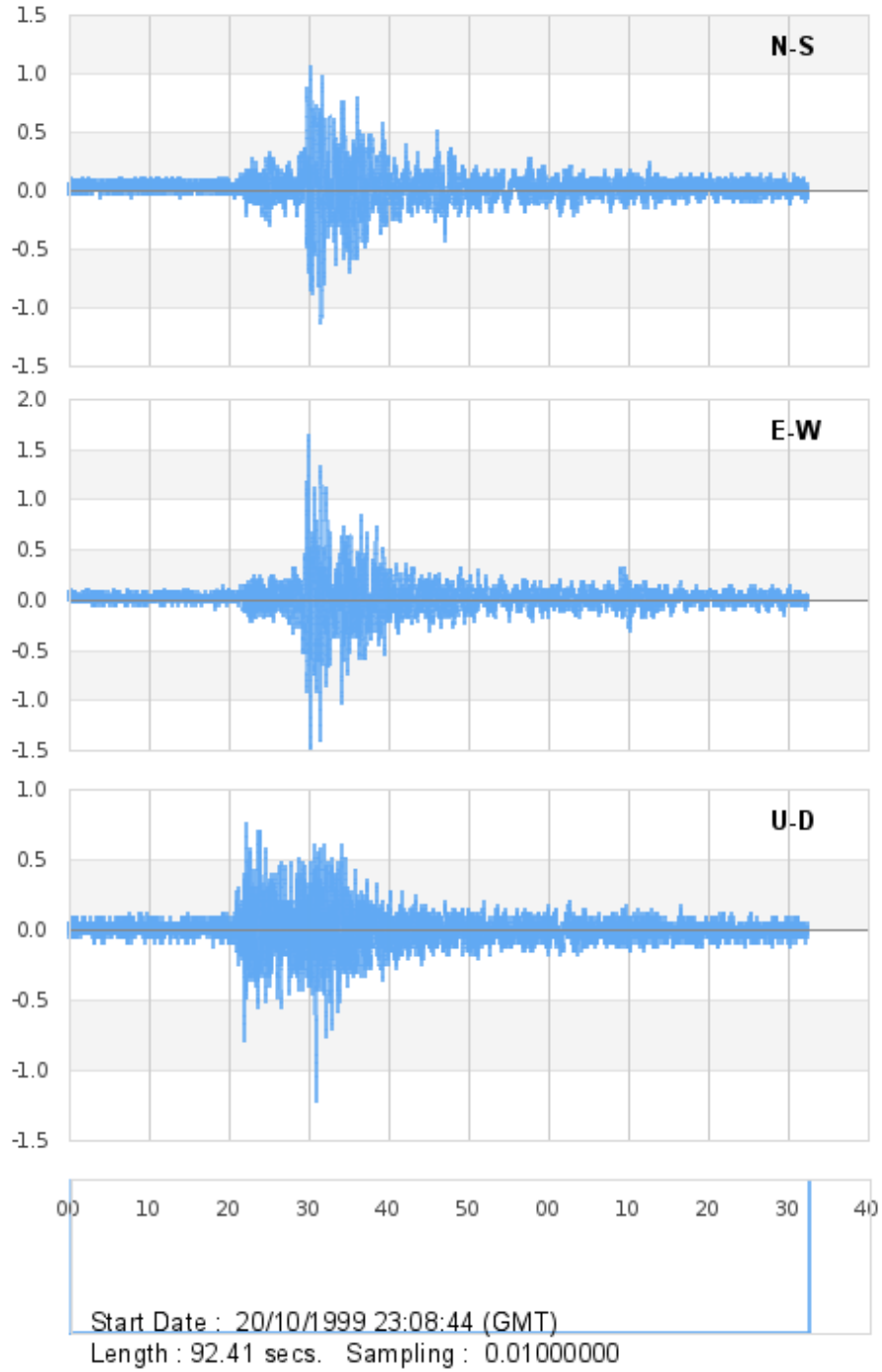
Şekil 9 Ege Denizi Deprem Kaydı



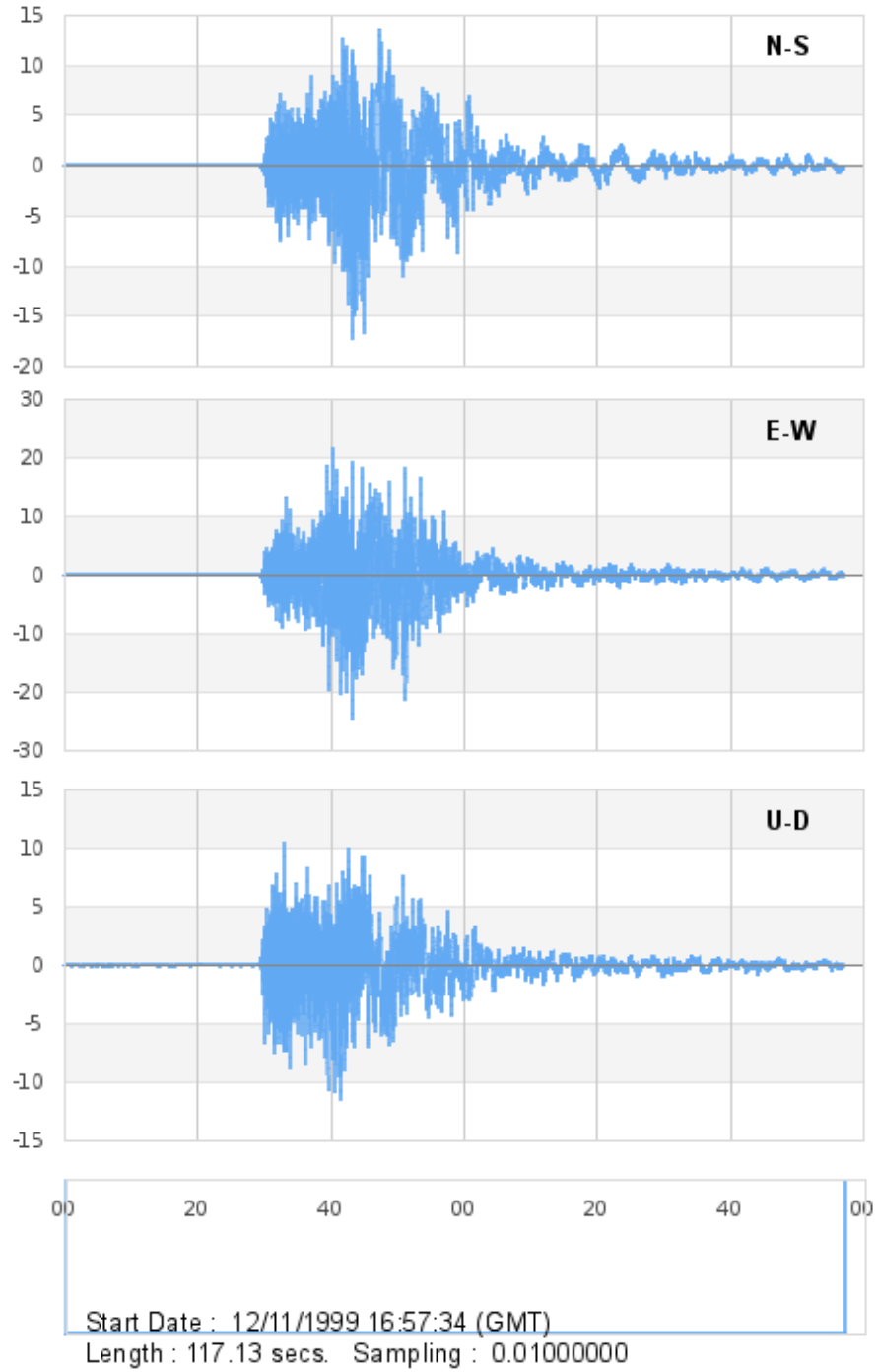
Şekil 10 Kocaeli Deprem Kaydı



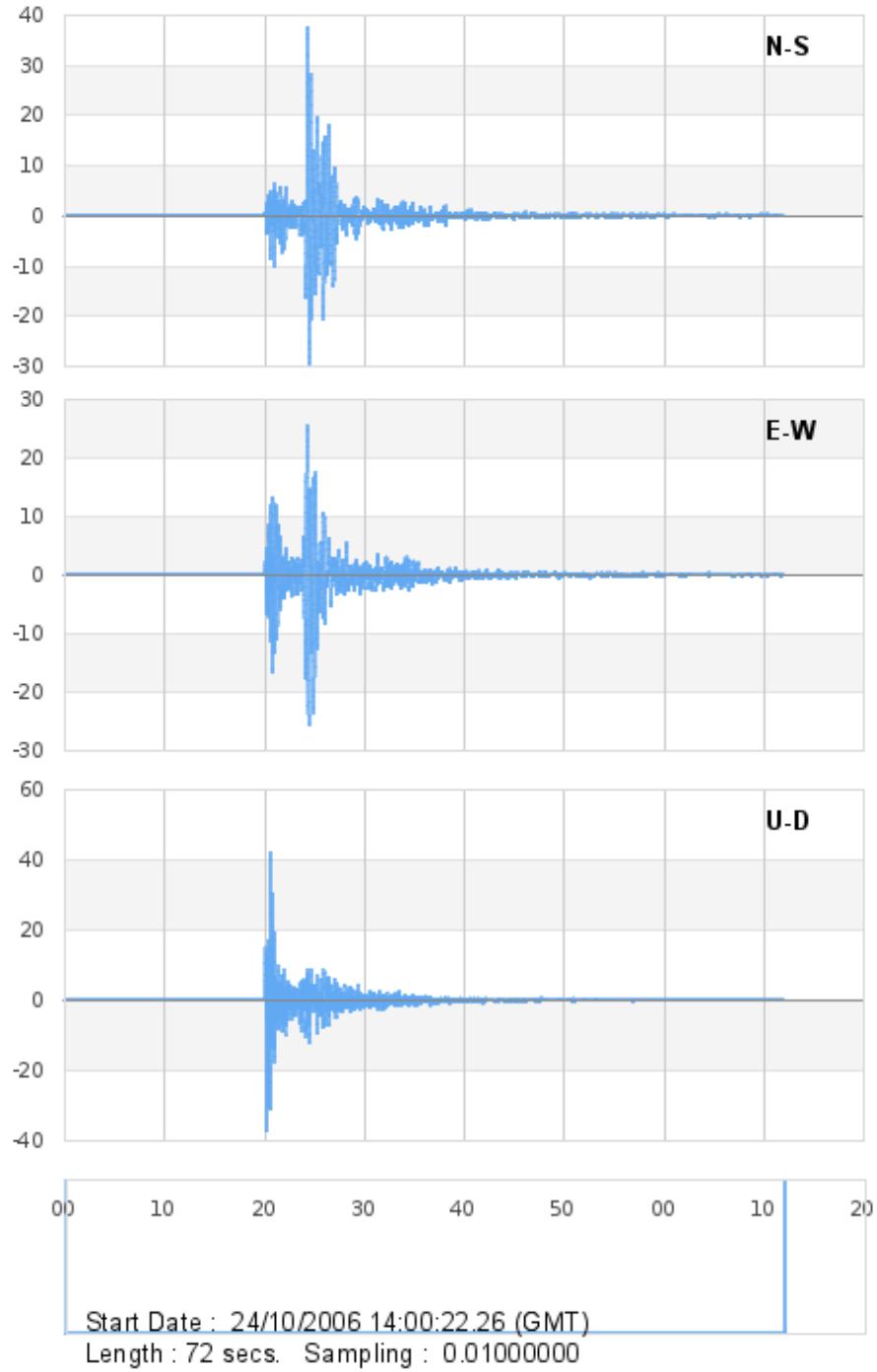
Şekil 11 Marmara Denizi Deprem Kaydı



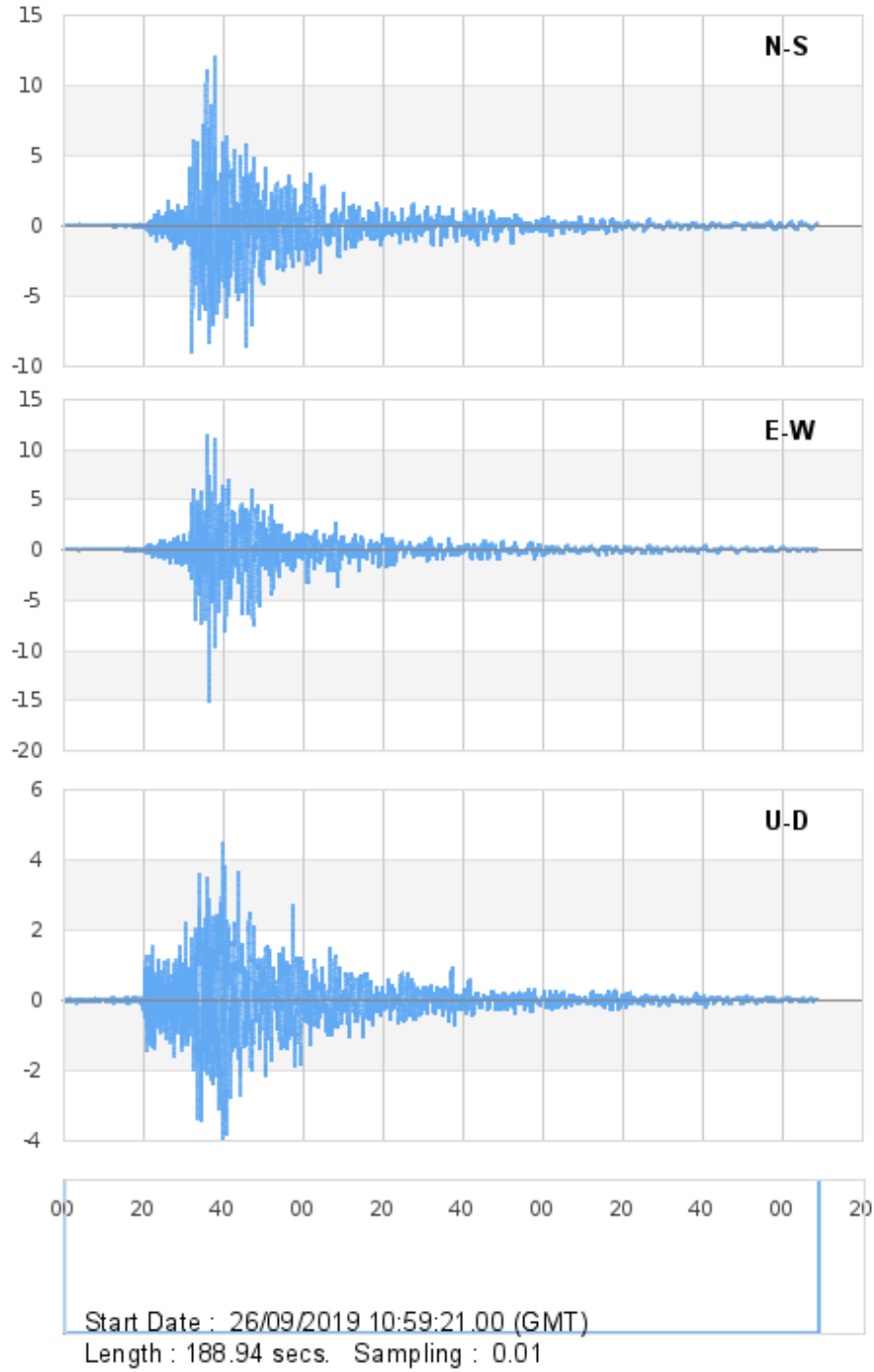
Şekil 12 Marmara Denizi Deprem Kaydı



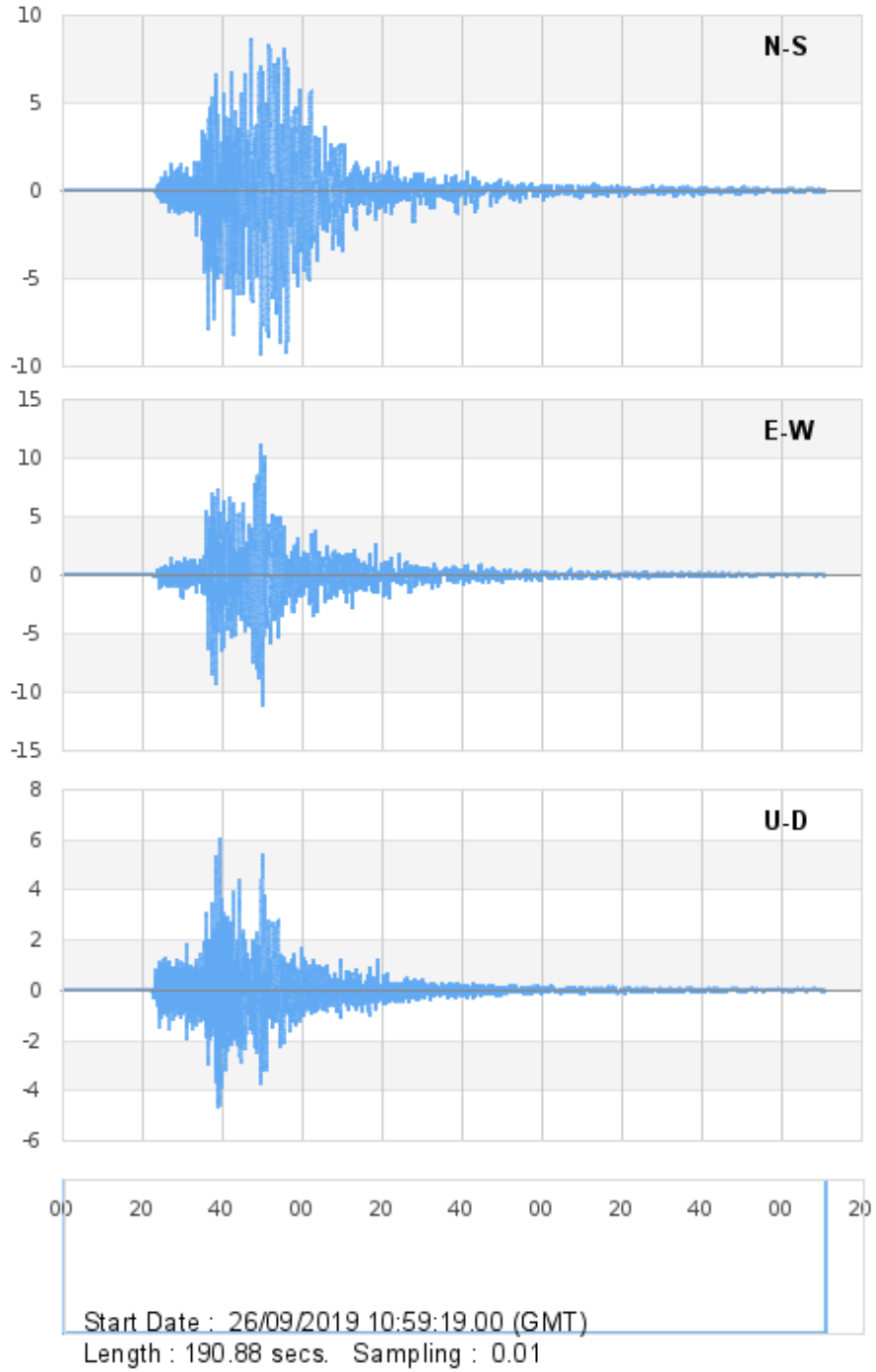
Şekil 13 Düzce Deprem Kaydı



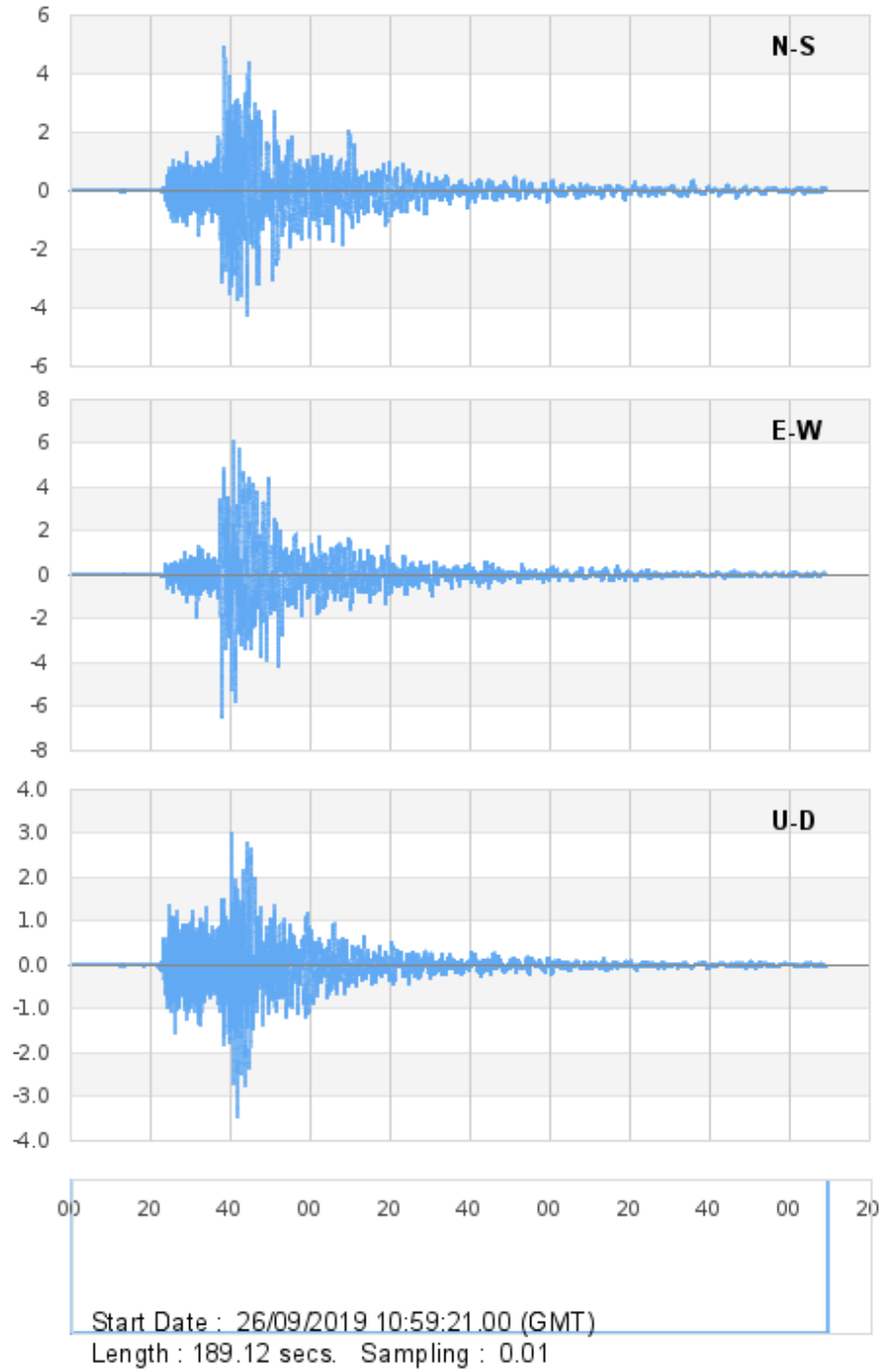
Şekil 14 Gemlik Körfezi Deprem Kaydı



Şekil 15 Marmara Denizi Deprem Kaydı



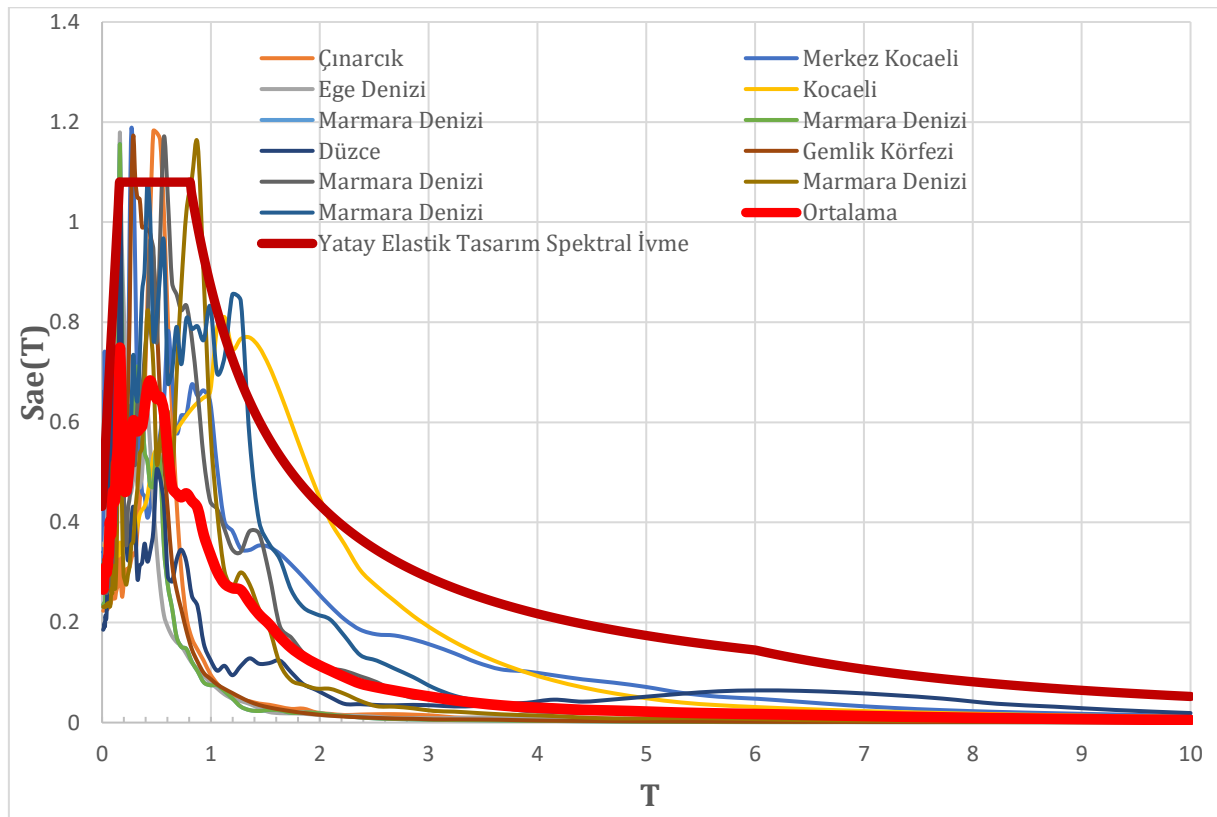
şekil 16 Marmara Denizi Deprem Kaydı



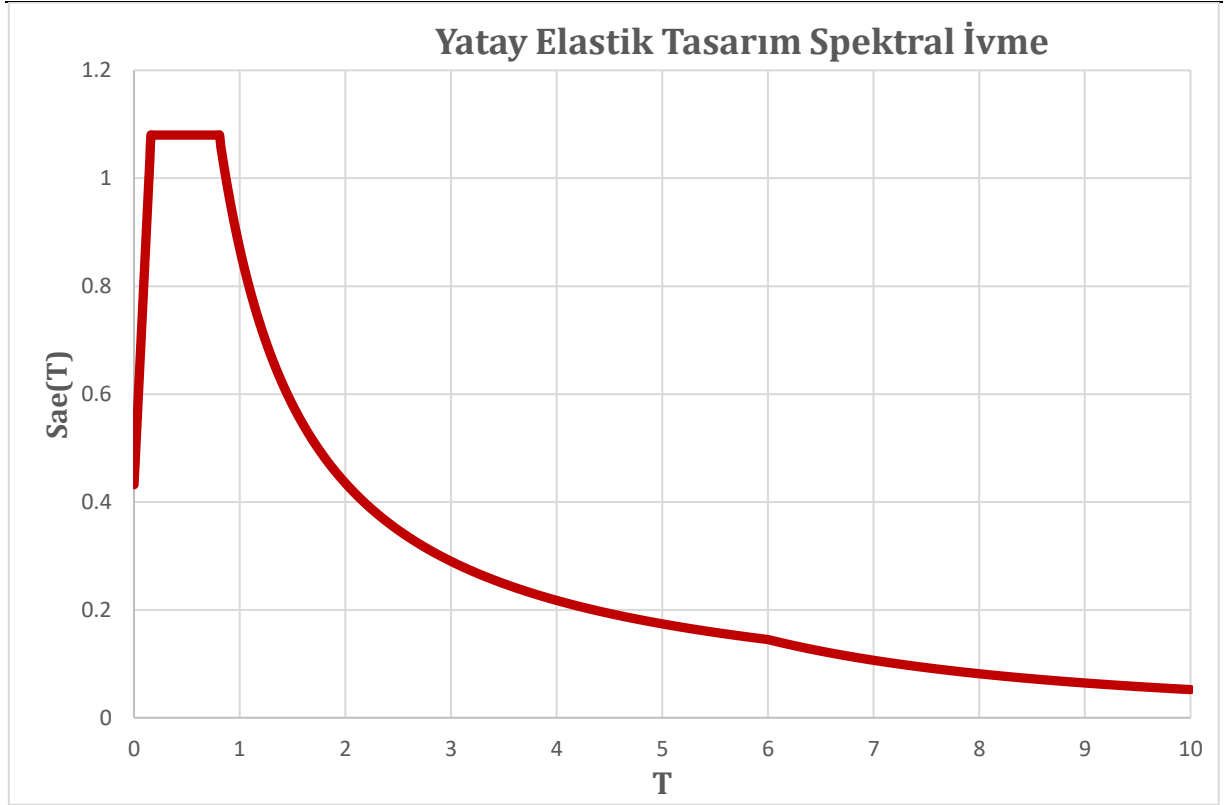
Şekil 17 Marmara Denizi Deprem Kaydı

Yapılan analizler yatay tabakalı zemin modeli ile eşdeğer doğrusal olmayan zemin modeli kullanılarak elde edilmiştir. Analizler sonucunda, 11 adet kayıtlara ait spektrum grafiği Şekil 18’de verilmiştir.

Elde edilen ortalama tepki spektrum grafiği Şekil 18’de verilmiş olup, tablo içerisinde, statik projelerde kullanılması gereken veriler de belirtilmiştir. Ortalama spektrum, plato yapısına uygun olarak çift tepe formasyonu şeklinde kendini göstermektedir. Yumuşak zeminlerin karakteristik özelliği olan, yüksek periyotlardaki deprem frekans içeriğindeki artış şeklindeki tüm davranışlarda gözlenmektedir. Bu durum, F1 katsayısındaki artış ile de anlaşılabilmektedir.



Şekil 18 11 Adet Kayıtlara Ait Spektrum Grafikleri



Şekil 19 Ortalama Tepki Spektrum Grafiği

Sahaya özel deprem yer hareketi spektrumlarının ordinatları, yönetmelik kapsamında da belirtildiği gibi hiçbir zaman 2.3.4 veya 2.3.5'te tanımlanan tasarım spektrumu ordinatların %90'ından daha küçük olmayacak şekilde belirlenmiştir. Statik projelendirmeye esas tasarım spektrumu ve ilgili periyot katsayıları Tablo15'de verilmiştir.

Tablo 15 ZF için Depremsellik Parametreleri (sahaya özel analiz sonucu)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	S_s	S_1	F_s	F_1	S_{DS}	S_{D1}
DD-2	1.195	0.405	0.900	2.148	1.076	0.870

İlk 8 m derinlikte bulunan kum tabakasında zemin incelemesi sırasında ölçülen en yüksek yeraltı su seviyesinin olduğu 4 m derinlikten itibaren sıvılaşma riski bulunmaktadır. Yeraltı su seviyesinin üstündeki (1.5-4.0 m) bölgede de yer altı suyunun yükselmesi durumu göz önüne alındığında sıvılaşma riski bulunmaktadır. 8 m derinlikten sonra başlayan kil tabakasında yapılan analizlerde Çin Metoduna göre sıvılaşma riski bulunmamaktadır.

9. YAPI ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN İRDELENMESİ

9.1. Temel Sistemine İlişkin Geoteknik Analiz ve Değerlendirmeler

9.1.1. Yüzeysel Temeller

9.1.1.1. Emniyetli taşıma gücü

Radye temel olarak tasarlanacak yüzeysel temel sisteminin taşıma gücü TBDY2018'de önerilen aşağıdaki Taşıma Gücü bağıntısı ile hesaplanabilir.

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

Burada,

q_k : zeminlerin nihai taşıma gücü

c : kohezyon

q : sürüşarj yükü ($\gamma \times D_f$)

B : temel genişliği

γ : Zeminin birim hacim ağırlığı

N_c, N_q, N_γ : Zeminin içsel sürtünme açısı değerine göre taşıma gücü faktörleridir.

Yapılmış olan sondaj ve deney raporlarına göre zeminin birim hacim ağırlığı $\gamma = 18.80 \text{ kN/m}^3$ olarak alınmıştır. Kil tabakasına oturacak olan temel için hesaplarda kullanılacak olan parametreler tablo-7'den alınmıştır. Buna göre kohezyon değeri 90 kPa ve içsel sürtünme açısı değeri $\phi = 4^\circ$ dir.

İçsel sürtünme açısı değeri drenajsız durum için $\phi = 0^\circ$ olarak kabul edilip taşıma gücü faktörleri $N_c = 5.14$, $N_q = 1.00$ $N_\gamma = 0.00$ olarak hesaplanmıştır. Temel gömme derinliği (D_f) YASS nedeni ile 1 m alınması uygun olacaktır. Yüzeysel temel için nihai taşıma gücü,

$$q_k = 90 \times 5.14 + 18.80 \times 1 \times 1 + 0.5 \times 18.80 \times B \times 0 = 481 \text{ kPa}$$

olarak bulunur.

Nihai taşıma gücü $\gamma_{RV} = 1.4$ dayanım katsayısı değerine bölündüğünde tasarım dayanımı.

$$q_t = 481 / 1.4 = 340 \text{ kPa}$$

olarak hesaplanır.

9.1.1.2. Oturma ve Şişme Potansiyeli Hesapları ve Değerlendirilmesi

Söz konusu parselde yapılacak yapının temelinden zemine aktarılacak olan gerilme, temel kazısı nedeniyle aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$q_{\text{net}} = q_{\text{yapı}} - \gamma \cdot D_f = 30 - 18.80 \times 1 = 11.2 \text{ kPa}$$

Temelden gelen gerilmenin 4-8 m derinlikteki kil tabakasının ortasında oluşturduğu gerilme artışı ise yaklaşık 11 kPa'dır. Temelden zemine aktarılan bu gerilme nedeni ile temelin oturduğu kil tabakasındaki oturma miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

$$\Delta s = H \times m_v \times \Delta \sigma_v'$$
$$\Delta s_1 = 400 \times 0.0090 \times 0.11 = 0.40 \text{ cm}$$

Temelden gelen gerilmenin 18-30m derinlikteki kil tabakasının ortasında oluşturduğu gerilme artışı ise yaklaşık 6.40 kPa'dır. Temelden zemine aktarılan bu gerilme nedeni ile temelin oturduğu kil tabakasındaki oturma miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

$$\Delta s = H \times m_v \times \Delta \sigma_v'$$
$$\Delta s_2 = 1200 \times 0.0090 \times 0.064 = 0.70 \text{ cm}$$

Toplam oturma

$$\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2 = 0.40 + 0.70 = 1.10 \text{ cm}$$

Hesaplanan oturma miktarı radye temel için sınır değerden küçük olması nedeni ile zeminde oturmadan dolayı iyileştirme yapılmasına gerek yoktur.

9.1.1.3. Yatak katsayısı değerlendirilmesi

Söz konusu parselde yapı temelini oturacağı kum tabakası için yatak katsayısı aşağıda verilmiştir.

$$K_v = 40 \times q_k = 40 \times 481 = 19250 \text{ kN/m}^3 \quad (\text{Bowless})$$
$$\underline{K_v = 1900 \text{ t/m}^3}$$

10. İKSA SİSTEMLERİ – ŞEV DURAYLILIK ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Söz konusu inceleme sahasının düz eğimli olması nedeniyle şev stabilite analizinin yapılmasını gerektirecek bir stabilite problemi bulunmamaktadır. Yapının temel kazısı sırasında çevredeki yapılaşma, komşu yapıların temelleri ve mevcut yapılar açısından gerekli önlemler alınmalıdır.

11. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu geoteknik raporda. Gürsu Sismik Zemin Mühendislik İnş. ve Tic. Ltd. Şti. tarafından Yalova İli Altınova İlçesi sınırlarında bulunan 6/1 Pafta, - Ada, 684 Parselde yapılan saha çalışması sonucu hazırlanan veri raporu baz alınmıştır.

İncelenen alan için, Bakanlar Kurulu'nun 18.03.2018 gün ve 30364 sayılı kararı ile yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre dört deprem yer hareketi düzeyi içeren yatay ve düşey elastik tasarım spektrumunu elde etmek için AFAD'ın Türkiye Deprem Tehlike Haritaları interaktif uygulama sistemine göre belirlenen aşağıdaki parametreler kullanılmalıdır. Proje alanı için yerel zemin sınıfı ZE olarak bulunmuş ve bu yerel zemin grubuna göre sıvılaşma analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda **sıvılaşma riskinin bulunduğu** tespit edilmiştir.

Sahada sıvılaşma riskinin bulunması nedeniyle TBDY 2018'in 16. Bölümüne göre yerel zemin sınıfı **ZF** olarak belirlenmiştir. Deprem etkisi altında sahaya özel zemin davranış analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda sahaya özel deprem spektrumu belirlenmiştir.

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	S_s	S_1	F_s	F_1	S_{DS}	S_{D1}
DD-2	1.195	0.405	0.900	2.148	1.076	0.870

Yüzeysel temel için tasarım dayanımı (temel taşıma gücü) $q_t=340$ kPa olarak bulunmuştur.

Yatak katsayısı 19250 kN/m^3 (1900 t/m^3) olarak kullanılabilir.

Sahada kil zemin tabakasında oluşacak konsolidasyon oturması 1.10 cm 'dir. Bu oturma miktarı izin verilen sınır değer altındadır.

Sahada yapılan sıvılaşma analizi sonuçlarına göre kum birimlerde sıvılaşma riski bulunmaktadır. Bu nedenle sıvılaşmayı önlemek amacıyla zeminde iyileştirme yapılması gereklidir.

12.KAYNAKLAR

- Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı İçin Esaslar 2018 (TBDY2018)
- Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatı, 2019.
- Joseph E. Bowles, “Foundation Analysis and Design”, 1995.
- Das, Braja M., “Advanced Soil Mechanics”, 2013.
- TSE 1500/2000