

İçindekiler

1. KONU	4
2. İNŞAAT SAHASI HAKKINDA BİLGİLER	4
3. YAPI HAKKINDA BİLGİLER	6
4. HESAPLARDA KULLANILAN GEOTEKNİK PARAMETRELER	7
5. ZEMİN İYİLEŞTİRME SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ	8
6. DSM KOLONLARININ ÖN TASARIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	8
6.1 Karışımda Kullanılacak Su ve Bağlayıcı Miktarının Belirlenmesi	8
6.2 Oluşacak DSM Kolonlarının Elastisite Modülünün Belirlenmesi	9
6.3 DSM Kolon Sistemi Taşıma Gücü Analizi	10
6.4 DSM İle İyileştirilmiş Sistem Yüzeysel Temel Taşıma Gücü ve Yatak Katsayısı	11
6.4.1. Zemine İyileştirme Uygulanmamış Durumdaki Radye Temelin Taşıma Gücü	11
6.4.2. Rijit Kolonların Temel Taşıma Gücüne Katkısı	12
6.5 DSM İle İyileştirilmiş Sistem Yüzeysel Temel Oturma Analizi	13
6.6 DSM Kolonları Uygulama Sonrası Yapılacak Kontroller	16
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	17
EK- KARIŞIM HESAPLARI	19

Şekil Listesi

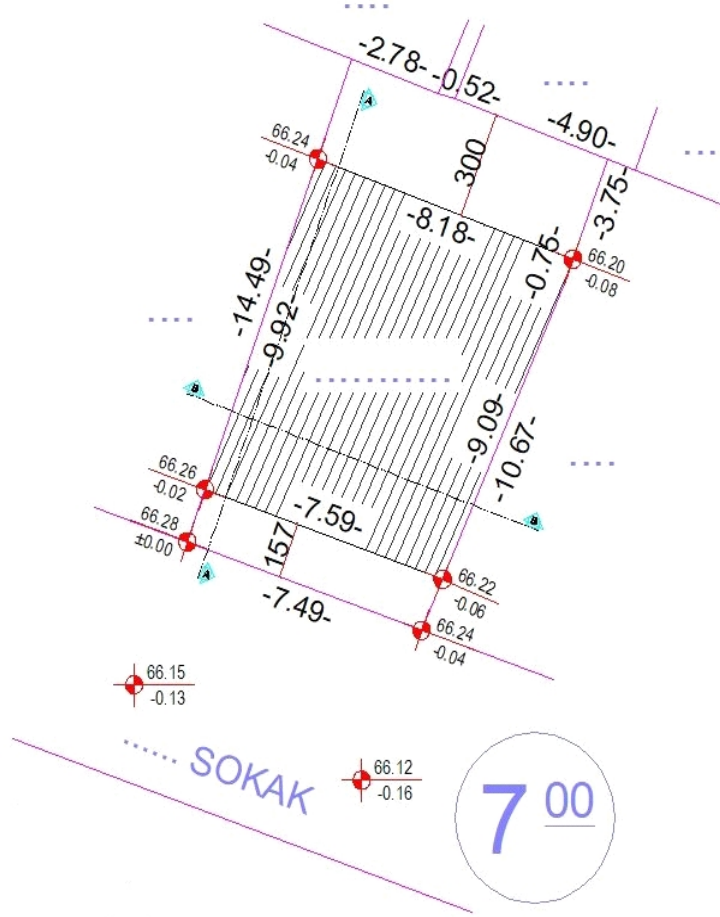
Şekil 1. Vaziyet Planı	4
Şekil 2. Proje Alanı Uydu Görüntüsü	5
Şekil 3. Sondaj Verileri	5
Şekil 4. Presiyometre Deney Sonuçları.....	6
Şekil 5. Zemin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri.....	6
Şekil 6. Yapı Kesiti	7
Şekil 7. DSM Kolonu Basınç Dayanımı-Toplam Su Çimento Oranı (FHWA 2013).....	9
Şekil 8. DSM Kolon Yerleşim Planı.....	9
Şekil 9. DSM' li Zemin Kesiti.....	10
Şekil 10. Boussinesq Denklemleri	13
Şekil 11. Oturma Limitleri Tablosu (Skempton ve Mac Donalds 1956)	14

Tablo Listesi

Tablo 1. Hesaplarda Kullanılan Geoteknik Parametreler	7
Tablo 2. DSM Kolonu Çevre Sürtünmesi	10
Tablo 3. DSM Kolonu Uç Drenci	10
Tablo 4. DSM Kolon Taşıma Gücü	11
Tablo 5. Terzaghi Blok Gurup Taşıma Gücü	11
Tablo 6. Temel Boyutları, Taban Basıncı	11
Tablo 7. Uzun Dönem Kayma Direnci Parametreleri ve Taşıma Gücü Faktörleri	12
Tablo 8. Efektif Gerilme Analizinde Sekil, Derinlik, Yük Eğimi, Zemin Eğimi, Taban Eğimi Faktörleri	12
Tablo 9. İyileştirilmiş Sistemin Oturma Analizi	14

1. KONU

..... ili, İlçesi, Mah.,Sok., pafta, ada, no' lu parsel sayılı yerde inşa edilecek yapının zemin iyileştirme yönteminin seçilmesine yönelik geoteknik rapordur. İyileştirme uygulanacak yapının vaziyet planı Şekil 1' de verilmiştir.



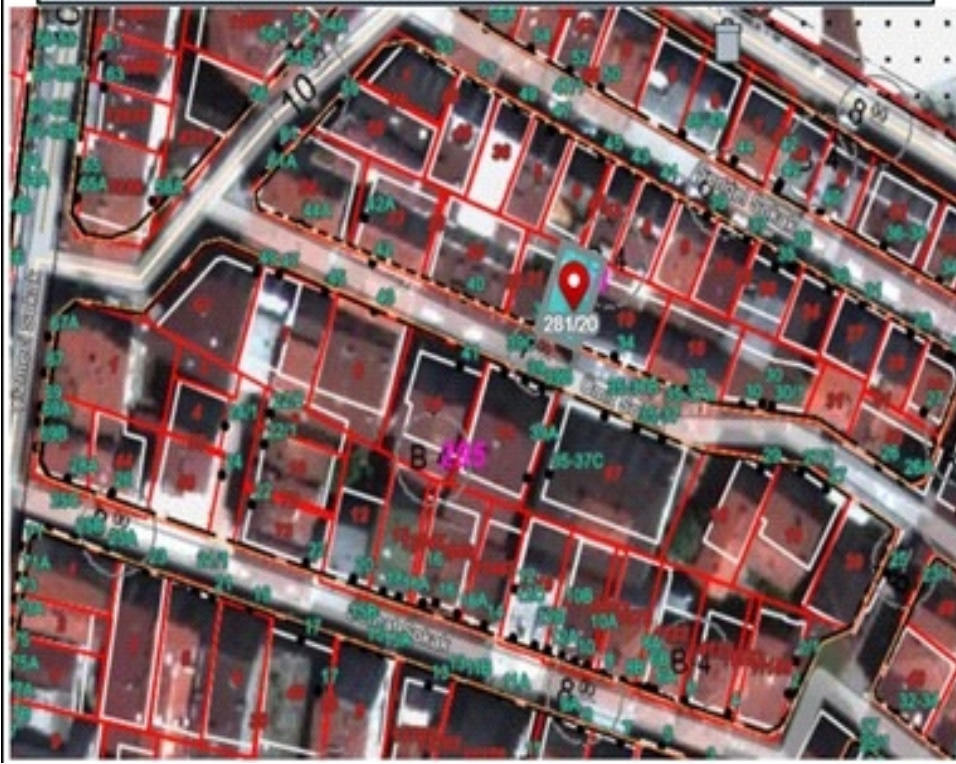
Şekil 1. Vaziyet Planı

Rapora esas olan çalışmalar:

- Zemin Veri Raporu
- Mimari Proje
- Statik Proje

2. İNŞAAT SAHASI HAKKINDA BİLGİLER

..... firması tarafından hazırlanan veri raporundaki bilgilere göre sahada ... adetm derinliğinde sondaj yapıldığı görülmüştür. Sondaj verilerine göre yüzeyden(0.00 kotundan)m derinliğe kadar olan bölge temel zemini olmaya müsait olmayan birimi olduğu bilgisi verilmektedir.



Şekil 2. Proje Alanı Uydu Görüntüsü

Yapılacak olan geoteknik hesaplarda firması tarafından hazırlanan veri raporu ve geoteknik raporda verilen bilgiler esas alınmıştır.

Veri raporunda fiziksel ve mekanik deneylerden elek analizi, Atterberg Limitleri, kesme kutusu ,..... deneyleri yapılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda temel taşıma gücünü etkileyecek Y.A.S.S olmadığı bilgisi verilmiştir.

SK-1 SONDAJINA AİT VERİLER (66.28 KOTU)		
Derinlik(m)	Litoloji	Formasyon
00.00-05.00	Dolgu+Alüvyon	
04.20-20.00	Sarımsı yeşil renkli, katı-çok katı, az kumlu siltli kil	Çekmece Formasyonu
SK-2 SONDAJINA AİT VERİLER (66.24 KOTU)		
Derinlik(m)	Litoloji	Formasyon
00.00-04.90	Dolgu+Alüvyon	
04.90-20.00	Sarımsı yeşil renkli, katı-çok katı, az kumlu siltli kil	Çekmece Formasyonu
SK-3 SONDAJINA AİT VERİLER (66.20 KOTU)		
Derinlik(m)	Litoloji	Formasyon
00.00-04.70	Dolgu+Alüvyon	
04.70-20.00	Sarımsı yeşil renkli, katı-çok katı, az kumlu siltli kil	Çekmece Formasyonu

Şekil 3. Sondaj Verileri

Kuyu No	Derinlik (m)	E_m (kg/cm ²)	P_L (kg/cm ²)	P_L^* (kg/cm ²)	E_m/P_L^*
SK2	3	75,40	4,96	2,72	27,72
	6	224,52	17,99	15,70	14,30
	9	193,28	18,14	15,74	12,28
	12	279,42	20,15	17,77	15,73
	15	275,75	21,21	18,78	14,68
	18	337,44	23,17	20,79	16,23
SK3	3	75,40	4,96	2,72	27,72
	6	205,15	17,15	14,75	13,91
	9	184,02	18,17	15,74	11,69
	12	271,71	19,12	16,76	16,21
	15	257,39	19,07	16,73	15,38
	18	332,14	21,17	18,79	17,68
ORTALAMA		225,96	17,10	14,74	16,96

Şekil 4. Presiyometre Deney Sonuçları

Elek Analizi						
Sondaj No	Numune	Derinlik(m)	Çakıl(%)	Kum(%)	Silt(%)	Kil(%)
SK-1	UD	5.50	0.00	6.85	93.15	
SK-1	UD	2.50	6.03	26.36	67.61	

Atterberg Limitleri						Su Muh.	Doğ.Bir.	Kuru Doğ.	Sınıf
Sondaj No	Numune	Derinlik	LL(%)	PL(%)	PI(%)	Wn(%)	Yn(gr/cm ³)	Yk(gr/cm ³)	
SK-1	UD	5.50	55.7	27.1	28.6	25.8	1.876	1.522	CIH
SK-1	UD	2.50	32.2	16.0	16.2	30.9	1.775	1.385	SaCIL

UD		Zeminde kesme	
Sondaj No	Derinlik	c(kpa)	(ϕ) (°)
SK-1	5.50	68.92	3.16
SK-1	2.50	30.03	3.06

Şekil 5. Zemin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Yapı temeli dolgu+alüvyon birime oturmaktadır. Dolgu birime oturan yapı temelinde oturma sorunları yaşanması beklenmektedir. Oluşabilecek oturma problemlerini önlemek amacı ile zeminde iyileştirme uygulanması planlanmıştır.

3. YAPI HAKKINDA BİLGİLER

İlgili parselde inşa edilecek iş yeri yapısı B+Z+3N.K.' tan oluşmaktadır. Yapı temel alt kotu -2.40 m' dir. En yüksek arazi kotu 66.26(-0.02)m kotudur. En düşük arazi kotu 66.20(-0.08)m kotudur.

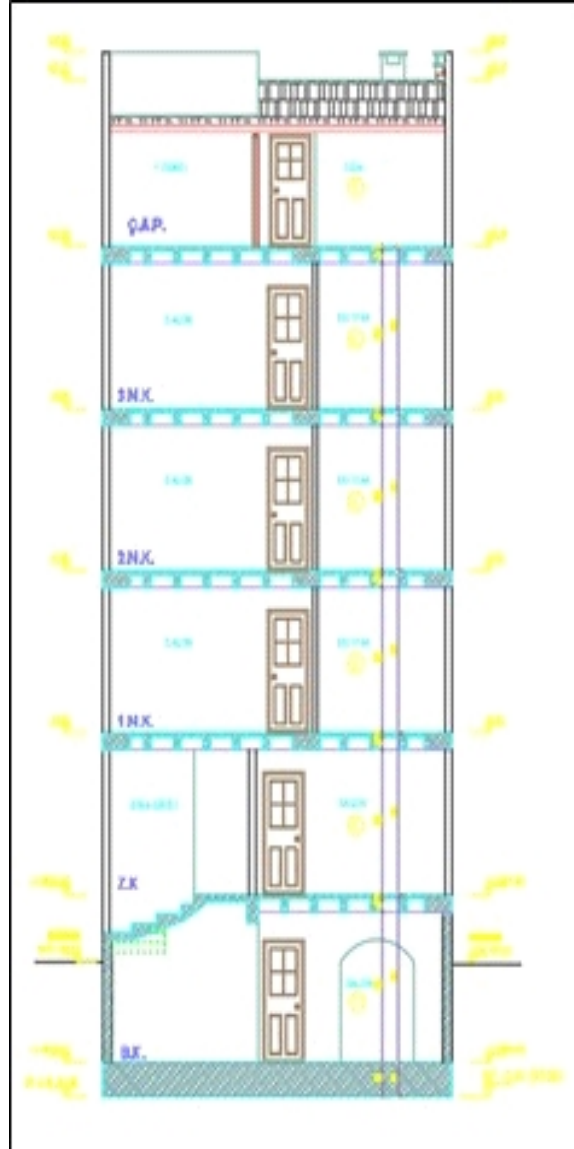
Geoteknik hesaplarda kullanılan yapıdan zemine aktarılan yükler aşağıda verilmiştir.

Yapı Yükü: 7600 kN

Ortalama Taban Basıncı: 100kPa

KazıDerinliği:-2m

Net Taban Basıncı: 64.4kPa



Şekil 6. Yapı Kesiti

4 HESAPLARDA KULLANILAN GEOTEKNİK PARAMETRELER

Veri raporundaki bilgiler doğrultusunda hesaplarda kullanılan geoteknik parametreler Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 1. Hesaplarda Kullanılan Geoteknik Parametreler

Sondaj Adı	Tabaka Adı	Üst Kot	Alt Kot	γ_n	w_n	c'	ϕ'	E'	ν'
SK1	dolgu +alvyn	0	5	17,8	30,9	2	24	5000	0,35
SK1	siltli kil	5	30	18,8	25,8	8	22	15000	0,35

5 ZEMİN İYİLEŞTİRME SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ

Yapıda oluşacak oturmalarını azaltmak için yapılabilecek yöntemlerden birisi de DSM (Deep Soil Mixing) iyileştirmedir. Yapının oturacağı zeminde ıslak karıştırılmalı DSM yöntemi ile zemin iyileştirmesi tasarımı yapılacaktır.

Yukarıdan aşağıya doğru delgi ve kesme işlemi esnasında enjeksiyon zemine verilir, yukarı çekme esnasında da enjeksiyon vermeye devam edilebileceği gibi sadece karıştırma da yapılabilir. Bu yöntemde mekanik karıştırma kesici bıçaklar ile yapılmaktadır, bu nedenle kesintisiz enjeksiyon akışı temin edilmesi gerekmektedir. Bu şekilde, enjeksiyon ve zeminin belirli sabit/üniform bir dozajda ve sınırlı bir çap ve hacim içinde karışımı temin edilerek iyileştirilmiş zemin-çimento karışımı (soilcrete) DSM kolonları elde edilir.

Enjekte edilen çimento şerbeti(su + çimento karışımı) zemin içerisinde zamanla hidrotasyona uğramakta ve sonrasında zemin + çimentodan oluşan katılaşmış bir kütle yaratılmaktadır. Bu kütleler yaygın olarak silindirik bir geometriye sahip olup "DSM Kolonu" olarak adlandırılmaktadır.

Bu yöntem çap kontrolü ve uniformluk bakımından birçok yöntemden daha iyi netice vermektedir ve mekanik delme/kesmenin yapılabildiği kıvamdaki her türlü zemin koşullarında uygulanabilmektedir. Elde edilen, DSM kolonun mukavemeti zemin cinsine, karıştırma miktarına, çimento dozajına göre proje gereklerini sağlayacak şekilde ayarlanmaktadır.

6 DSM KOLONLARININ ÖN TASARIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Veri raporuna göre dolgu birimden numune alınmamış, fiziksel ve mekanik deney yapılmamıştır. Dolgu zeminin doğal su muhtevası (w_n), doğal birim hacim ağırlığı (ρ_n), özgül ağırlığı (G_s) için aşağıdaki değerler kabul edilmiştir.

DSM çapı dolgu zemin koşulları ve yapı yükleri göz önüne alınarak düşünülerek $D=40$ cm olarak seçilmiştir.

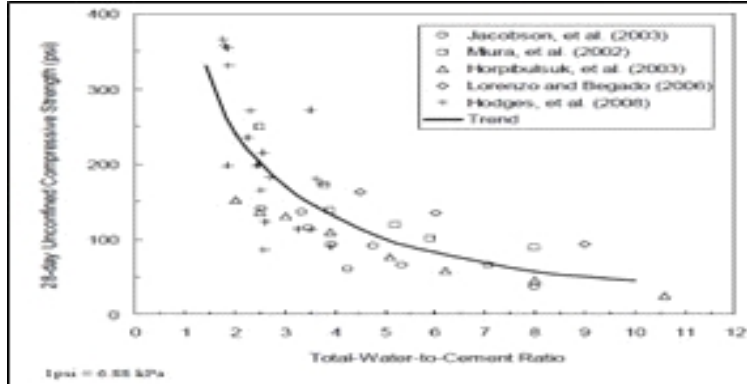
42 adet 5m boyunda $D=40$ cm çapında ıslak karıştırma ile DSM kolonları oluşturularak zemin iyileştirmesi yapılacaktır.

DSM Kolonu tek eksenli basınç dayanımı 2000kPa (2MPa) olarak tasarlanıp, karışım için gerekli su, çimento ve bulamaç miktarı için FHWA-2013' e göre belirlenecektir.

DSM kolon imalatında Cem I 42,5 R tip çimento kullanılacaktır.

6.1 Karışımında Kullanılacak Su ve Bağlayıcı Miktarının Belirlenmesi

Oluşturulacak DSM kolonları YASS altında olmadığından bulamaçtaki su/çimento oranı ($w:c$) karışım "0,8" olarak kabul edilmiştir. Islak karıştırma yöntemi ile DSM kolonları oluşturulacaktır.



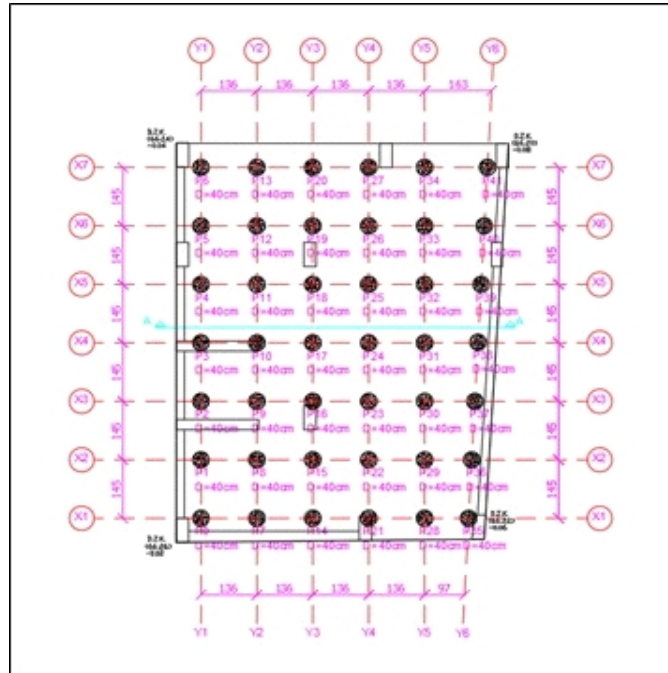
Şekil 7. DSM Kolonu Basınç Dayanımı-Toplam Su Çimento Oranı (FHWA 2013)
Hesap sonuçları Ek' te verilmiştir.

6.2 Oluşacak DSM Kolonlarının Elastisite Modülünün Belirlenmesi

DSM kolonların elastisite modülü;

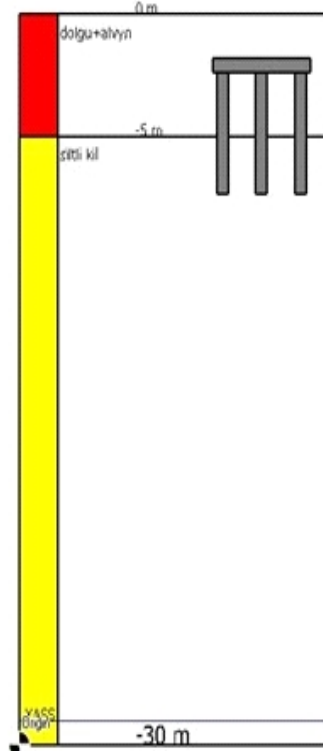
$E=300 \times q_u$ (FHWA2013 ıslak karıştırma)

$E=300 \times 2000 = 600.000 \text{ kPa} = 600 \text{ MPa}$ olarak kullanılacaktır.



Şekil 8. DSM Kolon Yerleşim Planı

6.3 DSM Kolon Sistemi Taşıma Gücü Analizi



Şekil 9. DSM'li Zemin Kesiti

Tablo 2. DSM Kolonu Çevre Sürtünmesi

SIRAN	Kolon / Zemin Etkileşimi	Zemin	σ'_v [kN/m ²]	$S_u(c_u)$ [kN/m ²]	c' [kN/m ²]	ϕ' [°]	α	β	Le [m]	As [m ²]	fs [kN/m ²]	Qcevre [kN]
0												
1	[-2,4m] ↔ [-5m]	dolgu+alvyn	65,86	-	2	24	-	0,46	2,6	3,27	32,131	104,98
2	[-5m] ↔ [-7,4m]	siltli kil	111,56	-	8	22	-	0,44	2,4	3,02	56,824	171,377

Tablo 3. DSM Kolonu Uç Drenci

SIRANO	$S_u(c_u)$ [kN/m ²]	Nc	DSM Kolon Ucunda Efektif Gerilme σ'_v [kN/m ²]	ϕ' [°]	Nt	Ab [m ²]	Qku [kN]
1	-	-	134,12	22	3,04	0,13	52,95

Tablo 4. DSM Kolon Taşıma Gücü

SIRANO	Qks [kN]	Qku [kN]	Wp [kN]	Qktv [kN]	γRs	γRu	Qtks [kN]	Qtku [kN]	Qtv [kN]	Ptv [kN]	GS	Kontrol
1	276,36	52,95	10,99	318,32	1,5	2	184,24	26,47	210,71	196,03	1,62	√

Yapılan taşıma gücü hesaplarında bir DSM kolonunun düşey tasarım dayanımı 210.71 kN olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5. Terzaghi Blok Gurup Taşıma Gücü

SIRANO	Rijit Kolon Sayısı	Qktv [kN]	Eg	Qktvgurup [kN]	γRs	Qtvgurup [kN]	Ptvgurup [kN]	GS	Kontrol
1	42	318,32	1	13369,33	1,5	8912,89	7600	1,76	√

Yapılan DSM Kolonları gurup taşıma gücü hesaplarında gurup düşey tasarım dayanımı 8912.89 kN olarak hesaplanmıştır.

6.4 DSM İle İyileştirilmiş Sistem Yüzeysel Temel Taşıma Gücü ve Yatak Kaysayısı

İlgili parselde zemin iyileştirme uygulandıktan sonra inşa edilecek olan yüzeysel temelin taşıma gücü hesabı;

- Zemine iyileştirme uygulanmamış durumdaki radye temelin taşıma gücü,
- İyileştirme sonrasında hesaplanan rijit kolonların gurup taşıma gücünün, radye temelin alanına bölünmesi ile hesaplanan rijit kolonların temel taşıma gücüne katkısı, toplanarak hesaplanacaktır.

6.4.1. Zemine İyileştirme Uygulanmamış Durumdaki Radye Temelin Taşıma Gücü

2018 Deprem yönetmeliğindeki genel taşıma gücü denklemiyle yapılan hesaplarda efektif gerilme analizi yapılarak, radye temelin uzun dönem taşıma gücü, güvenlik sayısı =1.4 alınarak düşey yükleme durumu için hesaplanmıştır. Hesaplarda "Vesic" temel taşıma gücü yöntemi kullanılmıştır. Derinlik, şekil, yük eğimi, zemin eğimi ve taban eğimi faktörleri "Vesic" yöntemi için hesaplanmıştır.

Tablo 6. Temel Boyutları, Taban Basıncı

P [kN]	B [m]	L [m]	Df [m]
7600	7,6	10	2

Tablo 7. Uzun Dönem Kayma Direnci Parametreleri ve Taşıma Gücü Faktörleri

Yöntem	c' [kN/m ²]	Temel Altında ϕ' [°]	Temel Üstünde ϕ' [°]	Temel Üstünde γ [kN/m ³]	Temel Tabanında Efektif Gerilme q [kN/m ²]	Nc	Nq	Nϕ	Temel Altında γ [kN/m ³]
Vesic	5,95	22,7	24	17,8	35,6	17,67	9,6	7,85	18,46

Kayma Direnci ve taşıma gücü faktörleri' de uzun dönem taşıma gücü için gösterilmektedir. Temel üstündeki ve altındaki kayma direnci parametreleri, birim hacim ağırlık değerleri idealize zemin profilindeki özelliklerin ağırlıklı ortalamaları kullanılarak, temel alt kotundan temel kısa kenarı "B" derinlikteki katman için hesaplanmıştır.

Düşey yükler için taban kesme kuvvetleri ve devrilme momentleri dikkate alınmamıştır.

Tablo 8. Efektif Gerilme Analizinde Sekil, Derinlik, Yük Eğimi, Zemin Eğimi, Taban Eğimi Faktörleri

Yöntem	sc	sq	sϕ	dc	dq	dϕ	ic	iq	iϕ	gc	gq	gϕ	bc	bq	bϕ
Vesic	1,41	1,34	0,7	1,11	1,08	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Genel taşıma gücü deklemei;

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

ile taşıma gücü hesapları yapılmıştır.

q_k

$$= 5.95 \times 17.67 \times 1.41 \times 1.11 \times 1 \times 1 \times 1 + 35.6 \times 9.6 \times 1.34 \times 1.08 \times 1 \times 1 \times 1 + 0.5 \times 18.46 \times 7.6 \times 7.85 \times 0.7 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$q_k = 164 + 494.6 + 385.46$$

$$q_k = 1043 \text{ kN/m}^2$$

Temel taşıma gücünün karakteristik dayanımı $q_k = 1043 \text{ kPa}$ 'dır. 2018 Deprem yönetmeliğinde dayanım katsayısı $\gamma_{rv} = 1.4$ verilmektedir. Tasarım dayanımı;

$$q_t = q_k / \gamma_{rv}$$

Denklemlerle zemine iyileştirme uygulanmamış durumdaki radye temelin taşıma gücü $q_t = 1043 / 1.4 = 745 \text{ kPa}$ olarak hesaplanmıştır.

6.4.2. Rijit Kolonların Temel Taşıma Gücüne Katkısı

Tablo 8' den rijit DSM kolonlarının grup taşıma gücü $Q_{tvgurup} = 8912.89 \text{ kN}$ olarak alınmıştır.

Temel oturum alanı: 76.67 m^2 olarak hesaplanmıştır.

Rijit DSM kolonlarının temel taşıma gücüne katkısı;

$$8912.89 / 76.67 = 116 \text{ kN/m}^2 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Yüzeysel temel toplam taşıma gücü;

$$745 + 116 = 861 \text{ kN/m}^2 \approx 86 \text{ t/m}^2 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Statik projede temel hesaplarında kullanılmak üzere toplam taşıma gücü, $q_t = 40 \text{ t/m}^2$, Yatak

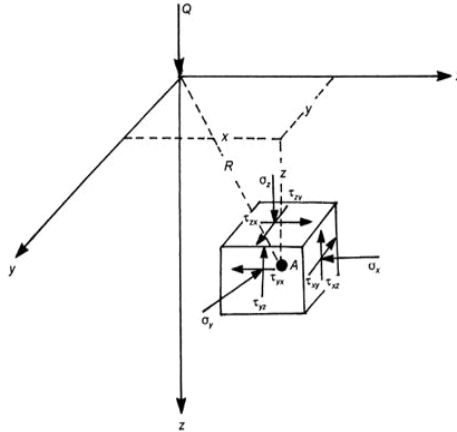
Katsayısı 2240 t/m³ olarak alınması önerilmektedir.

6.5 DSM ile İyileştirilmiş Sistem Yüzeysel Temel Oturma Analizi

İnşaat sahasında Y.A.S.S bulunmamakta, yapı temeli DSM yöntemi ile iyileştirme yapılan zemin üzerine oturacaktır. Ani oturma hesaplanacaktır.

Oturmalar için;

Boussinesq denklemleriyle kitle gerilme artışlarını hesaplanmaktadır.



$$\sigma_z = \frac{3Qz^3}{2\pi R^5}$$

$$\sigma_x = \frac{3Q}{2\pi} \left\{ \frac{x^2z}{R^3} + \frac{1-2\nu}{3} \left[\frac{1}{R(R+z)} - \frac{(2R+z)x^2}{R^3(R+z)^2} - \frac{z}{R^3} \right] \right\}$$

$$\sigma_y = \frac{3Q}{2\pi} \left\{ \frac{y^2z}{R^3} + \frac{1-2\nu}{3} \left[\frac{1}{R(R+z)} - \frac{(2R+z)y^2}{R^3(R+z)^2} - \frac{z}{R^3} \right] \right\}$$

$$\tau_{xy} = \frac{3Q}{2\pi} \left[\frac{xyz}{R^3} - \frac{1-2\nu}{3} \frac{(2R+z)xy}{R^3(R+z)^2} \right]$$

$$\tau_{xz} = \frac{3Q}{2\pi} \frac{xz^2}{R^5}$$

Şekil 10. Boussinesq Denklemleri

Boussinesq'in noktasal yükün elastik ortamda geliştirdiği gerilme artışlarını veren denklemlerin dikdörtgen yayılı yük için integrasyonu nümerik yöntemle yapılmıştır. Elastik oturmalar temel orta noktasında hesaplanmıştır.

$$\Sigma S = S_e + S_c$$

Burada S_e : elastik Oturma, S_c : konsolidasyon oturmasıdır. Ani oturmalar etkin olduğu için konsolidasyon oturmaları ihmal edilmiştir. Ani oturmalar tanımlanan bir yüzey noktasındaki oturma elastik yöntemle hesaplanmaktadır. Koordinatları verilen noktanın istenilen zemin profili kullanılarak elastik oturması hesaplanır. Zemin profilindeki alt katmanlara ayrılmış tabakalardaki bütün katmanların sıkışması;

$$S_e = \int_0^H \epsilon_i dH = \sum_{i=1}^{i=n} \epsilon_i H_i$$

denklemleriyle hesaplanır. Her alt katman için birim şekil değiştirme ϵ_i 'ler elde edilir ve şerit yüksekliği ile çarpılarak şerit elastik sıkışması hesaplanır. Birim şekil değiştirme;

$$\epsilon_i = \frac{\Delta \sigma_i}{E_i}$$

$$\Delta \sigma_i = \Delta \sigma_v - 2\nu \Delta \sigma_h$$

denklemleriyle hesaplanır. Burada şerit orasındaki düşey ve yatay gerilme artışları arasındaki farktır. Problem iki boyutlu düşünülüğünde ($\sigma_{hx} = \sigma_{hy}$) ve drenajsız analizde ($\nu = 0.50$) deviyör gerilme artışıdır. (Bowles, 1996)

Bütün alt katman ortalarındaki düşey ve yatay gerilme artışları, temellerin yayılı yük, koordinat ve boyutlarını kullanarak hesaplanmıştır. Alt katmanların E_i değerleri alt katmanın bulunduğu tabaka E değerleriyle aynıdır. Alt katmanın bulunduğu tabaka özelliği

drenajsız ise gerilme artışları hesaplanırken Boussinesq denklemlerinde drenajsız elastik parametreler (E_u, ν_u) kullanılır ve $\nu_u=0.50$ ile hesaplanır. Tabaka özelliği drenajlı ise Boussinesq denklemlerinde E', ν' ve $\sigma_{\Delta i}$ ile hesaplanır.

Temel orta noktasının ani oturması G+Q yüklemesindeki ortalama $q_0=60$ kPa taban basıncından 1.21 cm hesaplanmıştır.

Skempton ve Mac Donalds (1956) yapılar da temel ve zemin türüne bağlı olarak aşağıdaki tabloyu vermiştir.

ZEMİN TİPİ	TEMEL TİPİ	MAKSİMUM TOPLAM OTURMA (cm)
Kohezyonlu	Tekil	6,5
Kohezyonlu	Radye	6,5-10
Granüler	Tekil	4
Granüler	Radye	4,0-6,5

Şekil 11. Oturma Limitleri Tablosu (Skempton ve Mac Donalds 1956)

Tablo 9. İyileştirilmiş Sistemin Oturma Analizi

SIRANO	Tabaka	Derinlik [m]	h [m]	Drenaj Durumu	E [kN/v m ²]	σ'_o [kN/m ²]	$\Delta\sigma_v$ [kN/m ²]	$\Delta\sigma_r$ [kN/m ²]	$\Delta\sigma_\theta$ [kN/m ²]	$\Delta\sigma_v - v \cdot (\Delta\sigma_r + \Delta\sigma_\theta)$ [kN/m ²]	S_e (m)	
1	dolgu +alvyn	-0,24	0,48	Drenajli	5000	0,35	4,272	0	0	0	0	
2	dolgu +alvyn	-0,72	0,48	Drenajli	5000	0,35	12,816	0	0	0	0	
3	dolgu +alvyn	-1,2	0,48	Drenajli	5000	0,35	21,36	0	0	0	0	
4	dolgu +alvyn	-1,68	0,48	Drenajli	5000	0,35	29,904	0	0	0	0	
5	dolgu +alvyn	-2,16	0,48	Drenajli	5000	0,35	38,448	0	0	0	0	
6	dolgu +alvyn -DSM	-2,66	0,52	Drenajli	45961,3	0,34	47,348	64,7115	71,0978	27,5859	31,1590	0,0004
7	dolgu +alvyn -DSM	-3,18	0,52	Drenajli	45961,3	0,34	56,604	64,1353	71,3789	9,3768	36,6784	0,0004
8	dolgu +alvyn -DSM	-3,7	0,52	Drenajli	45961,3	0,34	65,86	63,19	61,1871	3,1095	41,3292	0,0005
9	dolgu +alvyn -DSM	-4,22	0,52	Drenajli	45961,3	0,34	75,116	61,4072	49,9041	0,2029	44,3708	0,0005

DSM ile Zemin İyileştirme												
İmar Bilgileri: İstanbul İli, Fatih İlçesi, ...Pafta, ...Ada, ...Parsel, 15 / 19												
10	dolgu +alvyn -DSM	-4,74	0,52	Drenaj li	45961,034	84,372	58,815	39,628	-1,226	45,759	0,0005	
11	siltli kil- DSM	-5,08	0,16	Drenaj li	55272,034	90,504	56,766	33,776	-1,730	45,871	0,0001	
12	siltli kil- DSM	-5,24	0,16	Drenaj li	55272,034	93,512	55,728	31,276	-1,890	45,737	0,0001	
13	siltli kil- DSM	-5,4	0,16	Drenaj li	55272,034	96,52	54,651	28,936	-2,013	45,497	0,0001	
14	siltli kil- DSM	-5,56	0,16	Drenaj li	55272,034	99,528	53,543	26,752	-2,105	45,163	0,0001	
15	siltli kil- DSM	-5,72	0,16	Drenaj li	55272,034	102,53	52,412	24,718	-2,170	44,745	0,0001	
16	siltli kil- DSM	-5,88	0,16	Drenaj li	55272,034	105,54	51,262	22,828	-2,215	44,253	0,0001	
17	siltli kil- DSM	-6,04	0,16	Drenaj li	55272,034	108,55	50,100	21,075	-2,241	43,697	0,0001	
18	siltli kil- DSM	-6,2	0,16	Drenaj li	55272,034	111,56	48,932	19,451	-2,253	43,084	0,0001	
19	siltli kil- DSM	-6,36	0,16	Drenaj li	55272,034	114,56	47,762	17,949	-2,253	42,425	0,0001	
20	siltli kil- DSM	-6,52	0,16	Drenaj li	55272,034	117,57	46,594	16,561	-2,244	41,726	0,0001	
21	siltli kil- DSM	-6,68	0,16	Drenaj li	55272,034	120,58	45,434	15,280	-2,226	40,996	0,0001	
22	siltli kil- DSM	-6,84	0,16	Drenaj li	55272,034	123,59	44,284	14,097	-2,201	40,239	0,0001	
23	siltli kil- DSM	-7	0,16	Drenaj li	55272,034	126,6	43,147	13,007	-2,172	39,463	0,0001	
24	siltli kil- DSM	-7,16	0,16	Drenaj li	55272,034	129,60	42,025	12,001	-2,138	38,672	0,0001	
25	siltli kil- DSM	-7,32	0,16	Drenaj li	55272,034	132,61	40,922	11,075	-2,101	37,871	0,0001	

DSM ile Zemin İyileştirme												
İmar Bilgileri: İstanbul İli, Fatih İlçesi, ...Pafta, ...Ada, ...Parsel, 16 / 19												
26	siltli kil	-8,15	1,51	Drenajli	15000	0,35	148,2827	35,529	7,4965	-1,7637	33,5225	0,0034
27	siltli kil	-9,66	1,51	Drenajli	15000	0,35	176,608	27,4737	3,6204	-1,3913	26,6935	0,0027
28	siltli kil	-11,17	1,51	Drenajli	15000	0,35	204,9333	21,4551	1,7739	-1,091	21,2161	0,0021
29	siltli kil	-12,67	1,51	Drenajli	15000	0,35	233,2587	17,0183	0,8607	-0,865	17,0198	0,0017
30	siltli kil	-14,18	1,51	Drenajli	15000	0,35	261,584	13,7278	0,3927	-0,6966	13,8342	0,0014
31	siltli kil	-15,69	1,51	Drenajli	15000	0,35	289,9093	11,2538	0,1462	-0,57	11,4021	0,0011
32	siltli kil	-17,19	1,51	Drenajli	15000	0,35	318,2347	9,3631	0,0143	-0,4734	9,5238	0,001
33	siltli kil	-18,7	1,51	Drenajli	15000	0,35	346,56	7,8944	-0,0561	-0,3986	8,0536	0,0008
34	siltli kil	-20,21	1,51	Drenajli	15000	0,35	374,8853	6,7355	-0,0927	-0,3396	6,8868	0,0007
35	siltli kil	-21,71	1,51	Drenajli	15000	0,35	403,2107	5,8075	-0,1103	-0,2925	5,9485	0,0006
36	siltli kil	-23,22	1,51	Drenajli	15000	0,35	431,536	5,0546	-0,1172	-0,2544	5,1846	0,0005
37	siltli kil	-24,73	1,51	Drenajli	15000	0,35	459,8613	4,4363	-0,1179	-0,2231	4,5556	0,0005
38	siltli kil	-26,23	1,51	Drenajli	15000	0,35	488,1867	3,9228	-0,1153	-0,1972	4,0322	0,0004
39	siltli kil	-27,74	1,51	Drenajli	15000	0,35	516,512	3,4923	-0,1107	-0,1754	3,5925	0,0004
40	siltli kil	-29,25	1,51	Drenajli	15000	0,35	542,5187	3,128	-0,1053	-0,1571	3,2198	0,0003

Oturma Analizi sonucunda zemindeki oturma 2.17 cm olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan oturma miktarı kabul edilebilir sınırlar içerisinde.

6.6 DSM Kolonları Uygulama Sonrası Yapılacak Kontroller

Değişik uygulama parametreleri kullanılarak (su-çimento oranı, basınç, debi, rotasyon ve yükselme hızı vb.) deneme kolonlarının imalatı ve kolonların projede öngörülen çap ve mekanik özellikleri kriterlerini sağlayıp sağlamadığının teyidi yapılarak, uygulama optimize edilmelidir.

DIN 4093(2012) Standardında tasarımda kullanılacak karot basınçlarının tanımlanmasına yönelik aşağıdaki kriterler önerilmiştir;

- Tek eksenli basınç dayanımı deneyleri boy/çap=2 boyutlarında silindirik örnekler üzerinde yapılacaktır.
- Deneme kolonları ve proje kolonları üzerinde yapılacak kabul ve kontrol deneylerinde karot basınç değerlerinin (q_u ,saha) tasarımda belirlenmiş olan karakteristik basınç dayanımı (q_{uk}) değerinden büyük olması şartı aranacaktır.

Uygulama sonrası DSM kolonlar için toplam adedin %5' inde süreklilik testi yapılacaktır.

Uygulama sonrasında sismik ölçümlerle V_s hızındaki artış kontrol edilmelidir.

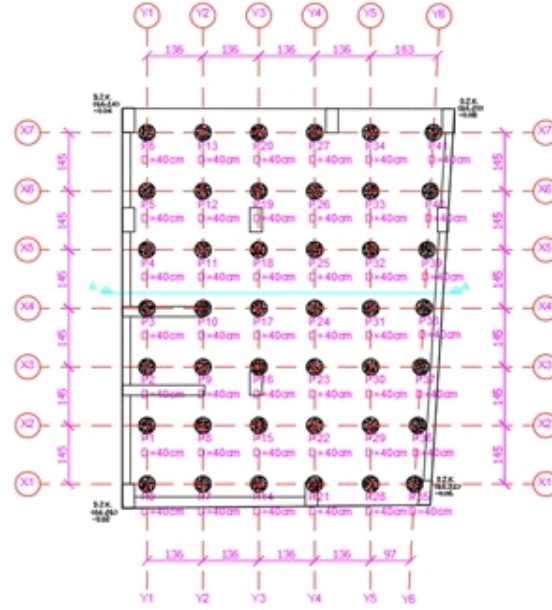
Uygulama sonrasında belirlenen sayıda DSM kolonunda yükleme testi yapılacaktır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

- ili, İlçesi, Mah., Ümit Sok., pafta, ada, no' lu parsel sayılı yerde inşa edilecek yapının zemin iyileştirme yönteminin seçilmesine yönelik geoteknik rapordur.
- firması tarafından hazırlanan veri raporundaki bilgilere göre sahada ... adetm derinliğinde sondaj yapıldığı görülmüştür. Sondaj verilerine göre yüzeyden(0.00 kotundan)m derinliğe kadar olan bölge temel zemini olmaya müsait olmayan birimi olduğu bilgisi verilmektedir.
- Sondaj verileri;

SK-1 SONDAJINA AİT VERİLER (66.28 KOTU)		
Derinlik(m)	Litoloji	Formasyon
00.00-05.00	Dolgu+Alüvyon	
04.20-20.00	Sarımsı yeşil renkli, katı-çok katı, az kumlu siltli kil	Çekmece Formasyonu
SK-2 SONDAJINA AİT VERİLER (66.24 KOTU)		
Derinlik(m)	Litoloji	Formasyon
00.00-04.90	Dolgu+Alüvyon	
04.90-20.00	Sarımsı yeşil renkli, katı-çok katı, az kumlu siltli kil	Çekmece Formasyonu
SK-3 SONDAJINA AİT VERİLER (66.20 KOTU)		
Derinlik(m)	Litoloji	Formasyon
00.00-04.70	Dolgu+Alüvyon	
04.70-20.00	Sarımsı yeşil renkli, katı-çok katı, az kumlu siltli kil	Çekmece Formasyonu

- Yapıda oluşacak oturmalarını azaltmak için yapılabilecek yöntemlerden birisi de DSM (Deep Soil Mixing) iyileştirmedir. Yapının oturacağı zeminde ıslak karıştırmalı DSM yöntemi ile zemin iyileştirmesi tasarımı yapılacaktır.
- "Dolgu" olarak belirtilen zemin tabakasında moloz, eski yapı temeli, atık çöp vb. malzemeler bulunmamalıdır. Bu malzemeler bulunması halinde dolgu birim kaldırılarak yerine granüler malzeme ile kompaksiyon uygulandıktan sonra DSM uygulaması yapılacaktır.
- 42 adet 5m boyunda D=40cm çapında ıslak karıştırma ile DSM kolonları oluşturularak zemin iyileştirmesi yapılacaktır.
- DSM kolon imalatında Cem I 42,5 R tip çimento kullanılacaktır.
- DSM kolonları için E=600 MPa olarak kullanılacaktır.
- DSM kolonlarında kullanılacak minimum malzeme miktarı hesapları Ek1' de detaylı bir şekilde verilmiştir.
- DSM kolon yerleşimi aşağıda verilen plandaki gibi uygulanacaktır.



- Yapılan taşıma gücü hesaplarında bir DSM kolonunun düşey tasarım dayanımı 210.711kN olarak hesaplanmıştır.
 - Yapılan DSM Kolonları gurup taşıma gücü hesaplarında gurup düşey tasarım dayanımı 8912.89 kN olarak hesaplanmıştır.
 - Yüzeysel temel Net tasarım dayanımı $q_{tnet}=40$ t/m² alınması önerilmektedir.
 - Yüzeysel temelin düşey yatak katsayısı, $k_s= 2240$ t/m³ olarak kullanılması önerilmektedir.
 - Oturma Analizi sonucunda DSM yöntemi ile iyileştirilmiş zemindeki oturma 2.17 cm olarak hesaplanmıştır.
 - Değişik uygulama parametreleri kullanılarak (su-çimento oranı, basınç, debi, rotasyon ve yükselme hızı vb.) deneme kolonlarının imalatı ve kolonların projede öngörülen çap ve mekanik özellikleri kriterlerini sağlayıp sağlamadığının teyidi yapılarak, uygulama optimize edilmelidir.
- DIN 4093(2012) Standardında tasarımda kullanılacak karot basınçlarının tanımlanmasına yönelik aşağıdaki kriterler önerilmiştir;
- Tek eksenli basınç dayanımı deneyleri boy/çap=2 boyutlarında silindirik örnekler üzerinde yapılacaktır.
- Deneme kolonları ve proje kolonları üzerinde yapılacak kabul ve kontrol deneylerinde karot basınç değerlerinin (q_u ,saha) tasarımda belirlenmiş olan karakteristik basınç dayanımı(q_{uk}) değerinden büyük olması şartı aranacaktır.
- Ugulama sonrası DSM kolonlar için toplam adedin %5' inde süreklilik testi yapılacaktır.
 - Ugulama sonrasında sismik ölçümlerle Vs hızındaki artış kontrol edilmelidir.

EK- KARIŞIM HESAPLARI