

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEKANİK OLARAK STABİLİZE EDİLMİŞ ZEMİN DUVARLARININ
STATİK YÜKLER ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ezgi ERGÜL

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Programı

MAYIS, 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEKANİK OLARAK STABİLİZE EDİLMİŞ ZEMİN DUVARLARININ
STATİK YÜKLER ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ezgi ERGÜL
(501081317)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Berrak TEYMÜR

MAYIS, 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501081317 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Ezgi ERGÜL**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**MEKANİK OLARAK STABİLİZE EDİLMİŞ ZEMİN DUVARLARININ STATİK YÜKLER ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Berrak TEYMÜR**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. İsmail Hakkı AKSOY**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. M. Kubilay KELEŞOĞLU
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi : **6 Haziran 2012**

Aileme,

ÖNSÖZ

İTÜ İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Yüksek Lisans Programı kapsamında, tarafımda hazırlanan bu tez çalışmada, geogrid donatı tipi, donatı uzunluğu, duvar yüksekliği ve gridler arası mesafe gibi farklı değişkenlerin kombinasyonları sonucu oluşturulan MSE duvarlarının statik yükler altındaki davranışları Plaxis sonlu elemanlar programıyla incelenmiştir. Günümüzde dünya çapında kullanım alanına sahip olan MSE yapılarının ülkemizde de uygulama alanlarının genişlemesi ve daha sık kullanımını temenni eder, başta danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Berrak TEYMÜR olmak üzere bu çalışmada emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2012

Ezgi ERGÜL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xxiii
ÖZET.....	xxv
SUMMARY	xxvii
1. GİRİŞ	1
2. GEOSENTETİK MALZEMELERE GENEL BİR BAKIŞ.....	3
2.1 Geosentetiklerin Tanımlanması ve Sınıflandırılması	3
2.1.1 Geotekstilller	4
2.1.2 Geogridler	5
2.1.2.1 Polipropilen tek yönlü geogrid.....	9
2.1.2.2 Polipropilen çift yönlü geogrid	10
2.1.2.3 Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) geogrid	10
2.1.2.4 Dört yönlü (quaxial) geogrid.....	10
2.1.2.5 Polyester (PET) geogrid	11
2.1.3 Geomembranlar.....	11
2.1.4 Geokompozitler.....	12
2.2 Geotekstillerin Kullanım Alanları ve Fonksiyonları	13
2.2.1 Ayırma fonksiyonu	14
2.2.2 Filtrasyon fonksiyonu	14
2.2.3 Drenaj fonksiyonu.....	15
2.2.4 Güçlendirme fonksiyonu.....	16
2.2.4.1 Yumuşak zeminlerin üzerinde güçlendirilmiş dolgular (RESF).....	16
2.2.4.2 Donatılı zemin şevleri (RSS)	17
2.2.4.3 Mekanik olarak stabilize edilmiş zemin duvarları(MSE)	18
2.2.5 Koruma fonksiyonu.....	23
2.2.6 Yalıtım fonksiyonu	23
2.3 Geotekstillerin Hammaddeleri	24
2.3.1 Polipropilen (PP).....	24
2.3.2 Polyester (PET)	25
2.3.3 Poliamid (PA)	25
2.3.4 Polietilen (PE)	25
2.3.4.1 LDPE (Low-density polyethylene)	26
2.3.4.2 HDPE(High-density polyethylene)	26
3. MEKANİK OLARAK STABİLİZE EDİLMİŞ ZEMİN DUVARLARI ÜZERİNE OTURTULMUŞ KÖPRÜ AYAKLARI (MSE KÖPRÜ AYAKLARI)	27
3.1 MSE Köprü Ayakları	28
3.1.1 Avantajları.....	29

3.1.2 Dezavantajları.....	30
3.1.3 Kazık destekli köprü ayağı.....	31
3.1.4 MSE köprü ayağı performansı	32
3.1.5 Oturma performansı	32
3.1.6 Sismik performans.....	34
4. STATİK YÜKLER ALTINDA MSE DUVAR ANALİZİ	35
4.1 Analizlerde Kullanılacak Programın Özellikleri ve Modelleme	35
4.2 Oluşturulan Sonlu Elemanlar Modeli ve Özellikleri	39
4.3 Analiz Sonuçları	41
5. SONUÇLAR	51
KAYNAKLAR.....	53
EKLER.....	55
ÖZGEÇMİŞ	163

KISALTMALAR

MSE	: Mekanik olarak stabilize edilmiş zemin(Mechanically stabilized earth)
RSS	: Donatılı Zemin Şevleri (Reinforced soil slope)
KDOT	: Kansas Ulaştırma Bakanlığı(Kansas Department Of Transportation)
PE	: Polietilen
HDPE	: Yüksek yoğunluklu polietilen
LDPE	: Düşük yoğunluklu polietilen
PP	: Polipropilen
PA	: Polyamid
PET	:Polyester
NYS	: New York Eyaleti Ulaştırma Bakanlığı (New York State Department Of Transportation)
RE	:Donatılı zemin (Reinforced earth)
MCRR	:Main Central demiryolu
ME	:Maine eyaleti
NH	:New Hampshire eyaleti
NY	:New York eyaleti
VT	:Vermont Eyaleti
D&H RR	:Delaware &Hudson demiryolu
NSRR	:Güney Nortfolk demiryolu
PI	:Plastisite indisi
Tip1	:Çift yönlü polipropilen geogrid donatısı
Tip2	:Tek yönlü yüksek yoğunluklu polietilen geogrid donatısı
γ_{sat}	:Suya doymun birim hacim ağırlığı
γ_{unsat}	:Kuru birim hacim ağırlığı
ϕ	:Kayma mukavemeti açısı
u_x	:Yatay yöndeki deplasman
u_y	:Düşey yöndeki deplasman
σ_x	:Yatay yöndeki gerilme
σ_y	:Düşey yöndeki gerilme
A	:İki grid arasındaki mesafe
H	:Duvar yüksekliği
k	:Permeabilite
v	:Poison oranı
c_{ref}	:Kohezyon
Ψ	:Kayma rijitliği
R_{inter}	:Arayüzey
E_{ref}	:Elastisite modülü
E_A	:Malzemenin birim alanı ile elastisite modülü çarpımı
E_I	:Malzemenin atalet momenti ile elastisite modülü çarpımı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Geogrid donatının özellikleri.....	6
Çizelge 2.2 : Geogrid Özellikleri.....	8
Çizelge 2.3 : Seçilen geri dolgunun dane boyutu dağılımı	21
Çizelge 2.4 : Geosentetik Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	24
Çizelge 2.5 : Polimer Gruplarının Özellikleri.....	25
Çizelge 3.1 : Farklı eyaletlerdeki MSE uygulama örnekleri	28
Çizelge 4.1 : Zemin ve dolgu malzemesi parametreleri	40
Çizelge 4.2 : Yüzey elemanı ve köprü ayağı parametreleri.....	41
Çizelge 4.3 : Geogrid donatı parametreleri.....	41
Çizelge A.1 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıkla, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri.....	61
Çizelge A.2 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıkla, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri.....	61
Çizelge A.3 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıkla, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri.....	61
Çizelge A.4 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıkla, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri.....	62
Çizelge A.5 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıkla, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri.....	62
Çizelge A.6 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri.....	62
Çizelge A.7 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri.....	63
Çizelge A.8 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri.....	63
Çizelge A.9 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri.....	63
Çizelge A.10 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri.....	64

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

- Çizelge A.123 :** 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri . 101
- Çizelge A.124 :** 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri . 102
- Çizelge A.125 :** 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri . 102
- Çizelge A.126 :** 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri . 102
- Çizelge A.127 :** 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri . 103
- Çizelge A.128 :** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri..... 103
- Çizelge A.129 :** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri..... 103
- Çizelge A.130 :** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri..... 104
- Çizelge A.131 :** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri..... 104
- Çizelge A.132 :** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri..... 104
- Çizelge A.133 :** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri..... 105
- Çizelge A.134 :** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri..... 105
- Çizelge A.135 :** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri..... 105
- Çizelge A.136 :** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri..... 106
- Çizelge A.137 :** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri..... 106

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Polipropilen fiberlerin görünümü (FHWA, 2000)	4
Şekil 2.2 : Polyester fiberlerin görünümü (FHWA, 2000)	5
Şekil 2.3 : Geogrid Genel Görünümü	6
Şekil 2.4 : Geogrid Uygulama Örneği (http://www.tencate.com)	6
Şekil 2.5 : Amerika'nın Kuzey Caronlina Eyaletinde Geogrid ile Erozyon Kontrolü,7	
Şekil 2.6 : Agregaya altına geogrid uygulama örneği	7
Şekil 2.7 : Köprü ayağına geogrid uygulama	7
Şekil 2.8 : Geogridli İstinat duvarı ile heyelan onarım çalışması.....	8
Şekil 2.9 : Çift yönlü geogrid	9
Şekil 2.10 : Tek yönlü geogrid	9
Şekil 2.11 : Dört Yönlü (Quaxial) Geogrid	10
Şekil 2.12 : Polyester(PET) Geogrid	11
Şekil 2.13 : Amerika'nın Kolorado Eyaletinde Geomembran Uygulaması	12
Şekil 2.14 : Geokompozit	12
Şekil 2.15 : Tünellerde geokompozit kullanımı	13
Şekil 2.16 : Geotekstillerin Kullanım fonksiyonları.....	13
Şekil 2.17 : Geotekstilin Ayırma Fonksiyonu	14
Şekil 2.18 : Geotekstilin Filtre Amaçlı Kullanımı.....	15
Şekil 2.19 : Geotekstilin Drenaj Özelliği.....	15
Şekil 2.20 : Geotekstilin Güçlendirme Fonksiyonu.....	16
Şekil 2.21 : Bitki ile cephelendirilmiş RSS duvarı.....	18
Şekil 2.22 : MSE Duvar Bileşenleri	19
Şekil 2.23 : Hatıl betonunun doğru (soldaki) ve yanlış (sağdaki) bir uygulaması	20
Şekil 2.24 : Yüzey Elemanı Tipleri	21
Şekil 2.25 : Farklı Bir Yüzey Elemanı.....	22
Şekil 2.26 : MSE Duvar Yapım Aşamaları	22
Şekil 2.27 : Geotekstilin Yalıtım Amaçlı Kullanımı	23
Şekil 2.28 : Polietilen.....	26
Şekil 3.1 : Nuruosmaniye'deki MSE köprü ayağı uygulaması.....	27
Şekil 3.2 : MSE köprü ayağı kesiti	30
Şekil 3.3 : Conrail'daki Route 417 üzerindeki MSE Köprü Ayağı Yapısı.....	32
Şekil 3.4 : Kazık Destekli MSE Duvar.....	31
Şekil 3.5 : Kazık destekli köprü ayağı (kazık desteği ve donatı şeritleri yerleştirilirken).....	31
Şekil 4.1 : Bir elemanın düğüm ve gerilme noktaları.....	37
Şekil 4.2 : Plaxiste sonlu elemanlar ağının oluşturulması	38
Şekil 4.3 : Çözüm sonrası deforme olmuş sonlu elemanlar ağı.....	38
Şekil 4.4 : Plaxis'de seçilen noktalar	40
Şekil 4.5 : 4m yüksekliğindeki duvarın grid aralığına bağlı gerilme değişim grafiği41	
Şekil 4.6 : 4m yüksekliğindeki duvarın tekil yük etkisi altında grid aralığına bağlı deformasyon değişim grafiği.....	42

Şekil 4.7 : 4m yüksekliğindeki duvarın tekil yük etkisi altında grid aralığına bağlı deformasyon grafiği	42
Şekil 4.8 : 4 m yüksekliğindeki duvarın tekil yük etkisi altında grid aralığına bağlı birim şekil değiştirme grafiği	43
Şekil 4.9 : 4 m yüksekliğindeki duvarın yayılı yük etkisi altında grid aralığına bağlı birim şekil değiştirme grafiği	43
Şekil 4.10 : 20 cm grid aralıklı sistemde duvar yüksekliği-deplasman grafiği.....	44
Şekil 4.11 : 20 cm grid aralıklı sistemde duvar yüksekliği-deplasman grafiği.....	45
Şekil 4.12 : 20 cm grid aralıklı sistemde gerilme-duvar yüksekliği grafiği	45
Şekil 4.13 : 30 cm grid aralıklı sistemde duvar yüksekliğine bağlı deplasman değişim grafiği	46
Şekil 4.14 : 30 cm grid aralıklı sistemdeduvar yüksekliğine bağlı deplasman değişim grafiği	46
Şekil 4.15 : 4 m yükseklikteki MSE duvarı için seçilen noktalar	47
Şekil 4.16 : Tekil yük etkisi altında, çift yönlü PP geogrid donatısı kullanılan 4 m yüksekliğindeki MSE duvarı için grid aralığına bağlı olarak x yönündeki birim şekil değiştirme grafiği.....	48
Şekil 4.17 : Tekil yük etkisi altında, çift yönlü PP geogrid donatısı kullanılan 4 m yüksekliğindeki MSE duvarı için grid aralığına bağlı olarak y yönündeki birim şekil değiştirme grafiği.....	49

MEKANİK OLARAK STABİLİZE EDİLMİŞ ZEMİN DUVARLARININ STATİK YÜKLER ALTINDA DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

ÖZET

Geosentetikler; tarihi çok eskiye dayanmayan, günümüzde geoteknik problemlere çözüm amaçlı olarak kullanılan, sahada uygulaması hızlı ve kolay, benzerlerine göre çok daha ucuz düzlemsel ürünlerdir. Çekme dayanımına sahip olmayan doğal zeminlere çekme mukavemeti kazandırmasının yanı sıra son zamanlarda yapıları taşıma amaçlı da kullanılmaya başlanmıştır. Bu kullanım alanları doğrultusunda geosentetikler; filtrasyon, drenaj, ayırma, güçlendirme, koruma ve yalıtım olmak üzere birçok farklı formda çeşitli projelerde kullanılmaktadır.

Günümüzde 600'ün üzerinde çeşitli fonksiyonlara ve kullanım alanlarına sahip olan geosentetikler en temel şekilde malzemenin geçirimli ya da geçirimsiz oluşuna göre sınıflandırılmaktadır. Geçirimli geosentetikleri geotekstiller ve geotekstil benzeri ürünler, geçirimsiz geosentetikleri ise geomembranlar ve geomembran benzeri ürünler temsil etmektedir. Bununla beraber fiziksel özellikleri sebebiyle en çok tercih edilen geosentetikler; geotekstil, geogrid, geonet, geomembran ve geokompozitler olarak sınıflandırabiliriz.

Geogridler, çekme bölgelerindeki gerilmeyi taşımak için çeşitli polimerlerden imal edilmiş, yüksek dayanıma sahip, zemin tabakalarını bir bütün olarak çalıştıran geosentetik donatılardır. Hammaddeleri açısından polietilen, polipropilen ve polyester olmak üzere üç gruba ayrılan geogridler kullanım amaçlarına göre ise tek yönlü ve çift yönlü olmak üzere iki grupta toplanabilirler. İçlerinde en çok tercih edilenleri; tek yönlü polipropilen (PP), çift yönlü polipropilen (PP), yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), polyester (PET) ve dört yönlü (quaxial) geogridlerdir. Çift yönlü PP geogrid sırasıyla ısıtma, delme, boyuna ve enine germe ve çekme işlemleri sonucunda oluşturulmaktadır. Her iki yönde de çekme mukavemetine sahip olması nedeniyle taşıma kapasitesini arttırma, çatlama ve göçmeyi önleme gibi durumlarda kullanılmaktadır. Tek HDPE üretimi polipropilen üretimiyle aynıdır. Yüksek çekme mukavemeti ve düşük sürtünme deformasyonuna sahip fakat tek yönde çekmeye çalışmaktadır. Dik şevlerde ve dayanma yapılarında sıklıkla kullanılmaktadır.

Geosentetik donatıların uygulama alanlardan biri de mekanik olarak stabilize edilmiş zemin (MSE) duvarlarıdır. 1970'lerden bu yana özellikle Avrupa ve Amerika'da sıklıkla uygulanmakta olan MSE duvarları kabaca iyileştirilmiş zeminlerle oluşturulan yapılar olarak tanımlanmaktadır. Bu tez çalışmasında üzerine köprü ayağı oturtulan MSE duvarının, statik yükler altındaki davranışları plaxis sonlu elemanlar programı ile analiz edilmiştir. MSE yapısını oluştururken çift yönlü PP ve tek yönlü HDPE olmak üzere iki farklı geogrid donatısı kullanılmıştır. Duvar yüksekliği (H) 3-6 m, iki grid arasındaki mesafenin (A) ise 10-50 cm arasında değişken kabul edilmiştir. Grid aralığının 20 cm'in üzerine çıktığı durumlar için yüzey elemanları ile geogrid donatı etkileşimini sürdürebilmek adına 2 m uzunluğunda ara gridler kullanılmıştır. Ayrıca MSE yapısı üzerine oturtulan 2.5 m

genişliğindeki köprü ayağından gelen yük 200 kN ve 80 kN/m olmak üzere iki farklı tipte sisteme etkilmiştir. Geogrid donatısı, duvar yüksekliği, grid mesafesi ve yük tipi gibi değişkenlerin kendi içlerinde oluşturulan farklı kombinasyonları ile ortaya çıkan MSE yapılarının her biri Plaxis programı ile çözdürülmüş ve sistemde belirlemiş noktalarda deplasman ve gerilme değerleri okunmuştur. Her sistem için ayrı çizelgeler oluşturulmuş ve seçilen noktadaki yatay ve düşey yöndeki birim şekil değiştirme ve gerilme değerlerinin duvar yüksekliği (H) ve grid mesafesine (A) bağlı olarak çizilmiştir.

Çizilen grafiklere göre sabit bir grid aralığında duvar yüksekliği arttıkça yatay ve düşey yöndeki deplasmanların arttığı gözlenmiştir. Ayrıca MSE duvarı için tek yönlü geogrid donatısının yetersiz olduğu, çift yönlü geogrid donatısına göre sistemde daha fazla deformasyon oluşmasına neden olduğu için bu tarz yapılarda kullanılmasının uygun olmadığı gözlenmiştir.

Bu tez çalışmasında, köprü ayaklarından gelen yük tekil ve yayılı olmak üzere iki farklı tipte etkililmiş ve aynı düzlemdeki gerilmelerin aynı oranda iletildiği görülmüştür. Ayrıca çizilen grafiklere bakıldığında 10 cm olarak belirlenmiş grid aralığında her ne kadar düşük deformasyonlar gözlenmiş olsa da sahada uygulama zorluğu ve bazı grafiklerdeki tutarsız değerleri dolayısıyla MSE duvarı için yetersiz kalacağı düşünülmüştür.

Duvar yüksekliğinin sabit, grid aralığının değişken olduğu grafikler incelendiğinde, deplasman değerlerinde bir dalgalanma olduğu görülmektedir. 30 ve 50 cm grid aralığına sahip duvarların diğerlerine oranla daha düşük deformasyonlara sahip olduğu farkedilmiştir. Bu da 20 cm'in üzerindeki grid aralıklarına sahip duvarlarda geogrid ve duvar yüzey elemanı arasındaki etkileşimi sağlamak adına 2 m uzunluğunda iki ana grid arasına serilen ara gridlerin, x ve y yönünde oluşan deformasyonları önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Ana geogrid ve ara geogridler arasında 10 cm boşluk kalacak şekilde yerleştirildiklerinde duvarda oluşacak deplasmanların minimum seviyeye ineceği kanıtlanmıştır. Bu durum aynı zamanda 40 cm geogrid aralığı kullanılan duvarlarda ana grid ile ara grid arasında 20 cm boşluk bırakılması ile yüksek deformasyon oluşumlarının sebebini açıklamış olmaktadır.

ANALYSIS OF MECHANICALLY STABILIZED EARTH (MSE) WALLS UNDER STATIC LOADINGS

SUMMARY

Three synthetic and planary elements, produced in factories by processing polymeric materials, and used with materials like soil or rocks are called geosynthetics. Geosynthetics are planary products which do not have a long history, used as a solution to geotechnical problems for their easy and rapid applications in the field and cost-effective nature. In addition to providing tensile strength to soil, lately they have been used as supports underneath. In parallel to these usage areas, geosynthetics are utilized in various projects for filtration, drainage, separation, reinforcement, protection and isolation purposes.

Geosynthetics are used with surface elements and backfill materials in reinforced earth. Reinforced earth is applicable in various constructions; such as retaining walls, highway constructions, water structures, solid waste landfills, bridge abutments, sea walls and silos.

Having more than 600 different usage areas and functions, geosynthetics are basically classified as being permeable or non-permeable. Permeable geosynthetics consist of geotextiles and products that are similar to geotextiles, while non-permeable geosynthetics are named as geomembranes and products that are similar to geomembranes. Therefore, the most preferred geosynthetics due to their physical nature can be classified as geotextiles, geogrids, geonets, geomembranes and geocomposites.

Geotextiles are grouped into two woven or non-woven. Woven geotextiles are produced in traditional weaving looms. They bear high tensile strength which means higher strength for lowest levels of extension. Non-woven geotextiles are produced by forming fibers into pads through mechanical needle punching method. Since their tensile strength is low, they are generally used in filtration or separation.

Geomembranes are non-permeable surface covers, made of asphalt, polymer and their mixture, used for isolation. They are most widely applied in solid waste landfill sites and water retention structures due to its non-permeable nature. Since long-term isolation performance is required in such projects, geomembranes are made of high density polyethylene (HDPE). In addition, geomembranes are highly tolerable to UV rays and easy to apply in the field.

Geocomposites are formed through the congregation of two or more geosynthetic materials. Those are generally geogrids and non-woven geotextiles. The geogrid used in the mixture is for reinforcement, while non-woven geotextile provides separation and filtration.

Geogrids are high strength reinforcements, made of various polymers in order to bear the stresses in tensile regions, providing soil layers to perform as one. Being tied to the soil with surface elements; they operate as a composite material and they transfer huge forces to the soil by friction. Thanks to the geogrid fittings, they can endure loads which the soil itself cannot carry. Those specialities allow geogrids to

be used densely in highway constructions, slope stability and soil reinforcements under infrastructure. The most important ability of geogrids is their spacing, which refers to a suitable width of the material through which the soil can penetrate. Connection durabilities are as important as geogrid strip endurance. This allows a passive endurance in horizontal strips which lies perpendicular to vertical strips. This is how the geogrid is tied to the soil.

In terms of material, geogrids can be grouped in three; polyethylene, polypropylene and polyester, while they can be grouped in two for their usage; being uniaxial or biaxial. The most preferred kinds are; uniaxial polypropylene (PP), biaxial polypropylene (PP), high density polyethylene (HDPE), polyester (PET) and quaxial geogrids.

Biaxial PP geogrids are generally formed by heating, piercing, stretching and shrinkage in length and width. Due to its tensile strength for each axis, it is used for enhancing bearing capacity, and preventing fracture and collapse. Production of uniaxial HDPE is similar to polypropylene. It has high tensile strength and low friction deformation but works uniaxial. It is widely used in steep slopes and soil retaining structures.

One of the usage areas of geosynthetic reinforcements is in Mechanically Stabilized Earth (MSEs) Walls. MSE Walls, which are applied frequently around Europe and U.S. from the beginning of 1970's, can be roughly described as structures formed by reinforced earth. When the performance and cost effectiveness of Mechanically Stabilized Earth Walls, after the years of development in earth reinforcement, are taken into consideration, the advantages of their applications on bridge abutments become more clear. Starting from 1970's, 30% of the highway constructions with MSE systems consist of MSE Walls and pile supported bridge abutments. MSE Walls and pile supported bridge abutments are used in almost every state in U.S., as well as Canada, Mexico, Europe, Asia and South America. There are more than a hundred MSE bridge abutments, and thirty pile supported bridge abutments in New York and England. The first Mechanically Stabilized Earth Wall was built in Strasbourg, France in 1969. The first MSE bridge abutment in U.S. was built in Nevada in 1975. After 1975, there are more than two hundred and twenty MSE bridge abutment applications in U.S.. Beginning from 1977, more than eighty MSE bridge abutments were built by NYS (New York State) Highways. Separately, usage of MSE bridge abutments were confirmed by transportation administration of twenty states. Also, even though the usage of MSE bridge abutments are scarce in Turkey, there are MSE bridge abutment applications in Nuruosmaniye and Örencik districts of Sakarya.

MSE Walls have several advantages compared to reinforced concrete structures and retaining walls. MSE Walls are more cost effective compared to concrete structures, due to their lesser requirement of processed materials, rapid construction and competition between firms as patent holders of various construction materials. MSE walls are more economic than walls that are higher than 3 meters or concrete retaining walls which require special foundation formations. The most important advantages of MSE walls are their elasticity and absorption of deformations caused by inferior soil conditions. In addition, it is proven that MSE walls can tolerate higher levels of seismic loads than concrete structures, according to the tests conducted in seismic regions. Aesthetically, MSE walls can be coated by various shapes and textures with precast concrete surface elements.

There are two types of bridge abutments applied with MSE walls. These are MSE bridge abutments and MSE pile supported bridge abutments. In "MSE bridge

abutments”, the bridge beams are directly carried by MSE wall. In “Pile supported bridge abutments”, the bridge abutments are supported by piles and MSE wall. Previous studies show that MSE bridge abutments built on medium condensed granular soil can tolerate settlements between 5.08 to 10.16 cm. After the construction of the bridge deck, a maximum of quarter inch (0.64 cm) of settlement is expected. However, it is tested that the system can tolerate settlements above 15.24 cm, which can occur due to details that can be added to the bridge and the escalation of superstructure. Therefore, for the MSE bridge abutments, a 0.64 cm settlement on granular filling is taken as common rule, and that is accepted as the settlement amount of the filling that is needed to be prepared before the construction of the bridge deck.

In this thesis, behaviors of MSE bridge abutments under static loads have been analyzed, using Plaxis Finite Elements Method software. Mohr-Coulomb Model has been used throughout the study. Two different types of geogrid reinforcements; Biaxial PP (type 1) and uniaxial HDPE (type 2), has been applied. Wall heights (H) of 3 to 6 meters and distance between grids (A) to be 10 to 50 cm have been considered. In cases, where grid distance has become more than 20 cm, half grids of 2 m long have been used in order to maintain the interaction among surface elements and geogrid reinforcements. In addition, 2.5 m width bridge abutment loads of 200 kN/m and 80 kN/m have been affected on the MSE structure system. Each of the MSE structures formed by various combinations of the variables such as; geogrid reinforcement type, wall height, grid distance and load type, have been calculated and solved through Plaxis software, and displacement and stresses for pre-specified points in the system have been calculated. Charts for each system solution have been formed, and graphs for the designated point B have been formed according to strain and stresses in vertical and horizontal axis with respect to wall height (H) and grid distance (A).

As a result of the drawn graphs, as the wall height has increased and grid distance kept constant, the increase in the vertical and horizontal displacement has been observed. Also, it has become clear that the uniaxial geogrid reinforcement results inefficient for the MSE wall and structures of that kind, since it caused more deformation in the system than biaxial geogrid did.

From the studies as the content of this thesis, the loads coming from the bridge abutments have been affected as point load and distributed load, and it has been observed that the stresses on the same plane were conveyed evenly. In addition, as a result of the graphs, it has become clear that even though low amount of deformations were observed with 10 cm grid distance, it has been considered insufficient for MSE wall and ruled off due to some inconvenient graphical results and difficulties of application in the field.

When the graphs for constant wall height and variable grid distance have been analyzed, a fluctuation in the displacement values was observed. It has been noticed that, walls with 30 cm and 50 cm grid distances had lower deformations than others. This has led to the point that, 2 m length half grids used between two main grids in order to maintain the interaction among the surface elements and geogrid reinforcements have significantly reduced the deformations in x and y-axes. It has been proven that, when the half grids and the main grids were placed with 10 cm of distance, the displacement reached a minimum level. These have also explained the reasons of maximum deformation when 20 cm of distance have been left between half grids and main grids in the MSE walls with 40 cm geogrid distance.

1. GİRİŞ

Geosentetikler; polimerik malzemelerin fabrikalarda işlenmesiyle elde edilen, tarihi çok eskiye dayanmayan, günümüzde geoteknik problemlere çözüm amaçlı olarak sıklıkla kullanılan, estetik, sahada uygulaması hızlı ve kolay, benzerlerine göre çok daha ucuz düzlemsel ürünlerdir. Çekme dayanımına sahip olmayan doğal zeminlerin çekme dayanımı kazanması ve üzerine inşa edilen yapıları taşıması açısından son yıllarda sıklıkla kullanılan polimer bazlı malzemelerdir. Bu özelliklere ek olarak, filtrasyon, ayırma, drenaj ve koruma gibi fonksiyonlara da sahiptir. Geosentetikler, donatılı zeminlerde yüzey elemanları ve dolgu malzemesi ile beraber kullanılmaktadır. Donatılı zemin istinat duvarları, yol inşaatları, su yapıları, katı atık depolama sahaları, köprü ayakları, deniz surları ve silolar gibi birçok alanda uygulanmaktadır.

Donatılı zemin kavramı ilk olarak 1960 yılında Fransız mimar-mühendis Henri Vidal tarafından Donatılı Zeminler isimli tez çalışmasında ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada zemin içerisinde çekmeye çalışan elemanların, betonarmedeki çelik ile aynı etkiyi oluşturduğu iddia edilmiştir. 1960'lı yılların sonlarına doğru dolgu ve dayanma yapılarında kullanılmaya başlanmış ve olumlu sonuçlar alındığı gözlemlenmiştir. Başlarda donatı olarak doğal işlenmiş metal şerit veya çubuklar kullanılırken 1970'li yılların sonuna doğru bu tür malzemelerin yerini geosentetikler almıştır (Brabant 2001).

Bu tez çalışmasında mekanik olarak stabilize edilmiş zemin (MSE) duvarlarının statik yükler altındaki davranışları farklı parametreler doğrultusunda incelenmiştir. Plaxis programıyla yapılan analizler sonucunda tüm deformasyon ve gerilme değerleri birbirleriyle kıyaslanmış, değiştirilen parametrelerin duvarın stabilitesine olan olumlu ya da olumsuz etkileri belirtilmiştir.

Geosentetik, yüzey elemanı ve dolgu malzemesinin etkileşimiyle oluşan donatılı zemin yapılarına Mekanik Olarak Stabilize Edilmiş Zemin (MSE) Duvarları denilmektedir. Bu tez kapsamında, 2. Bölümde, öncelikle geosentetiklere

değiniştir. Ardından MSE duvarlarının yapımında donatı malzemesi olarak kullanılan geogridlerden bahsedilmiş, tipleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve mekanik özellikleri, kullanım alanları, uygulama avantajları gibi konulara değiniştir. 3. Bölümde ise MSE duvarları incelenmiş, duvarın çalışma prensibi, kullanım alanları, uygulama esasları, bu uygulamaların sağladığı avantajlar, uygulama sonrası durumlar açıklanmıştır. Köprü ayaklarını destekleme ve taşıma amaçlı uygulanan MSE yapılarından bahsedilmiş, uygulanan örnekler projeler irdelenmiştir. Son olarak 4. Bölümde de MSE duvarları üzerine oturtulan köprü ayaklarının davranışını inceleme amaçlı sonlu elemanlar analiz programı olan Plaxis 8.0 ile parametrik çalışmalar yapılmıştır. Farklı sistemlerin statik yükler altında oluşan deformasyon ve gerilmeleri gözlenmiş, sonuçlar grafikler yardımıyla yorumlanmıştır.

2. GEOSENTETİK MALZEMELERE GENEL BİR BAKIŞ

Bu bölümde geosentetiklerin tarihsel gelişim süreci, geosentetik cinsleri ve geosentetiklerin genel fonksiyonları anlatılacaktır. Her bir geosentetik malzemenin mekanik özellikleri ve bu özellikler doğrultusundaki kullanım alanlarından bahsedilecektir.

2.1 Geosentetiklerin Tanımlanması ve Sınıflandırılması

Tarihsel bir inceleme yapıldığı takdirde, inşaat mühendisliğindeki gelişimin yapı malzemeleri teknolojisinin gelişimine bağlı olarak ilerlediği görülmektedir. Ahşap ve yapı taşı kullanımından betonarme ve çelik kullanımına geçiş, daha büyük, farklı ve kullanışlı yapıların uygulanmasına olanak sağlamıştır (Holtz,2001). Geoteknik mühendisliğinde ise ana malzeme zemin olduğu için geoteknik alanındaki uygulamalarda bu tarz bir gelişimi gözlemlemek biraz zordur. Fakat inşaat malzemeleri ve inşaat makinelerinin gelişimi sonrasında yapıların değişimiyle zemin iyileştirilmesine ihtiyaç duyulmuş, bu alanda birçok gelişme kaydedilmiştir. Bunlardan en önemlisi çekme dayanımına sahip olmayan zeminlere çelik ve özellikle polimerik malzemeler sayesinde çekme dayanımı kazandırılmasıdır.

Polimerik malzemelerin fabrikalarda işlenmesi sonucunda elde edilen, geoteknik uygulamalarda zemin, kaya gibi malzemelerle birlikte kullanılan sentetik ve düzlemsel yüzey elemanlarına geosentetik adı verilmektedir (Holtz,2001). Geosentetik başlığı altında polimer bazlı geniş bir ürün skalası bulunmaktadır. Bu ürünlerin tamamı çevre, hidrolik, ulaştırma, geoteknik gibi alanlarda hizmet vermektedir. Geosentetik terimi de uygulama alanları ve kullanılan malzemeler baz alınarak ortaya çıkmıştır. Burada **geo**; zemini, **sentetik** ise üretim için gerekli olan lastik, kauçuk, fiberglas gibi endüstri ürünlerini temsil etmektedir(Özkoç, 2006).

1970’li yıllarda yalnızca beş ya da altı geosentetik çeşidi mevcutken günümüzde 600’ün üzerinde çeşitli fonksiyonları, kullanım sahaları olan, farklı isim ve markalarda geosentetik ürünleri bulunmaktadır. Bu nedenle geosentetikleri malzeme özellikleri ve kullanım amaçlarına göre sınıflandırmak en doğrusudur. En temel

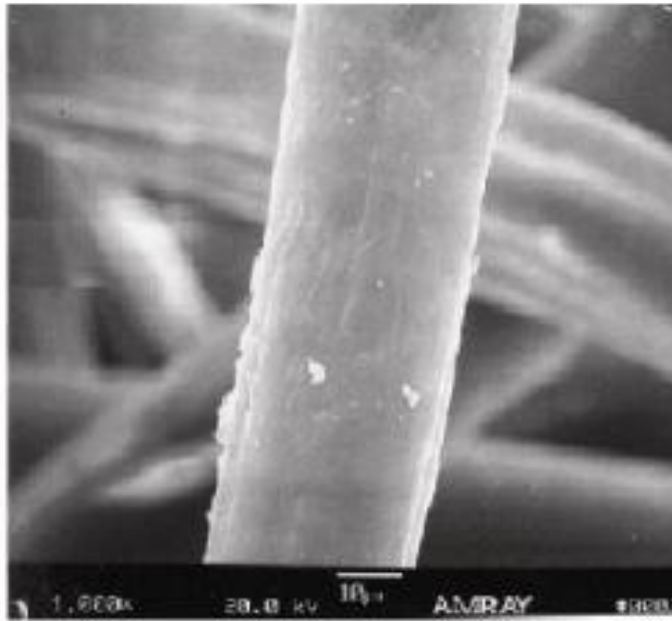
sınıflandırma malzemenin geçirimli ya da geçirimsiz oluşuna göre yapılmaktadır. Geçirimli geosentetikleri, geotekstiller ve geotekstil benzeri ürünler, geçirimsiz olanları ise geomembranlar ve geomembran benzeri ürünler temsil etmektedir. Bununla beraber malzemelerin farklı fiziksel özellikleri sebebiyle sektörün en çok tercih ettiği geosentetikler; geotekstiller, geogridler, geonetler, geomembranlar ve geokompozitler olarak sınıflandırılabilir. Bu bölümde ise kısaca en sık kullanılan bu geosentetiklere değinilecektir.

2.1.1 Geotekstiller

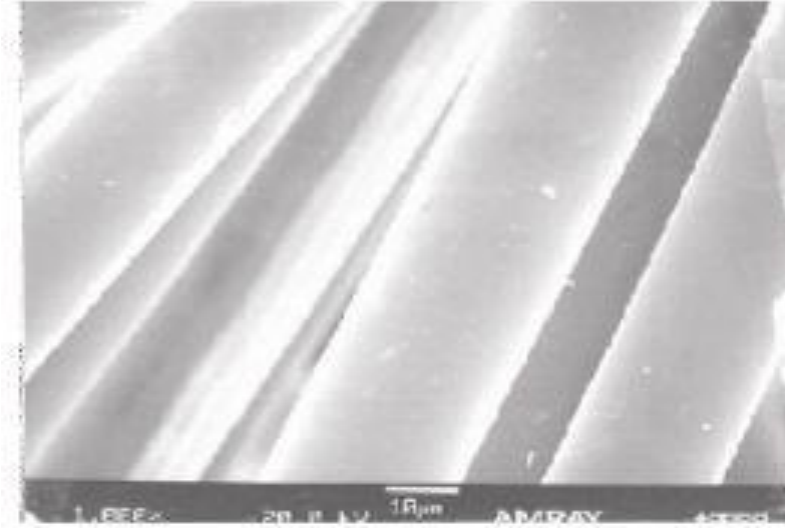
Geotekstil; bir inşaat projesi, yapı veya sistemin parçası olarak zemin, kaya veya diğer geoteknik mühendisliği ile ilgili bir malzeme ile beraber kullanılan geçirimli tekstil ürünüdür. Geotekstilin yapısına baktığımızda karşımıza eleman olarak fiber(filament), ince yassı şerit, kalın tabaka veya iplikler çıkar.

Filament denilince bükülebilirliğe ve inceliğe sahip, yüksek boy/kalınlık oranıyla karakterize malzeme anlaşılmalıdır. Şekil 2.1 ve Şekil 2.2’de farklı polimerlerin fiber görünüşleri verilmiştir.

İplik ise belirli bir uzunluğa alana sahip küçük kesit alanlı, bükülmüş ya da bükülmemiş filamentlerin geotekstil üretimine hazırlanmış şeklidir (Cindemir, 1997). Geotekstillerin üretiminde yaygın olarak polipropilen, polyester, poliamid (nylon) ve polietilen hammaddeleri kullanılmaktadır.



Şekil 2.1 : Polipropilen fiberlerin görünümü (FHWA, 2000)



Şekil 2.2 : Polyester fiberlerin görünümü (FHWA, 2000)

Geotekstiller yapım tekniğine göre örgülü ve örgüsüz olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Örgülü geotekstiller geleneksel dokuma tezgahlarında üretilir. Yüksek çekme dayanımına sahiptir. Başka bir deyişle çok düşük uzamalarda yüksek dayanımlar elde ederler. Örgüsüz geotekstiller ise elyafların iğneleme yöntemiyle mekanik olarak keçe haline getirilmesiyle oluşmaktadır. Çekme dayanımları çok düşük olduğu için daha çok filtrasyon, ayırma gibi özellikler için kullanılır (Özko, 2006).

Ayrıca bunların dışında mekanik, ısı ve kimyasal birleştirme gibi özel işlemler görmüş geotekstiller de mevcuttur. Geotekstillerin yüzlerce uygulama alanı vardır. Fakat genel olarak ayırma, filtrasyon, drenaj, güçlendirme, koruma ve yalıtım fonksiyonları uygulanmaktadır.

2.1.2 Geogridler

Geogridler zemin içerisinde çekme bölgelerinde oluşan gerilmeyi taşımak için çeşitli polimerlerden imal edilmiş, yüksek dayanıma sahip geosentetik donatılardır (Şekil 2.3). Geogridler zemin tabakalarının bir bütün olarak çalışmasını sağlamaktadır. Yüzey elemanları ile zemine kilitlenerek kompozit bir malzeme gibi çalışır, sürtünme ile büyük kuvvetleri zemine aktarır, böylece zeminin tek başına taşıyamayacağı yükleri geogrid donatısı sayesinde taşıyabilir. Geogridler bu özellikleri nedeniyle yol inşaatlarında, şev stabilizasyonu ve temel altı zemininin iyileştirilmesinde yoğunlukla kullanılmaktadır. Çizelge 2.1’de geogrid donatısının sağlaması gereken özellikler verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Geogrid donatının özellikleri (Bağcı, 2007)

Özellik	Değer
Minimum çekme dayanımı, her iki doğrultuda (EN ISO 10319)	40 kN/m
Kopmadaki minimum uzama, her iki doğrultuda (EN ISO 10319)	10%
Atmosfer koşullarında degradasyona sonucunda çekme mukavemetinin %'si cinsinden minimum çekme dayanımı (EN 1224)	85%
Asit ve Alkali (H ₂ SO ₄ , Ca(OH) ₂) ortamlarda çekme mukavemetinin %'si cinsinden minimum çekme dayanımı (EN 14030)	99%
Mikrobiyolojik degradasyon sonucunda çekme mukavemetinin %'si cinsinden minimum çekme dayanımı (EN 12225)	95%
Hidroliz sonucunda çekme mukavemetinin %'si cinsinden minimum çekme dayanımı (EN 12447)	99%

Geogridlerin en önemli özelliği açıklık olarak adlandırılan, zeminin içinden geçmesine olanak tanıyacak genişlikte olmasıdır (Şekil 2.4). Geogrid şeritlerin dayanımının yanında bağlanma dayanımları da çok önemlidir. Bu sayede yükün uygulandığı boyuna şeritleri dik kesen enine şeritlerde pasif bir dayanım oluşur. Bu sayede geogrid zemine bağlanır. (Koerner, 1999).



Şekil 2.3 : Geogrid genel görünümü (<http://www.geosynthetics.com.cn/>)



Şekil 2.4 : Geogrid uygulama örneği(<http://www.tencate.com>)

Geogridler; toprak dolguların ve dolgu barajların güçlendirilmesinde, erozyon kontrol yapılarında(Şekil 2.5), yumuşak zeminlerin üzerinde donatı olarak, bataklık ve tundra üzerinde kaplama olarak, geotekstil ve geomembranların arasında ara malzeme olarak, kaplamasız yollarda agrega altına(Şekil 2.6) ve köprü kenar ayaklarında(Şekil 2.7) olmak üzere birçok alanda kullanılır (Koerner, 1999).



Şekil 2.5 : Amerika'nın Kuzey Caronlina eyaletinde geogrid ile erozyon kontrolü, (http://geosyntheticsmagazine.com/articles/092311_geogrid_stability.html)



Şekil 2.6 : Agrega altına geogrid uygulama örneği (<http://www.tencate.com>)



Şekil 2.7 : Köprü ayağı altında geogrid uygulama örneği(<http://www.tenaxus.com>)



Şekil 2.8 : Geogrid donatılı istinat duvarı ile heyelan onarım çalışması (Ten Cate Mirafi Broşürü, 2012)

Yukarıda da örneklendirildiği gibi genel olarak yol inşaatlarında, şev stabilizasyonunda ve temel altı zeminin iyileştirilmesinde kullanılan geogridlerin teknik özellikleri Tablo 2.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 2.2 : Geogrid Özellikleri (Karayolu Teknik Şartnamesi, 2006)

Özellikler		Deney Metodu	Şartname Limiti
Çekme Dayanımı, kN/m, minimum	Cam elyafli geogrid	ISO 3341	100/100
	Birleşik geogrid	EN ISO 10319	
Kırılma anındaki uzama, %, maksimum		ISO 3341	5
		EN ISO 10319	
%2 Birim deformasyondaki dayanım, kN/m, minimum		ISO 3341	60/60
		EN ISO 10319	
Erime noktası, °C, minimum		ASTM D 276	200

Polietilen (PE), polipropilen (PP) ve polyester (PET) olmak üzere üç farklı hammaddeden farklı metodlarla üretilen geogridler kullanım amaçlarına göre tek yönlü ve çift yönlü olarak da adlandırılır. Çift yönlü geogridler kare-dikdörtgen göz açıklıklı ve her iki yönde aynı taşıma kapasitesine sahip, genellikle stabilizasyon uygulamalarında kullanılır (Şekil 2.9). Tek yönlü geogridler ise dikdörtgen göz açıklıklı ve bir doğrultuda daha fazla yük taşıyan, genellikle donatılı duvar imalatlarında kullanılan geogridlerdir (Şekil 2.10).



Şekil 2.9 : Çift yönlü geogrid(<http://scmmclcn.en.made-in-china.com/offer/DbSEcXmCnpkh/Sell-Biaxial-Geogrid-PP-Grid-.html>)



Şekil 2.10 : Tek yönlü geogrid (<http://image.made-in-china.com/4f0j00rvSEMTAGYgoL/Uniaxial-Geogrid-PP-Geogrid-.jpg>)

Tek yönlü ve çift yönlü geogridleri hammaddelerine göre beş sınıfa ayrılır. Bunlar;

2.1.2.1 Polipropilen tek yönlü geogrid

Polipropilen tek yönlü geogrid sırasıyla ısıtma, delme, germe ve çekme işlemlerinin takibi ile üretilmektedir. Yüksek çekme mukavemeti ve yüksek elastisite modülü değerlerine sahiptir. Bu sebeple yumuşak zeminli demiryolu ve karayolu inşaatlarında takviye, duvar, baraj vb. yapıları tutma amacıyla kullanılmaktadır. Uygulama süresinin kısalığı, maliyetinin düşüklüğü, uygulandığı projede taşıma kapasitesini artırıyor oluşu gibi sebepler dolayısıyla tercih edilir (TMP Geosynthetics).

2.1.2.2 Polipropilen çift yönlü geogrid

Polipropilen çift yönlü geogrid sırasıyla ısıtma, delme, boyuna ve enine germe ve çekme işlemleri sonucunda oluşturulur. Polipropilen tek yönlü geogridin aksine her iki yönde de yüksek çekme mukavemetine sahiptir. Yumuşak zeminli karayolu, demiryolu gibi projelerde iyileştirme amaçlı kullanılır. Temel taşıma kapasitesini arttırma, çatlama ve göçmeyi önleme, kolay uygulama ve düşük maliyet gibi birçok yararı bulunduğu için tercih edilmektedir (TMP Geosynthetics).

2.1.2.3 Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) geogrid

Yüksek yoğunluklu polietilen geogridler tek yönlü polipropilen geogridler ile aynı şekilde üretilir. Performans olarak yüksek çekme mukavemetine sahip olup, düşük sürtünme deformasyonuna sahiptir. Dik şevlerde ve dayanma yapılarında sıklıkla kullanılırlar. (TMP Geosynthetics)

2.1.2.4 Dört yönlü (quaxial) geogrid

Dört yönlü geogrid diğer geogrid tiplerine göre daha yeni olup, TMP Geosynthetics firması tarafından patentli olarak üretilmektedir (Şekil 2.11). Özel bir teknoloji ile üretilen geogridler çok eksenli germe ile enine ve boyuna, artı ya da eksi 45 derece yönde yüksek çekme mukavemetine sahiptir. Dört yönlü geogrid üçgen grid yapısına sahiptir. Tek ve çift eksenli geogridlerle karşılaştırıldığında üçgen grid yapılı geogridlerin rijitlik ve stabilite değerlerinin daha yüksek olduğunu görülür. Bu da dört yönlü geogridin daha fazla tercih edilmesine önemli bir nedendir (TMP Geosynthetics).



Şekil 2.11 : Dört Yönlü (Quaxial) Geogrid (TMP Geosynthetics)

2.1.2.5 Polyester (PET) geogrid

Polyester geogrid zemin iyileştirilmesinde kullanılan pvc ile kaplı yüksek mukavemetli polyester ipliklerden oluşur. Mekanik, kimyasal ve biyolojik bozulmalara karşı dirençlidir. Ayrıca yüksek elastisite modülüne sahip olduğu için gerilmeleri minimuma indirme özelliğine de sahiptir. Genellikle yol inşaatlarında alt ve üst zemin iyileştirmesi için, kaplamalı ve kaplamasız yollarda kullanılmaktadır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 : Polyester(PET) Geogrid (TMP Geosynthetics)

2.1.3 Geomembranlar

Geomembranlar; asfalt, polimer ve bunların karışımından oluşan yalıtım amacıyla kullanılan geçirimsiz yüzey örtüleridir (Şekil 2.13). 1770 yılında işaretleri sildiği için silgi denilen doğal kauçuk, 1938 yılında Amerika’da Goodyear tarafından sülfürle işlenerek polimer olan sentetik kauçuk elde edilmiştir. Bu sayede geomembran üretilmiştir. Başlangıçta içilebilir su havuzlarında kaplama malzemesi olarak kullanılan geomembran, günümüzde geçirimsizlik özelliği sebebiyle katı atık depolama sahaları ve su tutma yapılarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu tarz projeler yalıtım konusunda uzun süreli performans ihtiyacına gerek duyduğundan geomembranlar yüksek yoğunluklu polietilen(HDPE) hammaddesinden retilmektedir. Ayrıca geomembranlar uv ışınlarına karşı son derece dayanıklı ve sahada uygulaması kolay geosentetiklerdir.



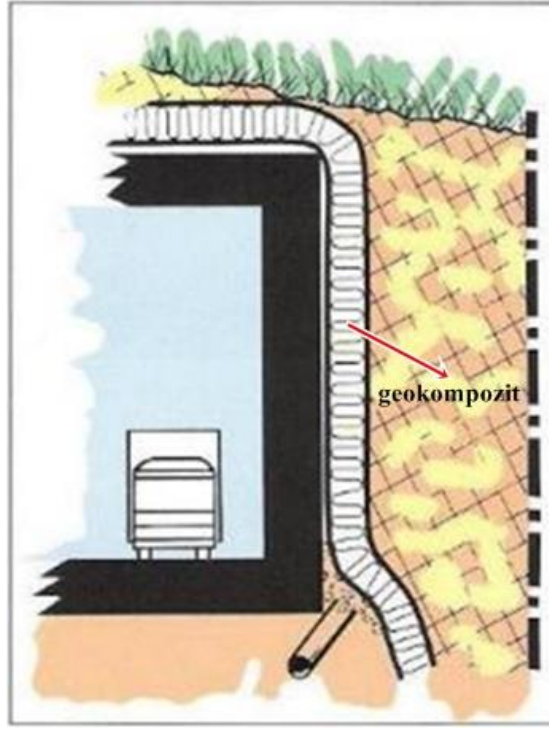
Şekil 2.13 : Amerika'nın Kolorado eyaletinde geomembran uygulama örneği
(<http://www.simbeckliners.com/geomembraneprojectlists.html>)

2.1.4 Geokompozitler

İki ya da daha fazla geosentetik malzemenin bir araya gelmesi ile oluşan geokompozitler (Şekil 2.14), genellikle geogrid malzemenin ve örgüsüz geotekstil malzemelerinin birleşmesi yöntemi ile üretilirler. Kullanılan geogrid malzeme güçlendirme görevini üstlenirken, örgüsüz geotekstil ise ayırma ve filtrasyon görevlerini sağlamaktadır. Yani geokompozitlerin ortaya çıkmasıyla farklı malzemelerin değişik özellikleri kullanılarak sorunlara en uygun çözüm yolları bulunması hedeflenmiştir. Yaygın olarak demiryolları, karayolları ve istinad yapılarında ayırma, güçlendirme, filtrasyon ve drenaj fonksiyonlarını karşılaması amacıyla kullanılmaktadır Şekil 2.15'de ise geokompozitlerin tünel uygulamasına bir örnek gösterilmiştir.



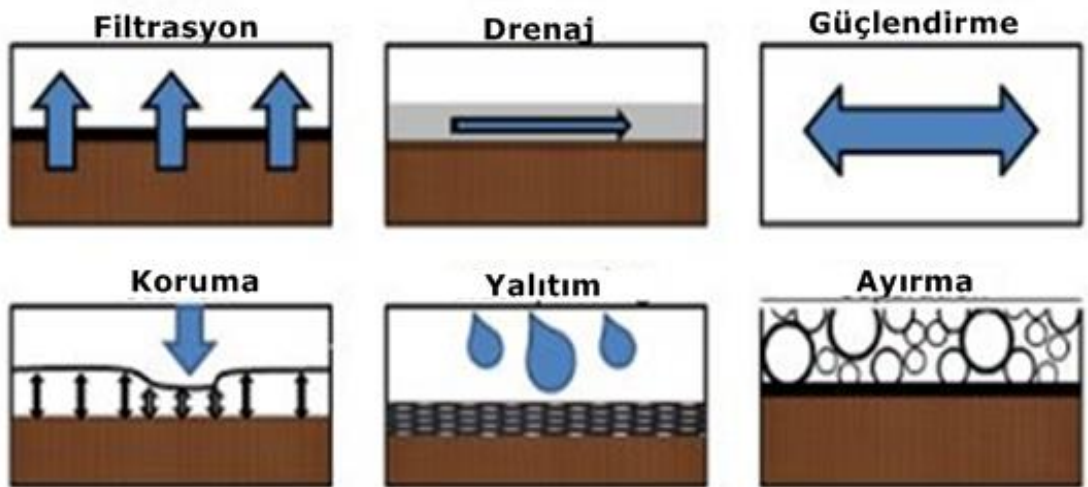
Şekil 2.14 : Geokompozit (http://www.best-b2b.com/Products/896/900-2/geocomposite-drain_428909.html)



Şekil 2.15 : Tünellerde geokompozit kullanımı
(<http://www.geosentetikler.com/2007/08/tnellerde-geokompozit-kullanm.html>)

2.2 Geotekstillerin Kullanım Alanları ve Fonksiyonları

Geotekstillerin ayırma, filtrasyon, drenaj, güçlendirme, koruma ve yalıtım olmak üzere altı adet fonksiyonu vardır ve Şekil 2.16’da şematik olarak her biri gösterilmiştir.



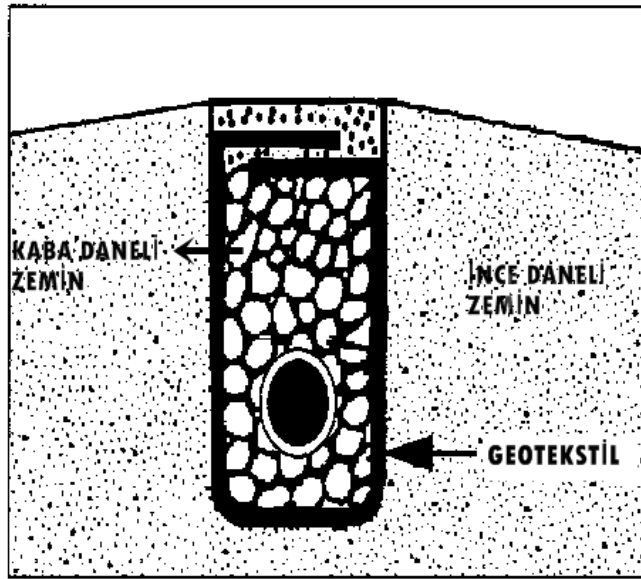
Şekil 2.16 : Geotekstillerin kullanım fonksiyonları
(<http://www.erosionpollution.com/fabric-geotextile.html>)

Bu bölümde geotekstillerin Şekil 2.16’da da görülen altı adet fonksiyonu detaylı olarak anlatılacaktır.

2.2.1 Ayırma fonksiyonu

Geotekstilller, ince daneli ve kaba daneli zeminlerin ara yüzeyine serildiğinde ayırma fonksiyonu görürler. Böylece üst yapıdan gelen dinamik ve statik yüklerin etkisiyle malzemelerin birbirine karışmasını önlemiş olur. Yani süreklilik, permeabilite, esneklik ve yüksek çekme dayanımı gibi özelliklerin sonucu olarak suyun doğal sirkülasyonuna engel olmadan farklı geoteknik özelliklere sahip zemini birbirinden ayırır(FHWA, 2012).

Ayırma fonksiyonu ile kullanılan geotekstilin bunun haricinde birçok faydası da bulunmaktadır. Dinamik yükler altındaki ince daneli zeminlerin hareketini engellediği ve fazla suyun drenajına olanak sağladığı için, yolların servis ömrünün ve taşıma kapasitesinin arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bu sayede yol inşaatlarında daha az agrega kullanılmaktadır.

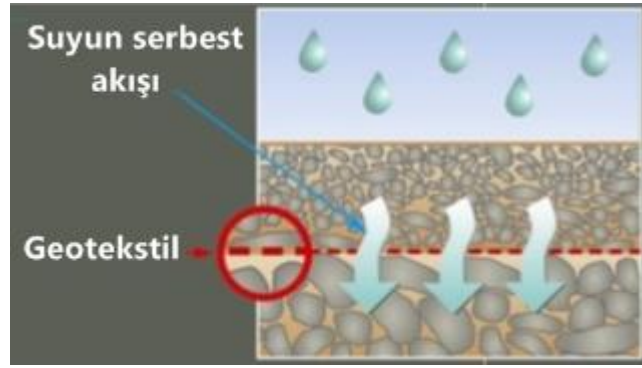


Şekil 2.17 : Geotekstilin ayırma fonksiyonu

2.2.2 Filtrasyon fonksiyonu

Geotekstilin filtre malzemesi olarak kullanımı bilinen en eski yöntemlerden biridir. Suyun akış yönüne karşı yerleştirilen geotekstil bir filtre gibi davranarak suyun geçişine olanak tanır fakat ince daneli zemini tutar. Filtrasyon amaçlı kullanılacak olan geotekstilin uygun maksimum gözenek açıklığı, yeterli su geçirgenliği, sıkışmaya karşı dirençli ve yüksek poroziteye sahip olması istenir.

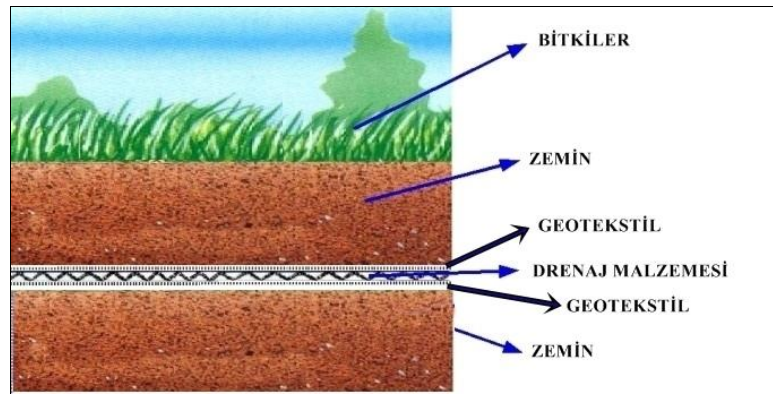
Geotekstilin yerleştirilmesinden sonra suyun akışı ile birlikte bir miktar ince daneli zemin de taşınır. Bunun olması geotekstilin karşısında ince daneli zeminin bulunmadığı bir tabaka oluşmasını sağlar. Eğer aksi durum olursa ince daneli parçacıklar geotekstilin üzerine yapışır ve daha az geçirimli bir tabaka oluşur. Bu da suyun akışını zorlaştırır. Su akışına engel olmamak ve aynı zamanda boşluk suyu basıncı oluşumunu önlemek için, geotekstilin geçirgenliğinin en az zeminin geçirgenliği kadar olmasına dikkat edilmelidir. Bu durum Şekil 2.18’de gösterilmiştir.



Şekil 2.18 : Geotekstilin filtre amaçlı kullanımı (Dupont Typar Broşürü)

2.2.3 Drenaj fonksiyonu

Drenaj amacıyla kullanılacak geotekstiller, kendi düzleminde yüksek geçirgenlik, basınca karşı yüksek dayanım ve filtre özelliklerine sahip olmalıdır (Öztekin, 1992). Şekil 2.19’da drenaj amaçlı kullanımına bir örnek verilmiştir. Bu örnekte görüldüğü gibi iki farklı zemin tabakasını ayıran geotekstil hem filtre görevi görmekte hem de su akışına izin verdiği için geçirgenlik özelliğini de korumaktadır. Bu özellikleri nedeniyle tünel, düşey dren, rezervuar kaplamaları, temel duvarları gibi suyun tahliye edilmesi gereken yapılarda daha çok kullanılmaktadır.



Şekil 2.19 : Geotekstilin drenaj özelliği

2.2.4 Güçlendirme fonksiyonu

Geotekstillerle güçlendirme noktasal yüklerin eşit bir alana yayılması, sürtünme ve adezyon etkisiyle oluşan çekme ve kayma kuvvetlerine direnerek, zemin kütlesini güçlendirme şeklinde olur. Güçlendirme fonksiyonu görebilecek geotekstiller (Şekil 2.20), yüksek elastisite modülü, yüksek dayanıklılık maksimum yükte yeterli uzama gibi koşulları sağlamalıdır. (Öztekin, 1992)



Şekil 2.20 : Geotekstilin güçlendirme fonksiyonu
(<http://www.boomenviro.com/geotech/woven.htm>)

Geotekstillerin güçlendirme amaçlı kullanımı yumuşak zeminlerin üzerindeki dolgular (RESF), donatılı zemin şevleri (RSS) ve mekanik olarak stabilize edilmiş zemin duvarları (MSEW) olmak üzere üç alt başlıkta toplanabilir:

2.2.4.1 Yumuşak zeminlerin üzerinde güçlendirilmiş dolgular (RESF)

Yumuşak zeminlerde ve özellikle ıslak bölgelerde dolgu inşaatı hem pahalı hem de çevresel açıdan çok dikkatli olunması gereken uygulamalardır. Bu uygulamalardaki en büyük sıkıntı yumuşak zeminlerde meydana gelen düşük kayma dayanımı ve aşırı konsolidasyon oturmaları dolayısıyla özel tasarım uygulamaları gerektirmesi ve bu uygulamaların yüksek maliyetlere neden olmasıdır (GMA, 2002).

Yumuşak zeminlerle ilgili problemleri azaltmak için birçok metod kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- Yumuşak zemin tabakasının uzaklaştırılıp yerine daha sağlam bir zemin tabakasının yerleştirilmesi
- Konsolidasyona ve dayanım artışına olanak sağlayacak hızda dolgu malzemesinin kademeli olarak yerleştirilmesi

- Konsolidasyonu kolaylaştırmak adına drenlerin yerleştirilmesi
- Daha yüksek dayanım sağlamak ve yapıdaki oturmaları azaltmak amacıyla sahaya ön-yükleme yapılması
- Yumuşak zeminin katkı maddeleri (çimento, kireç vb.) kullanılarak değiştirilmesi
- Zemini yapısal elemanlar kullanılarak güçlendirilmesi (GMA, 2002).

Yumuşak zeminler üzerine uygulanan dolguların güçlendirilmesini geosentetiklerle de çözmek mümkündür (Şekil 2.21). Bu uygulamalarda geotekstil, geogrid ya da geokompozitler kullanılabilir. Zemin iyileştirme yöntemleri, son on yıl içerisinde çok gelişmiş ve yumuşak zeminlerin üzerinde inşa edilen dolgularda ortaya çıkan problemlere verimli, ekonomik ve etkin çözüm yolları bulunmuştur (GMA,2002).



Şekil 2.21 : Yumuşak zeminler üzerine uygulanan geotekstilli dolgular (Montanelli, 2008)

2.2.4.2 Donatılı zemin şevleri (RSS)

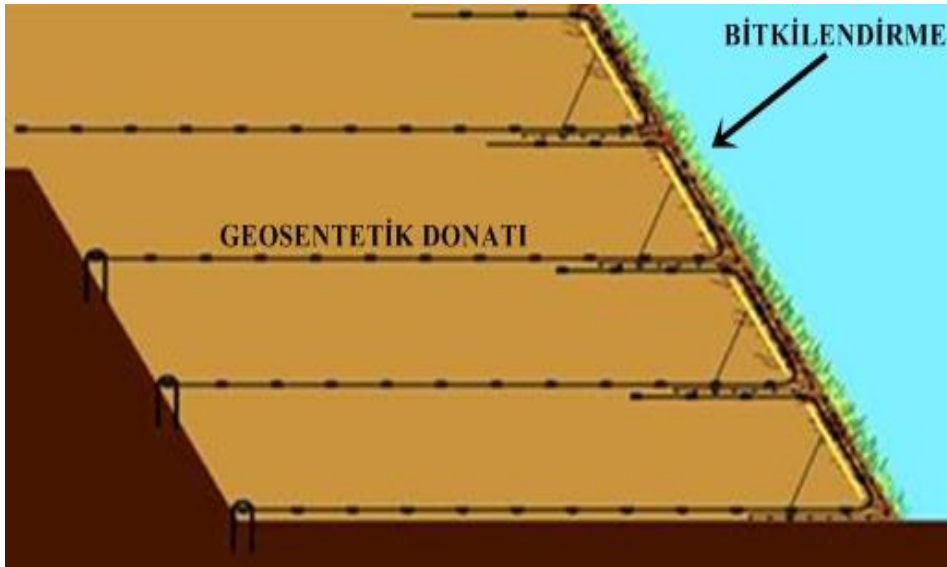
Güvenli normalden daha dik bir donatılı zemin şevi(RSS) inşa etmek, kullanılan malzeme ve yolun geçtiği alan tasarrufu anlamında ekonomik olarak avantaj yaratmaktadır.Yolun geçtiği alanın geniş olması kendi başına çok önemli bir getiridir. Özellikle, şehir merkezlerindeki yol genişletme çalışmalarında izin almak çok maliyetli, hatta bazen imkansız olabilir. Aynı şekilde inşaat için gereken malzemenin kalitesinden de feragat edilebilir. Örneğin, bir heyelan sonrası

iyileştirme yapılırken, daha kaliteli dolgu malzemesi kullanmak yerine heyelanla kaymış olan yığınları tekrar kullanmak mümkündür.

RSS aynı zamanda duvarları muhafaza etme konusunda da ekonomik bir alternatif olarak sunulabilir. Bazı durumlarda ise MSE duvarlarının yarı maliyetine inşa edilebilmektedir.

Bitkiler ile cephelendirilmiş bir RSS etrafındaki çevreye olan uyumuyla estetik açıdan bir avantaj yakalamaktadır (Şekil 2.22). Ancak bu tarz kaplamaların kullanıldığı durumlarda duvarın dik olması duvarda kayma ve göçmelere neden olabileceğinden duvarın en az on beş derece eğim ile oluşturulması daha güvenlidir.

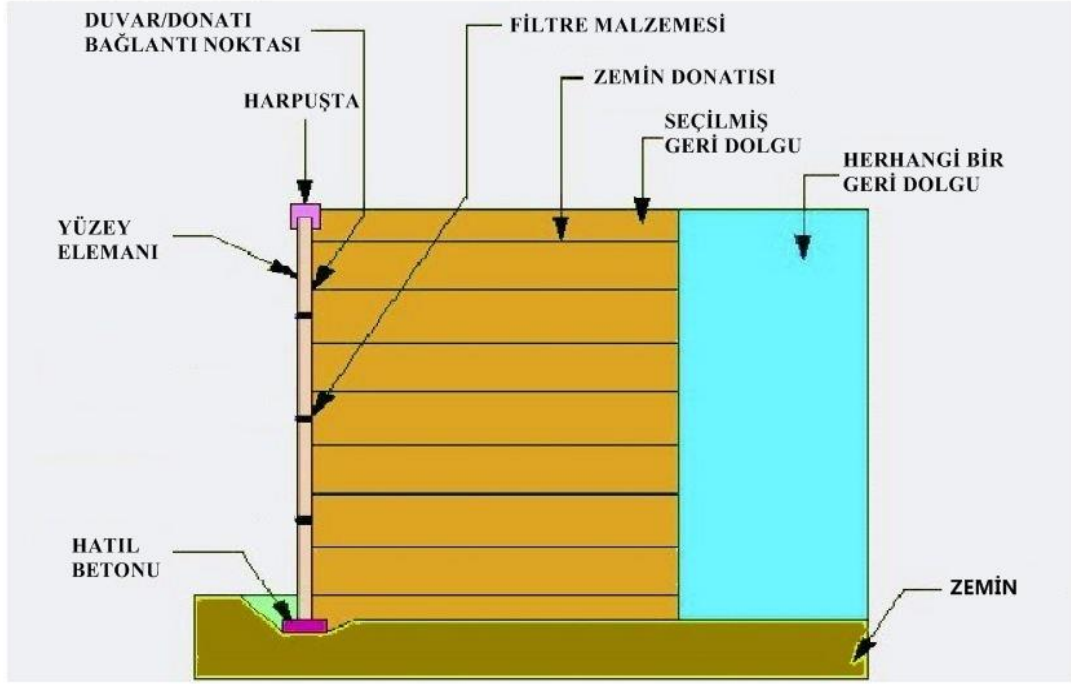
Performans açısından, RSS daha dik eğimli yapılarla aynı güvenlik katsayısına sahip olmasına rağmen daha sağlam bir yapıdır. Sonuç olarak, dayanma yapılarında oluşabilecek uzun vadeli stabilite problemleri en düşük seviyeye indirilmiştir.



Şekil 2.22 : Bitki ile cephelendirilmiş RSS duvarı
(<http://www.istanbulteknik.com/index.php?id=213000>)

2.2.4.3 Mekanik olarak stabilize edilmiş zemin duvarları(MSE)

Mekanik olarak stabilize edilmiş zemin duvar sistemi genel olarak ana kaya, hatıl betonu, duvar yüzey elemanı, harpuşa, donatı, geri dolgu, duvara etkiyecek ve etkimekte olan yükler gibi bileşenlerden oluşur (Şekil 2.23). Geri dolgu yüzey elemanını itmek isterken, dolgu malzemesi ve zemin donatısı arasında oluşan sürtünme kuvveti buna engel olmaktadır. MSE duvarının çalışma prensibi buna dayanmaktadır. MSE duvarının performansı, sağladığı avantajlar ve dezavantajlarına 3. bölümde değinilecektir.



Şekil 2.23 : MSE duvar bileşenleri (KDOT, 2008)

Şekil 2.23’de belirtilmiş olan MSE duvar bileşenlerinin özellikleri ve kullanım amaçları aşağıda belirtilmiştir.

Harpuşta

Yerinde dökme ya da prefabrik olabilen harpuşta, duvar bitiminde yüzey elemanlarını üstten birbirine bağlama amaçlı kullanılır.

Zemin donatısı

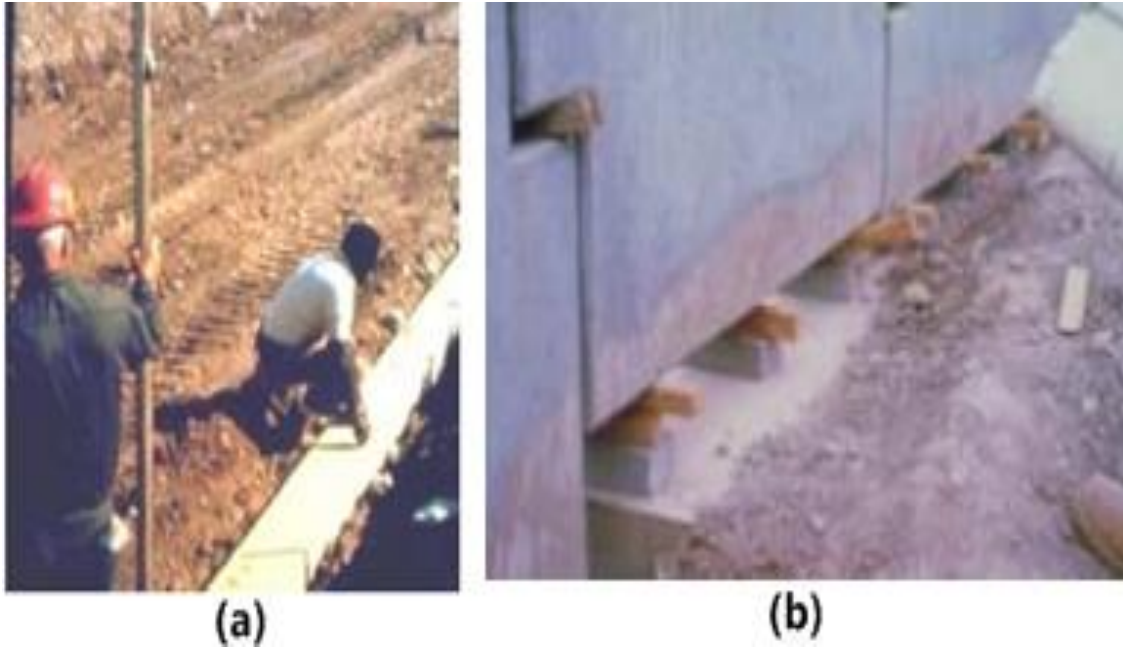
Çelik ya da polimer içerikli olabilen zemin donatısı yüzey elemanlarını tutar, zeminin güçlenmesini sağlar ve yüzey elemanı ile zemin arasındaki bağlantıyı sağlar. Metal içerikli donatılar bükülmemeli, yırtılmamalı, galvanizi parçalanmamalı ve herhangi bir şekilde hasar almamalıdır. Polimer bazlı donatılar ise yırtılmamalı, kesilmemeli, uzun süre güneş ışınlarına maruz bırakılmamalıdır. Polimer bazı donatılar içerisinde en çok tercih edilen ve uygulaması yapılan geogridlerdir. Donatının, duvar yüksekliğine ve yüzey elemanlarının ebatlarına göre, projede tasarlanan ölçülere uygunluğu kontrol edilmelidir. Donatının özellikle polimer bazlı donatının gergin bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Dolgu malzemesi de yüzey elemanının üst seviyesine gelecek kadar donatı yerleştirildikten sonra serilmelidir. Rijit duvarlarda duvar eğimi 15 dereceden fazla olmamalı, aksi durumlarda mutlaka proje sorumlusuna danışılmalıdır.

Filtre malzemesi

Yüzey elemanlarının arka tarafında birleşim noktalarına yerleştirilen filtre malzemesi, su çıkışını sağlayarak o noktalarda herhangi bir aşınmanın meydana gelmesini engeller.

Hatıl betonu

Hatıl betonu duvara başlamadan önce anakayanın üzerine tesviye amaçlı serilen, yüzey elemanlarının düzgün bir şekilde yerleşimini sağlayan betondur. Duvar yapımına, hatıl betonunun prizlenmesini bekleme amaçlı on iki saat sonra başlanmalıdır. Her ne kadar yapısal bir özelliği bulunmasa da duvarın düzgün bir şekilde inşaa edilebilmesi, yüzey elemanlarının düzgün yerleşimi için çok büyük önemi vardır. Şekil 2.24’de hatıl betonunun doğru ve yanlış bir uygulaması gösterilmiştir.



Şekil 2.24 : Hatıl betonunun a) doğru ve b) yanlış bir uygulaması (Mechanically Stabilized Earth Wall Inspector’s Handbook, 2000)

Seçilen geri dolgu

Plastisite indisi (PI), kayma mukavemeti açısı (ϕ), sağlamlığı, elektrokimyasal gereksinimleri, AASHTO ve FHWA standartlarında belirtilen özelliklere göre MSE yapılarında kullanılan dolgu zemini, genellikle %15 oranında ince daneli olmak üzere maksimum 10 cm dane çapına sahip granüler zemin olarak belirlenmiştir. Çizelge 2.3 ‘de bu özellikler belirtilmiştir.

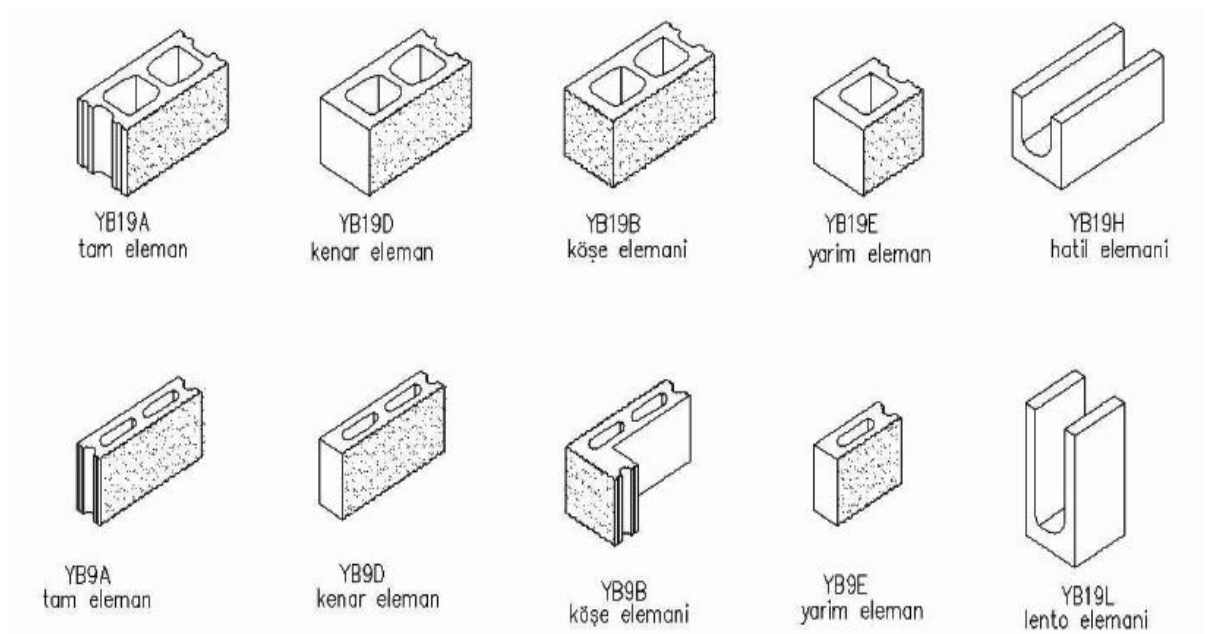
Çizelge 2.3 : Seçilen geri dolgunun dane boyutu dağılımı (ASSHTO T 27)

Elek Çapı	% Geçen
10 cm	100
No.40	0-60
No.200	0-15

Yüzey elemanı

Duvar yüzey elemanları pek çok şekil ve boyutta tasarlanabilir (Şekil 2.25). Ön yüzeyi her türlü cila, şekil, doku ve diğer yüzey şekillerine uyumlu olacak şekilde oluşturulabilir. Duvar yapımında yüzey elemanları yerleştirilmeden önce, doğru yüzey elemanının kullanıldığına emin olmak için, projenin kontrol edilmesi gerekir. Ayrıca duvar yapımına başlandığında yerleştirilen ilk iki yüzey elemanının doğru konumlandırılması çok önemlidir. Aksi takdirde duvar yüzeylerinde zaman içerisinde çatlaklar ve kabarmalar gözlemlenebilir. Bunun için de yatay ve düşeyde imalatın sürekli kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bu sayede oluşabilecek hatalara erken müdahale edilebilir.

Duvar yüksekliğine bağlı olarak, yüzey elemanlarının arka yüzünde bulunan donatıların uzunluğu, sayısı ve donatıların yerleşim mesafesi değişmektedir. Duvarın üst kotlarına doğru donatı sıklığı giderek azaltılabilir.



Şekil 2.25 : Yüzey Elemanı Tipleri (Yapı Blok El Kitabı, 2011)



Şekil 2.26 : Farklı tipte bir yüzey elemanı
(http://www.duvpan.com.tr/dosya/duvpan_brosur-1.pdf)

Tüm bu elemanlar duvarın performansına etki eder ve stabilite analizlerizlerinde her biri ayrıca dikkate alınır. Dolayısıyla bu elemanlarda yapılacak ufak bir değişiklik bile önemli hasarlara yol açabilir. Duvar yapım aşamaları sırasıyla Şekil 2.27’de belirtilmiştir.



Şekil 2.27 : MSE duvar yapım aşamaları (Mechanically Stabilized Earth Wall Inspector’s Handbook, 2000)

Duvar yapımına başlamadan önce duvar yüzey elemanı, zemin iyileştirmesi için donatı ve dolgu malzemesi, ayrıca yapının oturacağı temel belirlendikten sonra inşaatın yapılacağı alan temizlenir. Yapı temeli, planlarda belirtilen ölçüde ya da zemin iyileştirmesi yapılan alandan daha geniş ölçüde seviyelendirilmelidir. Eğer zemin sondajlarda belirlenen kalitede değilse, durum geoteknik mühendisinin inisiyatifine bırakılmalıdır.

2.2.5 Koruma fonksiyonu

Geotekstiller koruma amaçlı kullanıldığında deformasyonu ve/veya gerilmeyi azaltmak ya da daha geniş bir alana yaymaktadır. Geotekstil vasıtasıyla iki tip koruma yapılabilir:

- 1.Zemine yerleştirilen geotekstil trafik ve hava koşulları gibi etkenlerden yüzeyi korur
- 2.İki zemin arasına yerleştirilen geotekstil malzemeleri birbirlerinden korur

2.2.6 Yalıtım fonksiyonu

Geçirimsiz bir tabaka bitüm veya plastik yalıtım malzemeleri ile geotekstilin doygun hale getirilmesi ile oluşur. Her ne kadar çok tercih edilmeyen bir fonksiyon olsa da hem örgülü hem de örgüsüz geotekstiller bu işlev için kullanılabilir. Şekil 2.28’de bir betonarme yapının ısı yalıtımını sağlama amaçlı geotekstil uygulaması görülmektedir.



Şekil 2.28 : Geotekstilin yalıtım amaçlı kullanımı

2.3 Geotekstillerin Hammaddeleri

Geotekstiller genel olarak polimer malzemeden üretilmektedir. Poli, çok , mer , kısım anlamında olmak üzere Latince iki kelimedenden oluşan polimer hammaddesi çeşitli işlemler sonucunda fiber hale getirilir. Bu fiberler de iplik haline getirilerek işlem tamamlanır. Fiber üretiminde kullanılan hammaddeler başlıca:

- Polipropilen (PP)
- Polyester (PET)
- Poliamid (PA)
- Polietilen (PE)
- Polivinilklorür (PVC) ‘den oluşmaktadır.

Polimerlerin davranış şekillerinde molekül ağırlıkları çok önemli rol oynamaktadır. Molekül ağırlığı artan bir polimerin; mukavemeti, uzama kabiliyeti, darbe mukavemeti, gerilme çatlağı dayanımı ve ısıya dayanımı artar, yalnızca işlenebilme özelliği azalır (Özko, 2006). Farklı geosentetik ürünlerin üretiminde kullanılan hammaddeler Çizelge 2.4’de verilmiştir. Çizelge 2.5’de ise polimer gruplarının geosentetik üretimi ve seçiminde göz önünde bulundurması gereken özellikleri gösterilmektedir.

Çizelge 2.4 : Geosentetik Üretiminde Kullanılan Hammaddeler (Özko, 2006)

Geosentetik	Hammadde
Geogrid	HDPE, PET, PP
Geotekstil	PP, PET, PA, PE
Geomembran	PP, PET, PA, PE

2.3.1 Polipropilen (PP)

Geotekstil imalatında en yaygın olarak kullanılan polipropilen, organik asit etkilerine karşı dayanıklı, kimyasal direnci yüksek fakat uzun süre güneş ışınları ve neme maruz kaldığında bozulabilen bir maddedir. Bu nedenle güneş ile direkt temasa geçtiği durumlar için koruyucu bir tabaka ile kaplanması gerekmektedir. Herhangi bir yüke maruz kaldığında fazla deformasyon gösterir yani sünme dayanımı oldukça düşüktür (Özdemir, 1992).

Çizelge 2.5 : Polimer gruplarının özellikleri (Bağcı, 2007)

ÖZELLİK	POLYESTER	POLİPROPİLEN	POLİETİLEN	POLİAMİD
Birim ağırlığı	Yüksek	Düşük	Düşük	Orta
Elastisite Modülü	Yüksek	Düşük	Düşük	Orta
Dayanım	Yüksek	Düşük	Düşük	Orta
Sünme	Düşük	Yüksek	Yüksek	Orta
Kopmada uzama	Orta	Yüksek	Yüksek	Orta
U.V Dayanımı	Stabilize edilmiş	Yüksek	Yüksek	Orta
	Stabilize edilmemiş	Yüksek	Orta	Düşük
Alkalilere Dayanım	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Mikroorganizmalara dayanımı	Orta	Orta	Yüksek	Orta
Benzin vb. Dayanımı	Orta	Düşük	Düşük	Orta
Deterjan vb. Dayanımı	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek

2.3.2 Polyester (PET)

Polyester; polipropilenin aksine güneş ışınlarına ve dış çevre şartlarına karşı dayanıklı, bükülüp eğilmesi kolay, 200°C gibi yüksek sıcaklıklara kadar mekanik özelliklerinde herhangi bir değişme gözlemlenmeyen bir maddedir. Yine polipropilenin aksine yük altındaki deformasyonu düşük dolayısıyla sünme dayanımı oldukça yüksektir.

2.3.3 Poliamid (PA)

Diğer bir adı naylon olan poliamidler aşınmaya karşı dayanıklı, suya duyarlı bir maddedir. Geotekstil üretiminde hammadde olarak kullanılan poliamidin özelliklerini istenilen düzeye çıkarmak için katkı maddeleri kullanılabilir. Bu katkı maddeleri poliamidin güneş ışınları ve su ile teması konusundaki hassasiyetinin önüne geçebilir (Cindemir, 1997).

2.3.4 Polietilen (PE)

Güneş ışınlarına karşı dayanıksız, organik madde ile temasa geçtiğinde yapısında çatlaklar meydana gelen bir malzemedir polietilen (Şekil 2.28). Erime sıcaklığı çok düşük olduğu için lifler arasında bağlayıcı bir özelliği yoktur.

Geotekstil üretimi için düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) ve yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) olmak üzere iki farklı tipi bulunmaktadır:

2.3.4.1 LDPE (Low-density polyethylene)

LDPE, düşük yoğunluklu polietilendir($920-930 \text{ kg/m}^3$). Su buharına karşı dayanıklı,bükölüp eğilebilen bir malzemedir. Yüksek yoğunluklu polietilen ile kıyaslandığında daha yumuşak bir yapıya sahiptir. Yüksek sıcaklığa, nemli ortamlarda bulunduğu taktirde polietilenin yapısında bir gevşeme olur. Bu neden le bu tür ortamlardan uzak tutulmasında fayda vardır . Buna rağmen diğer polimerlerde olduğu gibi polietilene de bazı katkı maddeleri ekleyerek özelliklerini iyileştirmek mümkündür (Cindemir, 1997).

2.3.4.2 HDPE(High-density polyethylene)

HDPE, yüksek yoğunluklu polietilendir($940-960 \text{ kg/m}^3$). Düşük yoğunluklu polietilene göre daha sert bir yapıya sahiptir. Ayrıca kimyasal dayanımı da LDPE'ye göre daha yüksektir.



Şekil 2.29 : Polietilen

3. MEKANİK OLARAK STABİLİZE EDİLMİŞ ZEMİN DUVARLARI ÜZERİNE OTURTULMUŞ KÖPRÜ AYAKLARI (MSE KÖPRÜ AYAKLARI)

1970’den beri MSE ve kazık destekli köprü ayakları, MSE sistemleri ile inşa edilen karayolu projelerinin %30’unu kapsamaktadır. MSE ve kazık destekli köprü ayakları neredeyse Amerika’nın her eyaletinde, Kanada, Meksika, Avrupa, Asya ve Güney Amerika’da uygulanmaktadır. New York ve İngiltere’de yüzün üzerinde MSE köprü ayağı, otuzun üzerinde ise kazık destekli köprü ayağı inşası bulunmaktadır. Tablo 3.1’de eyaletlere ayrılmış bir şekilde projelerin listesi bulunmaktadır. Ayrıca her ne kadar ülkemizde yaygın bir kullanım alanına sahip olmasa da Sakarya’nın Nuruosmaniye ve Örencik ilçelerinde de MSE köprü ayakları uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Nuruosmaniye’deki MSE köprü ayağı uygulaması

Zemin iyileştirilmesinin gelişmeye başladığı yıllardan bu yana mekanik olarak stabilize edilmiş zemin (MSE) duvarlarının performans ve maliyet düşüklüğü açısından sağladığı faydalar göz önüne alındığında, köprü ayakları ile birlikte uygulanmasının çok daha avantajlı olduğu ortaya çıkmıştır. MSE duvarları ile

uygulanan iki tip köprü ayağı vardır. “ MSE Köprü Ayağı” nda(Şekil 3.2) radye temel üzerine oturtulan köprü kirişleri doğrudan MSE duvarına taşıtılır. “Kazık Destekli Köprü Ayağı’nda(Şekil 3.4) ise köprü, kazıklarla ve MSE duvarı ile desteklenir.

Çizelge 3.1 : Farklı eyaletlerdeki MSE uygulama örnekleri (Brabant, 2001)

PROJE	EYALET	UYGULAMA TİPİ	YIL
Maysville Sokak Köprüsü	ME	MSE	1992
TopshamBrunswick	ME	Kazık Destekli	1996
Main Central demir yolu(MCRR) üzerindeki Sligo Yolu	ME	MSE	2000
Brunswick Bisiklet Yolu	ME	MSE	1998
Pleasant Caddesi Köprü Ayağı	ME	MSE	1997
Pedestrian Köprüsü / Bisiklet Yolu	NH	MSE	1998
Hillsborough Yangeçidi	NH	MSE	1999
Mainstreet üzerindeki D&H RR	NY	MSE	1997
Berlin Gorham Köprüsü	NH	MSE	1999
Sprain Brook Otoyolu	NY	MSE	1997
Contrail üzerindeki Harlem Demiryolu	NY	MSE	1979
Contrail Köprüsü üzerindeki Route 417	NY	MSE	1999
Long Island Demiryolu(LIRR) üzerindeki	NY	MSE	1999
NSRR üzerindeki Bull Yolu	NY	MSE	2000
Schodack Island parkı	NY	Kazık Destekli	1998
Route 49	NY	Kazık Destekli	1999
Okemo Dağı Köprüsü	VT	MSE	1998

3.1 MSE Köprü Ayakları

Zemin iyileştirmesi kavramının gelişmeye başlamasının ilk aşamalarında, köprü ayaklarının performans ve maliyet anlamında, MSE yapılarının getirilerinin en verimli ortaya çıktığı uygulama olduğu anlaşılmıştır. MSE duvarlarıyla ilişkili olarak

iki çeşit köprü ayağı vardır. Bunlardan biri MSE köprü ayağı diğeri ise kazık destekli köprü ayağıdır. MSE köprü ayağı radye temel ile desteklenmiş köprü kirişlerinin direkt olarak MSE duvarına taşındığı köprü ayağı tipidir. Diğer bir adı bütünleşik köprü ayağı olan kazık destekli köprü ayağı adından da anlaşılacağı gibi kazıklarla desteklenmiş köprü ayağının MSE duvarı ile taşınan köprü ayağı tipidir. Her bir MSE duvarı destekli köprü ayağı tipine ileriki bölümlerde detaylı bir şekilde değinilecektir.

3.1.1 Avantajları

MSE duvarların, betonarme yapılara ve dayanma yapılarına göre pek çok avantajı vardır:

- Basit ve hızlı inşa edilir ve çok fazla ekipman gerektirmez.
- Tecrübeli ve konusunda yetenekli çalışanlar tarafından uygulanması gerekmez.
- Diğer alternatiflerine göre çok daha az arazi hazırlığı gerektirir.
- Yapı önünde daha az alan kaplayarak yapılabilir.
- Rijit ve kararlı zemin desteklerine ihtiyaç duymaz, çünkü deformasyonlara karşı dayanıklıdır.
- Uygun maliyetlidir.
- Yirmi beş metrenin üzerindeki yüksekliklerde teknik olarak uygulamaya elverişlidir.

Daha az miktarda işlenmiş malzemeye ihtiyaç duyulması, hızlı inşa edilebiliyor oluşu ve farklı malzemelerin patentlerine sahip kurumlar arasındaki rekabet dolayısıyla MSE duvarlar geleneksel betonarme dayanma yapılarına göre maliyetleri çok daha aşağıya çekmektedir. MSE duvarları üç metreden yüksek veya betonarme dayanma yapılarındaki gibi özel temel yapısı gerektiren duvarlara göre çok daha ekonomiktir. MSE duvarlarının en büyük avantajı ise esnekliği ve kötü zemin koşullarından kaynaklanan deformasyonları absorbe edebilmesidir. Aynı zamanda, aktif sismik bölgelerde yapılan incelemelere göre, bu yapıların sismik yüklemelere betonarme yapılardan çok daha dayanıklı olduğu gözlenmiştir. Estetik açıdan, MSE duvarları hazır dökülmüş beton yüzey elemanlarıyla birçok şekil ve dokuda

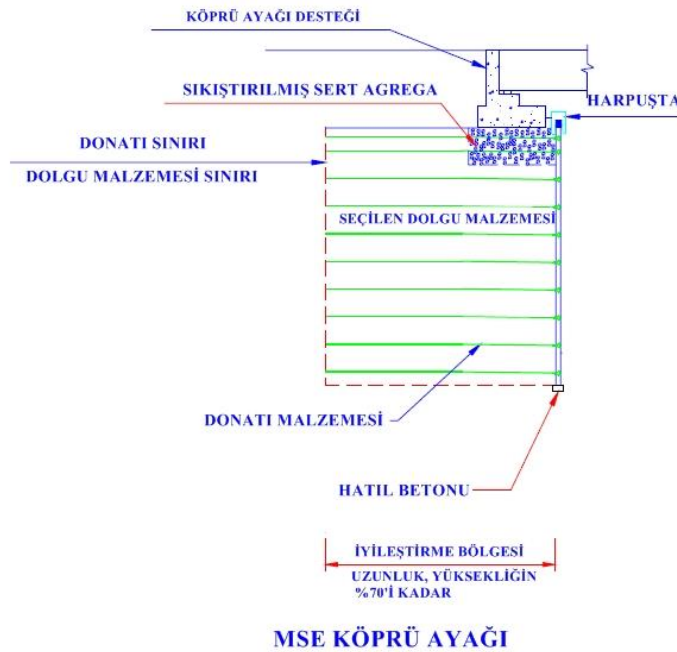
kaplanabilmektedir. Yontulmuş taşlar, ahşap, gabyon gibi yapılar da duvarın bulunduğu çevreye uyumlu hale gelmesi için kaplama olarak kullanılabilir. Bu da MSE duvarların avantajlarının arasında yer almaktadır (Brabant, 2001).

3.1.2 Dezavantajları

Aşağıda belirtilen dezavantajlar genel olarak tüm dayanma yapıları ile ilişkilendirilebilir.

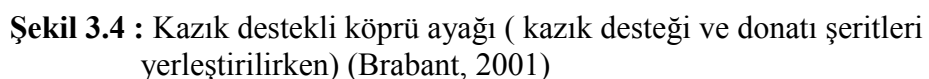
- İç ve dış stabiliteyi ve yeterli duvar genişliğini sağlamak için duvar arkasında veya duvarın dış yüz cephesinde çok fazla alana ihtiyaç duyarlar.
- MSE duvar inşaatı için özel granüler dolguya gerek vardır. RSS için bu koşul biraz daha esnektir.
- Duvar tasarımı yapılırken, cephe kaplama elemanlarının bozulma riski (geosentetikleri ultraviyole ışınlarıyla bozulması gibi), çelik iyileştirme elemanlarının korozyonu ve zemindeki polimer bazlı donatının aşınma potansiyeli her zaman göz önünde bulundurulmalıdır.

Genel olarak dayanma yapılarının tasarım ve uygulama aşamaları hala gelişme aşamasında olduğu için özellikle RSS olmak üzere genel olarak sözleşme ve şartnameler tam olarak standartlaştırılamamıştır.



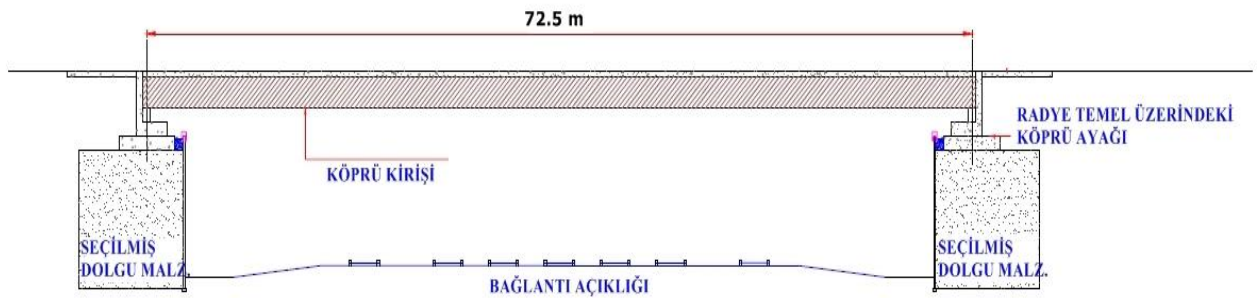
Şekil 3.2 : MSE köprü ayağı kesiti (Brabant, 2001)

MSE duvarları ile ilişkili diğer bir köprü ayağı tipi de köprü kirişlerinin küt köprü ayaklarının üzerinde kazıklarla desteklendiği tiptir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Düşey köprü yükleri kazıklar tarafından alınır. MSE duvarı, yapının kazıklarla desteklendiği kısım dolayısıyla üst taraftaki hafif alçalmayla beraber, “H” yüksekliğinde tasarlanmış basit bir istinad duvarıdır. Yatay köprü yüklerine karşı, çoklu kazık sıraları, duvarın üst kısımlarına ilave zemin desteği veya kazık başlıklarıyla güçlendirilmiştir.



3.1.4 MSE köprü ayağı performansı

İlk mekanik olarak stabilize edilmiş zemin duvarı 1969 yılında Fransa'nın Strasburg kentinde inşa edilmiştir. Amerika'daki ilk MSE köprü ayağı ise 1975 yılında Nevada eyaletinde inşa edilmiştir. 1975'den bu yana ABD'de iki yüz yirminin üzerinde MSE köprü ayağı uygulaması yapılmıştır. 1977'den itibaren NYS (New York State) karayolları tarafından seksenin üzerinde MSE köprü ayağı inşaa edilmiştir. Ayrıca MSE köprü ayaklarının kullanımı, yirmi eyaletin ulaşırma bakanlığı tarafından onaylanmıştır. Kuzeydoğu bölgesinde, Connecticut, Maine, Massachusetts, New Hampshire, New York ve Vermont eyaletlerinde yüzden fazla MSE köprü ayağı inşa edilmiştir. New York eyaleti ulaşırma bakanlığı bu yapıları otobanlarda kullanarak, bu alandaki çalışmaların öncüsü olmuş ve 1977 yılından itibaren 80'den fazla MSE köprü ayağı inşa edilmiştir. Gang Mills, Conrail'daki Route 417 üzerindeki köprü ayağı da bunlardan biridir (Şekil 3.3). 1999 yılında inşa edilen bu köprü ayağı 72.5 m'lik çelik bir kemeri desteklemekte, böylece Birleşik Devletler'de en uzun kemeri destekleyen MSE köprü ayağı yapısı olmaktadır.



Şekil 3.5 : Conrail'daki Route 417 üzerindeki MSE Köprü Ayağı Yapısı (Brabant, 2001)

3.1.5 Oturma performansı

Yapılan çalışmalar orta sıkılıktaki granuler zemin üzerine inşa edilen MSE köprü ayaklarının 5.08-10.16cm arası oturmalarına dayanabildiğini göstermektedir. Köprü döşemesinin inşasından sonra ise sistemde maksimum çeyrek inçlik yani 0.64 cm'lik bir oturma beklenmektedir. Fakat köprüye eklenebilecek detaylar ve üst yapının yükseltilmesi sonucunda ise 15.24 cm'den büyük oturmalar karşı da sistemin dayanabileceği bundan önce yapılmış çalışmalarda tecrübe edilmiştir. Buna göre, MSE köprü ayaklarıyla ilgili olarak, granuler dolgudaki oturma oranının çeyrek

inç olarak alınacağı kabul edilir ve bu köprünün döşemesinin inşasından önce hazır olması gereken dolgunun oturma miktarıdır (Brabant, 2001).

MSE köprü ayaklarının yüksek esneklik özelliğine sahip olması dolayısıyla büyük oturmalarla dayanabilmesi bu yapıların diğer avantajlarından biridir. Köprü ayakları için oluşturulan radye temellerin inşasından önce, MSE yapıları toplam oturmalarda 90 cm, farklı oturmalarla ise 30 cm'den 3048 cm'ye kadar dayanma göstermektedir. (Brabant, 2001).

MSE duvarlarının oturmaya karşı olan dayanımı; kazık destekli köprü ayaklarının iyi performans gösteremediği yerlerde bile, MSE köprü ayaklarının uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Bu gibi uygulamalar genelde yumuşak zeminlerin derin oturmalar göstererek kazıklar üzerinde yıkıcı etkiler yarattığı yerlerde uygulanabilmektedir. İlk MSE köprü ayaklarındaki en büyük oturma örneklerinden biri, Route 1 üzerindeki Boston-Maine Demiryolu üzerinde, 1980 yılında inşa edilen 3140 cm'lik tek kemerli köprüde oluşandır. 4572 cm'lik gevşek kum ve kil katmanları sebebiyle, köprü ayaklarının bulunduğu noktada 63.5 cm'e kadar belirgin bir oturma gözlenmiştir.

Ayrıca donatılı zemin duvarları, teklif zamanında, proje için en ekonomik çözüm olarak sunulmuştur. Tek kemerli köprü, köprü ayakları ve MSE yapısı 725.000 dolara mal olmuş ve 1.060.000 dolara mal olacak üç kemerli, kazık destekli yapıdan % 32 daha düşük maliyetle inşa edilebilmiştir.

Köprü yaklaşım dolgusu ve donatılı zemin dayanma yapısı köprü ayaklarının yapımından önce inşa edilmiş ve ön yüklemesi gerçekleştirilmiştir. Köprünün inşasından önce 22 cm'lik, sonraki on yıl içerisinde ise 30.48 cm'lik oturma meydana gelmiştir. Köprü ile alt yapının tasarım ve inşasında, köprünün kot değişimini engelleyecek önlemler alınmış, böylece projenin tasarım aşamaları sırasıyla uygulanmıştır. Alınan önlemlerden en önemlisi; yanal hareketlerin ölçümünü gerçekleştirecek bir cihazın yerleştirilmesidir. Bu sayede, duvar yüzey elemanlarının yatay düzlemde hareket etmediği tespit edilmiştir.

Aşırı oturmaların gözlemlendiği bir diğer örnek ise; Burlington, Vermont'daki demiryolunda MSE köprü ayağında gerçekleşmesi gereken 15.3 cm'lik oturmadır. Köprü ayaklarının inşasından önce gerçekleşen oturma ise 40.64 cm'i geçmiştir. Buna rağmen müteahhit, köprü temelini kotunu ayarlamış ve oturmaları

dengelemiştir. Günümüzde zemin iyileştirmesi için üretilmiş olan genel çözüm, köprü ve alt yapının inşasından önce kalıcı MSE duvarı uygulamaktır.

MSE köprü ayaklı yapıların büyük miktardaki oturmalara dayanabildiği açık olduğu gibi, farklı oturmalara da dayanabilme kapasitesi bir diğer getiridir. Münferit yüzey elemanlarının kullanımı, %1'lik farklı oturmaya izin vermektedir. Eğer farklı oturmanın %1'den fazla olması bekleniyorsa; dinamik kompaksiyon, ön yükleme, uygun olmayan zeminin kaldırılması, zemin iyileştirmesi gibi uygulamalar yapılabilir (Brabant, 2001).

3.1.6 Sismik performans

MSE yapısının esnekliğinin bir diğer getirisi de sismik olaylardaki üstün performansıdır. Birçok MSE duvarı ve MSE köprü ayağı sismisitesi yüksek olan bölgelerde uygulanmıştır. Birleşik Devletler'de 50'den fazla MSE köprü ayağı, donatılı zemin teknolojisi kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca Batı bölgelerinde, özellikle sismik ivme katsayısının(A) 0.35g ya da 0.35g'den daha büyük olduğu Alaska'da da uygulanmıştır.

MSE yapıları doğasında var olan esnekliği sayesinde, geleneksel köprü ayağı yapılarına göre gözle görülür bir üstünlük sağlamaktadır. Bu yapıların sismik tasarımı, 1970'li yıllardan beri üzerine çalışılan bir konudur. Depremi MSE yapıları üzerindeki etkilerini anlamak için sonlu eleman analizleri ve tam ölçekli yapı deneyleri üzerine yoğunlaşmıştır.

Yapılan araştırmalara ve deneylere göre, yarı (pseudo) statik analizler ve deprem tasarımında kullanılabilir. MSE köprü ayaklarının tasarımı açısından, dayanma dolgusunun sismik yan yüklerine ek olarak, alt ve üst yapının eylemsizliği ve iyileştirilmiş dolgu da hesaba katılmaktadır.

Çelik şeritlerin titreşime karşı çekme mukavemeti 1975'te Fransa'da (düz şeritler için) ve 1983'de ABD'de (çıkıntılı şeritler için) araştırılmıştır. Araştırmalara göre çekme direnci, şeritlerin veya toprağın sürtünmeyle ilgili özelliklerindeki değişikliklere göre değil, yapıdaki dikey ivmelenmelerden kaynaklanan aşırı yük basıncındaki azalmaya göre azalmaktadır. Her iki tip şerit için de, çekme direncindeki azalma, çoğu kez depremlerde binaların maruz kaldığı ivme olan 1.2 g lik ivmeye karşı ihtiyatlı olarak %20 olarak alınmıştır (Brabant, 2001).

4. STATİK YÜKLER ALTINDA MSE DUVAR ANALİZİ

Bu bölümde, MSE duvarının statik yükler altındaki davranışları, Plaxis 8.0 ile incelenecektir. Duvar yüksekliği, geogrid donatısı tipi ve gridler arası mesafe gibi farklı parametrelerin kombinasyonları sonucu ortaya çıkan her bir duvarın yatay ve düşey yöndeki deplasmanları incelenmiş, düşey yöndeki gerilme değişimleri gözlenmiştir.

4.1 Analizlerde Kullanılacak Programın Özellikleri ve Modelleme

Plaxis özellikle geoteknik mühendisliği projelerinde deformasyon ve stabilite analizleri için geliştirilmiş, bir sonlu elemanlar paket programıdır. Basit grafiksel giriş prosedürleri karmaşık sonlu eleman modellerinin hızlıca üretilmesini mümkün kılar ve hesap sonuçlarının kapsamlı bir şekilde sunumunu sağlar. Plaxis programında statik analiz yapıldığı gibi dinamik analiz de yapılabilmektedir.

Analiz edilecek her yeni proje için öncelikle bir geometri modeli oluşturulmalıdır. Bu model üç boyutlu bir problemi iki boyutlu olarak temsil eder ve noktaları, çizgileri ve kümeleri içerir. Geometriyi üç ana bileşen oluşturur ve aşağıda kısaca özelliklerine değinilmiştir:

Noktalar:

Çizgilerin başlangıç ve bitişlerini oluşturur ayrıca proje kapsamında oluşturulacak bütün elemanların(ankraj,geogrid vs.) yerlerini belirlemede kullanılır.

Çizgiler:

Çizgiler, geometrinin fiziksel sınırlarını, modelin sınırlarını ve farklı zemin tabakalarının ayrımı, inşaat aşamaları gibi geometrideki süreksizlikleri tanımlamak için kullanılır.

Hücreler:

Hücreler çizgilerle çevrilmiş olan alanlardır. Hücre içerisindeki zemin özellikleri tamamen homojendir. Bu yüzden hücreleri zemin tabaka parçaları olarak

düşünebiliriz. Böylece hücre için uygulanan her işlem hücre içerisindeki tüm elemanlar için de uygulanmış olur.

Bir geometri modeli oluşturulduktan sonra, geometri modelindeki hücreler ve çizgilerin düzenine bağlı olarak bir sonlu eleman modeli otomatik olarak oluşturulabilir. Bir sonlu eleman ağı elemanlar, düğümler ve gerilme noktaları olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır.

Elemanlar:

Ağ oluşturulması esnasında kümeler, 6 ve 15 düğümlü olmak üzere iki farklı tipte üçgen elemanlara bölünür. 15 düğümlü eleman seçildiği takdirde gerilme ve göçme yükleri 6 düğümlü elemanınkine nazaran daha hassas hesaplanır. Yani 15 düğümlü elemanlar, 6 düğümlü elemanlara göre çok daha hassas ve esnektir fakat düğüm noktası fazlalığından dolayı hesapların da daha uzun sürdüğü bir gerçektir.

Zemin modellemede kullanılan bu üçgen elemanların haricinde, yapısal davranış ve zemin-yapı etkileşimini modellemek için ayrıca plak elemanları, geogrid elemanlar ve arayüz elemanları da oluşturulabilir.

Düğümmler:

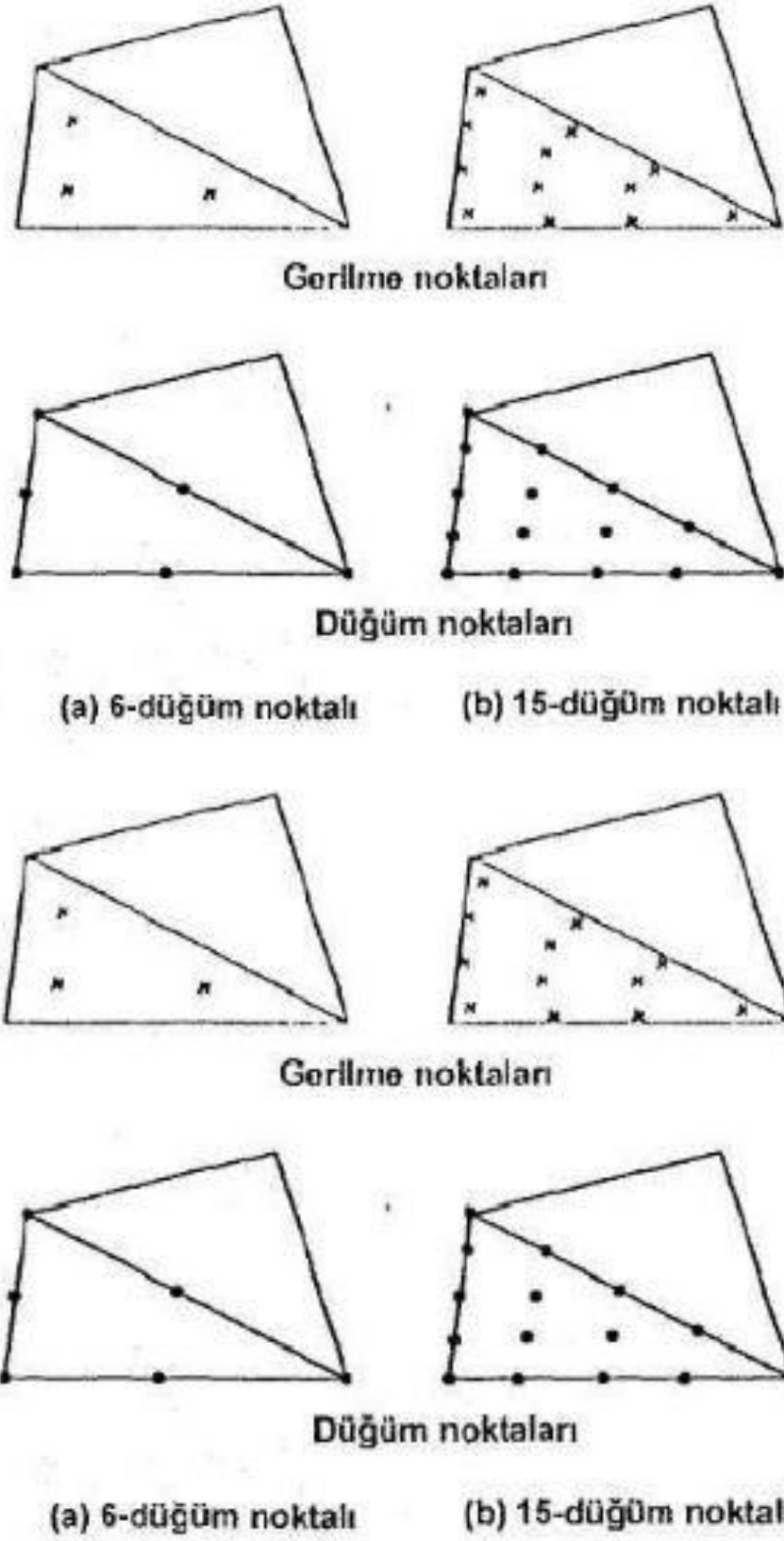
Bir sonlu eleman hesaplaması boyunca, deplasmanlar(u_x ve u_y) düğümlerde hesaplanır. Yük deplasman eğrilerinin oluşturulabilmesi için düğümler istenilen koordinatlarda önceden seçilmelidir. İki farklı düğüm sayısına sahip elemanlar üzerindeki düğümlerin dağılımı Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Gerilme Noktaları:

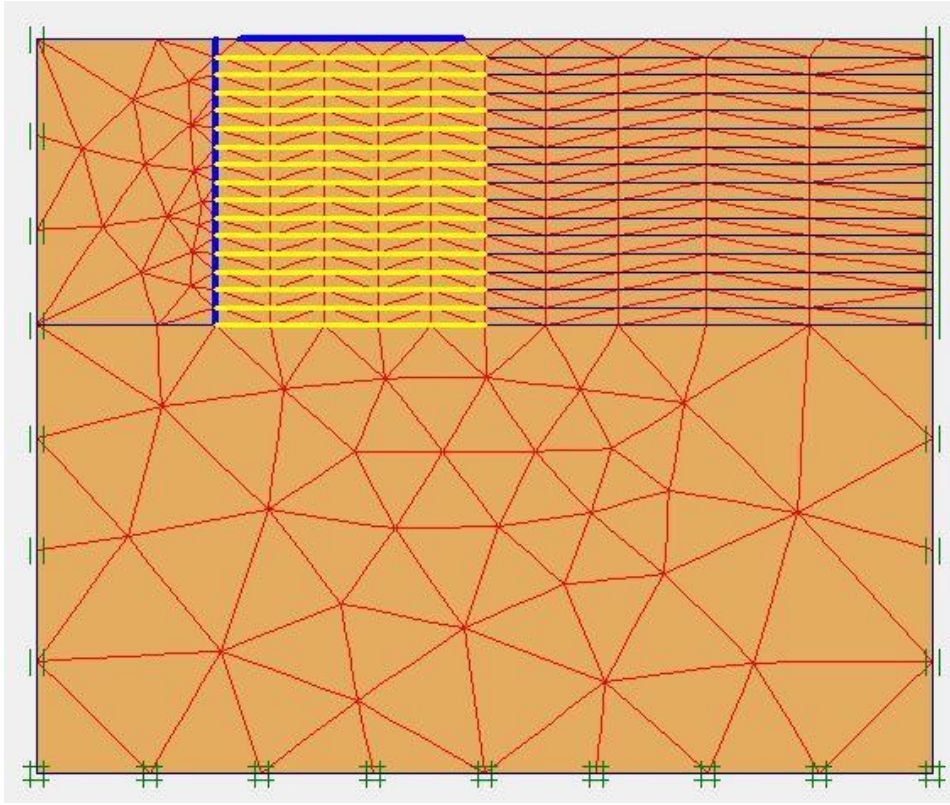
Deplasmanların aksine, gerilmeler ve şekil değiştirmeler düğümlerden ziyade özel Gauss(gerilme) birleşim noktalarında hesaplanır. 15 düğümlü bir eleman Şekil 4.1.a’da gösterildiği gibi 12 gerilme noktası içerir. 6 düğümlü üçgen eleman ise Şekil 4.1.b’de gösterildiği gibi 3 gerilme noktası içerir. Gerilme-şekil değiştirme diyagramlarının oluşturulabilmesi için gerilme noktaları önceden seçilebilir.

Programın işleyişi sırasıyla, modelin oluşturulabilmesi için noktaların ve çizgilerin girilmesi ve geometrinin oluşturulması, parametrelerin programda tanımlanarak ilgili kısımlara atanması, Şekil 4.2’de gösterildiği gibi sonlu elemanlar ağının oluşturulması ve son olarak da hesaplar kısmında problemin çözülüp sayısal

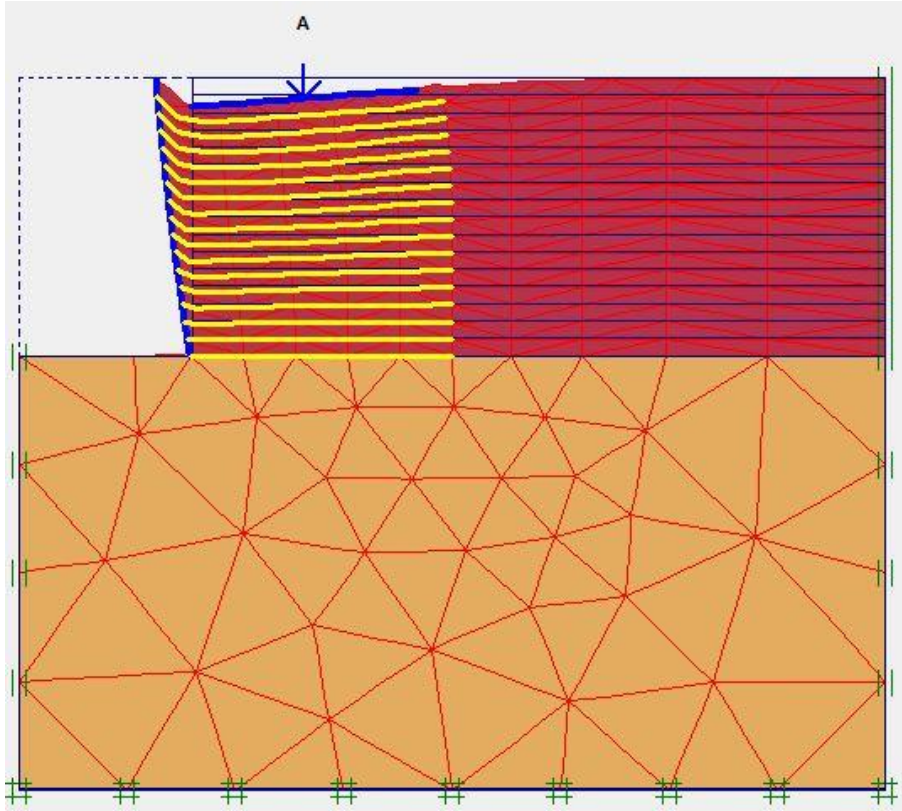
sonuçların elde edilmesine dayanmaktadır. Şekil 4.3'de ise çözüm sonrası sonlu elemanlar ağının deforme olmuş hali görülmektedir.



Şekil 4.1 : Bir elemanın düğüm ve gerilme noktaları



Şekil 4.2 : Plaxiste sonlu elemanlar ağının oluşturulması

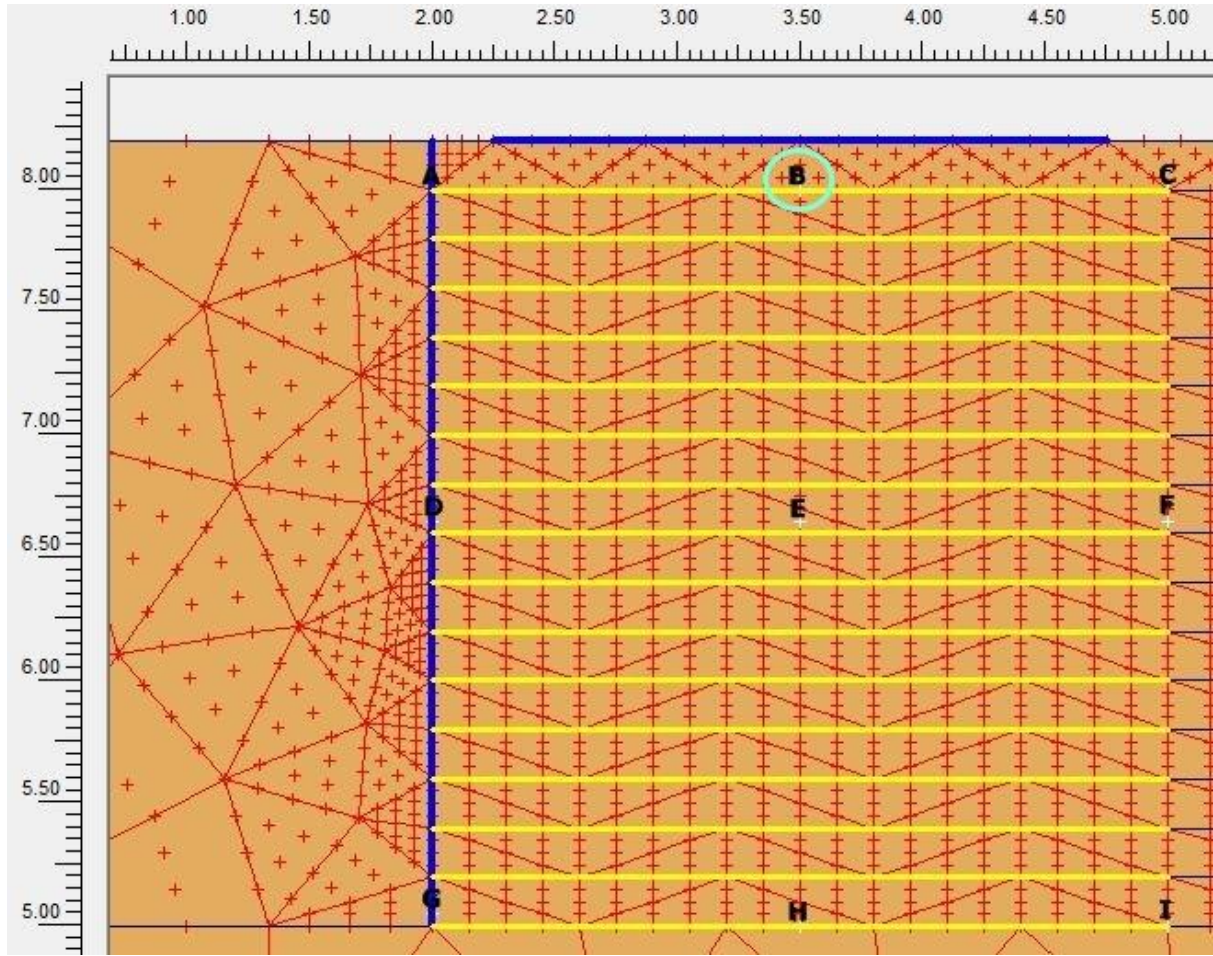


Şekil 4.3 : Çözüm sonrası deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

4.2 Oluşturulan Sonlu Elemanlar Modeli ve Özellikleri

Bu tez çalışmasında, üzerine köprü ayağı oturtulan MSE duvarının farklı parametreler doğrultusundaki davranışları incelenmiş, bu çalışmalar için Plaxis sonlu elemanlar programı kullanılmıştır. 3 ila 6 metre arasında değişken yüksekliklere sahip MSE yapısı için, 10 ila 50 cm arasındaki farklı grid mesafeleri ve 2 farklı grid uzunluğu belirlenmiştir. Duvar yapımında, tek ensenli yüksek yoğunluklu polietilen(HDPE) ve çift eksenli polipropilen(PP) olmak üzere iki farklı tipte geogrid donatısı kullanılmış, duvar üzerine oturtulan 2.5 m genişliğindeki köprü ayağından gelen yük ise 200 kN'luk tekil ve 80kN/m yayılı olmak üzere iki farklı tipte sisteme etkilmiştir. Ayrıca 20cm'den fazla olan grid aralıkları için yüzey elemanları ile grid etkileşimini sağlayabilmek için, ana gridler arasına serilmek üzere 2 m uzunluğunda ara gridler kullanılmıştır. Geogrid dolgusu ve kumtaşı ile ilgili birim hacim ağırlığı, elastisite modülü gibi programda kullanılan parametreler Çizelge 4.1'de belirtilmiştir. Ayrıca MSE yapısının oluşumunda kullanılan blok, grid donatısı ve köprü ayağı ile ilgili parametreler ise Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'de verilmiştir. Yukarıda bahsedilen tüm bu değerlerin kendi aralarında farklı kombinasyonları oluşturulmuş ve her bir duvar için Mohr-Coulomb modelinde çözümler yapılmıştır. Bu çalışmada Hardening-Soil modeli tercih edilmemiştir. Çünkü oluşturulan her bir sistemin statik yükler altında deformasyona maruz kalacağı bilinmektedir. Bu nedenle değişen parametrelere bağlı olarak yatay ve düşey yönde oluşan deplasman değişimlerini gözlemleyebilmek adına Mohr-Coulomb modeli tercih edilmiştir.

MSE duvarları esnek duvarlar olduğu için programda ana zemin olan kumtaşı ve geogridler arasına serilecek olan dolgu zemini arasında etkileşim olacağı varsayılarak interface katsayısı 0.7 alınmıştır. Her bir modelin statik yükler altındaki davranışları incelenmiş ve seçilen belirli noktalarda (Şekil 4.4) oluşan deplasman ve gerilme değerleri okunmuştur. Toplam 9 noktada deplasman ve gerilme değerleri okunmuş, her bir sistem için ayrı ayrı tablolar oluşturulmuş ve bu tablolar Ek1'de verilmiştir. B noktası için okunan deplasman ve gerilme değerleri ile duvar yüksekliğine ve grid aralığı değişimine bağlı olarak grafikler çizilmiştir ve sonuçlar yorumlanmıştır.



Şekil 4.4 : Plaxis’de seçilen noktalar

Çizelge 4.1 : Zemin ve dolgu malzemesi parametreleri

Parametre	Sembol	Kumtaşı	Duvar Dolgusu	Birim
Malzeme modeli	Model	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	-
Davranış tipi	Tip	Drenajlı	Drenajlı	-
Kuru birim hacim ağırlığı	γ_{unsat}	20	22	kN/m ³
Islak birim hacim ağırlığı	γ_{sat}	21	23	kN/m ³
Permeabilite x-yönünde	k_x	0.5	0.5	m/d
Permeabilite y-yönünde	k_y	0.5	0.5	m/d
Elastisite Modülü	E_{ref}	2.09×10^7	1.5×10^5	kN/m ²
Poisson oranı	ν	0.3	0.3	kN/m ²
Kohezyon	c_{ref}	10	0	kN/m ²
Kayma mukavemeti açısı	$\phi(\text{phi})$	39	34	°
Kayma rijitliği	$\Psi(\text{psi})$	0.3	3	°
Arayüzey	R_{inter}	0.7	0.7	-

Çizelge 4.2 : Yüzey elemanı ve köprü ayağı parametreleri

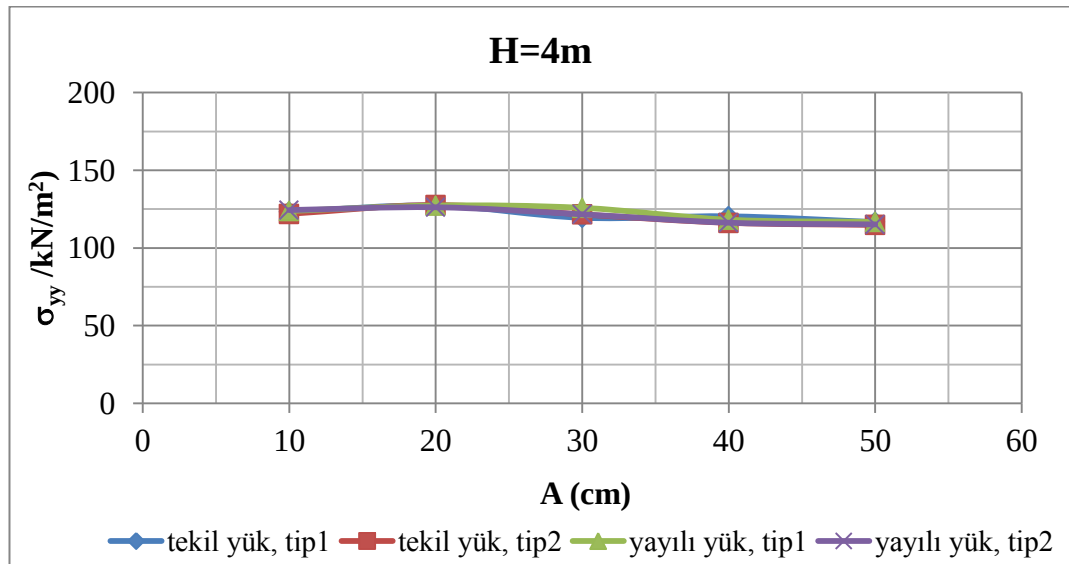
Parametre	Sembol	Yüzey Elemanı	Köprü Ayağı	Birim
Malzeme modeli	Model	Elastik	Elastik	-
E_{ref} x Kesit alanı	E_A	2.73×10^6	2.25×10^7	kN/m
E_{ref} x Atalet momenti	E_I	3.46×10^4	1.055×10^6	kNm ² /m
Poisson oranı	ν	0.15	0.15	kN/m ²

Çizelge 4.3 : Geogrid donatı parametreleri

Parametre	Sembol	Tek Yönlü HDPE	Çift Yönlü PP	Birim
Malzeme modeli	Model	Elastik	Elastik	-
E_{ref} x Kesit alanı	E_A	2340	910	kN/m

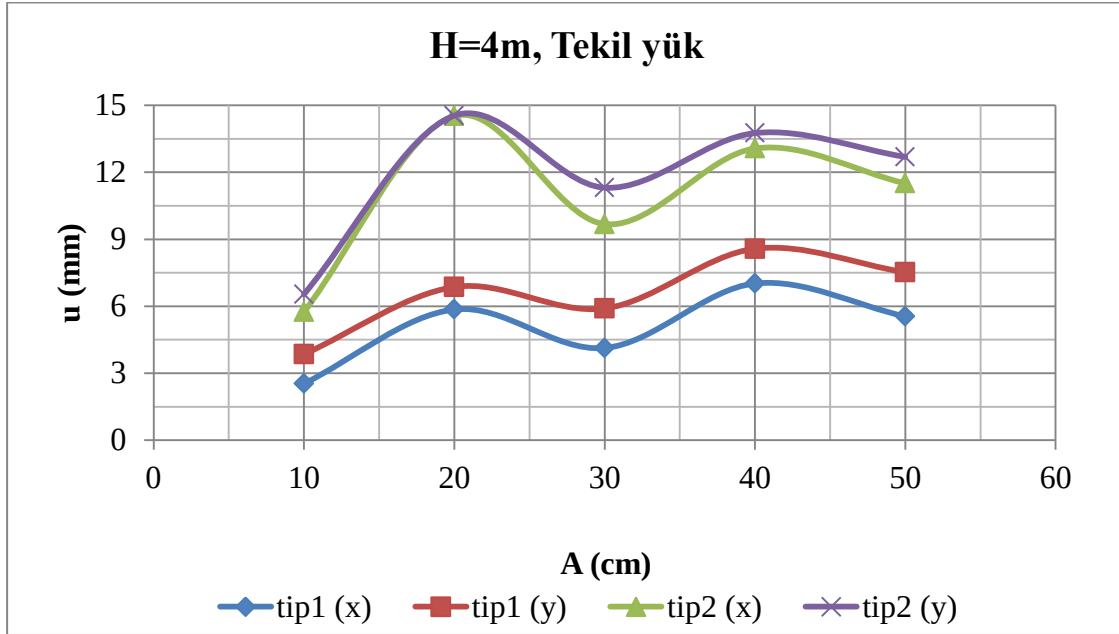
4.3 Analiz Sonuçları

Şekil 4.5’de 4m yüksekliğindeki MSE duvarına 200kN ve 80 kN/m olmak üzere iki farklı tipte köprü ayağı yükü etkitildiği takdirde, H noktasında oluşan toplam gerilmesinin grid aralığı ile değişimini gösteren grafik verilmiştir. Grafikte, tip1 ile belirtilmiş olan çift yönlü polipropilen geogrid donatısı, tip2 ile belirtilmiş olan iste tek yönlü yüksek yoğunluklu polietilen geogrid donatısıdır. Grafikleri incelediğimizde, geogrid aralığına bağlı olarak gerilmelerin aynı düzlem içerisinde aynı oranda iletildiği görülmektedir.

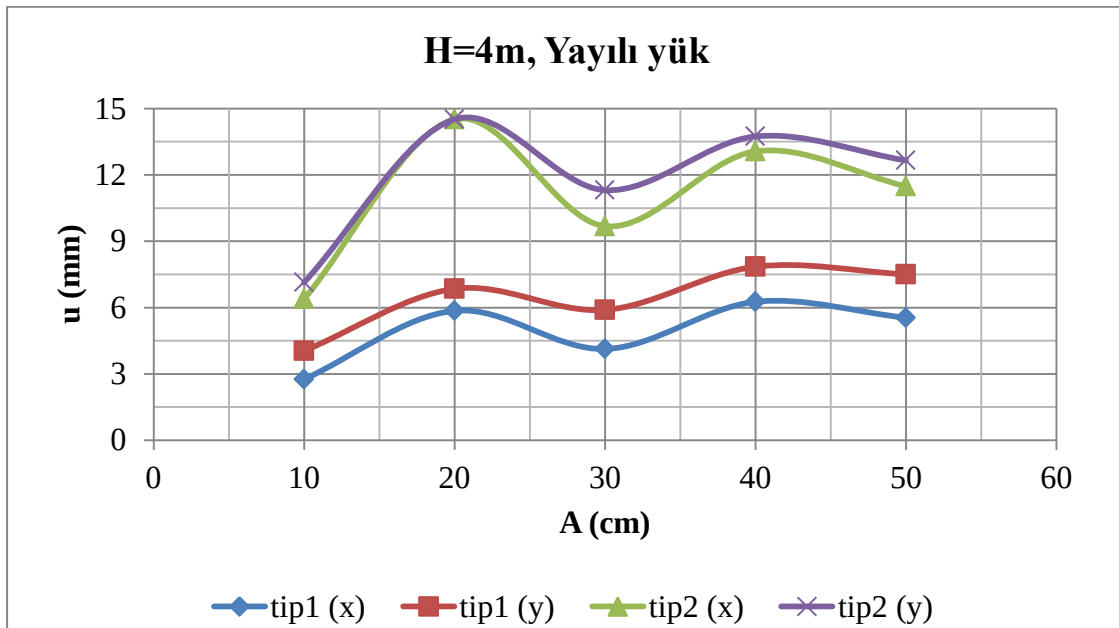
**Şekil 4.5 : 4m yüksekliğindeki duvarın grid aralığına bağlı gerilme değişim grafiği**

Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de 4m yüksekliğindeki MSE duvarına 200 kN ve 80 kN/m değerinde köprü ayağı yükleri etkitildiği takdirde, B noktasında oluşan x ve y

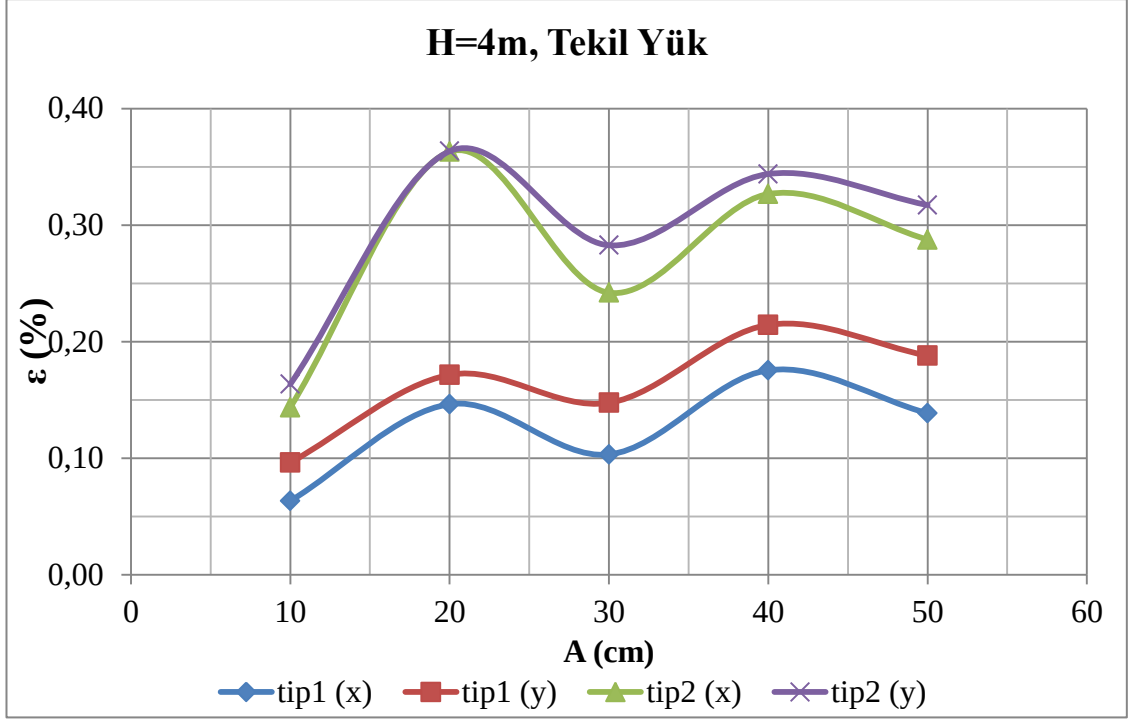
yönündeki deformasyonların grid aralığı ile değişimini gösteren grafikler verilmiştir. Tip2 yani tek yönlü HDPE geogrid donatısı kullanılan MSE yapısındaki deplasmanlar tip1 yani çift yönlü PP donatı kullanılan MSE duvarındakine göre daha yüksektir. Tip1 kullanılan MSE duvarı için 10 cm grid aralığına sahip sistemdeki deplasmanlar optimum iken, sahada uygulama zorluğu düşünülürse eğer bu sistem için 30 cm grid aralığı kullanımı tercih edilmektedir.



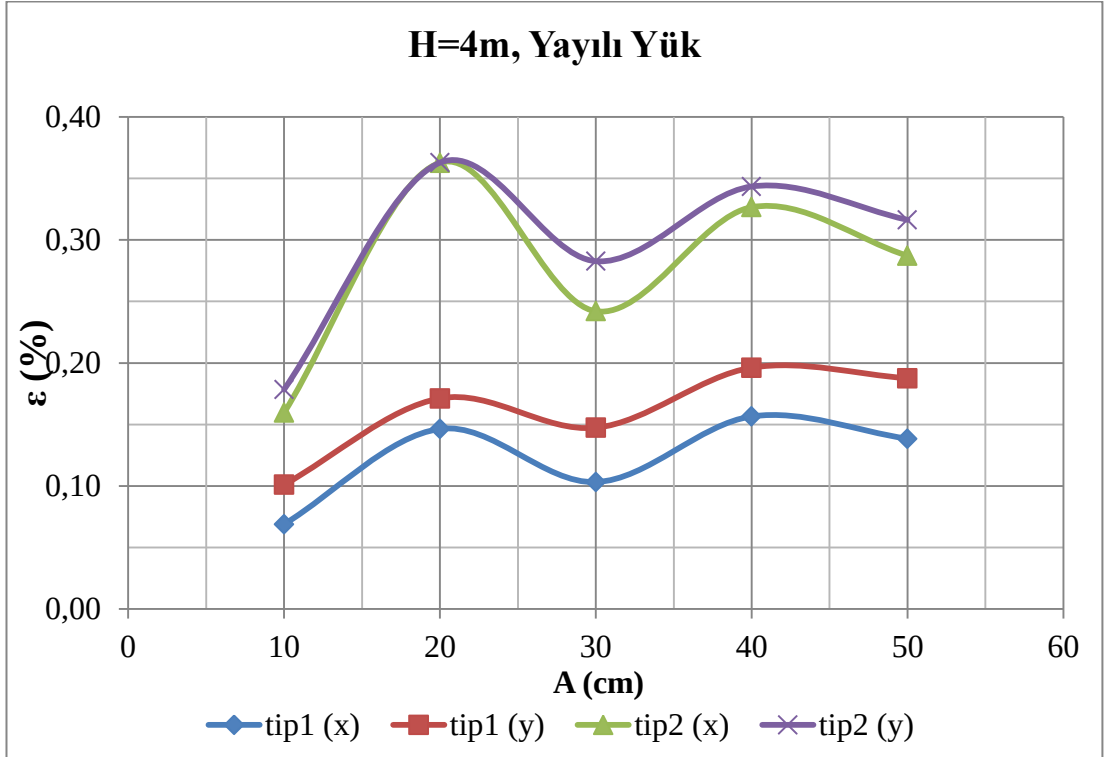
Şekil 4.6 : 4m yüksekliğindeki duvarın tekil yük etkisi altında grid aralığına bağlı deformasyon değişim grafiği



Şekil 4.7 : 4m yüksekliğindeki duvarın tekil yük etkisi altında grid aralığına bağlı deformasyon grafiği



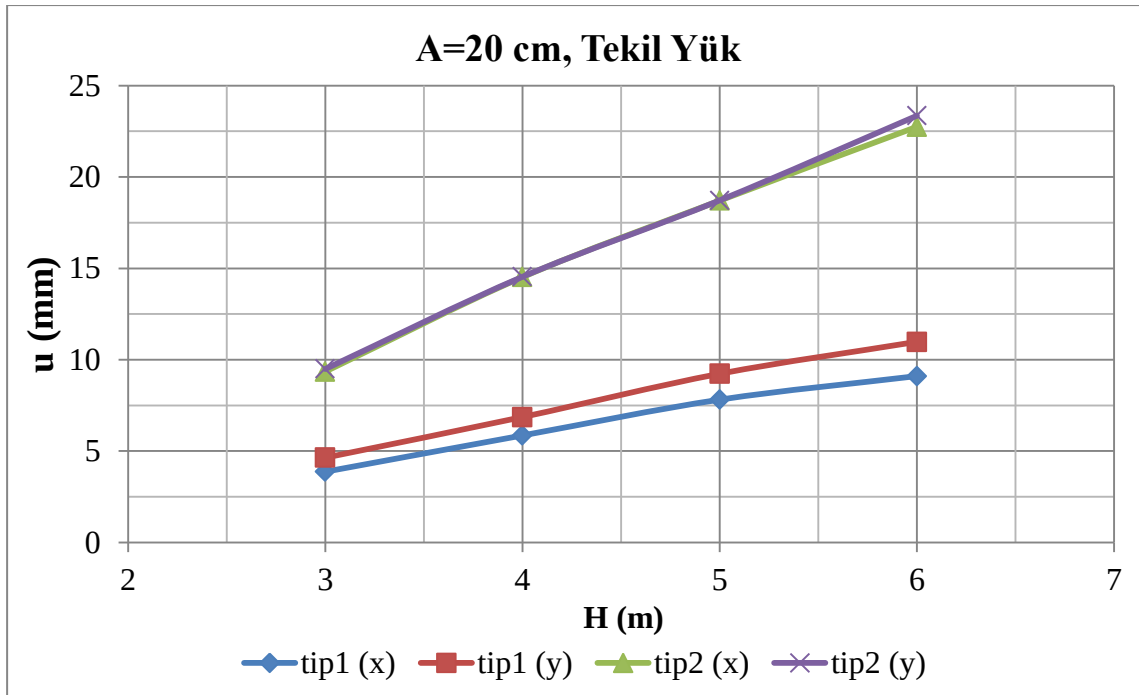
Şekil 4.8 : 4 m yüksekliğindeki duvarın tekil yük etkisi altında grid aralığına bağlı birim şekil değiştirme grafiği



Şekil 4.9 : 4 m yüksekliğindeki duvarın yayılı yük etkisi altında grid aralığına bağlı birim şekil değiştirme grafiği

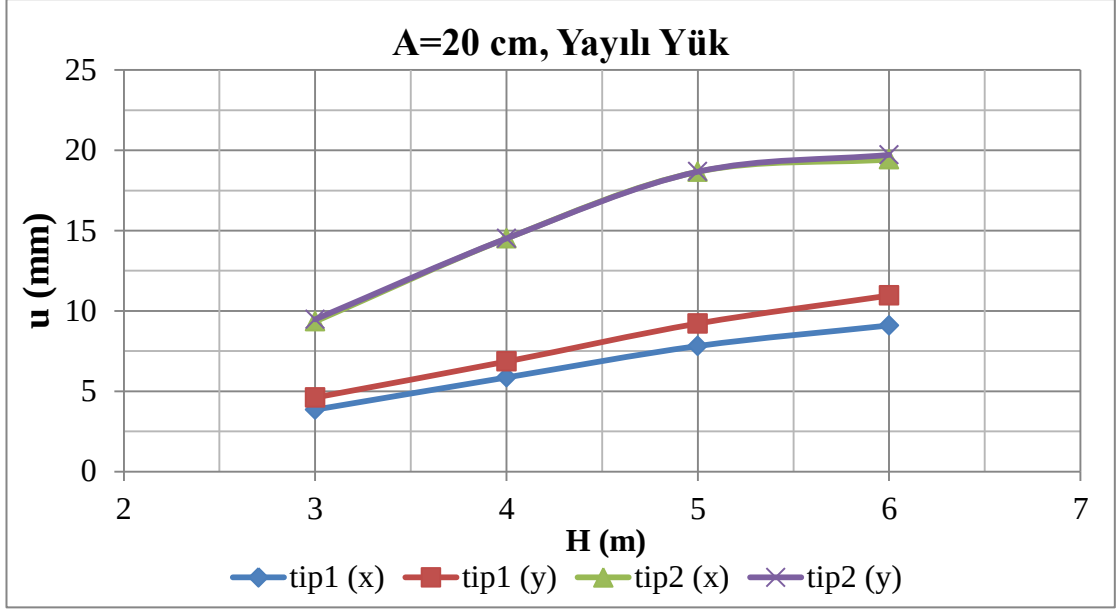
Şekil 4.10 MSE duvarının 200 kN'luk köprü ayağı yükü altında ve grid aralığının 20 cm olduğu durumda duvar yüksekliğine bağlı olarak, B noktasında x ve y yönündeki

oluşan deplasmanların duvar yüksekliğine bağlı değişimini vermektedir. Grafikte tip1 ile belirtilmiş olan çift yönlü PP geogrid donatısı, tip2 ile belirtilmiş olan ise tek yönlü HDPE geogrid donatısıdır. Her bir grafik incelendiğinde, x ve y yönünde oluşan deplasmanların duvar yüksekliğine bağlı olarak doğrusal bir artış gösterdiği fakat tip2 kullanılarak oluşturulmuş MSE duvarının tip1 kullanılarak oluşturulmuş MSE duvarına göre daha çok deplasmana uğradığı gözlenmektedir. Her iki tipteki geogrid donatılarının oluşturduğu duvarın deplasman değerlerine bakıldığında tek yönlü geogrid donatısının bu tez kapsamında MSE duvarı için uygun olmadığı açık bir şekilde görülmektedir.



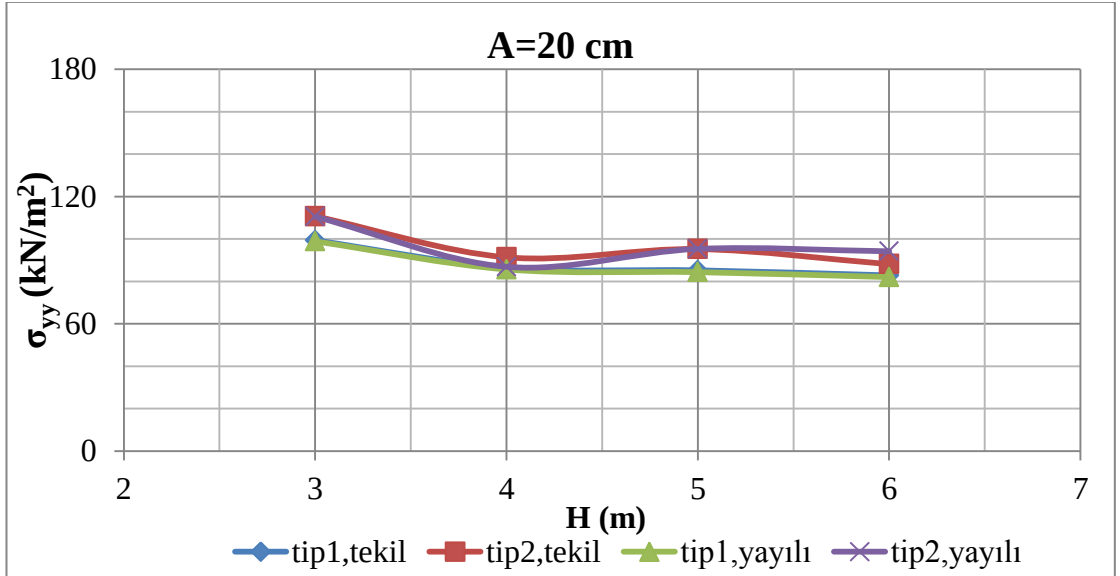
Şekil 4.10 : 20 cm grid aralıklı sistemde duvar yüksekliği-deplasman grafiği

Şekil 4.11, MSE duvarının 80 kN/m’lik köprü ayağı yükü altında ve grid aralığının 20 cm olduğu durumda duvar yüksekliğine bağlı olarak x ve y yönündeki deplasman değişim grafiklerini vermektedir. Grafikte tip1 ile belirtilmiş olan çift yönlü PP geogrid donatısı, tip2 ile belirtilmiş olan ise tek yönlü HDPE geogrid donatısıdır. Her bir grafik incelendiğinde x ve y yönündeki deplasmanların duvar yüksekliğine bağlı olarak doğrusal bir şekilde arttığı fakat tip2’deki deplasman değişiminin tip’e göre daha fazla olduğu gözlenmektedir. İki tipteki geogrid donatılarının deplasman değerlerine bakıldığında tek eksenli donatının bu sistem için uygun olmadığı, MSE yapıları için çift eksenli geogrid donatının tercih edilmesinin daha mantıklı olduğu sonucu çıkarılmaktadır.



Şekil 4.11 : 20 cm grid aralıklı sistemde duvar yüksekliği-deplasman grafiği

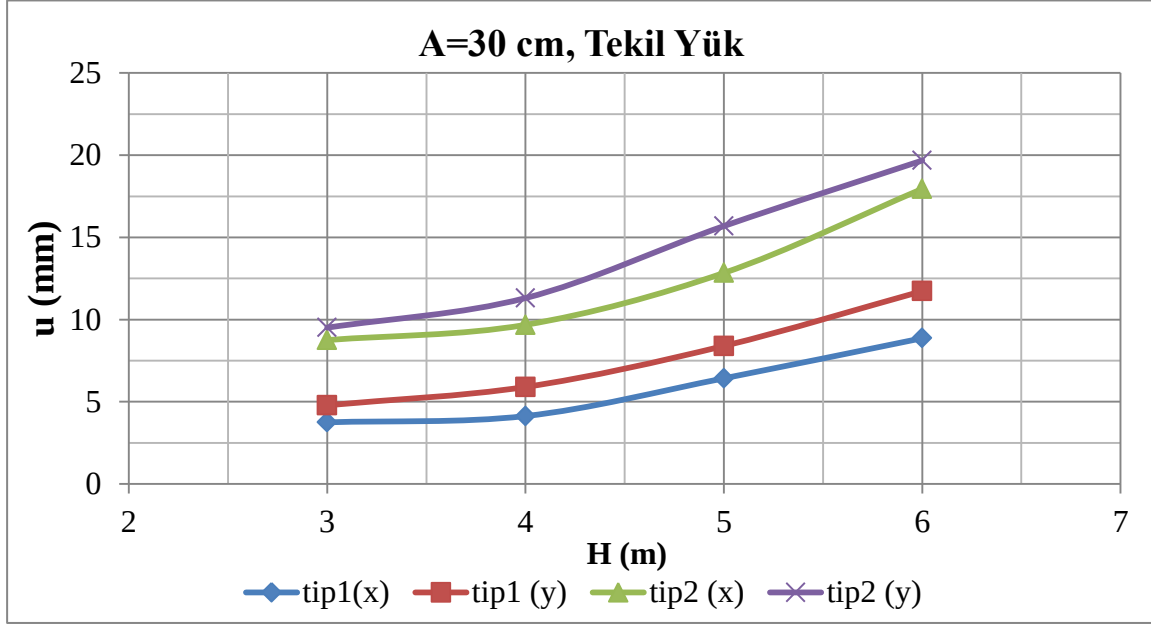
Grid aralığının 20cm kabul edilip, sisteme 200 kN ve 80 kN/m’lik olmak üzere 2 farklı tipteköprü ayağı yükü uygulandığında 2 tipte geogrid donatısı kullanılan MSE yapısının, duvar yüksekliğine bağlı olarak gerilme değişim grafiği Şekil 4.12’de verilmiştir. Grafikler incelendiğinde tip1 yani çift yönlü polipropilen donatının kullanıldığı MSE duvarındaki grafikler incelendiğinde gerilmelerin aynı düzlem içerisinde aynı oranda iletildiği açık bir şekilde görülmektedir



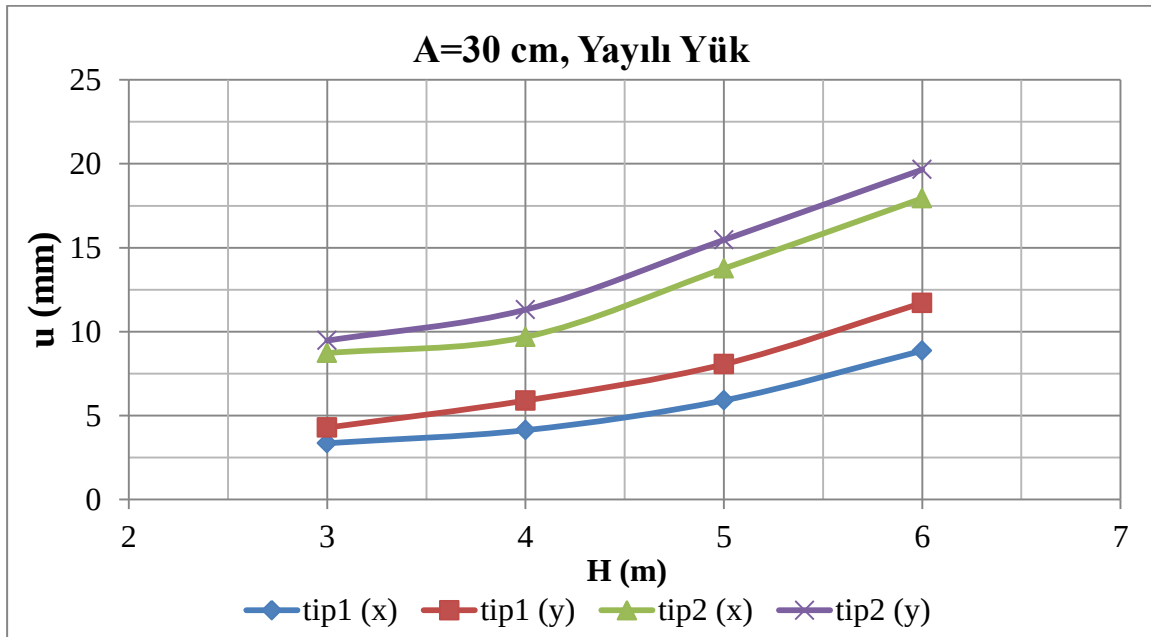
Şekil 4.12 : 20 cm grid aralıklı sistemde gerilme-duvar yüksekliği grafiği

Grid aralığının 30 cm kabul edilip, tekil ve yayılı olmak üzere iki farklı tipte yük etkitildiğinde duvar yüksekliğine bağlı olarak x ve y yönündeki deplasmanların

değişim grafiği Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’de gösterilmiştir. Sabit grid aralığında duvar yüksekliğinin artışının deplasmanları doğrusal bir şekilde arttırdığını, çift yönlü polipropilen geogrid donatısı kullanılan duvarda tek yönlü yüksek yoğunluklu polietilen geogrid donatısı kullanılan duvardakine göre daha az deplasman oluştuğu görülmektedir. Bu nedenle tip1’in, yani çift yönlü PP geogrid donatısının bu tez kapsamının MSE duvarı için daha uygun olduğu düşünülmektedir.

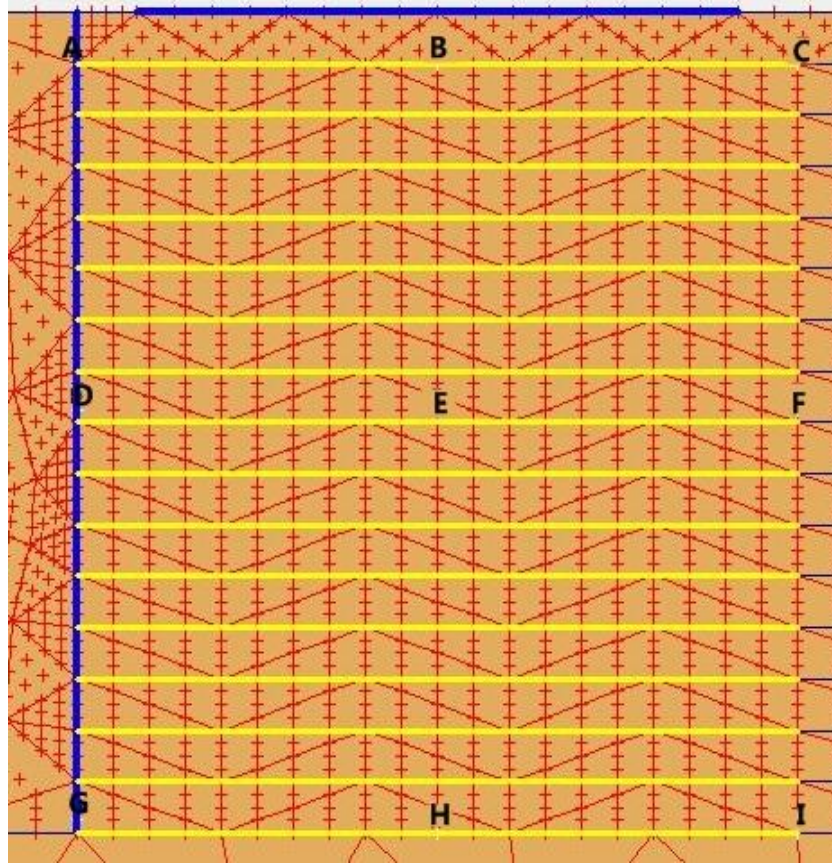


Şekil 4.13 : 30 cm grid aralıklı sistemde duvar yüksekliğine bağlı deplasman değişim grafiği



Şekil 4.14 : 30 cm grid aralıklı sistemdeduvar yüksekliğine bağlı deplasman değişim grafiği

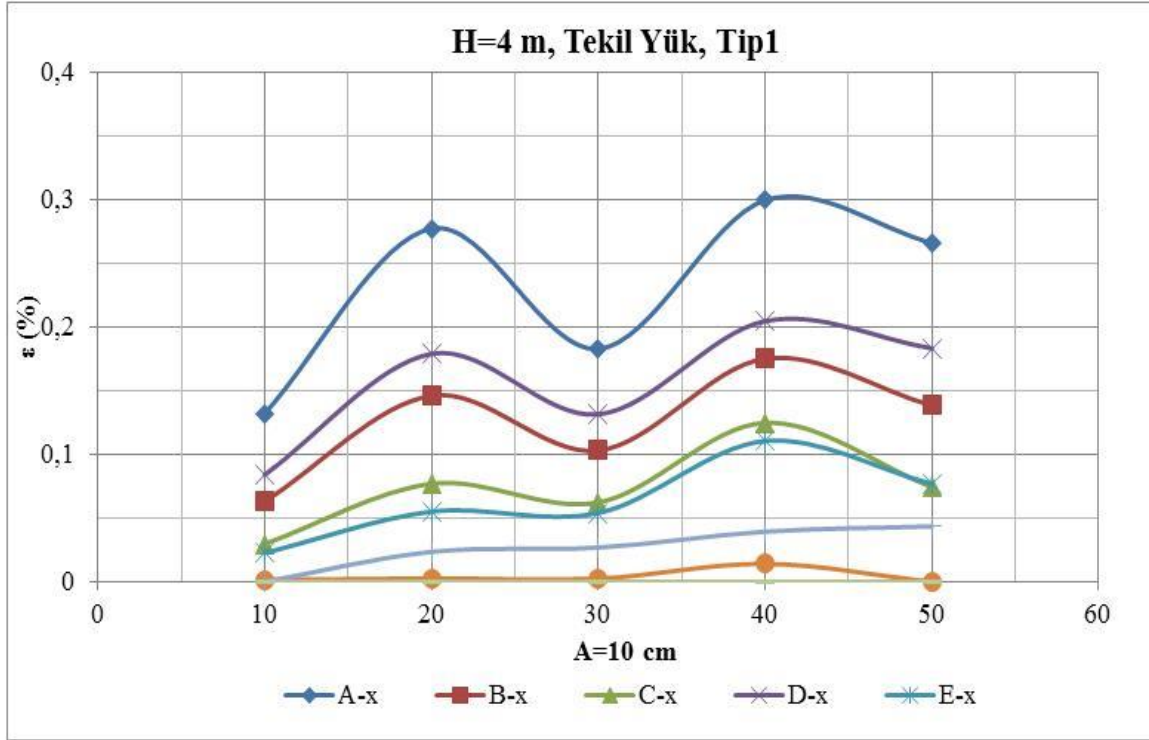
4 m yüksekliğindeki MSE duvarı içerisinde belirlenmiş Şekil 4.13’de de gösterilmiş olan 9 farklı nokta için deformasyon ve gerilme değerleri programın çözümlerinden alınmıştır. Her bir nokta için grid aralıklarına bağlı olarak düşey ve yatay yöndeki birim şekil değiştirme grafikleri oluşturulmuş ve her bir grafik yorumları ile beraber aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.15 : 4 m yükseklikteki MSE duvarı için seçilen noktalar

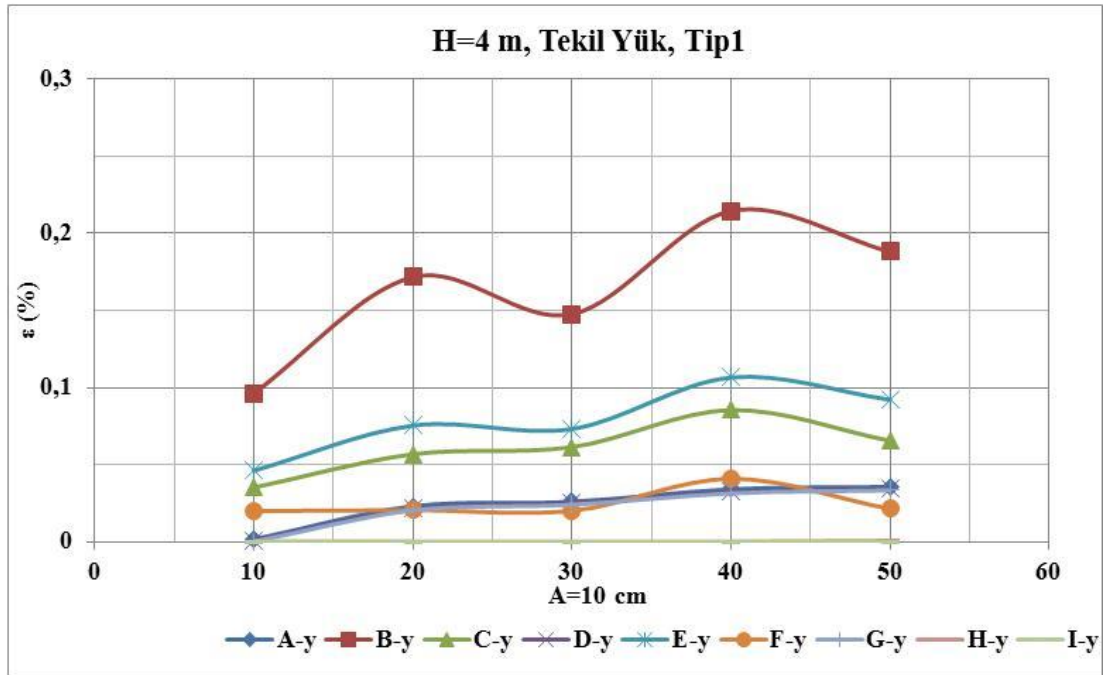
Şekil 4.16, 4m yüksekliğindeki MSE duvarının 200 kN’luk köprü ayağı yükü altında her bir noktanın grid mesafesine bağlı olarak x yönündeki birim şekil değişimlerini veren grafikleri göstermektedir. Grafiklerden görüleceği gibi 30 cm lik grid mesafesi en az deformasyonu verirken, x yönünde en fazla hareketlenme A noktasında meydana gelmiştir. Ayrıca grid mesafesine bağlı olarak birim şekil değiştirme değerlerinde bir dalgalanma olduğu göze çarpmaktadır. Bu durumda 10 cm grid mesafesi MSE duvarı için yetersiz gelmektedir. 30 cm ve 50 cm lik grid mesafelerinin uygulandığı noktalara bakacak olursak, 20 cm ve 40 cm’lik grid mesafelerinin uygulandığı noktalara oranla birim şekil değiştirmelerin daha düşük olduğu gözlenmektedir. Bunun en önemli sebebi duvar tasarımı yapılırken duvar yüzey elemanlarının 20 cm yükseklikte olması ve 30 cm ve 50 cm grid aralıklı duvar

oluşturulurken 2 m uzunluğundaki ara gridlerin diğerlerine göre daha sık yerleştirilmiş olmasıdır.



Şekil 4.16 : Tekil yük etkisi altında, çift yönlü PP geogrid donatısı kullanılan 4 m yüksekliğindeki MSE duvarı için grid aralığına bağlı olarak x yönündeki birim şekil değiştirme grafiği

Şekil 4.17, 4 m yüksekliğindeki MSE duvarının 200 kN'luk köprü ayağı yükü altında her bir noktanın grid mesafesine bağlı olarak y yönündeki birim şekil değişimlerini veren grafikleri göstermektedir. Grafiklerden görüleceği gibi 30 cm lik grid mesafesi her bir nokta için en az deformasyonu verirken, y yönünde en fazla oturma köprü ayağının hemen altında seçilmiş olan B noktasında meydana gelmiştir. MSE duvarında köprü ayağından aşağılara doğru inildikçe deformasyonların azalıp, sıfıra ulaştığı görülmektedir. Ayrıca grid mesafesine bağlı olarak birim şekil değiştirme değerlerinde bir dalgalanma olduğu göze çarpmaktadır. Bu durumda 10 cm grid mesafesi MSE duvarı için yetersiz gelmektedir. 30 cm ve 50 cm lik grid mesafelerinin uygulandığı noktalara bakacak olursak, 20 cm ve 40 cm'lik grid mesafelerinin uygulandığı noktalara oranla birim şekil değiştirmelerin daha düşük olduğu gözlenmektedir. Bunun en önemli sebebi duvar tasarımı yapılırken duvar yüzey elemanlarının 20 cm yükseklikte olması ve 30 cm ve 50 cm grid aralıklı duvar oluşturulurken 2 m uzunluğundaki ara gridlerin diğerlerine göre daha sık yerleştirilmiş olmasıdır.



Şekil 4.17 : Tekil yük etkisi altında, çift yönlü PP geogrid donatısı kullanılan 4 m yüksekliğindeki MSE duvarı için grid aralığına bağlı olarak y yönündeki birim şekil değiştirme grafiği

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında MSE duvarının köprü ayağı yükleri altındaki davranışları gözlenmiştir. Duvar yüksekliği, gridler arası mesafe, duvar yapımında kullanılan geogrid donatısı gibi çeşitli parametrelerin birbirleri ile kombinasyonları sonucunda oluşturulmuş sistemlerin Plaxis 8.0 sonlu elemanlar programı ile çözümleri yapılmıştır. Her bir sistemin yatay ve düşey yöndeki deplasman ve gerilme değerleri belirlenmiştir. Duvar yüksekliği (H) ve gridler arası mesafe (A) değişken kabul edilerek tüm kombinasyonlar için grafikler çizilmiş ve çizilen bu grafiklerin yorumlanmasıyla ortaya çıkan sonuçlar bu bölümde verilmektedir.

Çizilen grafiklere göre sabit bir grid aralığında duvar yüksekliği arttıkça yatay ve düşey yöndeki deplasmanların arttığı gözlenmiştir. Ayrıca MSE duvarı için tek yönlü geogrid donatısının yetersiz olduğu, çift yönlü geogrid donatısına göre sistemde daha fazla deformasyon oluşmasına neden olduğu için bu tarz yapılarda kullanılmasının uygun olmadığı gözlenmiştir.

Bu tez kapsamındaki çalışmalarda, köprü ayaklarından gelen yük tekil ve yayılı olmak üzere iki farklı tipte etkitilmiş ve aynı düzlemdeki gerilmelerin aynı oranda iletildiği görülmüştür. Ayrıca çizilen grafiklere bakıldığında 10 cm olarak belirlenmiş grid aralığında her ne kadar düşük deformasyonlar gözlenmiş olsa da sahada uygulama zorluğu ve bazı grafiklerdeki tutarsız değerleri dolayısıyla MSE duvarı için yetersiz kalacağı düşünülmüştür.

Duvar yüksekliğinin sabit, grid aralığının değişken olduğu grafikler incelendiğinde, deplasman değerlerinde bir dalgalanma olduğu görülmektedir. 30 ve 50 cm grid aralığına sahip duvarların diğerlerine oranla daha düşük deformasyonlara sahip olduğu farkedilmiştir. Bu da 20 cm'in üzerindeki grid aralıklarına sahip duvarlarda geogrid ve duvar yüzey elemanı arasındaki etkileşimi sağlamak adına 2 m uzunluğunda iki ana grid arasına serilen ara gridlerin, x ve y yönünde oluşan deformasyonları önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Ana geogrid ve ara geogridler arasında 10 cm boşluk kalacak şekilde yerleştirildiklerinde duvarda oluşacak deplasmanların minimum seviyeye ineceği kanıtlanmıştır. Bu durum aynı

zamanda 40 cm geogrid aralığı kullanılan duvarlardaki yüksek deformasyon oluşumlarının sebebini açıklamış olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Bağcı, F.**, (2007). Geosentetiklerle Projelendirme ve Zemin-Geosentetik Ara Yüzey Sürtünme Açılarının Değişik Geosentetik ve Zemin Türleri İçin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Brabant, K.** (2001). Mechanically Stabilized Earth Walls For Support of Highway Bridges. Advanced Foundation Engineering UMASS Lowell
- Cindemir, Y. O.** (1997). Yeni Bir İnşaat Malzemesi Olarak Geotekstiller, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güler, E.** (2006). Geosentetik Donatılı İstinat Duvarı Bir Şartname Taslağı, İkinci Ulusal Geosentetik Konferansı Kitapçığı, İstanbul
- The Geosynthetic Materials Association (GMA)** (2002), Handbook of Geosynthetics, Alındığı tarih: 15.05.2012, www.gmanow.com
- GMP Geosynthetics**, Soil Stabilization Products, Alındığı tarih: 10.03.2012, adres: <http://tmpgeosynthetics.com/english>
- Holtz, R. D.** (2001). Geosynthetics For Soil Reinforcement. 9th Spencer J. Buchanan Lecture, 19 p.
- Koerner R. M.**, 1998. Designing with Geosynthetics, Prentice-Hall Inc, New Jersey.
- Mckittrick, D. P.**(1978).“Reinforced Earth: Application of theory and research to practice.” Synopsium on soil reinforcing and stabilizing techniques. New South Wales Institute of Technology. Ocak 16, 1978.
- Özkol, O.** (2006). Geosentetik Donatılı İstinat Yapılarının Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Öztekin, A.** (1992). Geotekstil Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Paul D. Passe, P.E., CPM**(2001).Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design&Construction Guidelines Publication No. FHWA-NHI-00-043, U.S Department of Federal Highway Administration, NHI National Highway Institute Office of Bridge Technology. Mart, 2001.
- Paul D. Passe, P.E., CPM**(2000). Mechanically Stabilized Earth Wall Inspector's Handbook, State of Florida Department of Transportation.
- Plaxis Manual 2D**, (2011). Alındığı tarih: 20.04.2012, adres: <http://www.plaxis.nl/>
- Shukla, S. K.** (2002). Geosynthetics and Their Applications, Thomas Therfold Publishing, London.
- Töremiş E. İ.** (2003). Geotekstiller ve Plaxis Sonlu Elemanlar Programı, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Yazarsız,** Duvpan Toprakarme Broşürleri, Alındığı tarih: 15.04.2012, adres: http://www.duvpan.com.tr/dosya/duvpan_brosur-1.pdf
- Yazarsız,** Dupont Typar Broşürleri, Alındığı tarih:15.04.2012, adres: http://www2.dupont.com/Typar/en_US/tech_info/index_other_lgages.html
- Yazarsız,** Tencate Broşürleri, Alındığı tarih: 10.04.2012, adres: <http://www.tencate.com/Pages/7908/TenCate/Corporate/en/Home/Market-groups/Geosynthetics>
- Yazarsız,** Yapı Blok Broşürü, Alındığı tarih:15.04.2012, adres: <http://www.ymprefab.com.tr/yapiblok.asp?durum=anasayfa&go1=yapiblok>
- URL-1**<http://www.engineeringtoolbox.com/young-modulus-d_417.html>, alındığı tarih: 18.03.2012
- URL-2**<<http://www.geosynthetics.com.cn/>>, alındığı tarih: 15.03.2012
- URL-3**<<http://www.tencate.com>>, alındığı tarih: 18.03.2012
- URL-4**<http://geosyntheticsmagazine.com/articles/092311_geogrid_stability.html>, alındığı tarih: 12.04.2012
- URL-5**<<http://www.tenaxus.com>>, alındığı tarih: 10.04.2012
- URL-6**<<http://scmmclcn.en.made-in-china.com/offer/DbEcXmCnpkh/Sell-Biaxial-Geogrid-PP-Grid-.html>>, alındığı tarih: 18.03.2012
- URL-7** <<http://image.made-in-china.com/4f0j00rvSEMTAGYgoL/Uniaxial-Geogrid-PP-Geogrid-.jpg>>, alındığı tarih: 18.03.2012
- URL-8** <<http://www.simbeckliners.com/geomembraneprojectlists.html>>, alındığı tarih: 18.03.2012
- URL-9** <http://www.best-b2b.com/Products/896/900-2/geocomposite-drain_428909.html>, alındığı tarih: 18.03.2012
- URL-10** <<http://www.geosentetikler.com/2007/08/tnellerde-geokompozit-kullanm.html>>, alındığı tarih: 18.03.2012
- URL-11** <<http://www.erosionpollution.com/fabric-geotextile.html>>, alındığı tarih: 18.03.2012
- URL-12** <<http://www.boomenviro.com/geotech/woven.htm>>, alındığı tarih: 18.03.2012
- URL-13** <<http://www.istanbulteknik.com/index.php?id=213000>>, alındığı tarih: 18.03.2012
- URL-14** <http://www.duvpan.com.tr/dosya/duvpan_brosur-1.pdf>, alındığı tarih: 18.03.2012

EKLER

EK A1: 3 m Yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

EK A2: 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

EK A3: 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1)kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

EK A4: 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1)kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

EK A5: 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid Donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

EK A6: 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

EK A7: 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

EK A8: 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

- EK A9:** 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 2.5 m uzunluğunda tek yönlü HDPEgeogrid donatısı(Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A10:**3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A11:**4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A12:**4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A13:**5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A14:**5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A15:** 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A14:** 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 6 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A15:** 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 2.5 m uzunluğunda çiftyönlü PPgeogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A16:**3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

- EK A17:**4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A18:**4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A19:**5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A20:**5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A21:** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A22:** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan,6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A23:** 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 2.5 m uzunluğunda tekyönlü HDPEgeogrid donatısı(Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A24:**3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A254** m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A26:**4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

- EK A27:** 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A28:** 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A29:** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK A30:** 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 6 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri
- EK B1:** 3 m yüksekliğindeki duvarın B noktasındaki deplasman ve H noktasındaki gerilme grafikleri
- EK B2:** 5 m yüksekliğindeki duvarın B noktasındaki deplasman ve H noktasındaki gerilme grafikleri
- EK B3:** 6 m yüksekliğindeki duvarın B noktasındaki deplasman ve H noktasındaki gerilme grafikleri
- EK B4:** 10 cm grid aralığına sahip duvarın B noktasındaki deplasman ve H noktasındaki gerilme grafikleri
- EK B5:** 20 cm grid aralığına sahip duvarın B noktasındaki deplasman ve H noktasındaki gerilme grafikleri
- EK B6:** 30 cm grid aralığına sahip duvarın B noktasındaki deplasman ve H noktasındaki gerilme grafikleri
- EK B7:** 40 cm grid aralığına sahip duvarın B noktasındaki deplasman ve H noktasındaki gerilme grafikleri
- EK B8:** 50 cm grid aralığına sahip duvarın B noktasındaki deplasman ve H noktasındaki gerilme grafikleri
- EK B9:** 3m yüksekliğindeki duvarın deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

EK B10: 4m yüksekliğindeki duvarın deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

EK B11: 5m yüksekliğindeki duvarın deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

EK B12: 6m yüksekliğindeki duvarın deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

A1

Çizelge A.1 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıkla, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE(m)	Y YÖNÜNDE(m)	TOPLAM
A(2 ; 7.97)	2,3663	0,1363	0,00
B(3.25 ; 8)	1,2345	2,1624	44,86
C(4.5 ; 8)	0,4954	2,5030	134,67
D(2 ; 6.55)	1,8857	0,0848	0,00
E(3.25 ; 6.58)	0,9231	1,1600	73,96
F(4,5 ; 6.58)	0,1463	0,8556	87,24
G(2 ; 5.03)	0,0516	0,0250	37,06
H(3.25 ; 5)	0,0030	0,0033	91,70
I(4.5 ; 5)	0,0013	0,0023	87,92

Çizelge A.2 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıkla, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	4,2872	0,6070	0,00
B(3.25 ; 8)	2,4369	3,4031	59,91
C(4.5 ; 8)	1,0371	3,5601	88,73
D(2 ; 6.6)	3,5075	0,5451	0,00
E(3.25 ; 6.6)	1,8119	1,9326	82,37
F(4.5 ; 6.65)	0,2627	1,1619	75,31
G(2 ; 5.05)	0,8537	0,4881	0,34
H(3.25 ; 5.05)	0,0195	0,0300	102,55
I(4.5 ; 5.05)	-0,0037	0,0248	89,27

Çizelge A.3 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıkla, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	3,6131	0,1611	0,00
B(3.25 ; 8)	1,9810	2,8814	50,57
C(4.5 ; 8)	0,8794	3,0606	67,31
D(2 ; 6.6)	2,8775	0,1003	0,00
E(3.3 ; 6.6)	1,3868	1,5581	71,25
F(4.45 , 6.6)	0,0892	0,8843	56,69
G(2 ; 5)	0,0317	0,0359	47,93
H(3.34 ; 5.05)	0,0009	0,0021	84,08
I(4.5 ; 5)	0,0026	0,0028	86,61

Çizelge A.4 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıkla, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	5,2271	1,0361	0,00
B(3.25 ; 8)	3,1590	4,3512	63,86
C(4,5 , 8)	1,6606	4,6284	70,67
D(2 ; 6.6)	4,5010	0,9756	0,00
E(3.25 ; 6.6)	2,7015	2,7333	83,17
F(4.5 ; 6.6)	0,3337	0,9746	25,85
G(2 ; 5)	1,4611	0,9182	0,34
H(3.25 ; 5)	-0,0009	0,0025	96,48
I(4.5 ; 5)	-0,0002	0,0032	89,67

Çizelge A.5 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıkla, 2,5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	4,9198	1,1531	0,00
B(3.25 ; 8)	3,0467	4,4510	67,37
C(4.5 ; 8)	1,7552	4,8670	30,17
D(2 ; 6.5)	4,4455	1,0984	0,00
E(3.25 ; 6.5)	2,7755	2,8991	82,78
F(4.5 ; 6.5)	0,1829	1,0933	10,74
G(2 ; 5)	-0,0010	0,0024	0,34
H(3.25 ; 5)	-0,0004	0,0028	93,85
I(4.5 ; 5)	1,6702	1,0435	88,80

EK A2

Çizelge A.6 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 7.97)	6,0871	0,3745	0,00
B(3,5 ; 7,97)	3,2007	4,8600	148,85
C(5 ; 8)	2,0409	1,7697	7,23
D(2 ; 6.58)	3,9230	0,3619	0,00
E(3.5 ; 6.58)	1,4388	2,4770	172,20
F(5 ; 6.58)	0,0455	0,7832	78,08
G(2 ; 5.03)	0,6652	0,3322	0,35
H(3.5 ; 5.03)	0,0082	0,0318	166,25
I(5 ; 5)	-0,0004	0,0067	106,90

Çizelge A.7 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN		GERİLME TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 8)	7,8511	0,2516	7,23
B(3,5 ; 8)	3,8715	4,6392	99,35
C(5 ; 8)	2,0909	1,6278	0,37
D(2 ; 6,65)	4,9659	0,2239	0,00
E(3,5 ; 6,65)	1,6228	2,3465	121,82
F(5 ; 6,65)	0,0548	0,6061	47,55
G(2 ; 5,05)	0,5467	0,1979	18,65
H(3 ; 5)	0,0004	0,0051	120,04
I(5 ; 5)	-0,0003	0,0033	89,73

Çizelge A.8 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 8)	7,3634	0,3648	7,55
B(3,5 ; 8)	3,7492	4,7885	94,04
C(5 ; 8)	2,0639	1,6317	0,73
D(2 ; 6,5)	4,4761	0,3419	0,00
E(3,45 ; 6,53)	1,6469	2,2516	107,82
F(5 ; 6,53)	-0,0228	0,5736	57,39
G(2 ; 5)	0,6433	0,3173	0,34
H(3,5 ; 5)	-0,0003	0,0043	111,36
I(5 ; 5)	-0,0008	0,0032	92,64

Çizelge A.9 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 8)	9,3995	0,4256	9,60
B(3,5 ; 8)	4,7682	5,6570	92,87
C(5 ; 8)	2,7590	1,7981	5,09
D(2 ; 6,6)	5,9285	0,3955	0,00
E(3,5 ; 6,6)	2,2056	2,8372	107,61
F(5 ; 6,6)	-0,0108	0,5945	54,04
G(2 ; 5)	0,7555	0,3680	0,36
H(3,5 ; 5)	-0,0011	0,0032	110,69
I(5 ; 5)	-0,0008	0,0041	93,01

Çizelge A.10 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	8,8298	0,4734	8,86
B(3.5 ; 8)	4,5208	5,6642	90,78
C(5 ; 8)	2,5252	1,6873	0,34
D(2 ; 6.5)	5,4063	0,4472	0,00
E(3.5 ; 6.5)	2,1413	2,6719	106,74
F(5 ; 6.5)	-0,0532	0,5705	57,51
G(2 ; 5)	-0,0013	0,0030	0,34
H(3.5 ; 5)	-0,0010	0,0036	102,21
I(5 ; 5)	0,8742	0,4212	92,72

EK A3

Çizelge A.11 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8.97)	6,7983	0,6148	0,00
B(3.5 ; 9)	4,1538	5,1686	83,66
C(5 ; 9)	2,8981	2,8103	0,22
D(2 ; 7.05)	4,3592	0,5877	0,00
E(3.5 ; 7.03)	1,9381	2,5727	112,69
F(5 ; 7.03)	0,5529	1,2646	54,98
G(2 ; 5.03)	0,5242	0,5432	0,00
H(3.5 ; 5)	0,0018	0,0022	133,75
I(5 ; 5)	0,0032	0,0044	105,64

Çizelge A.12 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	11,9866	0,2882	7,38
B(3.5 ; 8)	7,3077	7,7820	93,87
C(5 ; 8)	4,7646	3,9518	13,75
D(2 ; 6)	2,9172	3,3888	0,00
E(3.5 ; 6)	7,3362	0,2189	118,96
F(5 ; 6)	0,4702	1,1949	105,52
G(2 ; 4)	0,0013	0,0021	20,73
H(3.5 ; 4)	0,0027	0,0036	130,27
I(5 ; 4)	0,3055	0,1669	109,30

Çizelge A.13 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8,2)	7,2174	0,2380	5,90
B(3,5 ; 8,2)	4,3630	5,6091	88,34
C(5 ; 8,2)	3,3840	3,3587	0,11
D(2 ; 6,15)	4,8061	0,2070	0,00
E(3,5 ; 6,1)	2,3125	2,7579	126,19
F(5 ; 6,1)	0,4726	1,2959	79,01
G(2 ; 4)	0,2583	0,1533	31,16
H(3,5 ; 4)	0,0033	0,0032	129,70
I(5 ; 4)	0,0018	0,0013	102,22

Çizelge A.14 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	20,0674	3,7022	13,63
B(3.2 ; 8)	13,4793	15,1001	106,83
C(4.55 ; 8)	10,5345	12,8148	81,82
D(2 ; 6.6)	16,1607	3,6495	0,00
E(3.25 ; 6.6)	10,6661	10,2315	121,78
F(4.5 ; 6.6)	4,9326	6,5392	86,88
G(2 ; 5)	9,6137	3,6103	0,00
H(3.2 ; 5)	5,3412	3,6810	144,04
I(4.44 ; 5)	0,7195	1,0852	95,07

Çizelge A.15 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	11,1928	0,5805	5,78
B(3,5 ; 8)	6,7702	7,8684	104,80
C(5 ; 8)	4,5258	4,5184	0,26
D(2 ; 6,05)	7,3547	0,5243	0,00
E(3,5 ; 6)	3,4654	3,7027	135,36
F(5 ; 6)	0,4706	1,1859	71,92
G(2 ; 4,05)	0,9967	0,4739	40,98
H(3,53 ; 4,05)	0,0167	0,0358	129,77
I(4,96 ; 4,1)	0,0016	0,0517	100,17

EK A4

Çizelge A.16 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 9)	5,3898	0,0654	0,00
B(4 ; 9)	2,6243	3,9172	75,35
C(6 ; 9)	1,1486	1,4737	88,37
D(2 ; 7.10)	3,4993	0,0446	0,00
E(4 ; 7.15)	1,0343	2,0391	106,73
F(6 ; 7.10)	0,0878	0,8319	89,50
G(2 ; 5.025)	0,0581	0,0103	45,54
H(4 ; 5)	0,0023	0,0037	121,72
I(6 ; 5)	0,0010	0,0020	116,49

Çizelge A.17 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 8)	11,1089	0,9240	0,00
B(4 ; 8)	5,8566	6,8631	86,40
C(6 ; 8)	3,0904	2,2719	8,02
D(2 ; 6)	7,1738	0,8589	0,00
E(4 ; 6)	2,2118	3,0135	114,36
F(6 ; 6)	0,1120	0,8230	60,20
G(2 ; 4)	0,9511	0,8183	0,30
H(4 ; 4)	0,0027	0,0036	127,30
I(6 ; 4)	0,0010	0,0017	103,62

Çizelge A.18 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 8.2)	7,3304	1,0400	5,93
B(4 ; 8.2)	4,1317	5,9031	88,37
C(6 ; 8.2)	2,5043	2,4579	0,29
D(2 ; 6.2)	5,2722	1,0108	0,00
E(4 ; 6.2)	2,1690	2,9280	38,05
F(6 ; 6.1)	0,1087	0,8075	47,87
G(2 ; 4.025)	1,0837	0,9623	0,24
H(4 ; 4)	0,0028	0,0030	119,44
I(6 ; 4)	0,0012	0,0004	97,06

Çizelge A.19 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	11,9970	1,3650	0,00
B(3,5 ; 8)	7,0208	8,5770	94,20
C(5 ; 8)	5,0018	6,5163	82,88
D(2 ; 6,05)	8,2014	1,3017	0,00
E(3,5 ; 6,05)	4,4306	4,2603	120,23
F(5 ; 6)	0,5742	1,6365	87,60
G(2 ; 4)	1,5833	1,2592	0,27
H(3,5 ; 4)	0,0035	0,0033	127,40
I(5 ; 4)	0,0018	0,0025	113,72

Çizelge A.20 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	10,6596	1,4251	0,00
B(4 ; 8)	5,5454	7,5206	86,91
C(6 ; 8)	2,9837	2,6204	7,78
D(2 ; 6)	7,3435	1,3716	0,00
E(4 ; 6,05)	3,0856	3,6851	98,27
F(6 ; 6)	0,0037	0,8546	63,22
G(2 ; 4,05)	1,7497	1,3337	0,25
H(4 ; 4,05)	0,0121	0,0315	116,69
I(6 ; 4)	0,0010	0,0013	103,86

EK A5

Çizelge A.21 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8,975)	8,6915	0,9099	0,00
B(4 ; 9)	5,2973	6,6825	79,51
C(6 ; 9)	3,3781	3,0912	11,88
D(2 ; 6,55)	5,9155	0,8657	0,00
E(4 ; 6,525)	2,4193	3,2910	112,75
F(6 ; 6,55)	0,6432	1,5667	90,84
G(2 ; 4)	0,6471	0,8027	0,33
H(4 ; 4)	0,0042	0,0028	141,43
I(6 ; 4)	0,0021	0,0008	120,94

Çizelge A.22 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	15,6022	1,6903	0,00
B(4 ; 9)	10,0406	10,6333	83,93
C(6 ; 9)	6,3483	4,9022	8,79
D(2 ; 6.65)	11,1817	1,5753	0,00
E(4 ; 6.65)	4,7063	5,3571	113,68
F(6 ; 6.65)	0,9117	1,7606	71,32
G(2 ; 4,05)	1,6213	1,4966	0,30
H(4 ; 4)	0,0040	0,0028	141,67
I(6 ; 4.05)	0,0004	0,0309	120,85

Çizelge A.23 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9.1)	10,6065	1,4657	0,00
B(4 ; 9.1)	6,6299	8,2671	85,58
C(6 ; 9.1)	4,2509	4,5167	3,46
D(2 ; 6.4)	7,0818	1,4028	0,00
E(4 ; 6.45)	3,3992	3,7264	125,69
F(6 ; 6.4)	0,4456	1,3686	74,64
G(2 ; 4.025)	1,2084	1,3259	0,31
H(4 ; 4)	0,0047	0,0018	130,87
I(6 ; 4)	0,0024	-0,0004	115,02

Çizelge A.24 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8.8)	16,2266	2,3610	0,22
B(4 ; 8.85)	10,0647	11,6874	82,73
C(6 ; 8.8)	6,4179	5,7297	5,61
D(2 ; 6.45)	11,8194	2,2545	0,00
E(4 ; 6.45)	5,5318	5,7707	105,89
F(6 ; 6.4)	0,4323	1,4259	75,54
G(2 ; 4.05)	2,7710	2,1872	0,25
H(4 ; 4)	0,0040	0,0022	126,64
I(6 ; 4)	0,0018	0,0008	117,57

Çizelge A.25 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	14,9467	2,1161	0,00
B(4 ; 9)	9,3746	11,5256	81,13
C(6 ; 9)	6,2933	5,9796	5,35
D(2 ; 6.575)	11,3027	2,0135	0,00
E(4 ; 6.6)	6,0001	5,8415	179,37
F(5.93 ; 6.6)	0,6769	1,9119	77,42
G(2 ; 4.05)	2,2559	1,9377	0,26
H(4 ; 4.05)	0,0193	0,0320	125,18
I(6 ; 4)	0,0022	0,0003	120,00

EK A6

Çizelge A.26 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda Çift Yönlü PP geogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	7,9411	0,8144	0,00
B(4,5 ; 9)	4,1774	6,0360	67,06
C(7 ; 9)	4,1774	6,0360	67,06
D(2 ; 6.5)	5,4974	0,7715	0,00
E(4.68 ; 6.525)	1,5378	2,7282	87,17
F(7 ; 6.525)	0,2183	1,2085	112,34
G(2 ; 4.025)	0,6976	0,7162	0,00
H(4.68 ; 4)	0,0038	0,0023	110,65
I(7 ; 4)	0,0015	0,0006	130,04

Çizelge A.27 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda Çift Yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	14,0689	1,4251	0,00
B(4,5 ; 9)	7,8137	9,2308	85,23
C(7 ; 9)	3,7431	3,1709	10,60
D(2 ; 6.45)	9,8222	1,3060	0,00
E(4.32 ; 6.5)	3,4592	4,2413	112,88
F(7 ; 6.45)	0,1937	1,1499	60,36
G(2 ; 4.05)	1,4777	1,2404	0,00
H(4.32 ; 4)	0,0041	0,0022	135,90
I(7 ; 4.05)	-0,0025	0,0297	116,21

Çizelge A.28 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda Çift Yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9.1)	10,3395	1,5806	0,00
B(4 ; 9.1)	6,4262	8,3955	77,22
C(6 ; 9.1)	3,8791	3,8902	4,42
D(2 ; 6.45)	7,1007	1,5170	0,00
E(4.59 ; 6.45)	2,1023	2,9998	74,73
F(6.95 ; 6.45)	0,2180	1,0603	57,30
G(2 ; 4)	1,1512	1,4399	0,00
H(4.68 ; 4)	0,0038	-0,0014	117,04
I(7 ; 4)	0,0015	-0,0032	109,77

Çizelge A.29 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda Çift Yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8.8)	14,7159	0,9014	0,21
B(4.5 ; 8.8)	7,6572	9,7747	81,65
C(7 ; 8.8)	3,3427	3,2394	5,58
D(2 ; 6.45)	10,5480	0,7940	0,00
E(4.5 ; 6.45)	3,3062	4,3586	103,57
F(7 ; 6.,4)	0,0495	1,0961	61,77
G(2 ; 4.05)	1,4901	0,7265	41,32
H(4.55 ; 4.05)	0,0176	0,0305	117,74
I(7 ; 4)	0,0011	0,0008	116,01

Çizelge A.30 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda Çift Yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	14,5768	1,9993	0,00
B(4.5 ; 9)	8,3932	10,9833	83,95
C(7 ; 9)	3,8253	3,8292	4,99
D(2 ; 6.5)	10,8462	1,8936	0,00
E(4.59 ; 6.55)	3,5122	4,6997	88,46
F(7 ; 6.5)	0,1217	1,1095	57,98
G(2 ; 4.05)	2,0469	1,8193	0,00
H(4 ; 4.05)	0,0187	0,0321	123,36
I(7 ; 4)	0,0013	-0,0001	114,13

EK A7**Çizelge A.31** : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğundatek yönlü HDPEgeogrid donatısı(Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	5,2681	0,1537	0,00
B(3.25 ; 8)	2,6469	3,2510	47,29
C(4 ; 8)	1,6259	3,2381	103,45
D(2 ; 6.5)	3,5039	0,0922	0,00
E(3.25 ; 6.55)	1,4719	1,5350	75,40
F(4.5 ; 6.55)	0,0818	0,8272	76,42
G(2 ; 5.025)	0,0900	0,0320	34,37
H(3.25 ; 5)	0,0029	0,0031	88,50
I(4.5 ; 5)	0,0010	0,0022	86,94

Çizelge A.32 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	14,7687	0,8171	0,00
B(3.2 ; 8)	7,9251	9,7761	49,74
C(4.55 ; 8)	5,5284	5,4028	7,72
D(2 ; 6.6)	9,1353	0,7979	0,00
E(3.2 ; 6.6)	4,4963	4,9386	76,50
F(4.55 ; 6.65)	0,3880	1,4494	44,84
G(2 ; 5.05)	1,8270	0,7691	22,87
H(3.2 ; 5.05)	0,0350	0,0595	88,61
I(4.55 ; 5.05)	-0,0151	0,0415	85,92

Çizelge A.33 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	8,1009	0,2070	0,00
B(3.25 ; 8)	4,2180	4,5871	51,44
C(4.5 ; 8)	1,6526	3,8065	66,94
D(2 ; 6.5)	5,2690	0,1206	0,00
E(3.25 ; 6.5)	2,1492	2,0193	75,38
F(4.5 ; 6.5)	-0,0212	0,6999	59,47
G(2 ; 5.05)	0,2527	0,0580	27,51
H(3.25 ; 5)	0,0024	0,0026	80,57
I(4.5 ; 5)	0,0006	0,0020	86,57

EK A8**Çizelge A.34 :** 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	14,7687	0,8171	0,00
B(3.5 ; 8)	7,4628	8,8612	164,78
C(5 ; 8)	4,3413	2,2553	11,55
D(2 ; 6.55)	8,9180	0,7974	0,00
E(3.5 ; 6.55)	3,1496	4,1939	182,70
F(5 ; 6.55)	0,0105	0,6934	63,23
G(2 ; 5.025)	1,7021	0,7684	0,36
H(3.5 ; 5.025)	0,0080	0,0326	170,81
I(5 ; 5)	-0,0012	0,0067	107,34

Çizelge A.35 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	19,4418	0,6334	8,04
B(3,5 ; 8)	9,3502	9,4927	110,70
C(5 ; 8)	4,7018	2,6639	0,15
D(2 ; 6,65)	11,9489	0,5757	0,00
E(3,5 ; 6,65)	3,8997	4,5485	125,87
F(5 ; 6,65)	0,0671	0,5764	41,93
G(2 ; 5,05)	1,5696	0,5444	0,29
H(3,05 ; 5,05)	0,0293	0,0438	121,01
I(5 ; 5,05)	-0,0111	0,0258	88,73

Çizelge A.36 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	17,9333	0,7430	9,06
B(35 ; 8)	8,7528	9,5084	105,39
C(5 ; 8)	4,3423	2,5912	3,37
D(2 ; 6.5)	10,3458	0,6988	0,00
E(3.5 ; 6.5)	3,5555	4,1010	107,00
F(5 ; 6.5)	-0,0316	0,5603	54,64
G(2 ; 5.05)	1,8024	0,6731	0,32
H(3.5 ; 5)	-0,0013	0,0040	111,05
I(5 ; 5.05)	-0,0113	0,0260	92,34

Çizelge A.37 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	21,9188	0,1399	0,20
B(3.5 ; 8)	10,2914	10,3902	115,08
C(5 ; 8)	4,6043	2,3537	4,98
D(2 ; 6.65)	12,8959	0,0796	0,00
E(3.5 ; 6.5)	2,9238	3,5272	126,48
F(5 ; 6.65)	-0,0144	0,5842	48,51
G(2 ; 5.05)	0,4893	0,0472	19,12
H(3.5 ; 5)	0,0013	0,0043	108,05
I(5 ; 5.05)	-0,0112	0,0261	92,65

Çizelge A.38 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	20,5413	0,1315	0,21
B(3.5 ; 8)	9,7151	10,2058	103,59
C(5 ; 8)	4,0678	2,0920	0,38
D(2 ; 6.5)	11,0578	0,0800	0,00
E(3.5 ; 6.55)	3,2013	3,8233	116,93
F(5 ; 6.5)	-0,0725	0,5555	55,80
G(2 ; 5.05)	0,4742	0,0532	21,90
H(3.5 ; 5)	0,0013	0,0039	99,62
I(5 ; 5.05)	-0,0109	0,0260	92,73

EK A9

Çizelge A.39 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	16,8067	1,7079	0,00
B(3.5 ; 9)	10,0200	10,1747	91,36
C(5 ; 9)	6,6472	4,6224	0,34
D(2 ; 7.075)	10,3761	1,6641	0,00
E(3.5 ; 7.025)	4,5214	4,8387	114,42
F(5 ; 7.025)	0,7867	1,4585	53,50
G(2 ; 5.025)	1,6570	1,6184	0,00
H(3.5 ; 5)	0,0030	0,0046	136,80
I(5 ; 5)	0,0015	0,0024	107,27

Çizelge A.40 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	30,2823	0,9484	8,57
B(3.5 ; 8)	18,0645	16,8273	103,65
C(5 ; 8)	11,5510	7,9226	13,17
D(2 ; 6.05)	18,1363	0,8086	0,00
E(3.5 ; 6)	7,0921	6,9709	121,57
F(5 ; 6)	0,6676	1,3478	111,64
G(2 ; 4)	1,4927	0,7434	0,30
H(3.5 ; 4)	0,0019	0,0037	132,98
I(5 ; 4)	0,0008	0,0022	110,33

Çizelge A.41 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8.2)	7,2174	0,2380	4,30
B(3.5 ; 8.2)	4,3630	5,6091	97,35
C(5 ; 8.2)	3,3840	3,3587	0,16
D(2 ; 5.825)	4,2564	0,2008	0,00
E(3.5 ; 5.8)	1,8961	2,2590	131,21
F(5 ; 5.8)	0,2264	0,9466	67,66
G(2 ; 4)	0,2583	0,1533	0,37
H(3.5 ; 4)	0,0033	0,0032	130,99
I(5 ; 4)	0,0018	0,0013	103,32

Çizelge A.42 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	30,8937	0,2609	0,19
B(3.5 ; 8)	17,7980	17,0298	119,52
C(5 ; 8)	10,5037	7,6723	0,38
D(2 ; 6.05)	17,9394	0,1182	0,00
E(3.25 ; 6.05)	8,8619	7,7137	125,64
F(4.55 ; 6)	1,2947	2,1468	83,45
G(2 ; 4)	0,0985	0,0536	77,66
H(3.25 ; 4.05)	0,0192	0,0349	126,16
I(4.55 ; 4)	0,0017	0,0024	111,62

Çizelge A.43 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	26,6818	0,2256	0,19
B(3.5 ; 8)	15,2307	15,1440	117,43
C(5 ; 8)	8,9976	7,0545	0,37
D(2 ; 6.1)	15,8482	0,1156	0,00
E(3.53 ; 6.05)	6,1192	5,9843	136,84
F(5 ; 6)	0,2794	1,0613	70,15
G(2 ; 4.05)	0,5001	0,0558	25,96
H(3.53 ; 4.05)	0,0126	0,0336	122,54
I(5 ; 4)	0,0014	0,0016	103,89

EK A10

Çizelge A.44 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	13,1045	0,1890	0,00
B(4 ; 9)	5,9727	6,6570	83,75
C(6 ; 9)	1,8397	2,4770	0,38
D(2 ; 7)	7,5332	0,1480	0,00
E(4 ; 7.025)	1,8564	2,7765	118,42
F(6 ; 7.025)	0,0518	0,7614	49,15
G(2 ; 5)	0,1278	0,1128	86,42
H(4 ; 5)	0,0019	0,0036	121,99
I(6 ; 5)	0,0005	0,0020	100,18

Çizelge A.45 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	28,0656	2,8439	0,00
B(4 ; 8)	14,5188	14,5380	91,37
C(6 ; 8)	7,2504	3,8957	8,61
D(2 ; 6.05)	17,7788	2,7085	0,00
E(4 ; 6.05)	5,6870	6,2751	117,62
F(6 ; 6.05)	0,1582	0,8030	50,50
G(2 ; 4.05)	3,7352	2,6565	0,27
H(4 ; 4)	0,0025	0,0037	127,63
I(6 ; 4)	0,0007	0,0017	103,34

Çizelge A.46 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8.2)	17,9187	2,6204	4,47
B(4 ; 8.2)	9,6815	11,3102	95,02
C(6 ; 8.2)	5,2781	3,9856	4,99
D(2 ; 6.4)	12,7771	2,5748	0,00
E(4 ; 6.4)	5,0108	6,1848	112,33
F(6 ; 6.4)	0,2023	0,8523	44,87
G(2 ; 4.025)	3,0064	2,5214	0,27
H(4 ; 4)	0,0027	0,0032	121,61
I(6 ; 4)	0,0011	0,0004	96,36

Çizelge A.47 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	27,9367	0,2632	0,00
B(4 ; 8)	13,0677	13,7563	100,15
C(6 ; 8)	4,3853	3,2040	10,84
D(2 ; 6.05)	16,3465	0,1316	0,00
E(4 ; 6.05)	4,4330	4,8360	118,44
F(6 ; 6.05)	-0,0035	0,8324	53,29
G(2 ; 4.05)	0,5308	0,0777	28,44
H(4 ; 4)	0,0026	0,0026	116,20
I(6 ; 4.05)	-0,0060	0,0273	102,52

Çizelge A.48 : 4 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	24,7829	0,2526	0,00
B(4 ; 8)	11,5044	12,6891	97,51
C(6 ; 8)	3,9039	2,8887	9,67
D(2 ; 6)	14,2375	0,1433	0,00
E(4 ; 6.05)	4,1324	4,5891	110,67
F(6 ; 6.05)	-0,0319	0,8392	55,13
G(2 ; 4.05)	0,5024	0,0960	33,83
H(4 ; 4.05)	0,0089	0,0310	114,85
I(6 ; 4.05)	-0,0053	0,0271	102,15

EK A11**Çizelge A.49 :** 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	20,1363	2,3655	0,00
B(4.5 ; 9)	10,1589	11,4212	84,90
C(7 ; 9)	4,7440	2,7853	13,15
D(2 ; 6.5)	12,9597	2,2867	0,00
E(4 ; 6.525)	5,8421	5,9212	106,60
F(6 ; 6.55)	0,8065	2,0758	99,33
G(2 ; 4.025)	2,3199	2,2282	0,00
H(4 ; 4)	0,0047	0,0022	135,02
I(6 ; 4)	0,0023	0,0020	128,16

Çizelge A.50 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	39,2905	3,7960	0,00
B(4 ; 9)	24,3398	22,4741	89,03
C(6 ; 9)	14,7815	9,1019	9,45
D(2 ; 6.65)	26,1874	3,5498	0,00
E(4 ; 6.65)	10,5730	10,4484	120,29
F(6 ; 6.65)	1,3103	1,9517	63,83
G(2 ; 4.05)	3,8950	3,4458	0,31
H(4 ; 4)	0,0035	0,0028	144,03
I(6 ; 4.05)	-0,0014	0,0312	121,81

Çizelge A.51 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9.1)	26,0559	3,2784	0,00
B(4 ; 9.1)	15,6958	16,3144	93,13
C(6 ; 9.1)	9,1975	8,2001	4,10
D(2 ; 6.4)	16,0506	3,1738	0,00
E(4 ; 6.45)	7,1005	6,8575	77,72
F(6 ; 6.45)	0,5624	1,5042	74,36
G(2 ; 4.025)	2,9374	3,0950	0,30
H(4 ; 4)	0,0048	0,0019	128,89
I(6 ; 4)	0,0023	-0,0004	114,96

Çizelge A.52 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8.8)	38,0202	0,7086	0,21
B(4 ; 8.85)	21,3270	21,3816	89,19
C(6 ; 8.8)	10,8716	8,1358	8,07
D(2 ; 6.4)	23,0331	0,4760	0,00
E(4 ; 6.4)	7,9034	7,6335	91,85
F(6 ; 6.4)	0,1441	1,2190	71,47
G(2 ; 4)	0,4626	0,3865	44,21
H(4 ; 4)	0,0036	0,0016	124,60
I(6 ; 4)	0,0015	0,0009	118,23

Çizelge A.53 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	35,1824	0,5885	0,00
B(4 ; 9)	20,0954	21,2175	92,37
C(6 ; 9)	11,0011	8,3675	8,12
D(2 ; 6.525)	22,0586	0,3742	0,00
E(4 ; 6.55)	9,0455	8,1709	114,00
F(6 ; 6.5)	0,1382	1,3247	76,53
G(2 ; 4.05)	0,7434	0,2814	0,00
H(4 ; 4.05)	0,0137	0,0324	126,59
I(6 ; 4)	0,0018	0,0005	120,57

EK A12

Çizelge A.54 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	20,1363	2,3655	0,00
B(4.5 ; 9)	10,1589	11,4212	84,90
C(7 ; 9)	4,7440	2,7853	13,15
D(2 ; 6.6)	13,3174	2,2878	0,00
E(4.5 ; 6.625)	4,2839	5,2775	114,30
F(7 ; 6.65)	0,3137	1,1999	47,53
G(2 ; 4.025)	2,3199	2,2282	0,00
H(4.5 ; 4)	0,0041	0,0024	137,66
I(7 ; 4)	0,0014	0,0005	116,63

Çizelge A.55 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	35,3300	3,5120	0,00
B(4,5 ; 9)	18,7059	18,7203	95,24
C(6 ; 9)	11,8160	9,1452	2,98
D(2 ; 6,65)	24,1392	3,2682	0,00
E(4 ; 6,65)	10,6695	9,9046	106,77
F(6 ; 6,65)	1,1894	2,4978	99,23
G(2 ; 4,05)	3,9805	3,1702	0,00
H(4 ; 4)	0,0043	0,0018	132,61
I(6 ; 4,05)	0,0014	0,0355	133,33

Çizelge A.56 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9.1)	25,0960	3,3859	0,00
B(4.5 ; 9.1)	12,8370	15,6875	79,22
C(7 ; 9.1)	5,6952	5,0938	7,06
D(2 ; 6.4)	16,1785	3,2897	0,00
E(4.5 ; 6.4)	6,0569	6,4916	90,54
F(7 ; 6.4)	0,0431	1,2249	76,78
G(2 ; 4)	3,2932	3,2264	0,00
H(4.5 ; 4)	0,0044	-0,0021	105,98
I(7 ; 4)	0,0013	-0,0017	123,14

Çizelge A.57 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8.8)	35,5869	0,3777	0,21
B(4.5 ; 8.8)	16,6825	17,8832	92,00
C(7 ; 8.8)	4,5161	3,7425	1,99
D(2 ; 6.45)	22,0398	0,1469	0,00
E(4.55 ; 6.45)	5,0606	5,9056	107,34
F(7 ; 6.4)	0,0071	1,0624	57,41
G(2 ; 4.05)	0,6143	0,0605	28,18
H(4.55 ; 4.05)	0,0142	0,0304	118,19
I(7 ; 4)	0,0008	0,0008	115,76

EK A13

Çizelge A.58 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME (kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,8)	42,2501	0,8536	0,00
B(4,5 ; 9,8)	24,7283	23,5552	93,75
C(7 ; 9,8)	10,4703	7,9558	9,64
D(2 ; 7)	28,3842	0,4735	0,00
E(4,5 ; 7)	8,5009	8,7131	119,86
F(7 ; 7)	0,4729	1,6359	56,71
G(2 ; 4)	0,3125	0,3310	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0049	0,0010	143,04
I(7 ; 4)	0,0018	0,0001	132,55

Çizelge A.59 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,6)	47,7780	1,9971	0,00
B(4,5 ; 9,6)	26,6950	27,8139	85,59
C(7 ; 9,6)	11,6198	9,1018	6,37
D(2 ; 7,2)	34,5064	1,6650	0,00
E(4,5 ; 7,2)	12,6020	13,1772	105,14
F(7 ; 7,2)	0,3534	1,6901	62,51
G(2 ; 4)	1,2337	1,5021	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0050	-0,0001	120,20
I(7 ; 4)	0,0016	0,0003	131,68

Çizelge A.60 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 10)	49,8869	5,2708	0,00
B(4,5 ; 10)	30,3346	32,3431	79,10
C(7 ; 10)	17,4717	14,0810	7,12
D(2 ; 7)	35,1422	4,9169	0,00
E(4,5 ; 7)	15,3316	14,6350	91,17
F(7 ; 7)	0,3804	1,9365	82,92
G(2 ; 4)	5,1330	4,7734	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0038	-0,0018	113,55
I(7 ; 4)	0,0014	-0,0003	139,63

EK A14

Çizelge A.61 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,9)	26,8746	2,7445	0,00
B(5 ; 9,9)	12,6030	13,8164	80,03
C(8 ; 9,9)	5,0902	3,2518	5,88
D(2; 7)	17,9663	2,5892	0,00
E(5 ; 7)	4,6012	5,6518	113,26
F(8 ; 7)	0,3131	1,4256	61,20
G(2 ; 4)	2,1200	2,4971	0,32
H(5 ; 4)	0,0052	0,0013	144,94
I(8 ; 4)	0,0013	-0,0002	129,68

Çizelge A.62 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,8)	42,3217	5,5800	0,00
B(5 ; 9,8)	22,7457	23,3507	88,14
C(8 ; 9,8)	8,6063	7,1835	0,00
D(2 ; 7)	30,7838	5,2005	0,00
E(5 ; 7)	8,7841	9,5159	109,04
F(8 ; 7)	0,3550	1,4328	51,07
G(2 ; 4)	5,0072	5,0658	0,31
H(5 ; 4)	0,0052	0,0013	144,94
I(8 ; 4)	0,0012	-0,0002	129,45

Çizelge A.63 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,9)	35,1399	0,8242	0,00
B(5 ; 9,9)	17,9511	19,6772	84,55
C(8 ; 9,9)	5,3116	5,0109	1,25
D(2; 7)	24,0524	0,5509	0,00
E(5 ; 7)	6,0460	7,1623	111,53
F(8 ; 7)	0,0847	1,5081	62,23
G(2 ; 4)	0,3892	0,4260	0,33
H(5 ; 4)	0,0047	-0,0004	130,30
I(8 ; 4)	0,0010	0,0002	132,40

EK A15**Çizelge A.64 :** 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,8)	42,2501	0,8536	0,00
B(4,5 ; 9,8)	24,7283	23,5552	93,75
C(7 ; 9,8)	10,4703	7,9558	9,64
D(2 ; 7)	28,3842	0,4735	0,00
E(4,5 ; 7)	8,5009	8,7131	119,86
F(7 ; 7)	0,4729	1,6359	56,71
G(2 ; 4)	0,3125	0,3310	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0049	0,0010	143,04
I(7 ; 4)	0,0018	0,0001	132,55

Çizelge A.65 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,6)	47,7780	1,9971	0,00
B(4,5 ; 9,6)	26,6950	27,8139	85,59
C(7 ; 9,6)	11,6198	9,1018	6,37
D(2 ; 7,2)	34,5064	1,6650	0,00
E(4,5 ; 7,2)	12,6020	13,1772	105,14
F(7 ; 7,2)	0,3534	1,6901	62,51
G(2 ; 4)	1,2337	1,5021	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0050	-0,0001	120,20
I(7 ; 4)	0,0016	0,0003	131,68

Çizelge A.66 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 10)	49,8869	5,2708	0,00
B(4,5 ; 10)	30,3346	32,3431	79,10
C(7 ; 10)	17,4717	14,0810	7,12
D(2 ; 7)	35,1422	4,9169	0,00
E(4,5 ; 7)	15,3316	14,6350	91,17
F(7 ; 7)	0,3804	1,9365	82,92
G(2 ; 4)	5,1330	4,7734	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0038	-0,0018	113,55
I(7 ; 4)	0,0014	-0,0003	139,63

EK A16**Çizelge A.67 :** 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,9)	26,8746	2,7445	0,00
B(5 ; 9,9)	12,6030	13,8164	80,03
C(8 ; 9,9)	5,0902	3,2518	5,88
D(2; 7)	17,9663	2,5892	0,00
E(5 ; 7)	4,6012	5,6518	113,26
F(8 ; 7)	0,3131	1,4256	61,20
G(2 ; 4)	2,1200	2,4971	0,32
H(5 ; 4)	0,0052	0,0013	144,94
I(8 ; 4)	0,0013	-0,0002	129,68

Çizelge A.68 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,8)	42,3217	5,5800	0,00
B(5 ; 9,8)	22,7457	23,3507	88,14
C(8 ; 9,8)	8,6063	7,1835	0,00
D(2 ; 7)	30,7838	5,2005	0,00
E(5 ; 7)	8,7841	9,5159	109,04
F(8 ; 7)	0,3550	1,4328	51,07
G(2 ; 4)	5,0072	5,0658	0,31
H(5 ; 4)	0,0052	0,0013	144,94
I(8 ; 4)	0,0012	-0,0002	129,45

Çizelge A.69 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,9)	35,1399	0,8242	0,00
B(5 ; 9,9)	17,9511	19,6772	84,55
C(8 ; 9,9)	5,3116	5,0109	1,25
D(2; 7)	24,0524	0,5509	0,00
E(5 ; 7)	6,0460	7,1623	111,53
F(8 ; 7)	0,0847	1,5081	62,23
G(2 ; 4)	0,3892	0,4260	0,33
H(5 ; 4)	0,0047	-0,0004	130,30
I(8 ; 4)	0,0010	0,0002	132,40

EK A17

Çizelge A.70 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda çift yönlü PPgeogrid donatısı(Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE(m)	Y YÖNÜNDE(m)	TOPLAM
A(2 ; 8)	2,3778	0,1375	0,00
B(3,25 ; 8)	1,2519	2,1402	43,13
C(4,5 ; 8)	0,5156	2,5012	139,62
D(2 ; 6,525)	1,8654	0,0840	0,00
E(3,25 ; 6,525)	0,8915	1,1089	73,79
F(4,5 ; 6,525)	0,1335	0,8062	83,20
G(2 ; 5,025)	0,0505	0,0244	36,82
H(3,25 ; 5)	0,0029	0,0033	91,30
I(4,5 ; 5)	0,0013	0,0023	87,64

Çizelge A.71 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	4,0419	0,1627	0,00
B(3,25 ; 8)	2,1945	2,8721	46,36
C(4,5 ; 8)	0,8599	2,9879	128,48
D(2 ; 6,6)	3,0712	0,0948	0,00
E(3,25 ; 6,6)	1,3792	1,4761	74,74
F(4,5 ; 6,6)	0,1308	0,8694	98,02
G(2 ; 5)	0,0234	0,0292	48,08
H(3,25 ; 5)	0,0029	0,0032	89,57
I(4,5 ; 5)	0,0011	0,0022	86,97

Çizelge A.72 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	3,6054	0,1611	0,00
B(3,25 ; 8)	1,9770	2,8626	49,82
C(4,5 ; 8)	0,8767	3,0727	68,14
D(2 ; 6,5)	2,7419	0,0969	0,00
E(3,25 ; 6,5)	1,3377	1,4223	76,50
F(4,5 ; 6,5)	0,0475	0,7341	49,75
G(2 ; 5)	0,0316	0,0359	47,93
H(3,25 ; 5)	0,0030	0,0029	82,67
I(4,5 ; 5)	0,0009	0,0021	86,48

Çizelge A.73 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	5,2855	1,1086	0,00
B(3,25 ; 8)	3,2206	4,4228	63,84
C(4,5 ; 8)	1,7138	4,7381	69,49
D(2 ; 6,6)	4,5784	1,0486	0,00
E(3,25 ; 6,6)	2,7849	2,8072	83,77
F(4,5 ; 6,6)	0,3556	0,9856	23,90
G(2 ; 5)	1,5723	0,9916	0,34
H(3,25 ; 5)	-0,0002	0,0032	97,86
I(4,5 ; 5)	-0,0009	0,0026	89,77

Çizelge A.74 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	4,9097	1,1502	0,00
B(3,25 ; 8)	3,0402	4,4295	66,82
C(4,5 ; 8)	1,7482	4,8720	29,53
D(2 ; 6,5)	4,3162	1,0929	0,00
E(3,25 ; 6,5)	2,7490	2,7255	83,11
F(4,5 ; 6,5)	0,2079	0,8242	10,99
G(2 ; 5)	1,6629	1,0407	0,34
H(3,25 ; 5)	-0,0004	0,0028	93,80
I(4,5 ; 5)	-0,0010	0,0024	88,77

EK A18

Çizelge A.75 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	4,3247	0,1030	0,00
B(3,5 ; 8)	2,0909	3,1002	89,75
C(5 ; 8)	1,1521	1,2276	6,90
D(2 ; 6,525)	2,5552	0,0913	0,00
E(3,5 ; 6,525)	0,7846	1,4661	116,63
F(5 ; 6,525)	0,0250	0,5866	51,95
G(2 ; 5,025)	0,1638	0,0691	34,06
H(3,5 ; 5,025)	0,0059	0,0200	119,74
I(5 ; 5,025)	-0,0032	0,0145	89,32

Çizelge A.76 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	7,8285	0,2415	7,30
B(3,5 ; 8)	3,8525	4,6089	98,90
C(5 ; 8)	2,0743	1,6228	0,37
D(2 ; 6,6)	4,8236	0,2126	0,00
E(3,5 ; 6,6)	1,5251	2,2237	121,26
F(5 ; 6,6)	0,0401	0,5895	52,74
G(2 ; 5)	0,3749	0,1868	0,35
H(3,5 ; 5)	0,0004	0,0051	121,64
I(5 ; 5)	-0,0002	0,0033	89,73

Çizelge A.77 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	6,8730	0,0678	0,21
B(3,5 ; 8)	3,3530	4,2836	94,32
C(5 ; 8)	1,5795	1,3497	0,38
D(2 ; 6,5)	3,9245	0,0451	0,00
E(3,5 ; 6,5)	1,1922	1,8373	111,64
F(5 ; 6,5)	-0,0334	0,5728	58,06
G(2 ; 5)	0,0294	0,0209	56,46
H(3,5 ; 5)	0,0019	0,0045	107,77
I(5 ; 5)	0,0005	0,0031	92,78

Çizelge A.78 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	9,3855	0,4246	9,60
B(3,5 ; 8)	4,7605	5,6371	92,33
C(5 ; 8)	2,7552	1,7975	6,05
D(2 ; 6,6)	5,9198	0,3946	0,00
E(3,5 ; 6,6)	2,2009	2,8321	107,78
F(5 ; 6,6)	-0,0108	0,5938	53,80
G(2 ; 5)	0,7535	0,3670	0,36
H(3,5 ; 5)	-0,0008	0,0041	110,72
I(5 ; 5)	-0,0011	0,0032	92,97

Çizelge A.79 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	8,8188	0,4769	8,88
B(3,5 ; 8)	4,5163	5,6499	90,14
C(5 ; 8)	2,5265	1,6886	0,33
D(2 ; 6,5)	5,4045	0,4507	0,00
E(3,5 ; 6,5)	2,1436	2,6726	106,47
F(5 ; 6,5)	-0,0529	0,5702	57,39
G(2 ; 5)	0,8819	0,4248	0,34
H(3,65 ; 5)	-0,0012	0,0037	104,63
I(5 ; 5)	-0,0013	0,0030	92,71

EK A19

Çizelge A.80 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	6,8260	0,6236	0,00
B(3,5 ; 9)	4,1559	5,1568	82,52
C(5 ; 9)	2,9035	2,8188	0,21
D(2 ; 6,525)	3,4985	0,5869	0,00
E(3,5 ; 6,525)	1,3641	1,7767	116,32
F(5 ; 6,525)	0,2167	0,8282	54,75
G(2 ; 5,025)	0,5330	0,5521	0,00
H(3,5 ; 5)	0,0032	0,0044	133,83
I(5 ; 5)	0,0018	0,0023	105,66

Çizelge A.81 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	11,9789	0,2867	7,62
B(3,5 ; 8)	7,3048	7,7632	93,32
C(5 ; 8)	4,7601	3,9252	1,92
D(2 ; 6,4)	8,4665	0,2283	0,00
E(3,5 ; 6,4)	3,8101	4,4603	118,98
F(5 ; 6,4)	0,9705	1,6464	98,09
G(2 ; 4)	0,3030	0,1654	21,10
H(3,5 ; 4)	0,0027	0,0036	130,25
I(5 ; 4)	0,0014	0,0021	109,32

Çizelge A.82 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8,2)	7,2112	0,2400	5,86
B(3,5 ; 8,2)	4,3598	5,5925	86,33
C(5 ; 8,2)	3,3834	3,3574	0,40
D(2 ; 6,5)	5,3318	0,2154	0,00
E(3,5 ; 6,5)	2,8357	3,4280	123,75
F(5,02 ; 6,475)	0,7337	1,7384	53,95
G(2 ; 4)	0,2617	0,1553	30,43
H(3,5 ; 4)	0,0033	0,0032	129,78
I(5 ; 4)	0,0018	0,0013	102,19

Çizelge A.83 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	12,7747	0,6131	6,23
B(3,5 ; 8)	7,7655	8,5800	103,22
C(5 ; 8)	5,1244	4,7681	0,36
D(2 ; 6)	8,1484	0,5432	0,00
E(3,5 ; 6)	3,7236	3,9650	130,29
F(5 ; 6)	0,5057	1,2196	74,56
G(2 ; 4)	0,8573	0,4913	0,37
H(3,5 ; 4)	0,0026	0,0036	131,61
I(5 ; 4)	0,0013	0,0017	103,73

Çizelge A.84 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	11,1901	0,5861	5,61
B(3,5 ; 8)	6,7717	7,8581	104,14
C(5 ; 8)	4,5304	4,5280	0,26
D(2 ; 6)	7,2313	0,5282	0,00
E(3,5 ; 6)	3,4723	3,7075	135,52
F(5 ; 6)	0,4757	1,1884	72,26
G(2 ; 4)	0,8268	0,4779	0,37
H(3,5 ; 4)	0,0028	0,0035	129,82
I(5 ; 4)	0,0014	0,0014	101,03

EK A20

Çizelge A.85 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	5,4079	0,1644	0,00
B(4 ; 9)	2,7580	4,0441	75,34
C(6 ; 9)	1,5642	1,4506	3,47
D(2 ; 6,525)	2,8418	0,1171	0,00
E(4 ; 6,525)	0,6174	1,2854	115,42
F(6 ; 6,55)	0,0067	0,6703	70,19
G(2 ; 5,025)	0,1226	0,0878	35,36
H(4 ; 5)	0,0025	0,0036	123,80
I(6 ; 5)	0,0010	0,0019	101,85

Çizelge A.86 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	11,1045	0,9317	0,00
B(4 ; 8)	5,8572	6,8499	85,65
C(6 ; 8)	3,0941	2,2726	7,89
D(2 ; 6,4)	8,1529	0,8759	0,00
E(4 ; 6,4)	2,9169	3,9778	114,58
F(6 ; 6,4)	0,2860	0,9510	50,09
G(2 ; 4)	0,9608	0,8260	0,30
H(4 ; 4)	0,0027	0,0036	127,34
I(6 ; 4)	0,0010	0,0017	103,60

Çizelge A.87 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8,2)	7,3231	1,0406	5,98
B(4 ; 8,2)	4,1294	5,8960	91,75
C(6 ; 8,2)	2,5012	2,4575	1,71
D(2 ; 6,5)	5,6747	1,0168	0,00
E(4 ; 6,525)	2,5251	3,5351	126,74
F(6 ; 6,5)	0,2231	0,9166	58,22
G(2 ; 4,025)	1,0844	0,9628	0,26
H(4 ; 4)	0,0028	0,0030	134,84
I(6 ; 4)	0,0012	0,0004	104,65

Çizelge A.88 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	11,9657	1,3330	0,00
B(4 ; 8)	6,2633	7,8483	87,90
C(6 ; 8)	3,3469	2,7766	7,72
D(2 ; 6)	8,0369	1,2680	0,00
E(4 ; 6)	2,9995	3,6070	115,56
F(6 ; 6)	0,0341	0,8475	61,67
G(2 ; 4)	1,5375	1,2271	0,28
H(4 ; 4)	0,0029	0,0031	118,21
I(6 ; 4)	0,0009	0,0015	104,27

Çizelge A.89 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	10,6490	1,4296	0,00
B(4 ; 8)	5,5402	7,5044	86,22
C(6 ; 8)	2,9806	2,6204	7,76
D(2 ; 6)	7,3412	1,3761	0,00
E(4 ; 6)	2,9830	3,5562	104,56
F(6 ; 6)	0,0039	0,8545	63,33
G(2 ; 4,05)	1,7563	1,3383	0,25
H(4 ; 4,05)	0,0122	0,0315	116,76
I(6 ; 4,05)	-0,0031	0,0269	102,08

EK A21

Çizelge A.90 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	8,7264	0,9410	0,00
B(4 ; 9)	5,3128	6,6823	78,21
C(6 ; 9)	3,3948	3,1041	11,93
D(2 ; 6,525)	5,8930	0,8964	0,00
E(4 ; 6,525)	2,4383	3,3067	112,69
F(6 ; 6,525)	0,6364	1,5520	90,85
G(2 ; 4)	0,6770	0,8341	0,33
H(4 ; 4)	0,0042	0,0028	141,67
I(6 ; 4)	0,0022	0,0008	120,87

Çizelge A.91 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 9)	15,5892	1,6856	0,00
B(4 ; 9)	10,0317	10,6114	83,34
C(6 ; 9)	6,3405	4,8984	8,82
D(2 ; 6,6)	11,0350	1,5679	0,00
E(4 ; 6,6)	4,5851	5,2113	114,15
F(6 ; 6,6)	0,8638	1,7040	101,10
G(2 ; 4)	1,4051	1,4905	0,33
H(4 ; 4)	0,0040	0,0028	141,65
I(6 ; 4)	0,0019	0,0009	121,77

Çizelge A.92 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 9,1)	10,6086	1,4865	0,00
B(4 ; 9,1)	6,6387	8,2705	85,68
C(6 ; 9,1)	4,2576	4,5194	3,52
D(2 ; 6,5)	7,2796	1,4269	0,00
E(4 ; 6,5)	3,5437	3,8429	171,81
F(5,93 ; 6,525)	0,5932	1,5655	75,16
G(2 ; 4,025)	1,2281	1,3469	0,31
H(4 ; 4)	0,0047	0,0018	130,96
I(6 ; 4)	0,0024	-0,0004	115,00

Çizelge A.93 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 8,8)	16,2260	2,3458	0,22
B(4 ; 8,8)	9,9830	11,6091	83,59
C(6 ; 8,8)	6,4141	5,7252	5,64
D(2 ; 6,6)	12,2325	2,2432	0,00
E(4 ; 6,6)	6,0772	6,2470	186,90
F(5,93 ; 6,6)	0,7002	1,8173	70,80
G(2 ; 4)	2,5346	2,1706	0,27
H(4 ; 4)	0,0040	0,0022	127,04
I(6 ; 4)	0,0018	0,0008	117,56

Çizelge A.94 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	14,9437	2,1076	0,00
B(4 ; 9)	9,3742	11,5028	80,48
C(6 ; 9)	6,2867	5,9728	5,68
D(2 ; 6,525)	11,1638	2,0038	0,00
E(4 ; 6,55)	5,7923	5,6833	107,30
F(6 ; 6,5)	0,5097	1,6287	79,87
G(2 ; 4,05)	2,2487	1,9291	0,27
H(4 ; 4,05)	0,0192	0,0321	125,42
I(6 ; 4)	0,0022	0,0003	120,02

EK A22

Çizelge A.95 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	7,9411	0,8144	0,00
B(4,5 ; 9)	4,1774	6,0360	78,29
C(7 ; 9)	2,1555	2,2015	12,55
D(2 ; 6,5)	5,4974	0,7715	0,00
E(4,5 ; 6,55)	1,7782	2,9030	112,34
F(7 ; 6,55)	0,2253	1,2177	62,06
G(2 ; 4,025)	0,6976	0,7162	0,00
H(4 ; 4)	0,0046	0,0021	133,94
I(7 ; 4)	0,0015	0,0006	117,08

Çizelge A.96 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	14,0642	1,4315	0,00
B(4,5 ; 9)	7,8139	9,2164	84,36
C(7 ; 9)	3,7461	3,1736	10,59
D(2 ; 6,65)	10,3397	1,3189	0,00
E(4,5 ; 6,65)	3,3020	4,3747	113,05
F(7 ; 6,65)	0,2677	1,2188	53,73
G(2 ; 4,05)	1,4849	1,2468	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0039	0,0023	135,99
I(7 ; 4,05)	-0,0025	0,0297	116,20

Çizelge A.97 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,1)	10,3758	1,5507	0,00
B(4,5 ; 9,1)	5,9027	8,0604	99,54
C(7 ; 9,1)	2,5703	3,1383	6,75
D(2 ; 6,45)	7,0751	1,4898	0,00
E(4,42 ; 6,45)	2,4400	3,2642	77,36
F(6,95 ; 6,45)	0,2166	1,0588	57,19
G(2 ; 4)	1,1219	1,4129	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0040	-0,0012	116,47
I(7 ; 4)	0,0015	-0,0032	109,70

Çizelge A.98 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8,8)	14,7029	0,9006	0,21
B(4,5 ; 8,8)	7,6509	9,7532	81,17
C(7 ; 8,8)	3,3387	3,2393	5,57
D(2 ; 6,5)	10,6789	0,7950	0,00
E(4,5 ; 6,4)	3,3370	4,2732	103,63
F(7 ; 6,4)	0,0497	1,0960	61,75
G(2 ; 4,05)	1,4895	0,7257	41,39
H(4,55 ; 4,05)	0,0176	0,0305	117,73
I(7 ; 4)	0,0011	0,0008	116,00

Çizelge A.99 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	14,5792	1,9973	0,00
B(4,5 ; 9)	8,4005	10,9745	83,40
C(7 ; 9)	3,8342	3,8323	5,07
D(2 ; 6,5)	10,8460	1,8916	0,00
E(4,46 ; 6,525)	3,8961	4,8857	89,70
F(7 ; 6,5)	0,1223	1,1095	57,99
G(2 ; 4,05)	2,0432	1,8173	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0040	0,0008	111,77
I(7 ; 4)	0,0013	-0,0001	114,12

EK A23

Çizelge A.100 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı(Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	5,7213	0,8717	0,00
B(3,25 ; 8)	3,1033	4,0980	62,88
C(4,5 ; 8)	1,2401	4,0751	86,19
D(2 ; 6,525)	4,3172	0,8192	0,00
E(3,25 ; 6,525)	2,2164	2,2620	82,99
F(4,5 ; 6,525)	0,2094	1,0398	88,32
G(2 ; 5,025)	1,2810	0,7663	0,34
H(3,25 ; 5)	0,0004	0,0041	108,13
I(4,5 ; 5)	-0,0006	0,0028	91,16

Çizelge A.101 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	9,2577	0,2117	0,00
B(3,25 ; 8)	4,8165	4,7767	49,11
C(4,5 ; 8)	1,6902	3,8112	104,09
D(2 ; 6,6)	6,2045	0,1127	0,00
E(3,25 ; 6,6)	2,3485	2,1687	77,57
F(4,5 ; 6,6)	0,0825	0,8460	62,80
G(2 ; 5)	0,0408	0,0413	55,42
H(3,25 ; 5)	0,0026	0,0030	88,60
I(4,5 ; 5)	0,0008	0,0021	86,17

Çizelge A.102 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	9,8621	2,1990	0,00
B(3,25 ; 8)	5,9753	7,1613	69,86
C(4,5 ; 8)	3,1731	6,8408	23,95
D(2 ; 6,5)	7,8367	2,1228	0,00
E(3,25 ; 6,5)	4,6573	4,3615	79,48
F(4,5 ; 6,5)	0,1925	0,8740	36,40
G(2 ; 5)	3,4111	2,0675	0,33
H(3,25 ; 5)	-0,0011	0,0030	103,47
I(4,5 ; 5)	0,00	0,00	89,97

Çizelge A.103 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 2.5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 8)	8,5679	0,0716	0,00
B(3,25 ; 8)	4,1317	3,5279	5,45
C(4,5 ; 8)	1,5182	1,5703	11,78
D(2 ; 6,5)	4,6492	0,0174	0,00
E(3,25 ; 6,5)	1,4407	1,3558	29,56
F(4,5 ; 6,5)	0,0770	0,3831	35,00
G(2 ; 5)	0,0033	-0,0015	39,42
H(3,25 ; 5)	0,0015	-0,0032	52,98
I(4,5 ; 5)	0,0012	-0,0020	62,51

EK A24

Çizelge A.104 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 8)	10,3518	0,2705	0,00
B(3,5 ; 8)	4,8134	5,5407	102,61
C(5 ; 8)	2,3690	1,5869	9,05
D(2 ; 6,525)	5,8683	0,2517	0,00
E(3,5 ; 6,55)	1,7823	2,4680	124,08
F(5 ; 6,525)	0,0214	0,5605	49,00
G(2 ; 5,025)	0,5657	0,2295	0,33
H(3,5 ; 5,025)	0,0052	0,0203	122,07
I(5 ; 5)	-0,0004	0,0034	90,01

Çizelge A.105 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m ²) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 8)	19,4262	0,6335	8,35
B(3,5 ; 8)	9,3404	9,4733	110,54
C(5 ; 8)	4,6948	2,6650	0,33
D(2 ; 6,6)	11,6406	0,5736	0,00
E(3,5 ; 6,6)	3,6951	4,3082	124,86
F(5 ; 6,6)	0,0489	0,5632	47,89
G(2 ; 5)	1,2309	0,5435	0,33
H(3,5 ; 5)	-0,0008	0,0052	124,86
I(5 ; 5)	-0,0011	0,0034	89,63

Çizelge A.106 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	17,8722	0,7478	8,36
B(3,5 ; 8)	8,7218	9,4659	105,05
C(5 ; 8)	4,3300	2,5824	4,47
D(2 ; 6,5)	10,3173	0,7036	0,00
E(3,5 ; 6,5)	3,5553	4,1030	108,46
F(5 ; 6,525)	-0,0261	0,5667	53,45
G(2 ; 5)	1,5053	0,6768	0,35
H(3,65 ; 5)	-0,0015	0,0041	111,19
I(5 ; 5)	-0,0015	0,0032	93,41

Çizelge A.107 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	20,8502	0,1335	0,30
B(3,5 ; 8)	9,5313	9,2938	99,06
C(5 ; 8)	3,0157	2,7302	0,37
D(2 ; 6,65)	12,2343	0,0746	0,00
E(3,6 ; 6,65)	3,1234	4,1031	129,18
F(5 ; 6,65)	-0,0156	0,5305	41,73
G(2 ; 5)	0,0783	0,0442	68,63
H(3,65 ; 5)	0,0009	0,0048	109,75
I(5 ; 5)	-0,0002	0,0034	87,12

Çizelge A.108 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	20,5135	0,1315	0,21
B(3,5 ; 8)	9,6992	10,1807	103,58
C(5 ; 8)	4,0566	2,0865	0,38
D(2 ; 6,5)	11,0441	0,0801	0,00
E(3,6 ; 6,525)	2,7878	3,5038	117,39
F(5 ; 6,55)	-0,0644	0,5676	53,54
G(2 ; 5)	0,0944	0,0521	66,93
H(3,65 ; 5)	0,0010	0,0039	103,58
I(5 ; 5)	-0,0001	0,0031	93,83

EK A25**Çizelge A.109 :** 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	-0,0168	-0,0017	0,00
B(3,5 ; 9)	-0,0100	-0,0102	-90,98
C(5 ; 9)	-0,0066	-0,0046	-0,33
D(2 ; 7,025)	-0,0102	-0,0017	0,00
E(3,5 ; 7,025)	-0,0045	-0,0048	-114,19
F(5 ; 7,025)	-0,0008	-0,0015	-51,52
G(2 ; 5)	-0,0015	-0,0016	0,00
H(3,5 ; 5)	0,0000	0,0000	-136,80
I(5 ; 5)	0,0000	0,0000	-107,27

Çizelge A.110 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	-0,0303	-0,0009	-8,53
B(3,5 ; 8)	-0,0180	-0,0168	-103,39
C(5 ; 8)	-0,0115	-0,0079	-11,90
D(2 ; 6,05)	-0,0181	-0,0008	0,00
E(3,5 ; 6,05)	-0,0073	-0,0072	-121,24
F(5 ; 6,05)	-0,0007	-0,0014	-63,93
G(2 ; 4)	-0,0015	-0,0007	-0,30
H(3,5 ; 4)	0,0000	0,0000	-132,85
I(5 ; 4)	0,0000	0,0000	-110,35

Çizelge A.111 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8,2)	7,2174	0,2380	4,26
B(3,2 ; 8,2)	4,5922	5,7878	95,43
C(5 ; 8,2)	3,3840	3,3587	0,15
D(2 ; 6,125)	4,7653	0,2066	0,00
E(3,2 ; 6,1)	2,7326	2,9612	120,05
F(5 ; 6,1)	0,4726	1,2959	91,54
G(2 ; 4)	0,2583	0,1533	0,37
H(3,35 ; 4)	0,0035	0,0034	133,17
I(5 ; 4)	0,0018	0,0013	103,31

Çizelge A.112 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	30,8636	0,2606	0,19
B(3,5 ; 8)	17,7758	17,0034	119,25
C(5 ; 8)	10,4825	7,6559	0,38
D(2 ; 6)	17,5377	0,1143	0,00
E(3,35 ; 6)	7,7224	6,9840	130,83
F(5 ; 6)	0,3216	1,0875	74,78
G(2 ; 4)	0,0979	0,0534	77,66
H(3,35 ; 4)	0,0032	0,0033	124,54
I(5 ; 4)	0,0013	0,0018	105,67

Çizelge A.113 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 3 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	26,6875	0,2259	0,19
B(3,5 ; 8)	15,2336	15,1363	117,21
C(5 ; 8)	8,9982	7,0524	0,37
D(2 ; 6)	15,1891	0,1107	0,00
E(3,5 ; 6)	6,0374	5,8336	136,79
F(5 ; 6)	0,2789	1,0610	70,17
G(2 ; 4)	0,0996	0,0547	79,68
H(3,5 ; 4)	0,0029	0,0031	122,52
I(5 ; 4)	0,0014	0,0016	103,86

EK A26

Çizelge A.114 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	-0,0133	-0,0006	0,00
B(4 ; 9)	-0,0064	-0,0071	-83,94
C(6 ; 9)	-0,0032	-0,0019	-3,52
D(2 ; 7)	-0,0080	-0,0005	0,00
E(4 ; 7,025)	-0,0022	-0,0030	-116,16
F(6 ; 7,025)	-0,0001	-0,0008	-52,58
G(2 ; 5,025)	-0,0005	-0,0005	-0,34
H(4 ; 5)	0,0000	0,0000	-124,42
I(6 ; 5)	0,0000	0,0000	-102,03

Çizelge A.115 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	-0,0280	-0,0028	0,00
B(4 ; 8)	-0,0145	-0,0145	-86,88
C(6 ; 8)	-0,0072	-0,0039	-88,88
D(2 ; 6)	-0,0175	-0,0027	0,00
E(4 ; 6)	-0,0054	-0,0060	-95,14
F(6 ; 6)	-0,0001	-0,0008	-100,48
G(2 ; 4)	-0,0033	-0,0026	-0,30
H(4 ; 4)	0,0000	0,0000	-126,20
I(6 ; 4)	0,0000	0,0000	-123,82

Çizelge A.116 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8,2)	17,9143	2,6231	4,43
B(4 ; 8,2)	9,6822	11,3090	95,02
C(6 ; 8,2)	5,2780	3,9791	5,09
D(2 ; 6,1)	11,7351	2,5722	0,00
E(4 ; 6,1)	4,1754	5,0001	111,47
F(6 ; 6,1)	0,1122	0,7809	49,37
G(2 ; 4,025)	3,0078	2,5241	0,27
H(4 ; 4)	0,0027	0,0032	121,68
I(6 ; 4)	0,0011	0,0004	96,35

Çizelge A.117 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	27,9311	0,2636	0,00
B(4 ; 8)	13,0651	13,7380	100,31
C(6 ; 8)	4,3896	3,2057	10,78
D(2 ; 6,05)	16,3447	0,1320	0,00
E(4 ; 6,05)	4,4323	4,8396	118,44
F(6 ; 6,05)	-0,0043	0,8323	53,30
G(2 ; 4,05)	0,5310	0,0780	28,50
H(4 ; 4)	0,0026	0,0026	116,27
I(6 ; 4,05)	-0,0060	0,0273	102,52

Çizelge A.118 : 4 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8)	24,7483	0,2526	0,00
B(4 ; 8)	11,4855	12,6538	97,62
C(6 ; 8)	3,8954	2,8856	9,65
D(2 ; 6)	14,2204	0,1433	0,00
E(4 ; 6,05)	4,1235	4,5814	110,67
F(6 ; 6)	-0,0381	0,8249	59,02
G(2 ; 4)	0,1238	0,0947	81,84
H(4 ; 4)	0,0027	0,0024	115,18
I(6 ; 4)	0,0007	0,0014	104,10

EK A27

Çizelge A.119 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	20,1281	2,3661	0,00
B(4,5 ; 9)	10,1555	11,6826	84,33
C(7 ; 9)	4,7429	2,7331	13,16
D(2 ; 6,5)	12,9568	2,2951	0,00
E(4,5 ; 6,525)	4,0425	4,9093	115,03
F(7 ; 6,525)	0,2562	1,1055	53,72
G(2 ; 4,025)	2,3205	2,2313	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0041	0,0025	137,68
I(7 ; 4)	0,0014	0,0006	116,64

Çizelge A.120 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	39,1904	3,7730	0,00
B(4 ; 9)	24,2725	22,4030	0,00
C(6 ; 9)	14,7151	9,0976	0,00
D(2 ; 6,4)	24,2821	3,5098	0,00
E(4 ; 6,4)	9,1351	8,8815	48,68
F(6 ; 6,4)	0,7320	1,5277	49,38
G(2 ; 4)	3,4046	3,4213	51,80
H(4 ; 4)	0,0035	0,0028	89,85
I(6 ; 4)	0,0016	0,0010	90,84

Çizelge A.121 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 9,1)	26,0263	3,2481	0,00
B(4 ; 9,1)	15,6749	16,2750	92,53
C(6 ; 9,1)	9,1838	8,1828	3,58
D(2 ; 6,4)	16,0179	3,1434	0,00
E(4 ; 6,4)	6,8875	6,6297	113,05
F(6 ; 6,4)	0,4623	1,3808	71,50
G(2 ; 4,025)	2,9109	3,0647	0,30
H(4 ; 4)	0,0048	0,0019	133,64
I(6 ; 4)	0,0023	-0,0004	114,97

Çizelge A.122 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 8,8)	38,0470	0,7156	0,21
B(4 ; 8,85)	21,3418	21,3933	88,94
C(6 ; 8,8)	10,8882	8,1459	8,03
D(2 ; 6,4)	23,0527	0,4830	0,00
E(4 ; 6,4)	7,9212	7,6535	91,79
F(6 ; 6,4)	0,1445	1,2191	71,37
G(2 ; 4)	0,4711	0,3935	44,28
H(4 ; 4)	0,0036	0,0016	124,65
I(6 ; 4)	0,0015	0,0009	118,24

Çizelge A.123 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 4 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2) TOPLAM
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	
A(2 ; 9)	35,1276	0,5828	0,00
B(4 ; 9)	20,0662	21,1633	92,19
C(6 ; 9)	10,9607	8,3490	8,09
D(2 ; 6,55)	22,2061	0,3694	0,00
E(4 ; 6,55)	9,0296	8,1571	114,44
F(6 ; 6,5)	0,1388	1,3249	76,55
G(2 ; 4)	0,2596	0,2736	14,85
H(4 ; 4)	0,0041	0,0011	126,79
I(6 ; 4)	0,0018	0,0005	120,59

EK A28**Çizelge A.124 :** 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	22,4836	2,3880	0,00
B(4,5 ; 9)	10,7128	11,6826	84,29
C(7 ; 9)	4,7534	2,7331	13,14
D(2 ; 6,5)	14,2218	2,2951	0,00
E(4,68 ; 6,55)	3,5512	4,6035	114,98
F(7 ; 6,525)	0,2563	1,1055	53,68
G(2 ; 4)	2,2025	2,2307	0,00
H(4,68 ; 4)	0,0038	0,0025	137,67
I(7 ; 4)	0,0014	0,0006	116,67

Çizelge A.125 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9)	35,2662	3,5026	0,00
B(4,5 ; 9)	18,6630	18,6684	95,34
C(7 ; 9)	7,9777	5,1138	10,75
D(2 ; 6,6)	23,7871	3,2536	0,00
E(4,5 ; 6,6)	7,0762	7,7664	117,50
F(7 ; 6,6)	0,2707	1,1409	37,22
G(2 ; 4)	3,5434	3,1593	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0037	0,0022	135,51
I(7 ; 4)	0,0011	0,0007	117,36

Çizelge A.126 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,1)	25,6151	3,3976	0,00
B(4,5 ; 9,1)	13,7568	15,4624	103,44
C(7 ; 9,1)	4,9373	4,8281	7,02
D(2 ; 6,45)	16,0620	3,2953	0,00
E(4,64 ; 6,425)	3,8860	4,6981	70,04
F(7 ; 6,4)	0,1981	1,0027	53,78
G(2 ; 4)	2,7482	3,2156	0,00
H(4,64 ; 4,025)	0,0088	0,0133	117,03
I(7 ; 4)	0,0013	-0,0032	109,10

Çizelge A.127 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda tek yönlü HDPE geogrid donatısı (Tip2) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN(10^{-3} m)		GERİLME(kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 8,8)	35,5791	0,3782	0,21
B(4,5 ; 8,8)	16,6794	17,8610	91,74
C(7 ; 8,8)	4,5219	3,7462	2,06
D(2 ; 6,45)	22,0371	0,1475	0,00
E(4,55 ; 6,45)	5,0586	5,9042	107,42
F(7 ; 6,4)	0,0073	1,0623	57,42
G(2 ; 4)	0,1246	0,0594	87,66
H(4,5 ; 4)	0,0034	0,0011	117,04
I(7 ; 4)	0,0008	0,0008	115,76

EK A29

Çizelge A.128 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE(m)	Y YÖNÜNDE(m)	TOPLAM
A(2 ; 9,9)	10,0980	1,3452	0,00
B(4,5 ; 9,9)	6,2197	8,0647	76,21
C(7 ; 9,9)	3,7479	3,5286	7,00
D(2 ; 7)	7,3973	1,2752	0,00
E(4,5 ; 7)	2,8845	4,0373	113,16
F(7 ; 7)	0,6818	1,8352	62,45
G(2 ; 4)	1,0229	1,1910	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0053	0,0017	149,05
I(7 ; 4)	0,0023	0,0000	131,31

Çizelge A.129 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,8)	17,7686	2,2681	0,00
B(4,5 ; 9,8)	11,6074	12,5368	82,09
C(7 ; 9,8)	6,6200	5,4603	11,13
D(2 ; 7)	13,6205	2,0926	0,00
E(4,5 ; 7)	5,2007	6,0032	114,18
F(7 ; 7)	0,8196	1,8846	52,68
G(2 ; 4)	2,0030	1,9859	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0054	0,0016	148,44
I(7 ; 4)	0,0022	0,0000	131,90

Çizelge A.130 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,9)	15,5445	2,3296	0,00
B(4,5 ; 9,9)	10,0960	12,4797	73,86
C(7 ; 9,9)	6,2280	6,0496	4,81
D(2 ; 7)	12,5446	2,1972	0,00
E(4,5 ; 7)	5,5100	6,2423	100,44
F(7 ; 7)	0,5409	1,9110	82,96
G(2 ; 4)	1,9809	2,0953	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0059	0,0000	125,17
I(7 ; 4)	0,0022	0,0000	134,78

Çizelge A.131 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,6)	19,4408	2,6506	0,00
B(4,5 ; 9,6)	12,0675	14,2499	80,05
C(7 ; 9,6)	6,7564	6,3969	6,63
D(2 ; 7,2)	16,0208	2,5011	0,00
E(4,5 ; 7,2)	7,1212	8,1215	102,64
F(7 ; 7,2)	0,6921	1,9838	73,54
G(2 ; 4)	2,5019	2,3856	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0054	0,0001	122,20
I(7 ; 4)	0,0019	0,0002	131,73

Çizelge A.132 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 5 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m ²)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 10)	19,9368	3,3925	0,00
B(4,5 ; 10)	12,9933	16,3091	75,33
C(7 ; 10)	8,1813	8,0373	6,24
D(2 ; 7)	16,3160	3,2266	0,00
E(4,5 ; 7)	7,9001	8,2900	90,90
F(7 ; 7)	0,6062	2,1096	91,04
G(2 ; 4)	3,1821	3,1133	0,00
H(4,5 ; 4)	0,0068	-0,0012	116,84
I(7 ; 4)	0,0024	-0,0002	138,73

EK A30

Çizelge A.133 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 10 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,9)	9,0706	0,9619	0,00
B(5 ; 9,9)	4,8217	7,0763	71,41
C(8 ; 9,9)	2,3001	2,7324	6,40
D(2 ; 7)	6,8011	0,8935	0,00
E(5 ; 7)	2,0132	3,3962	111,83
F(8 ; 7)	0,2717	1,5517	71,82
G(2 ; 4)	0,6292	0,8136	0,32
H(5 ; 4)	0,0050	0,0013	144,80
I(8 ; 4)	0,0014	-0,0002	130,09

Çizelge A.134 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 20 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,8)	16,0346	1,8413	0,00
B(5 ; 9,8)	9,0969	10,9582	82,03
C(8 ; 9,8)	3,8202	4,2793	0,00
D(2 ; 7)	12,6621	1,6679	0,00
E(5 ; 7)	3,6410	4,8659	113,12
F(8 ; 7)	0,2894	1,5040	64,08
G(2 ; 4)	1,3897	1,5681	0,31
H(5 ; 4)	0,0052	0,0012	144,05
I(8 ; 4)	0,0014	-0,0002	129,89

Çizelge A.135 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 30 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalardaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,9)	14,9605	2,3291	0,00
B(5 ; 9,9)	8,8638	11,7110	75,96
C(8 ; 9,9)	4,4304	4,6618	0,23
D(2 ; 7)	12,2714	2,1982	0,00
E(5 ; 7)	4,3366	5,6170	105,05
F(8 ; 7)	0,1893	1,5664	67,85
G(2 ; 4)	1,9286	2,1046	0,30
H(5 ; 4)	0,0055	0,0000	132,29
I(8 ; 4)	0,0014	0,0001	132,20

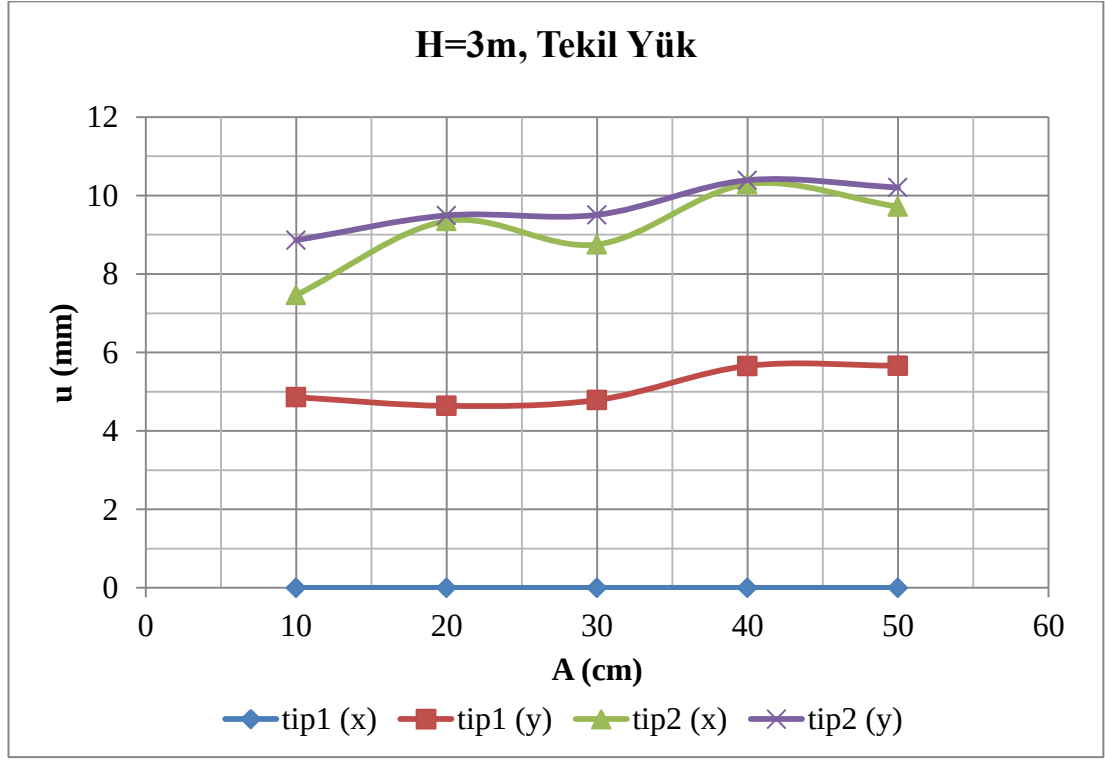
Çizelge A.136 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 40 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalarındaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 9,6)	18,7593	2,7246	0,00
B(5 ; 9,6)	10,4340	13,4930	85,44
C(8 ; 9,6)	4,3415	4,5693	2,57
D(2 ; 7,2)	15,6648	2,5758	0,00
E(5 ; 7,2)	5,6881	7,3932	108,69
F(8 ; 7,2)	0,2496	1,5188	49,79
G(2 ; 4)	2,4832	2,4686	0,29
H(5 ; 4)	0,0051	0,0001	129,85
I(8 ; 4)	0,0011	0,0003	128,36

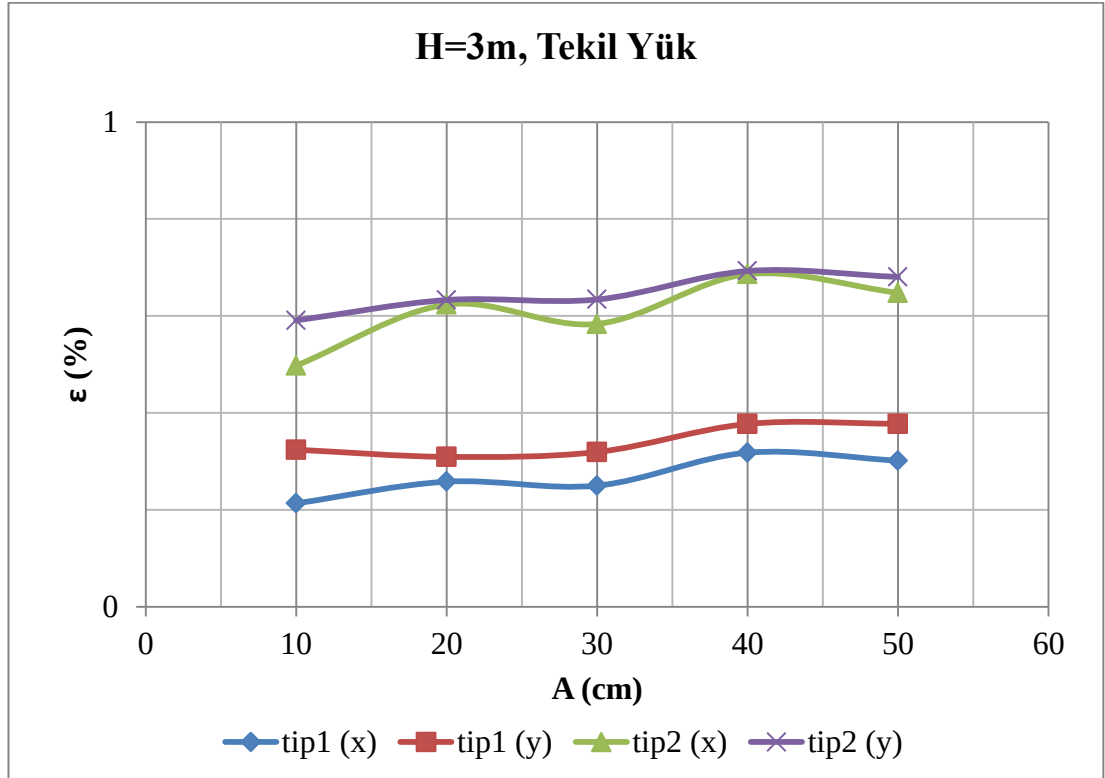
Çizelge A.137 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan, 50 cm aralıklı, 6 m uzunluğunda çift yönlü PP geogrid donatısı (Tip1) kullanılan duvarın önceden belirlenmiş noktalarındaki ölçülmüş deplasman ve gerilme değerleri

SEÇİLEN NOKTALAR	DEPLASMAN (10^{-3} m)		GERİLME (kN/m^2)
	X YÖNÜNDE	Y YÖNÜNDE	TOPLAM
A(2 ; 10)	19,8985	3,2278	0,00
B(5 ; 10)	12,0961	15,5853	81,02
C(8 ; 10)	6,0237	6,2098	3,62
D(2 ; 7)	16,1581	3,0626	0,00
E(5 ; 7)	6,2992	7,4121	102,87
F(8 ; 7)	0,1607	1,6744	76,00
G(2 ; 4)	3,5390	2,9528	0,00
H(5 ; 4)	0,0058	-0,0011	128,27
I(8 ; 4)	0,0014	0,0002	138,19

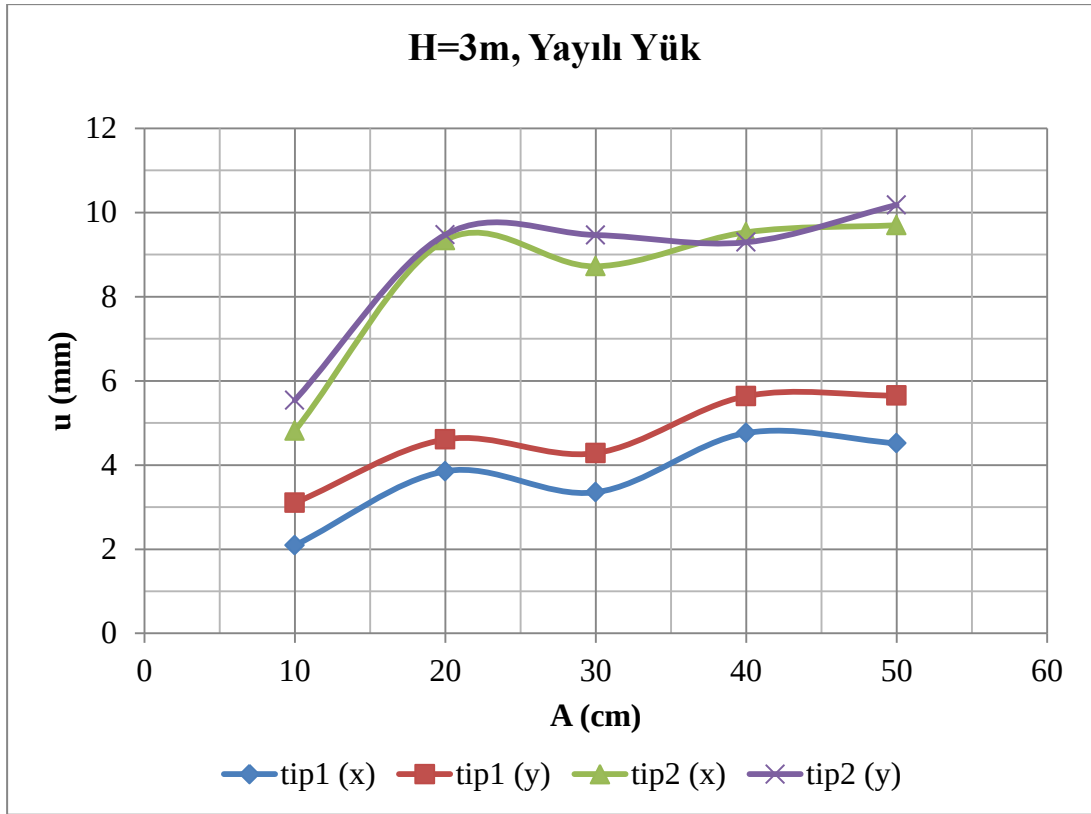
EK B1



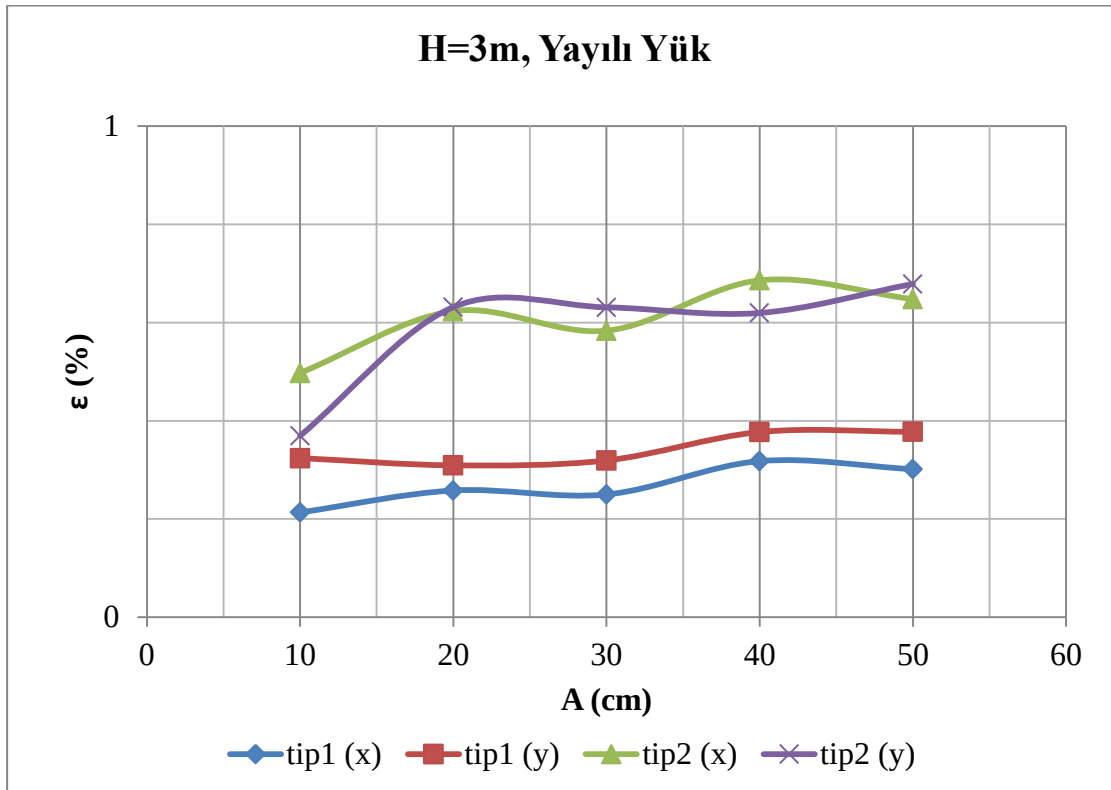
Şekil A.1 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı deformasyon değişim grafikleri



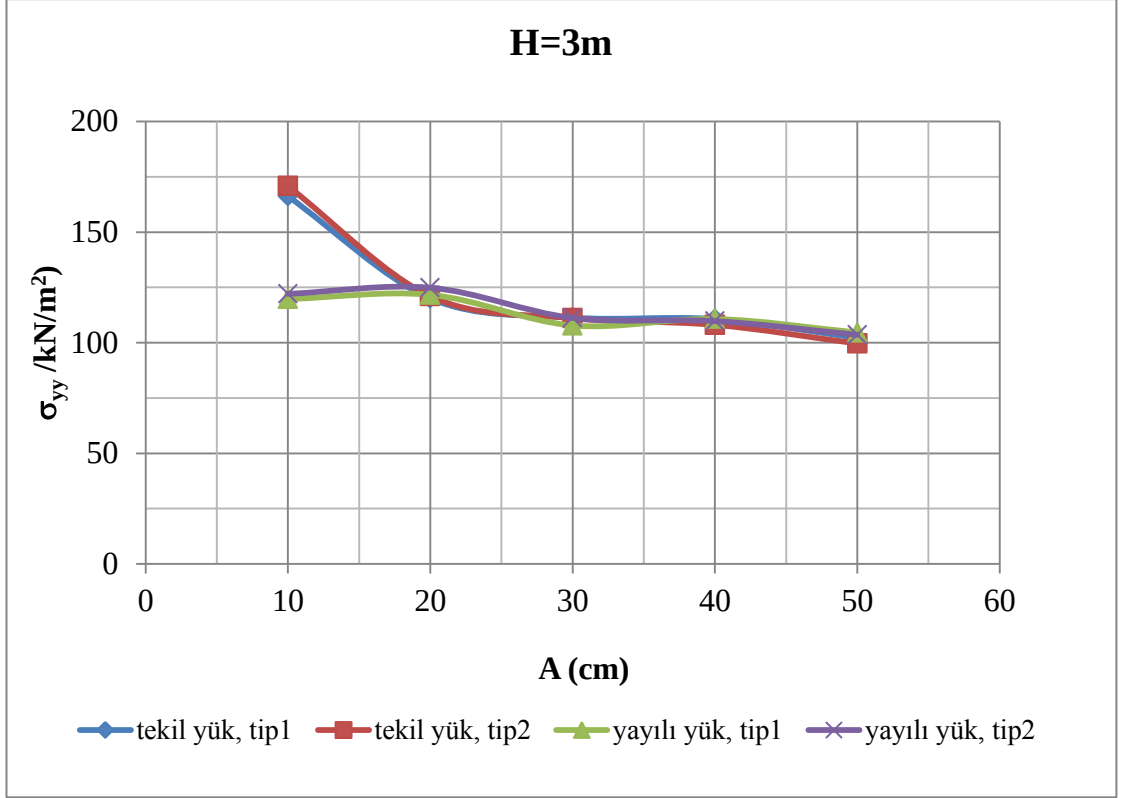
Şekil A.2 : 3 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



Şekil A.3 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı deformasyon değişim grafikleri

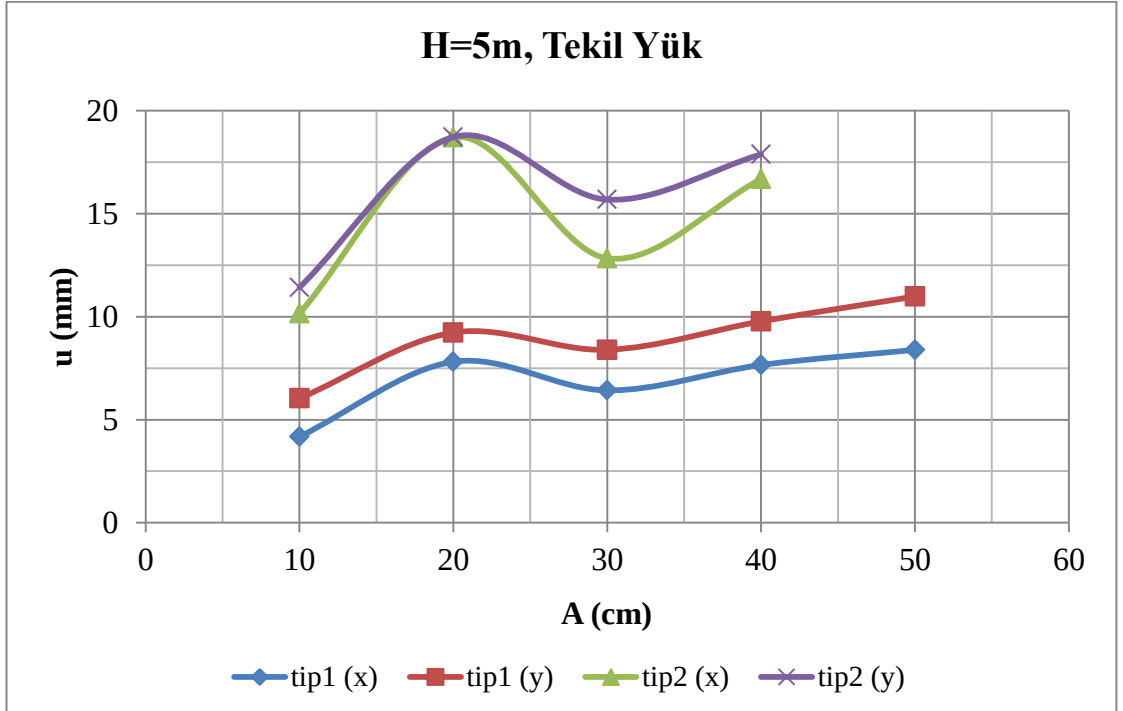


Şekil A.4 : 3 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı birim şekil değiştirme grafikleri

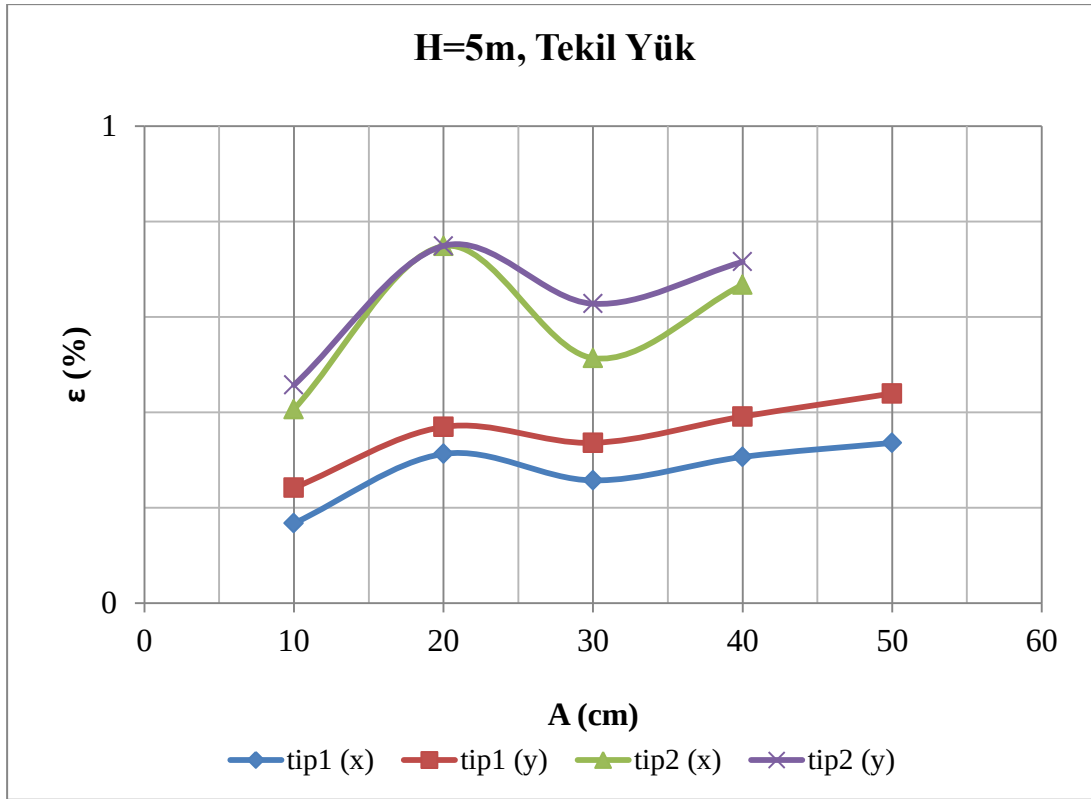


Şekil A.5 : 3 m yüksekliğinde duvarın, H noktasındaki grid aralığına bağlı düşey yöndeki toplam gerilme değişim grafikleri

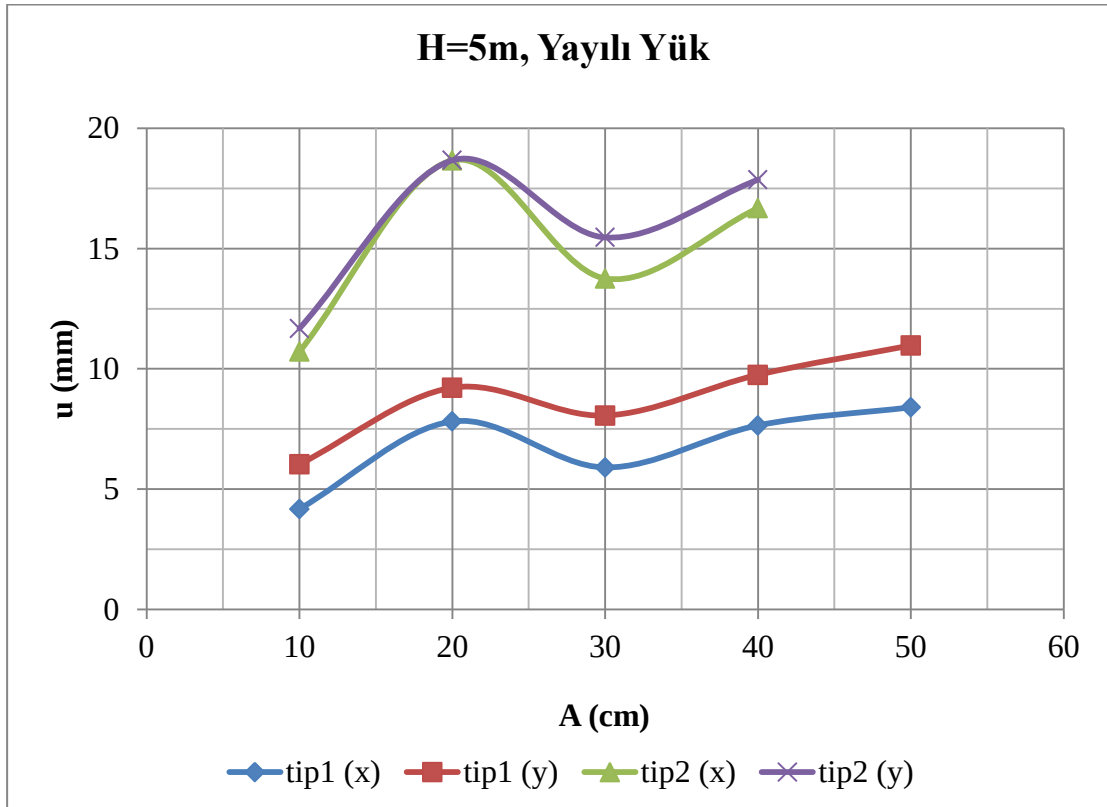
EK B2



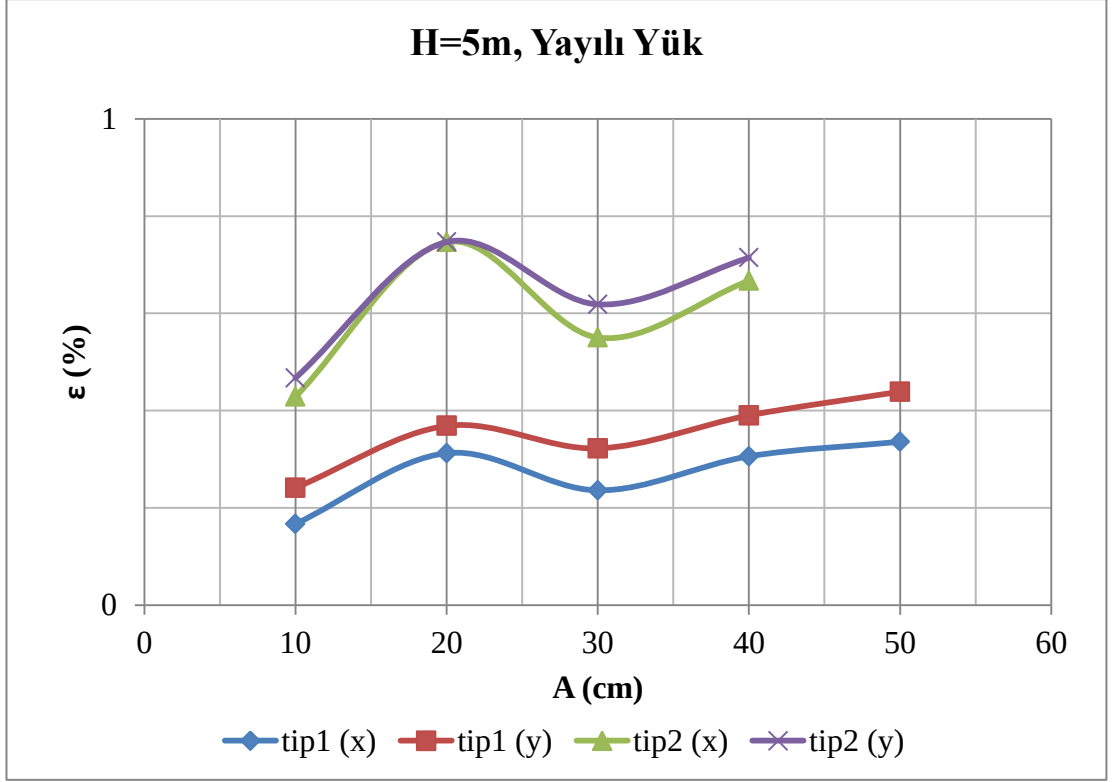
Şekil A.6 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı deformasyon değişim grafikleri



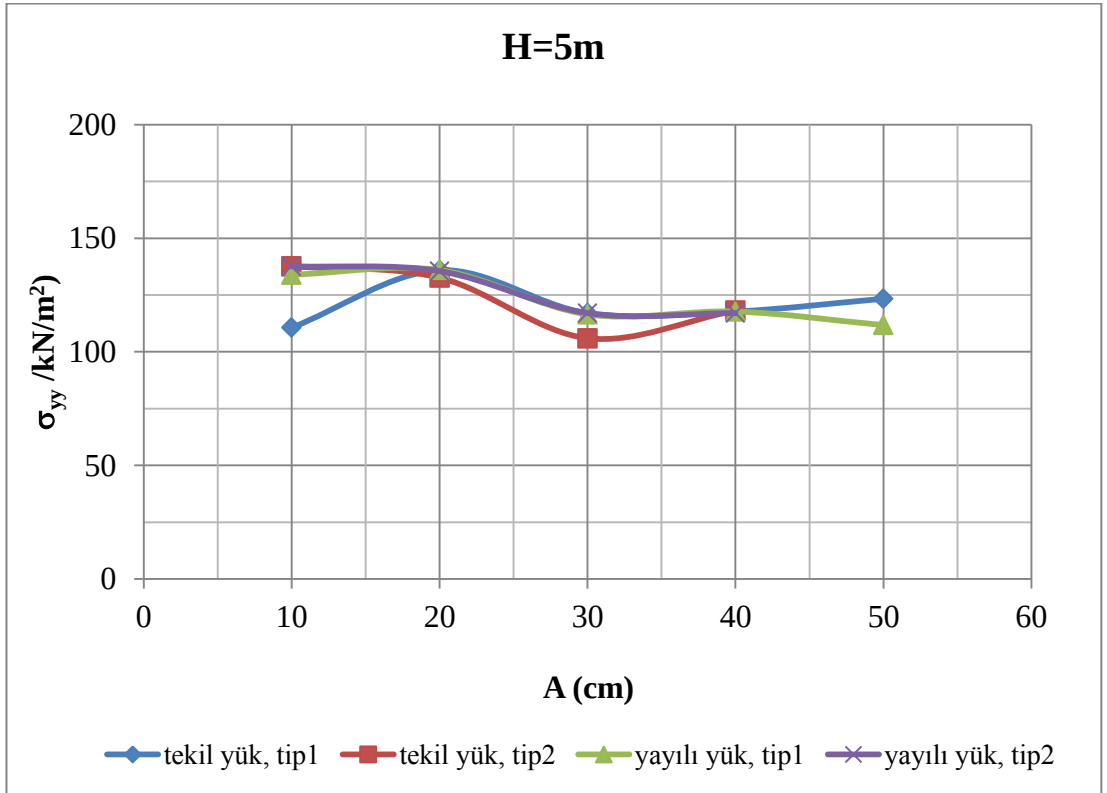
Şekil A.7 : 5 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



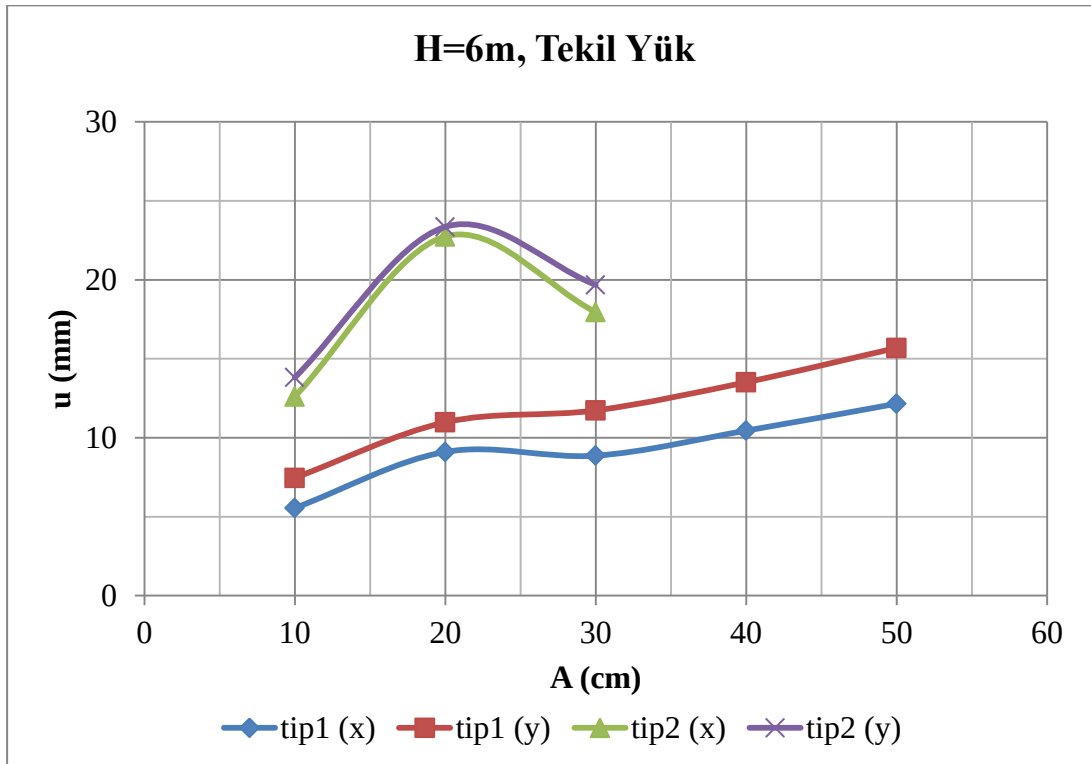
Şekil A.8 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı deformasyon değişim grafikleri



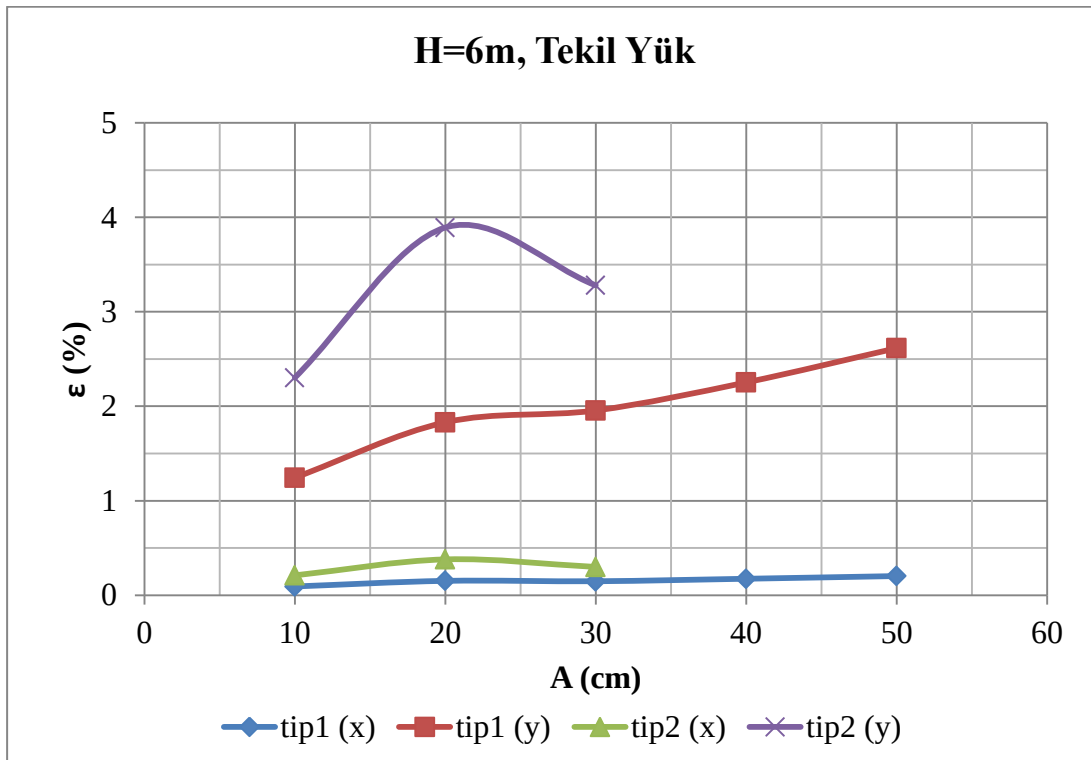
Şekil A.9 : 5 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



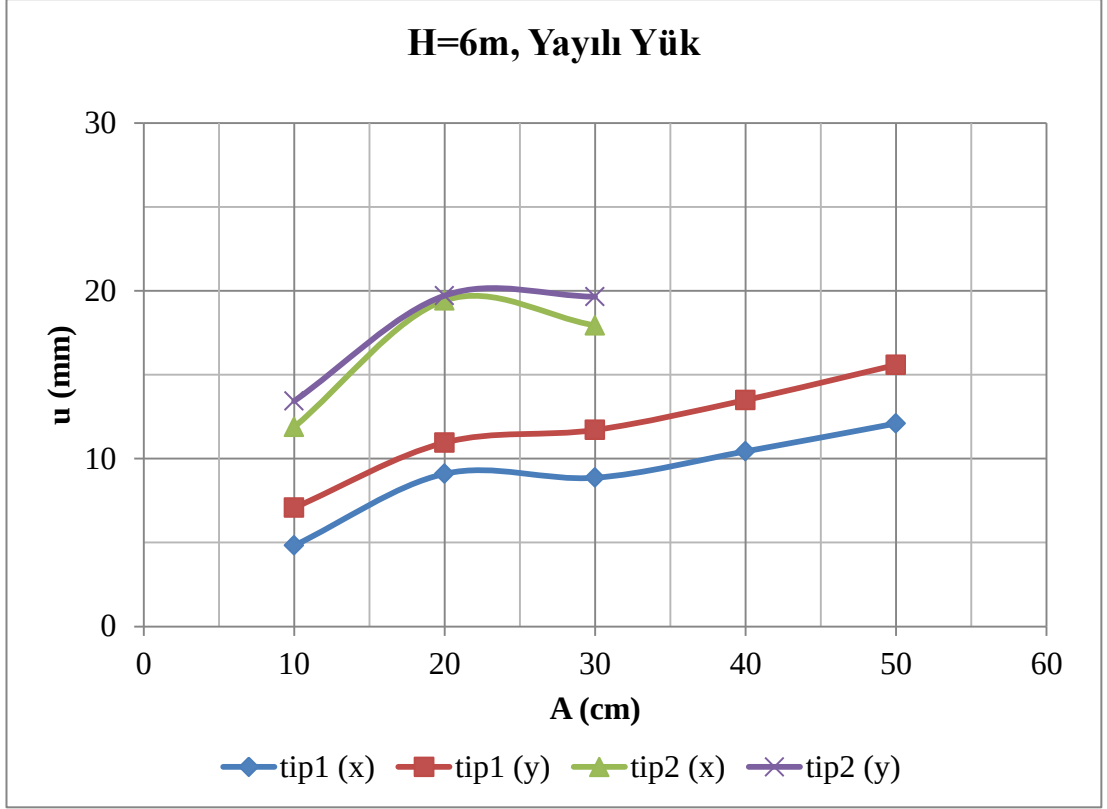
Şekil A.10 : 5 m yüksekliğinde duvarın, H noktasındaki grid aralığına bağlı düşey yöndeki toplam gerilme değişim grafikleri



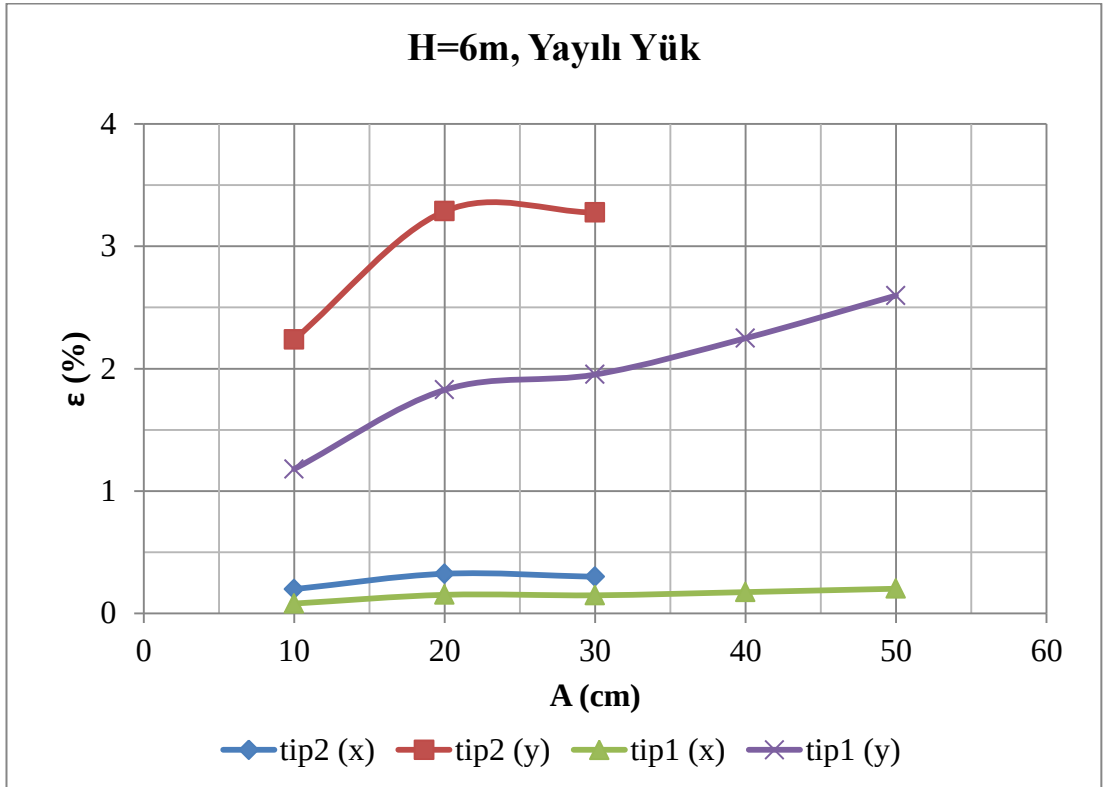
Şekil A.11 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı deformasyon değişim grafikleri



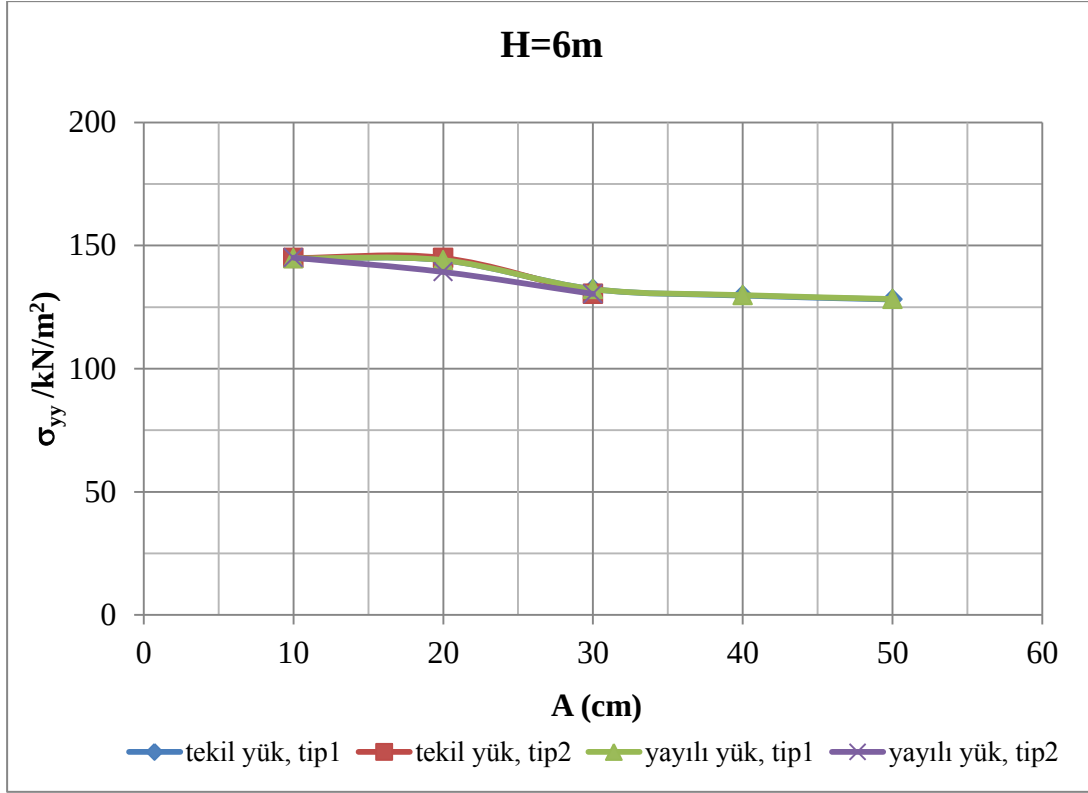
Şekil A.12 : 6 m yüksekliğinde tekil yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



Şekil A.13 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı deformasyon değişim grafikleri

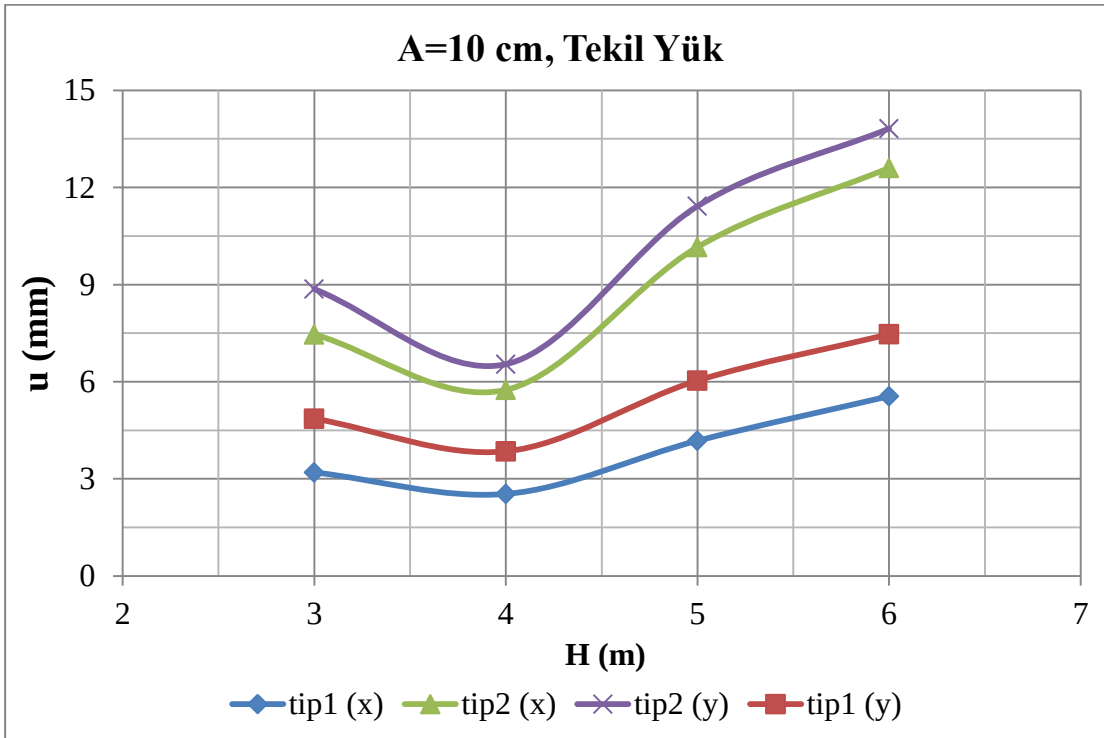


Şekil A.14 : 6 m yüksekliğinde yayılı yük uygulanan duvarın, B noktasındaki grid aralığına bağlı birim şekil değiştirme grafikleri

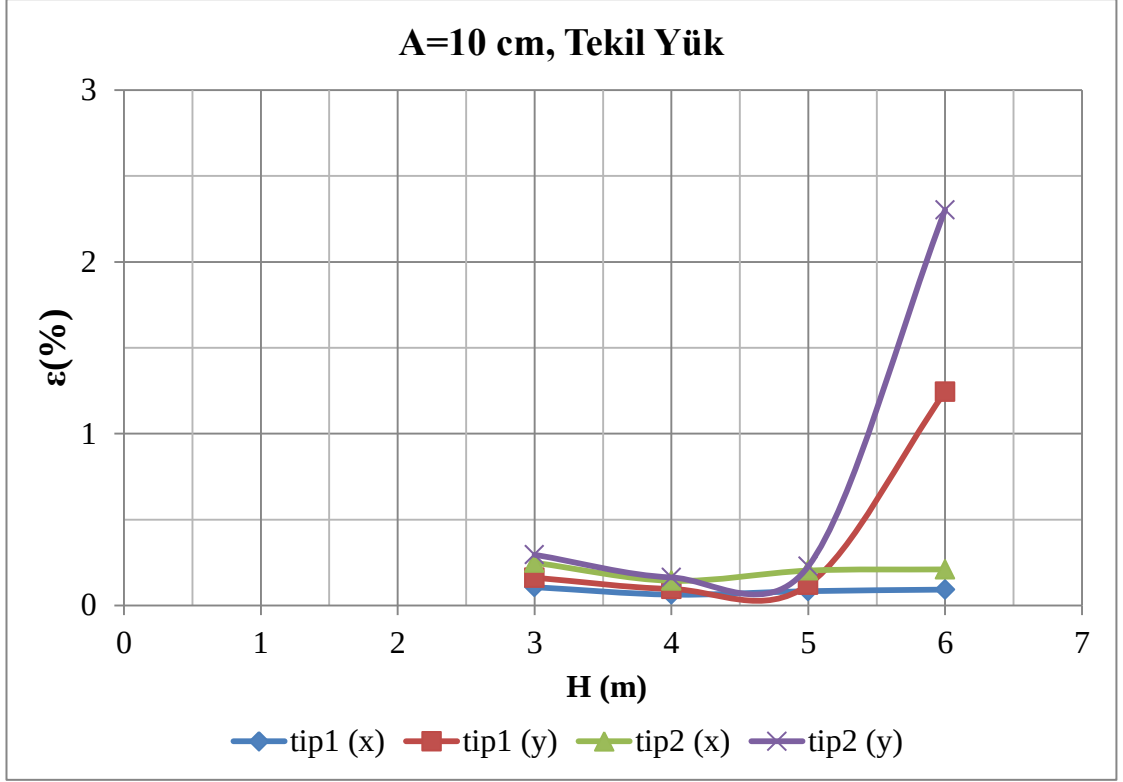


Şekil A.15 : 6 m yüksekliğinde duvarın, H noktasındaki grid aralığına bağlı düşey yöndeki toplam gerilme değişim grafikleri

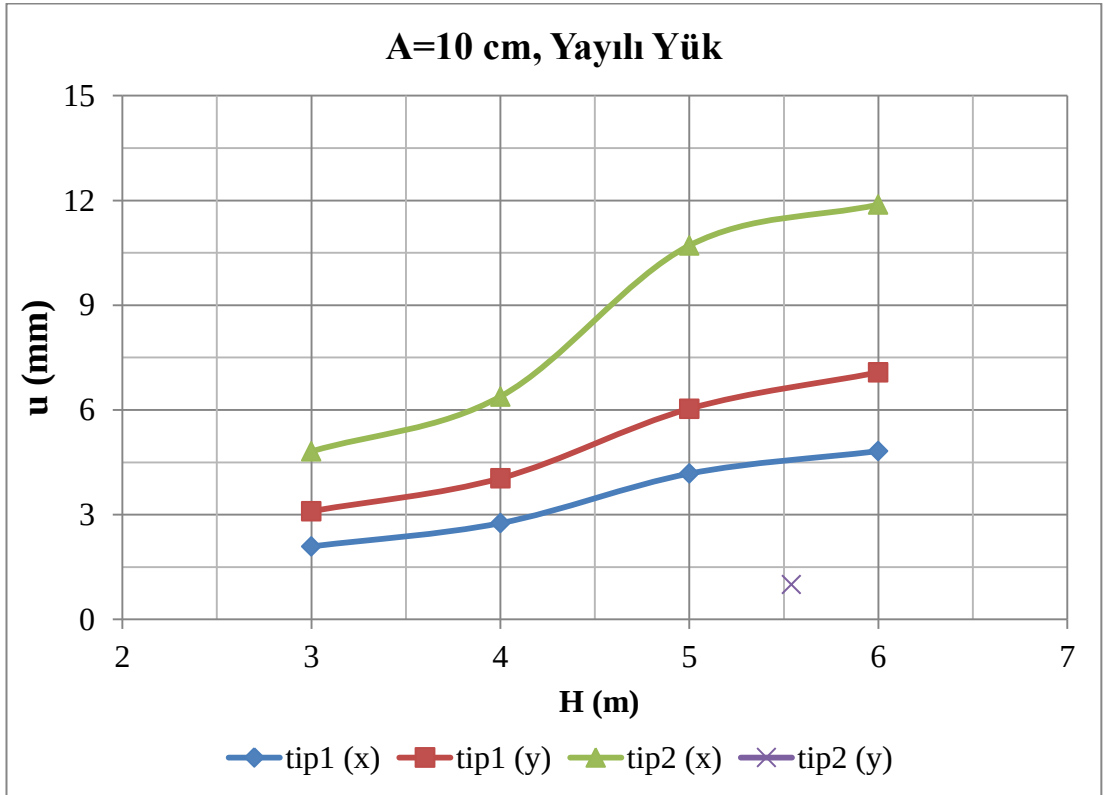
EK B4



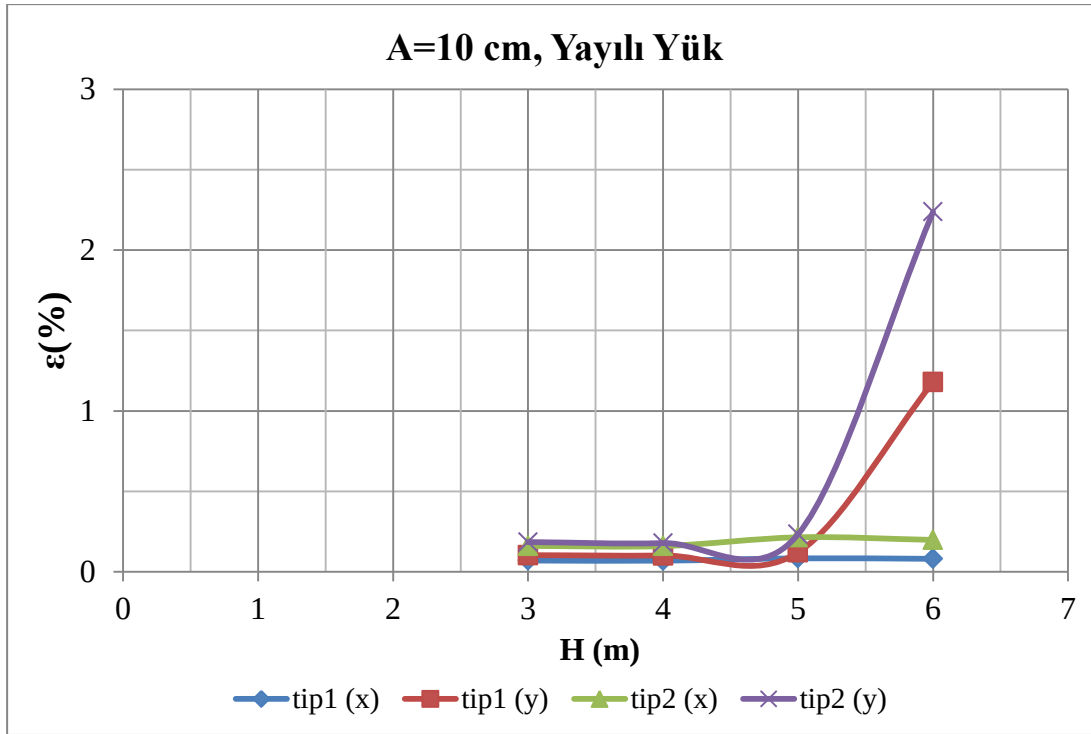
Şekil A.16 : Grid aralığının 10 cm olduğu ve tekil yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı deformasyon değişim grafikleri



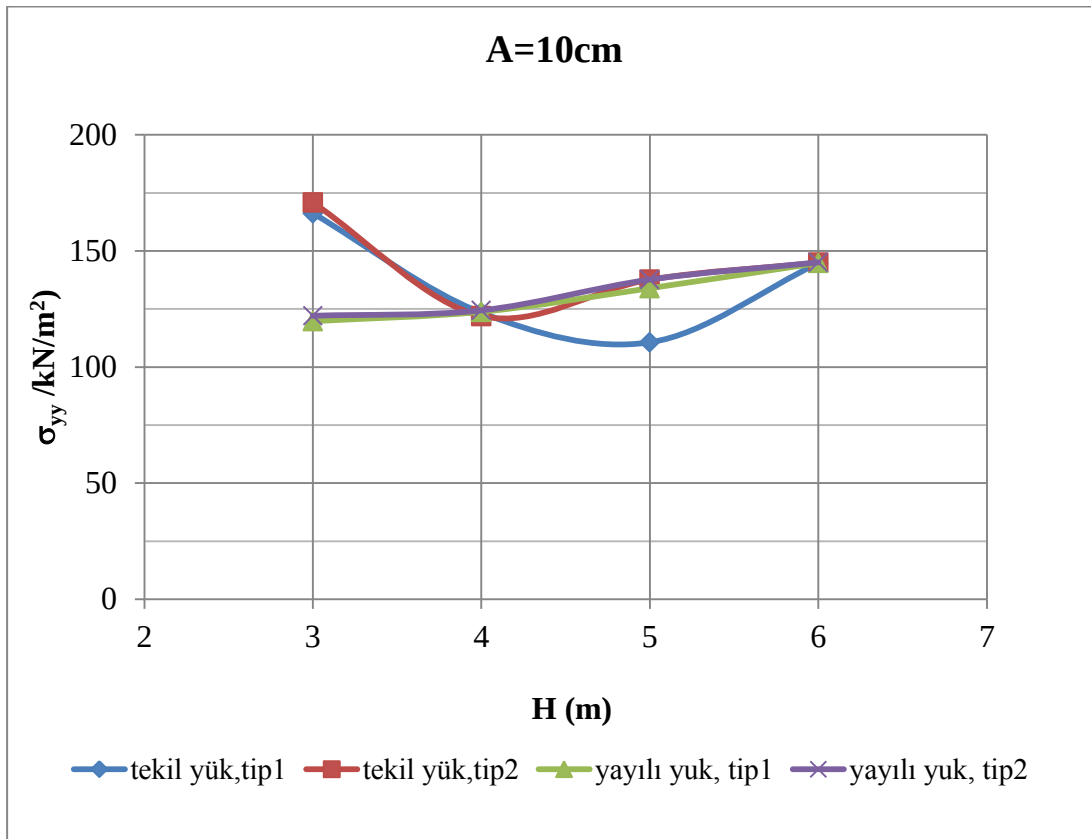
Şekil A.17 : Grid aralığının 10 cm olduğu ve tekil yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



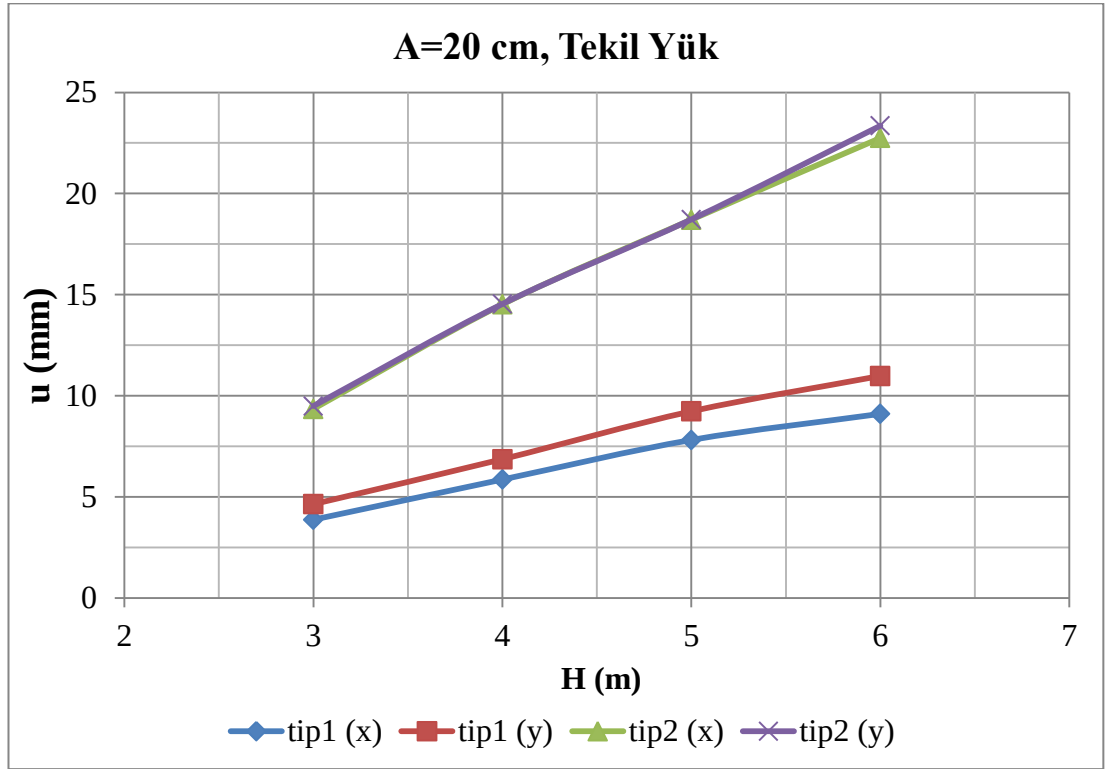
Şekil A.18 : Grid aralığının 10 cm olduğu ve yayılı yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı deformasyon değişim grafikleri



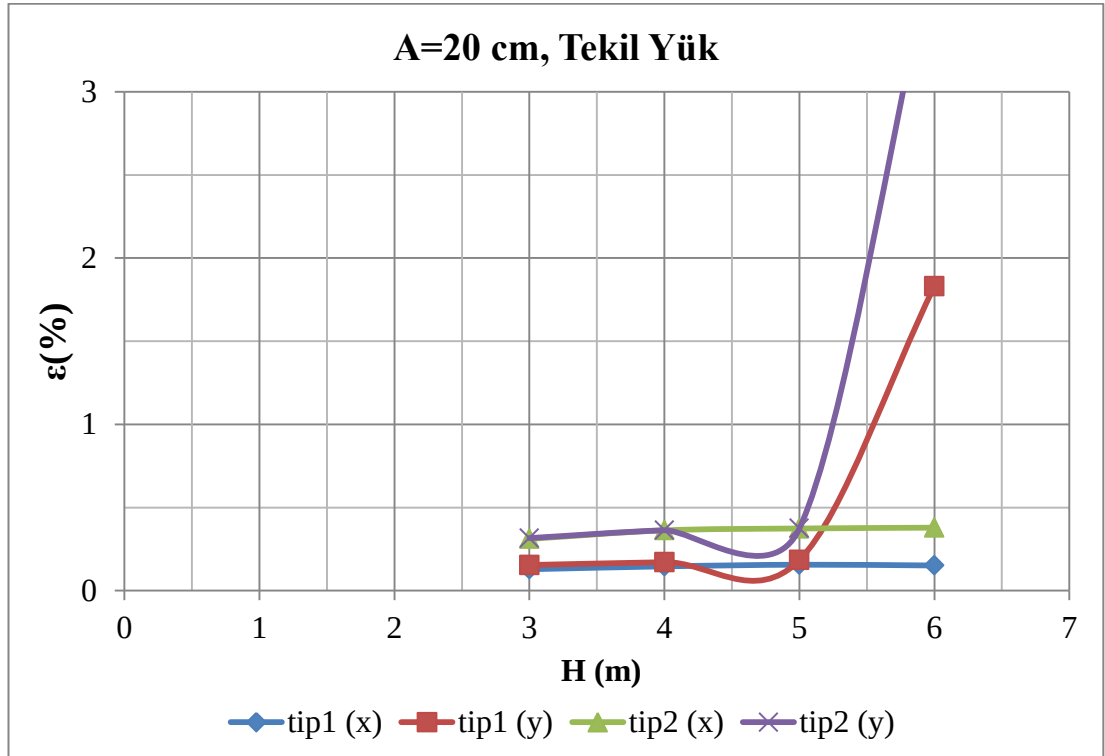
Şekil A.19 : Grid aralığının 10 cm olduğu ve yayılı yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



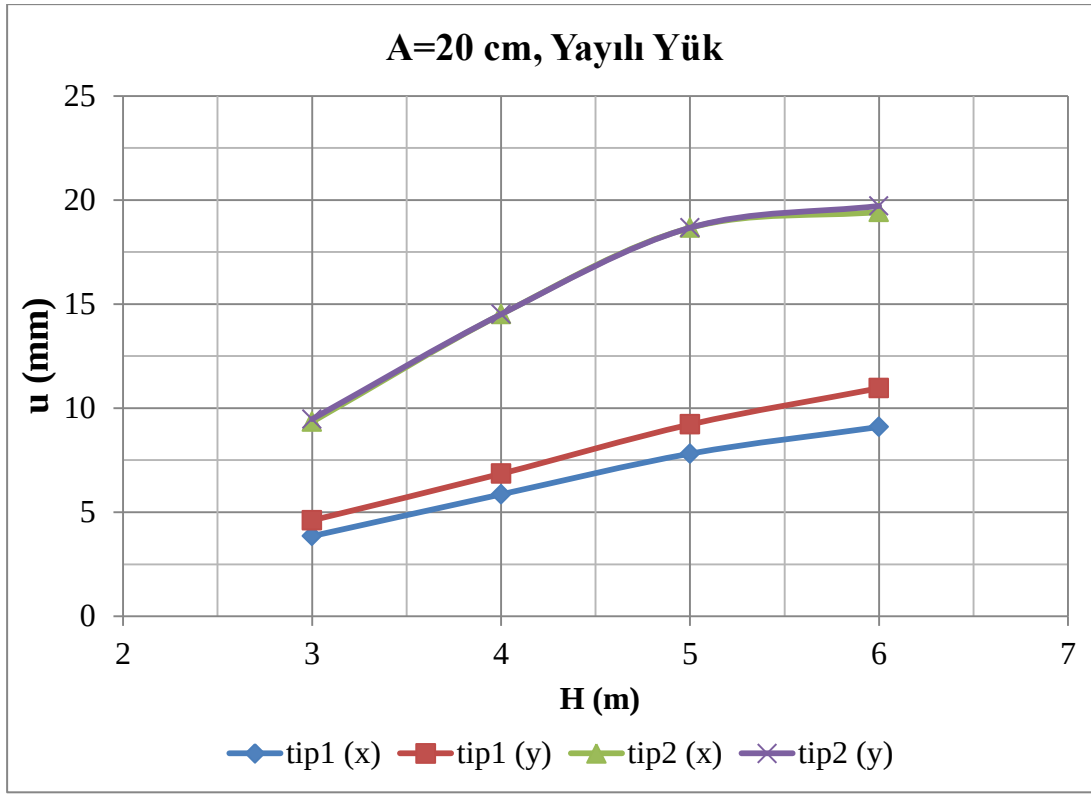
Şekil A.20 : Grid aralığının 10 cm olduğu, H noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı düşey yöndeki toplam gerilme değişim grafikleri



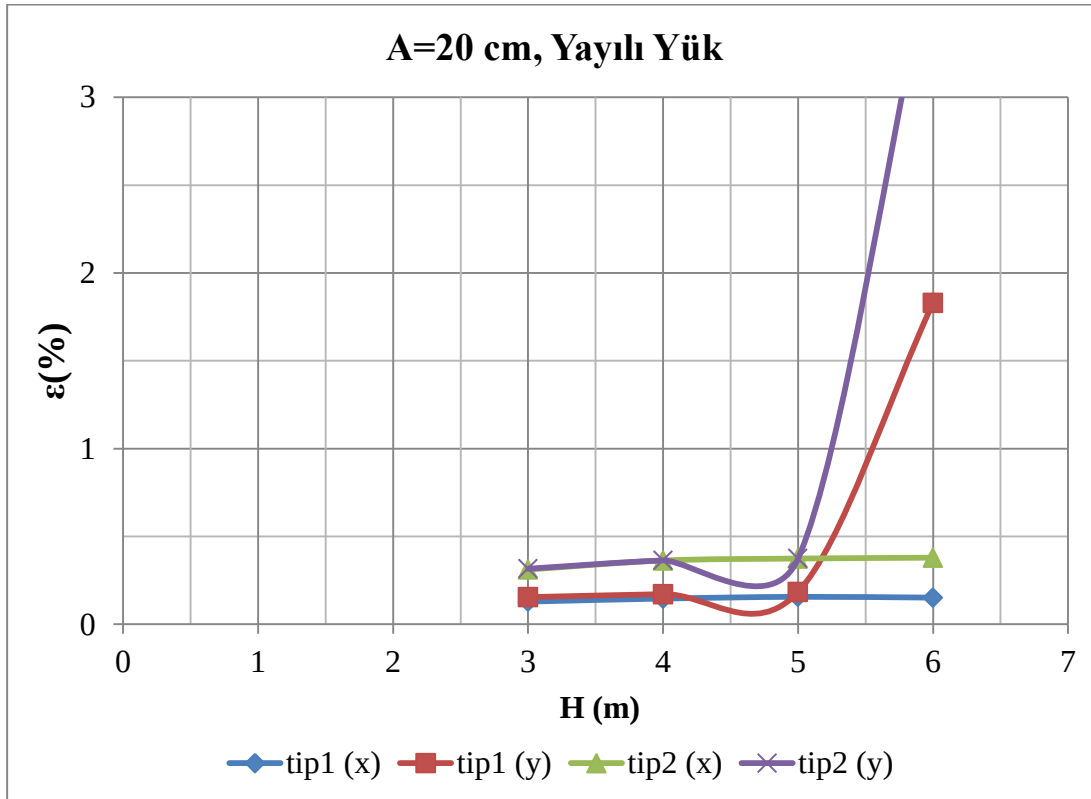
Şekil A.21 : Grid aralığının 20 cm olduğu ve tekil yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı deformasyon değişim grafikleri



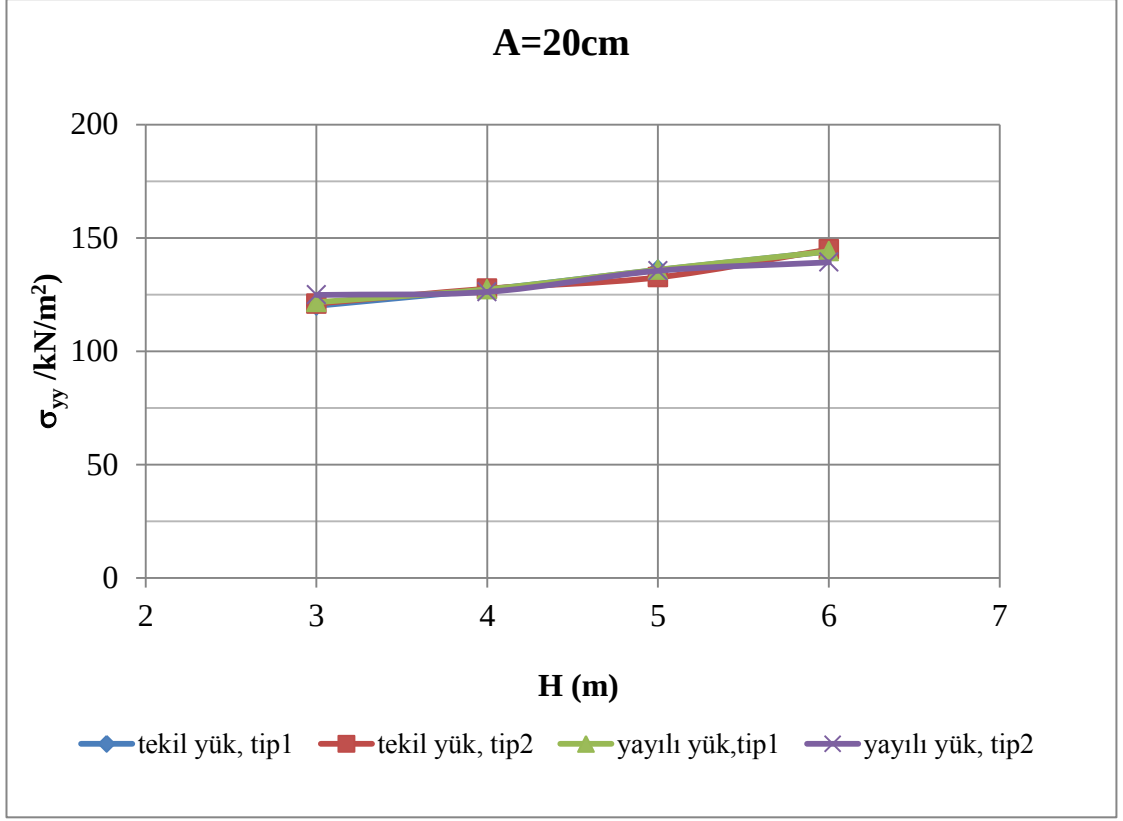
Şekil A.22 : Grid aralığının 20 cm olduğu ve tekil yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



Şekil A.23 : Grid aralığının 20 cm olduğu ve yayılı yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı deformasyon değişim grafikleri

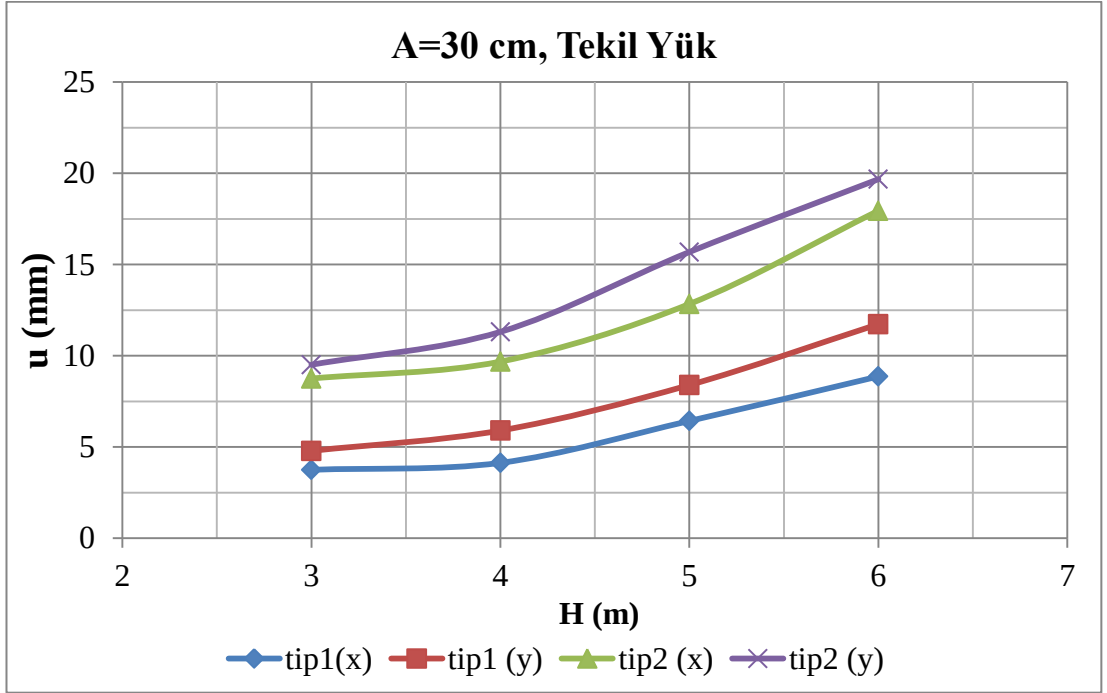


Şekil A.24 : Grid aralığının 20 cm olduğu ve yayılı yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı birim şekil değiştirme grafikleri

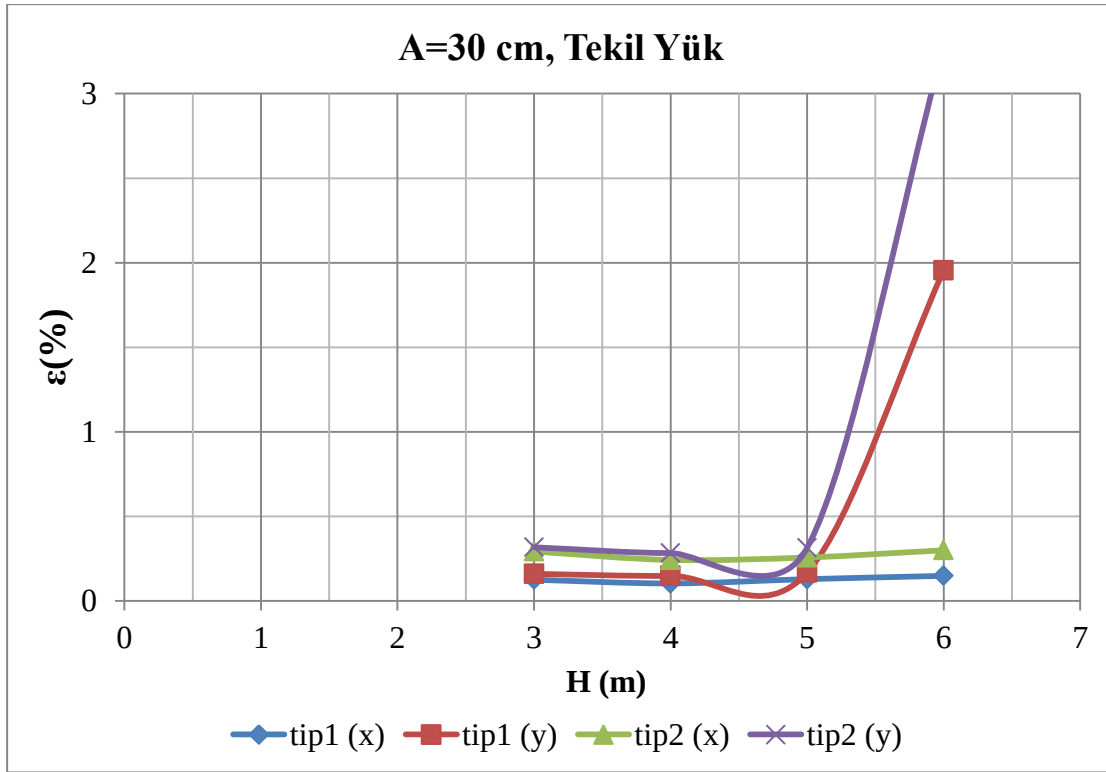


Şekil A.25 : Grid aralığının 20 cm olduğu, H noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı düşey yöndeki toplam gerilme değişim grafikleri

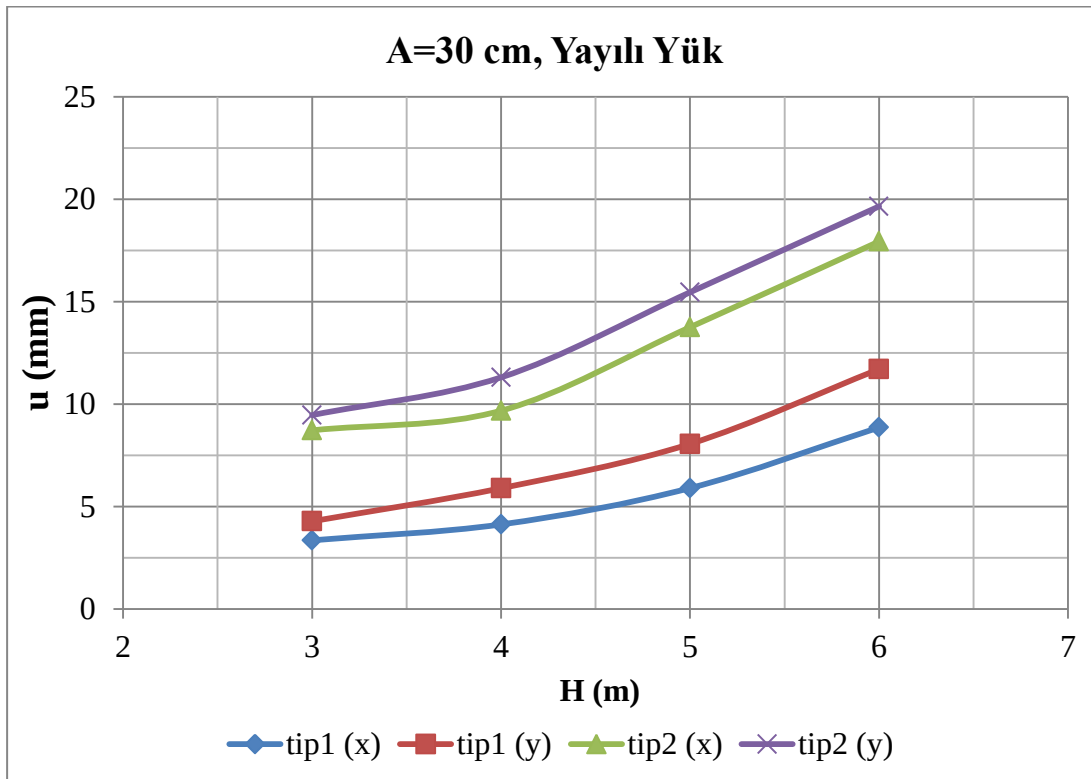
EK B6



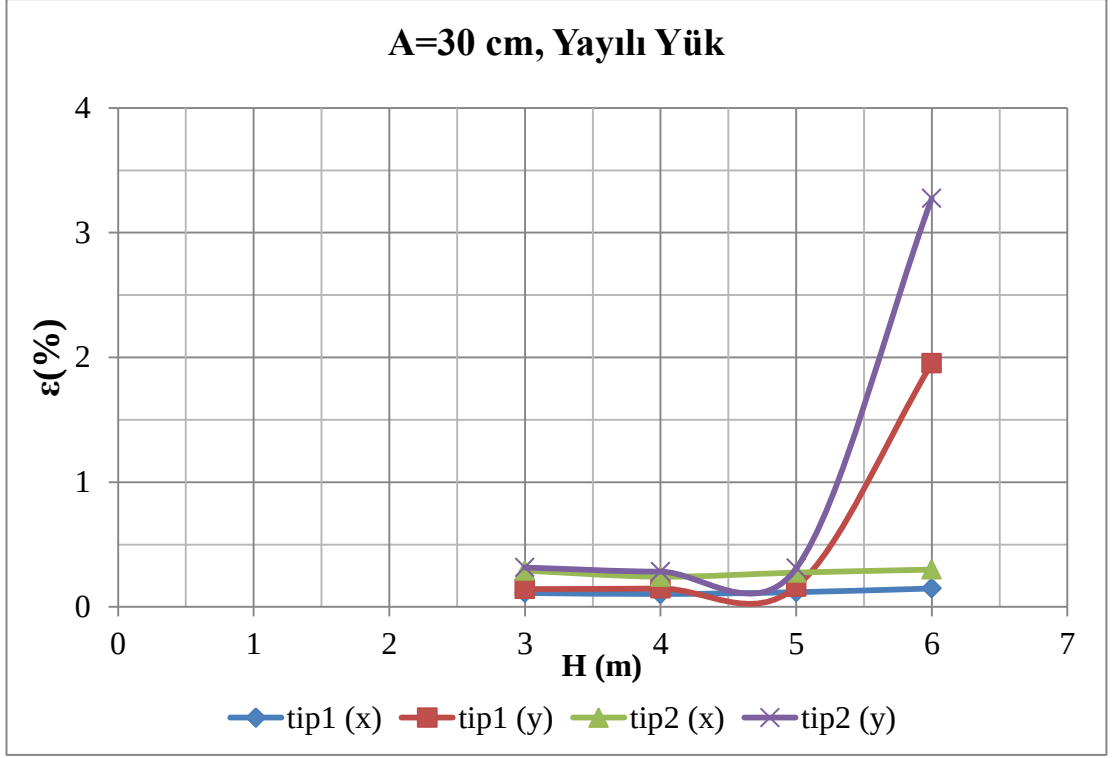
Şekil A.26 : Grid aralığının 30 cm olduğu ve tekil yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı deformasyon değişim grafikleri



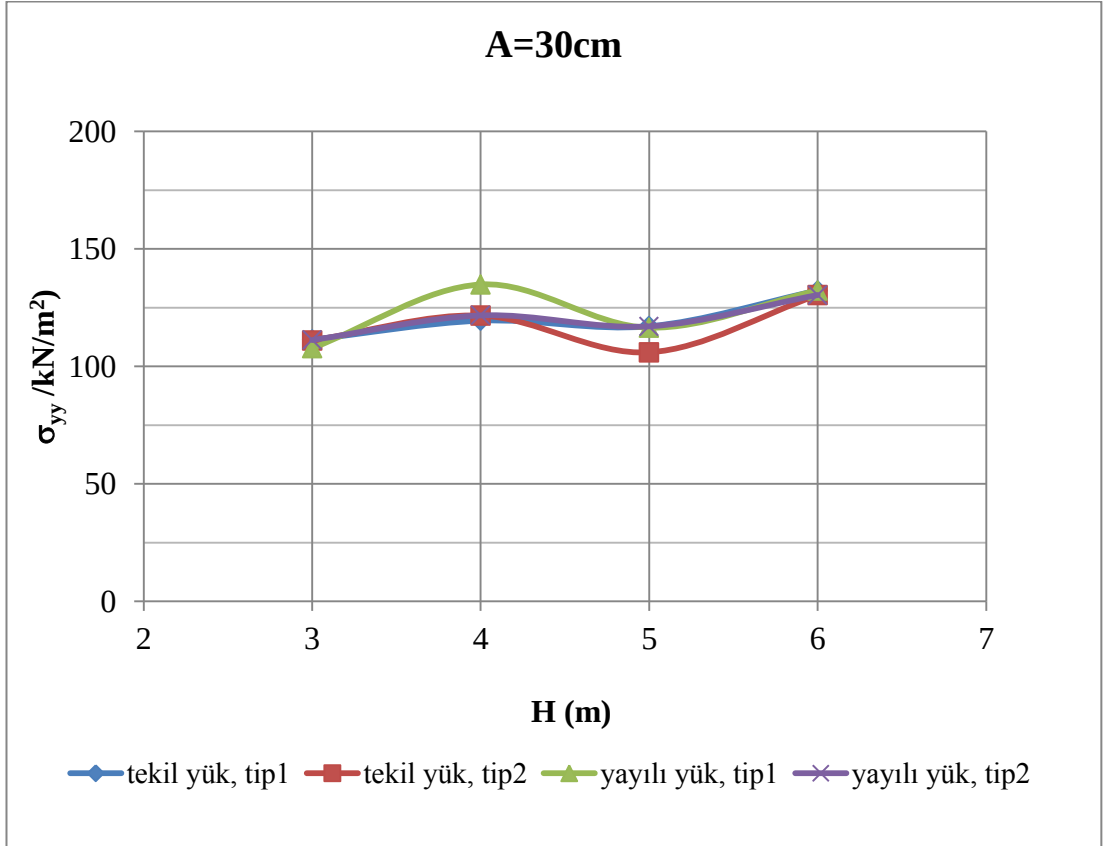
Şekil A.27 : Grid aralığının 30 cm olduğu ve tekil yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



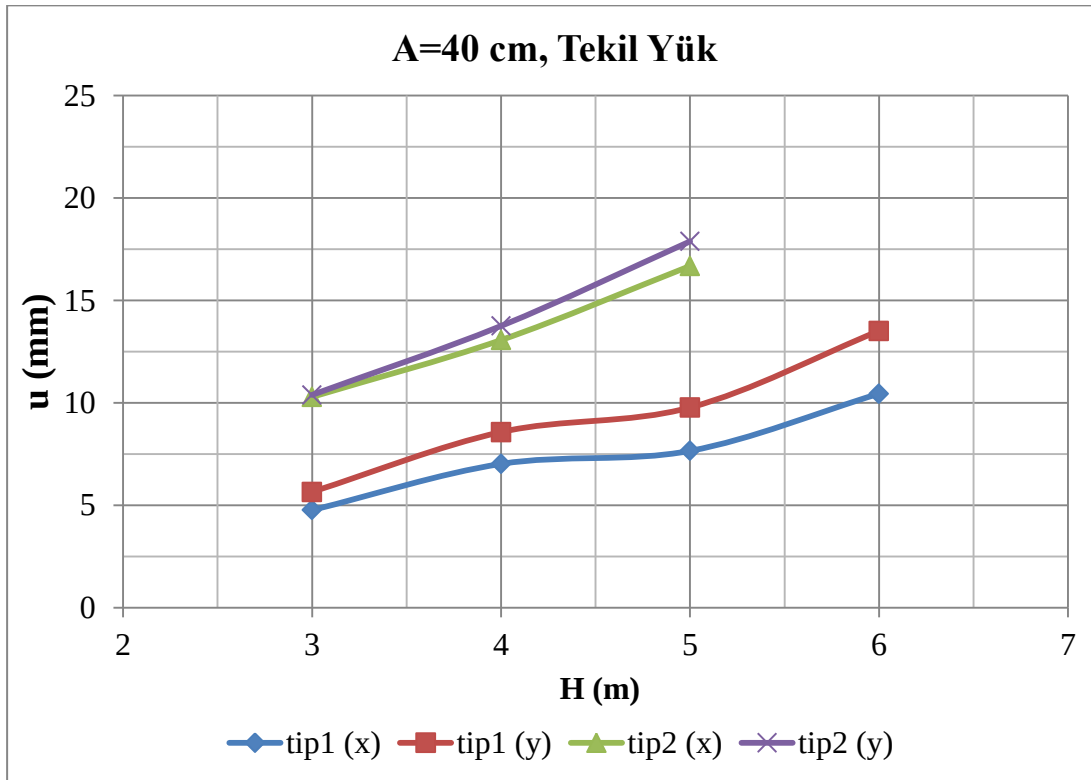
Şekil A.28 : Grid aralığının 30 cm olduğu ve yayılı yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı deformasyon değişim grafikleri



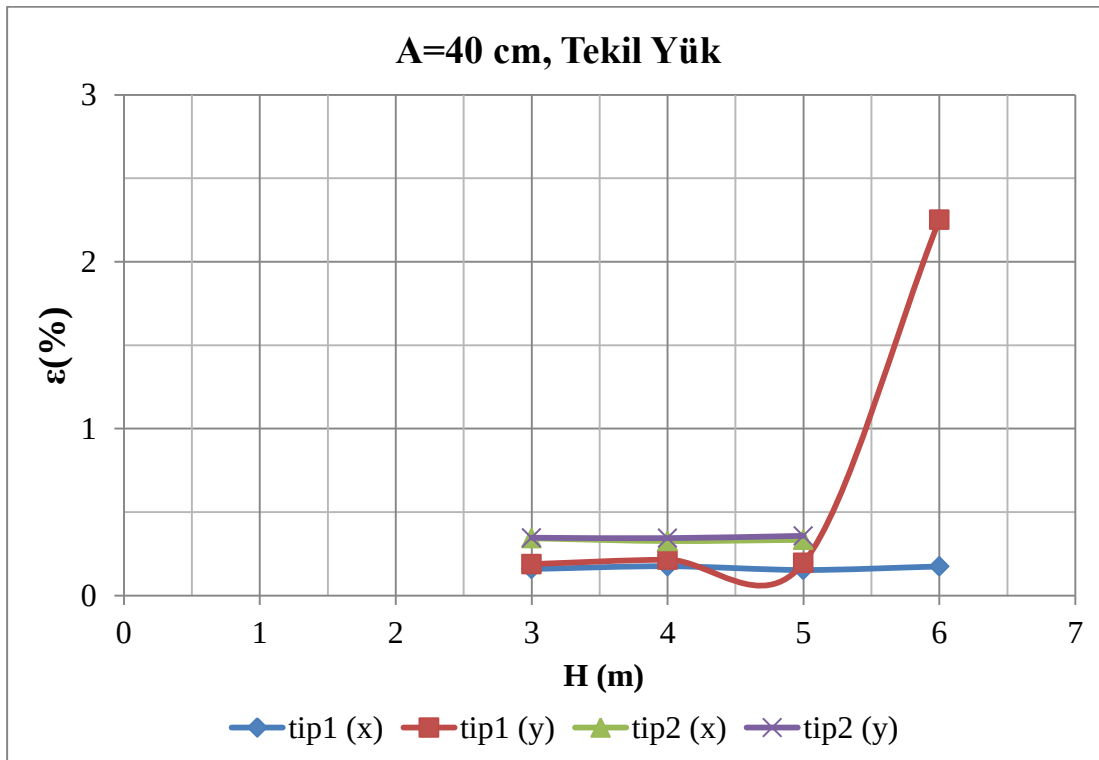
Şekil A.29 : Grid aralığının 30 cm olduğu ve yayılı yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



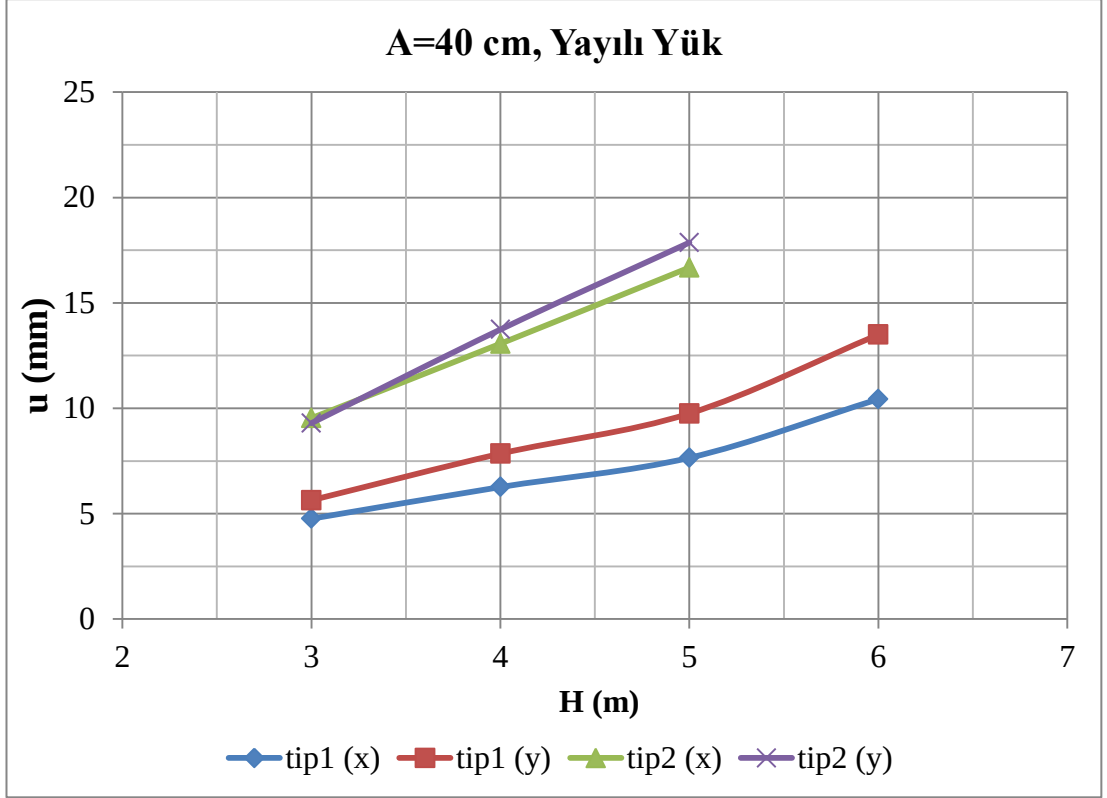
Şekil A.30 : Grid aralığının 30 cm olduğu, H noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı düşey yöndeki toplam gerilme değişim grafikleri



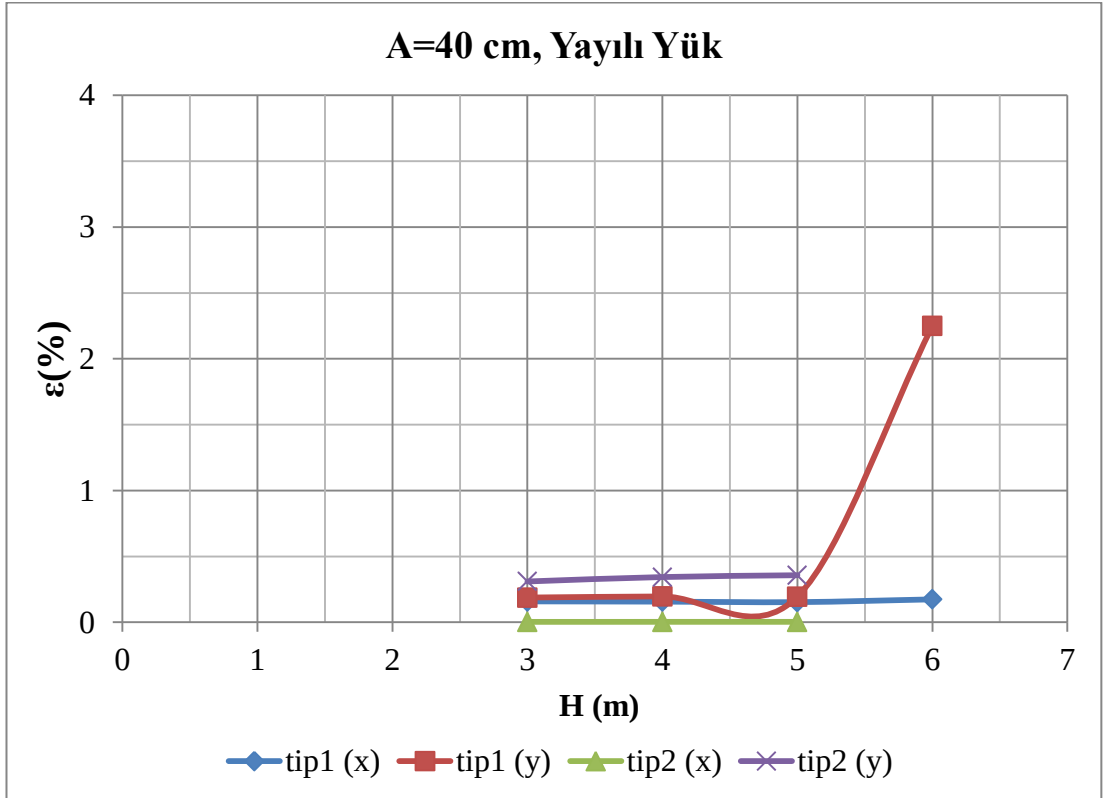
Şekil A.31 : Grid aralığının 40 cm olduğu ve tekil yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı deformasyon değişim grafikleri



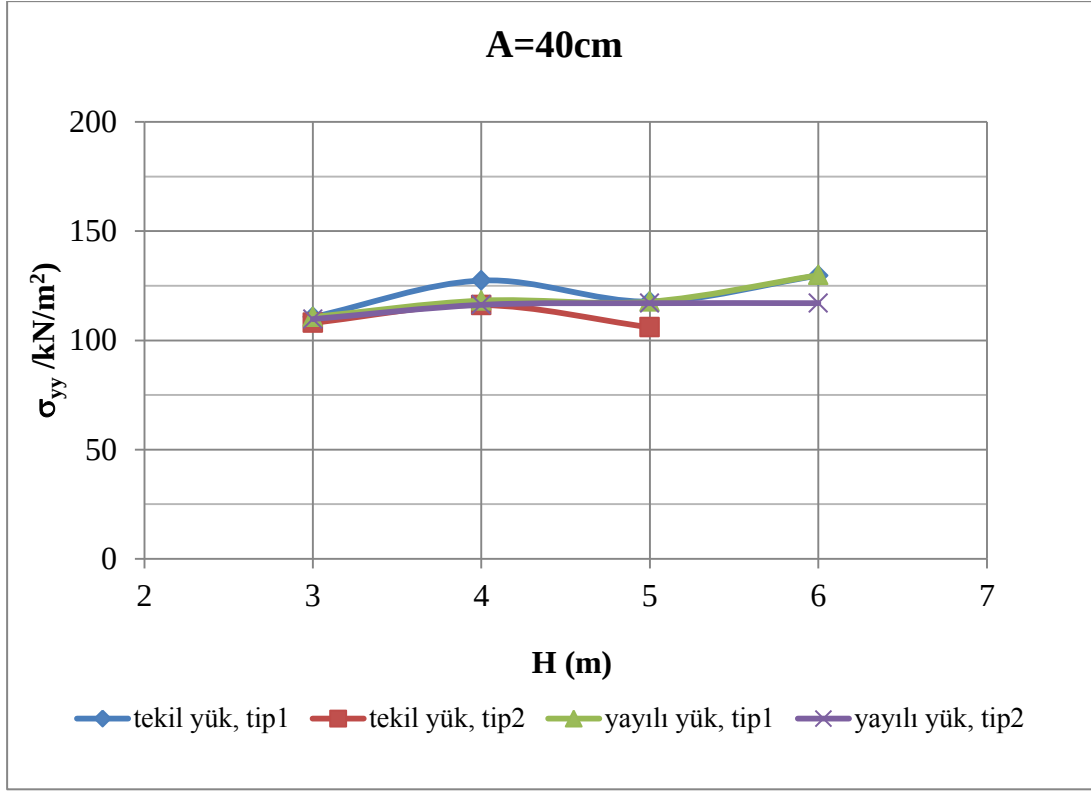
Şekil A.32 : Grid aralığının 40 cm olduğu ve tekil yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



Şekil A.33 : Grid aralığının 40 cm olduğu ve yayılı yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı deformasyon değişim grafikleri

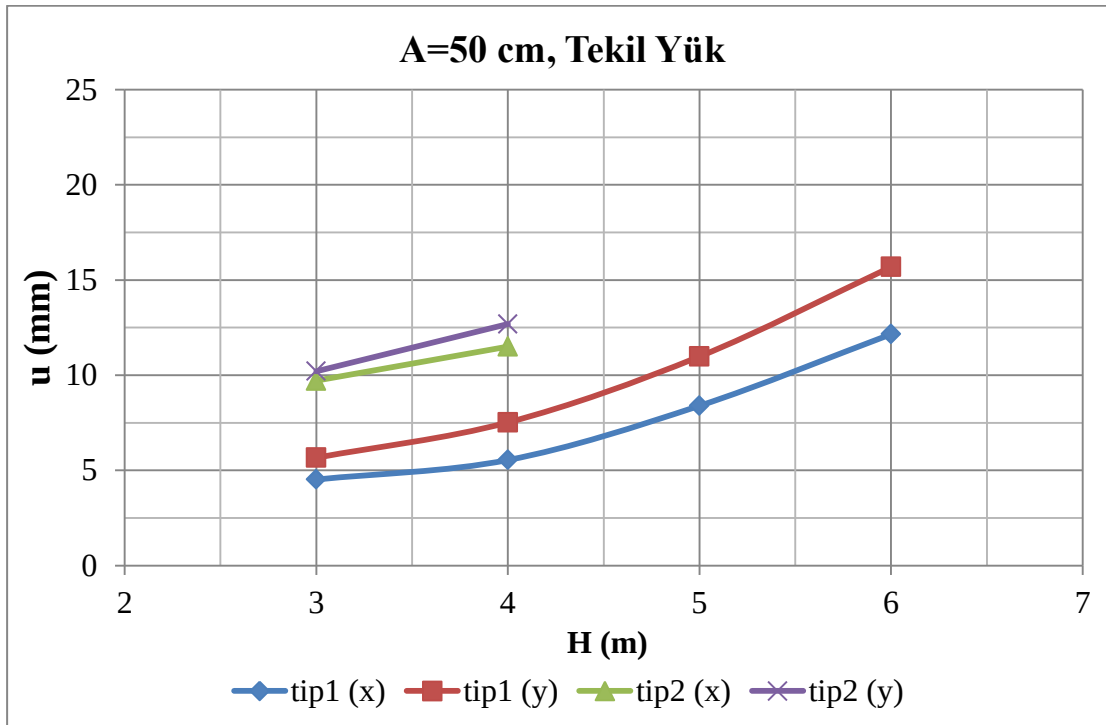


Şekil A.34 : Grid aralığının 40 cm olduğu ve yayılı yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı birim şekil değiştirme grafikleri

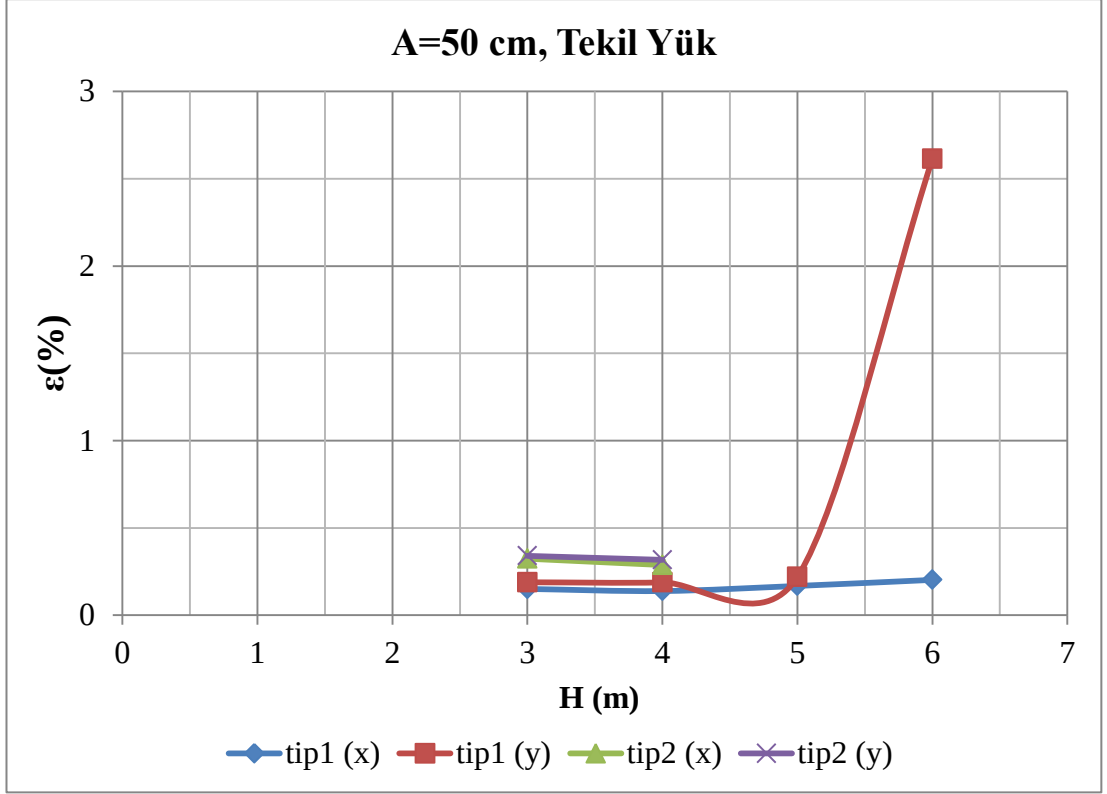


Şekil A.35 : Grid aralığının 40 cm olduğu, H noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı düşey yöndeki toplam gerilme değişim grafikleri

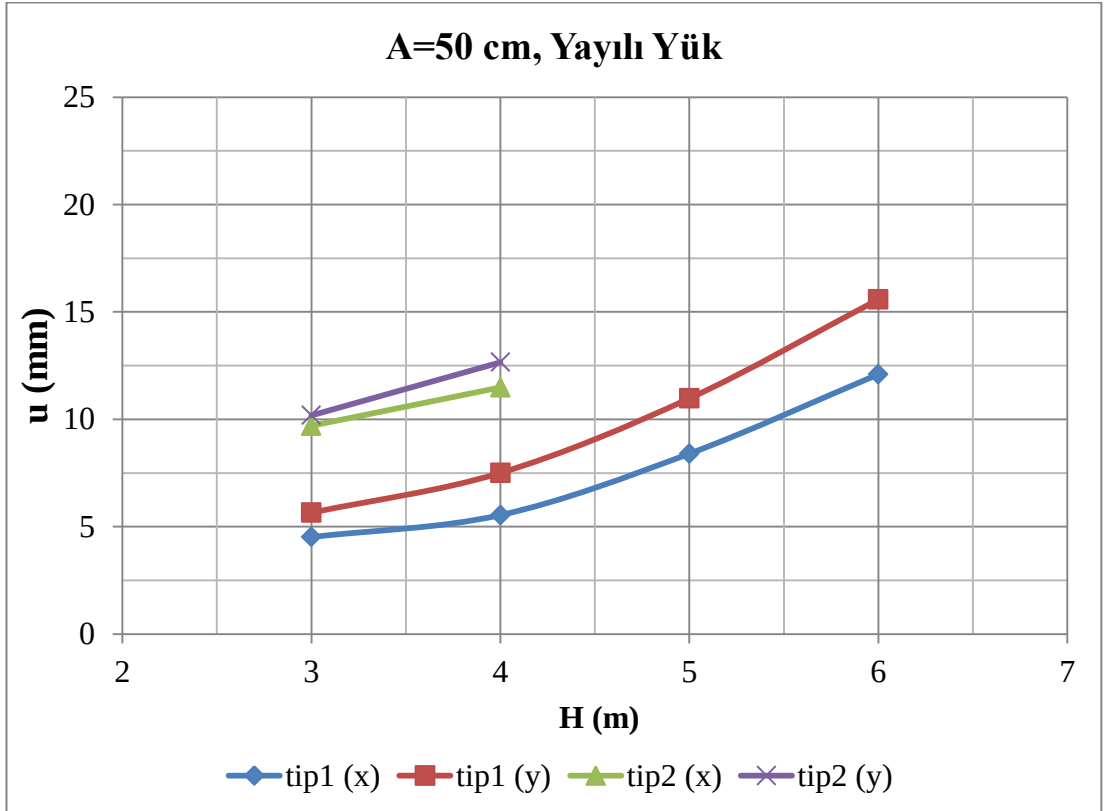
EK B8



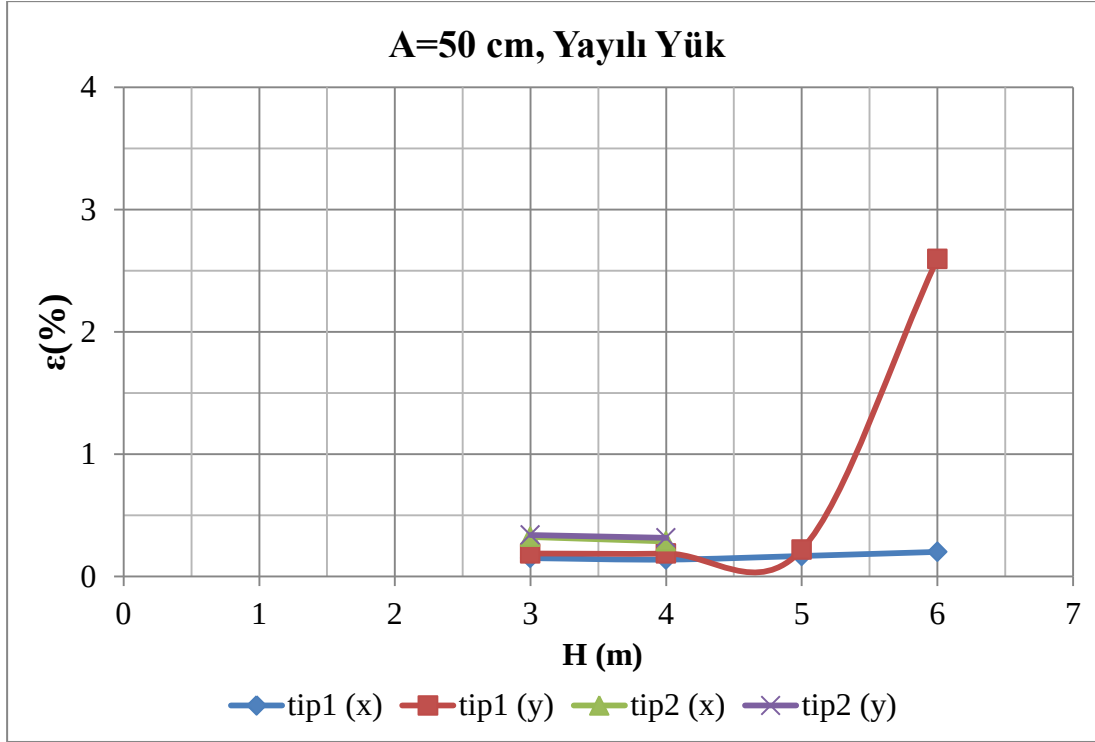
Şekil A.36 : Grid aralığının 50 cm olduğu ve tekil yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı deformasyon değişim grafikleri



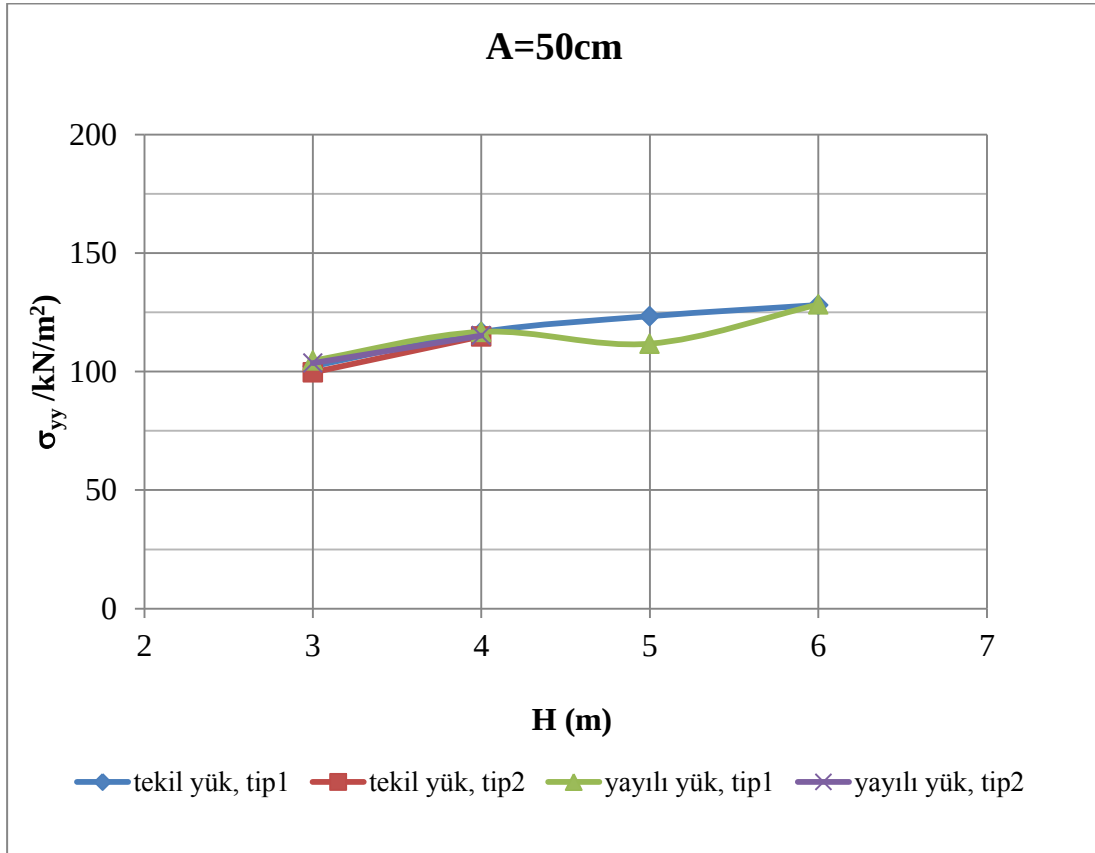
Şekil A.37 : Grid aralığının 50 cm olduğu ve tekil yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı birim şekil değiştirme grafikleri



Şekil A.38 : Grid aralığının 50 cm olduğu ve yayılı yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı deformasyon değişim grafikleri

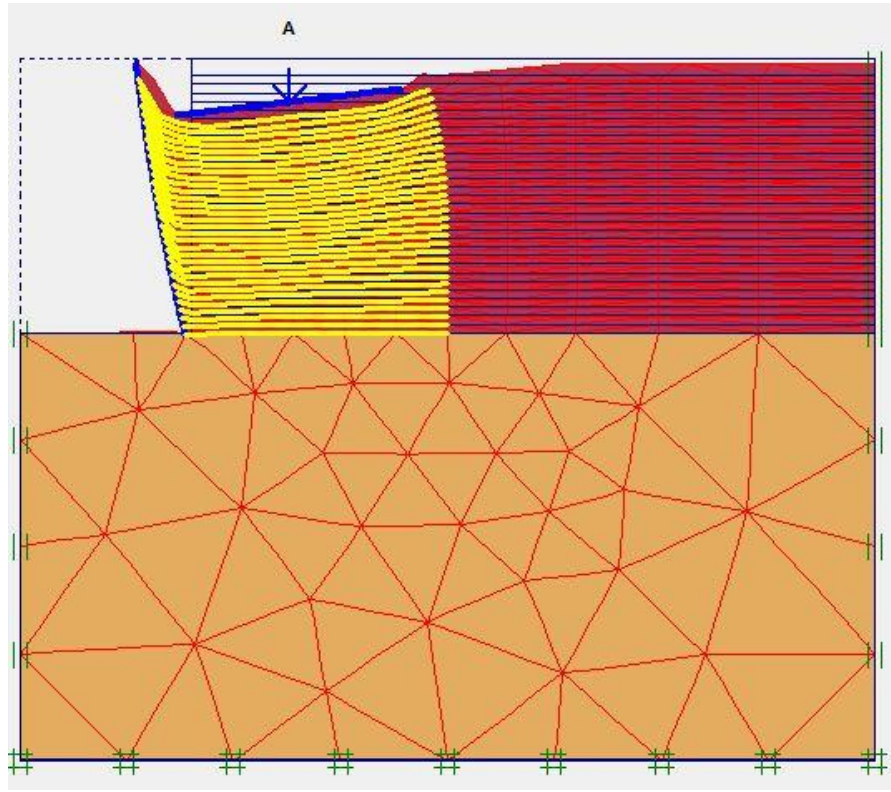


Şekil A.39 : Grid aralığının 50 cm olduğu ve yayılı yük uygulanan duvarda, B noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı birim şekil değiştirme grafikleri

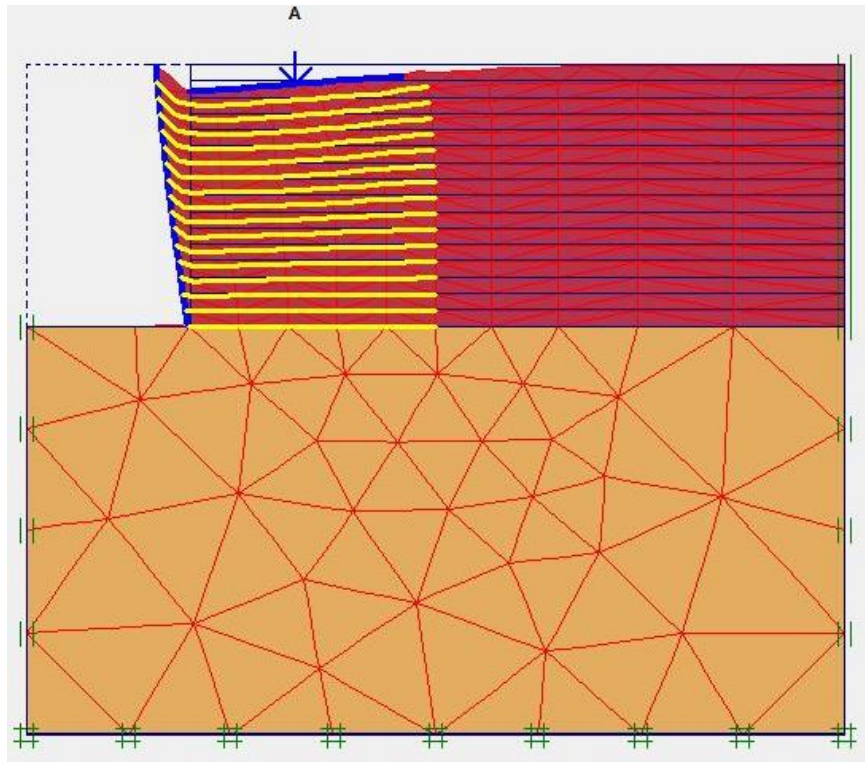


Şekil A.40 : Grid aralığının 50 cm olduğu, H noktasındaki duvar yüksekliğine bağlı düşey yöndeki toplam gerilme değişim grafikleri

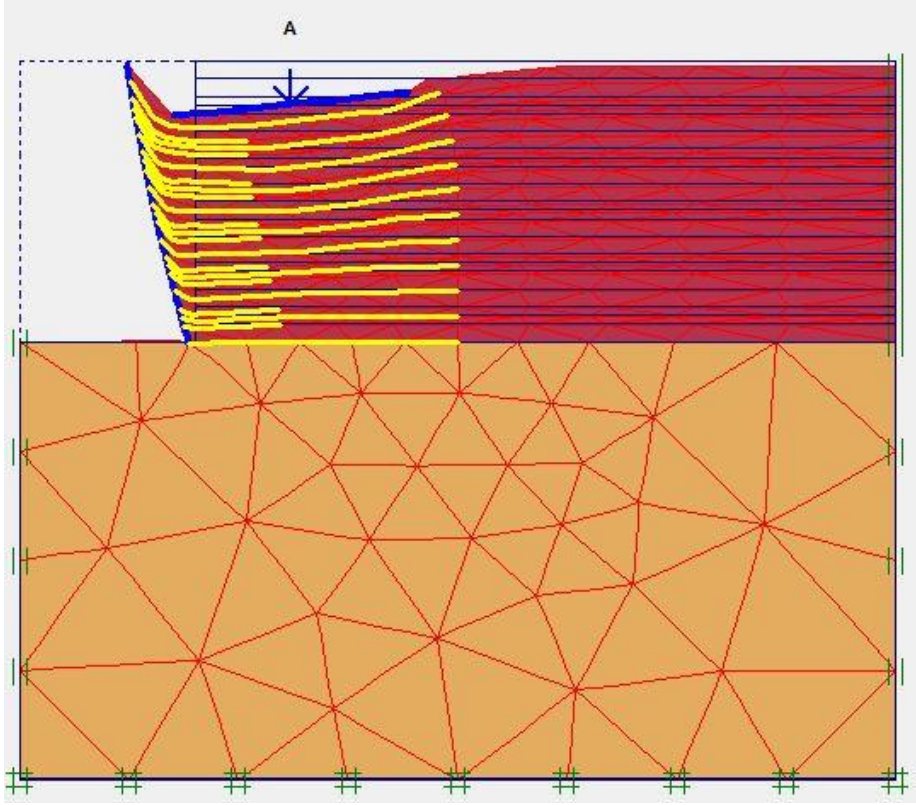
EK B9



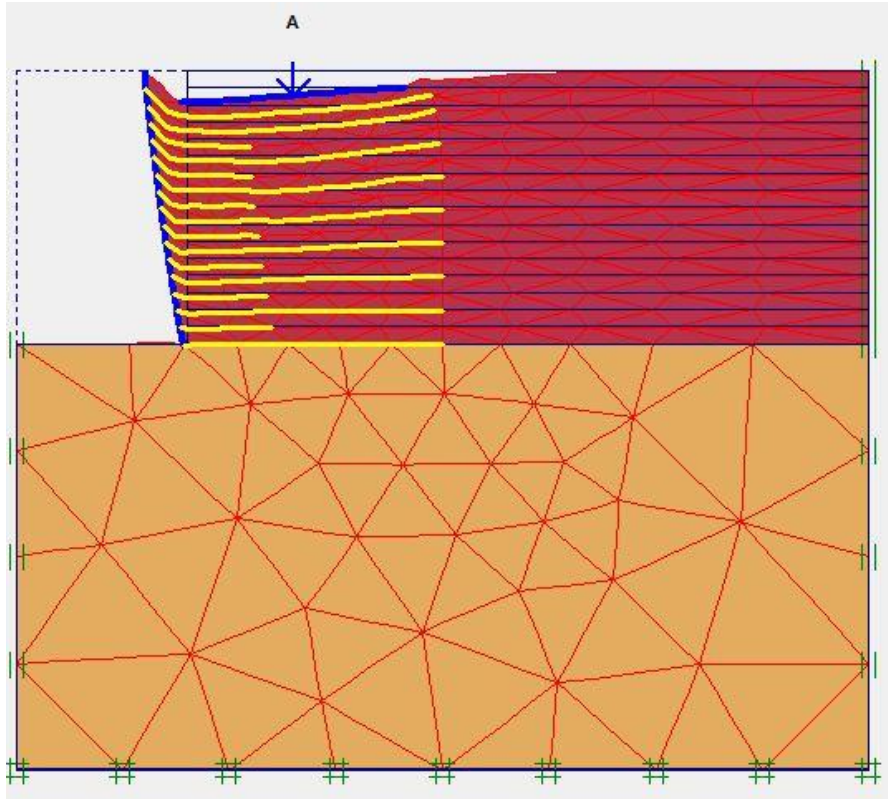
Şekil A.41 : Tekil yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



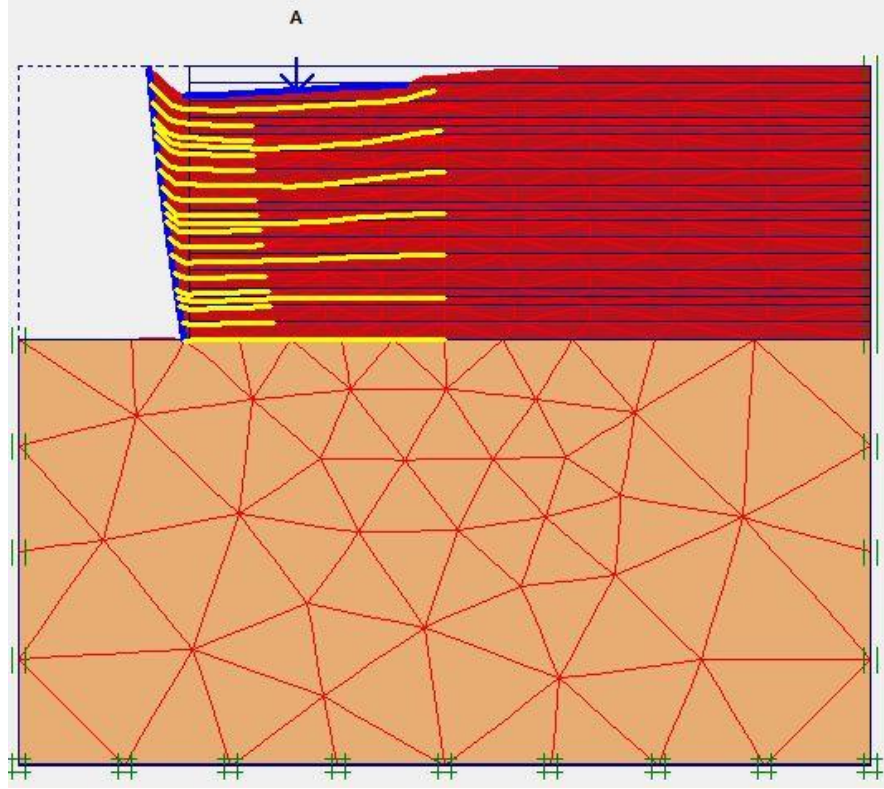
Şekil A.42 : Tekil yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



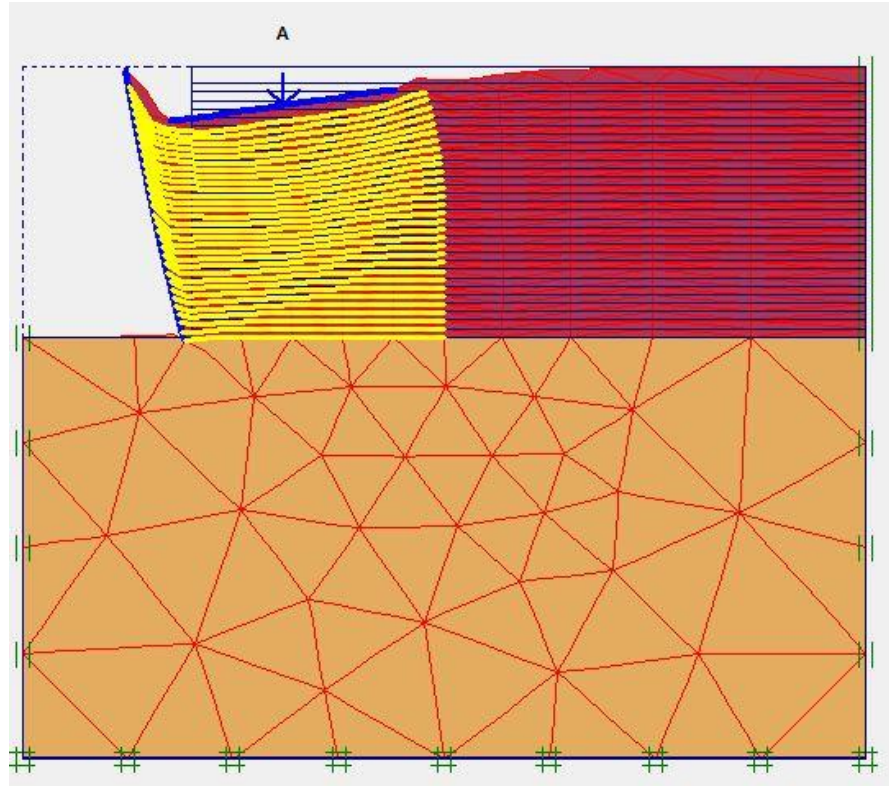
Şekil A.43 : Tekil yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



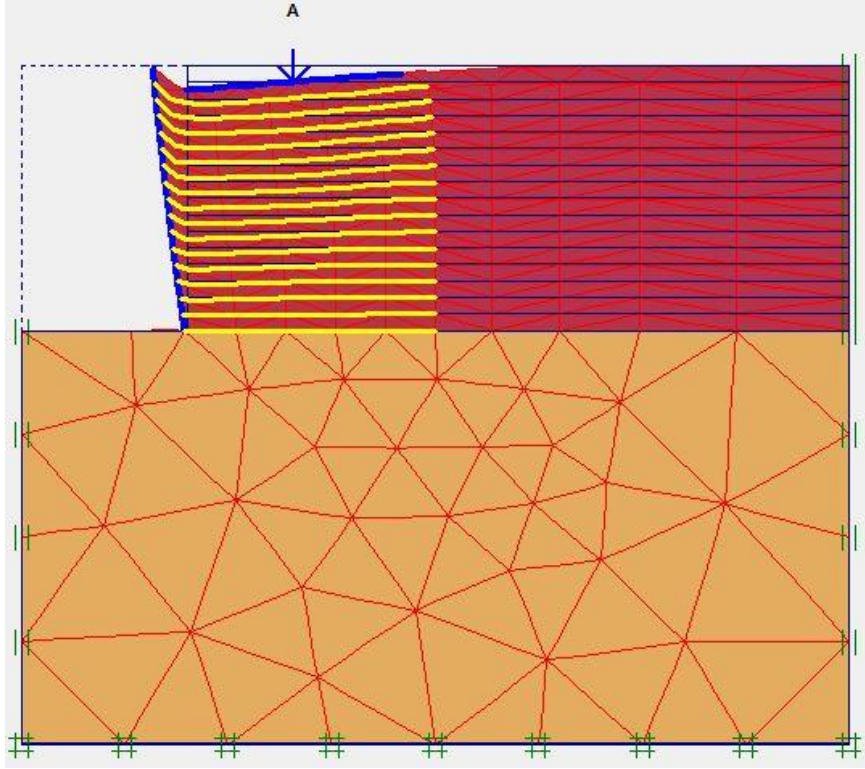
Şekil A.44 : Tekil yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



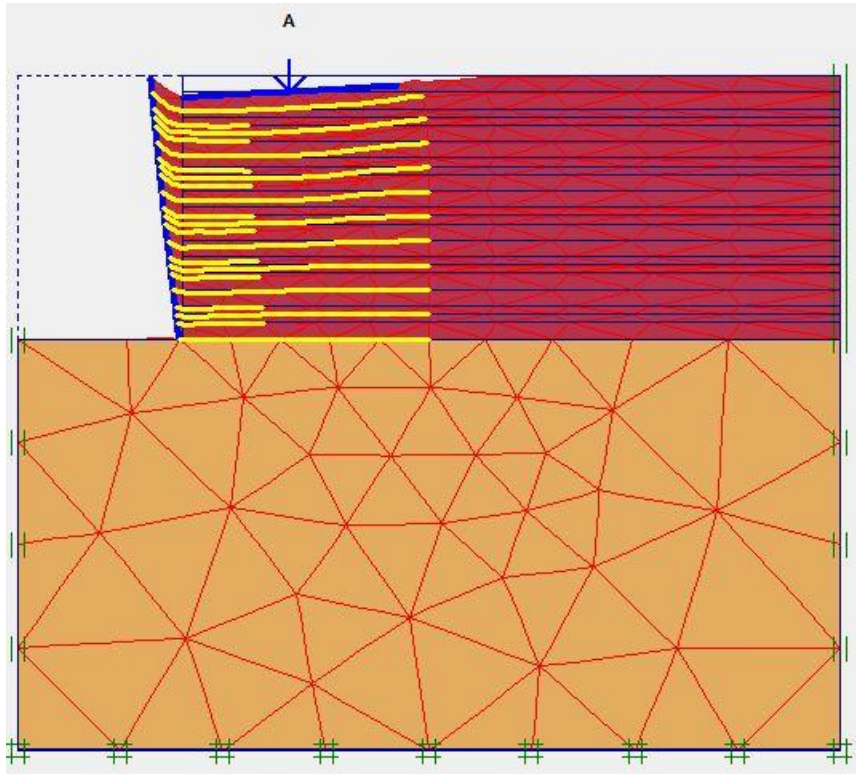
Şekil A.45 : Tekil yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



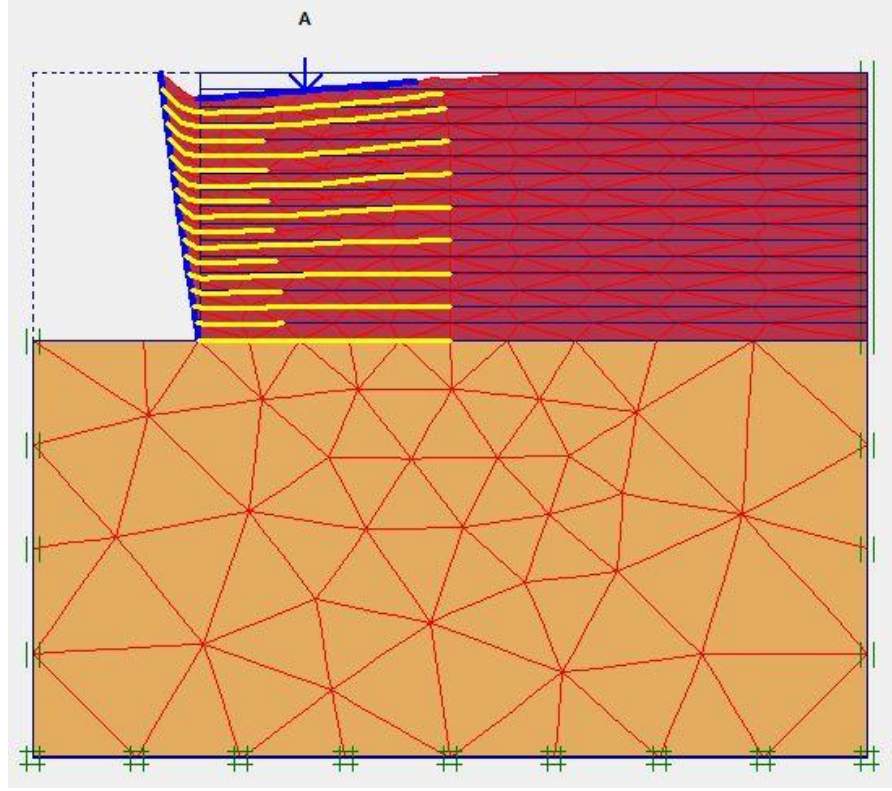
Şekil A.46 : Tekil yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



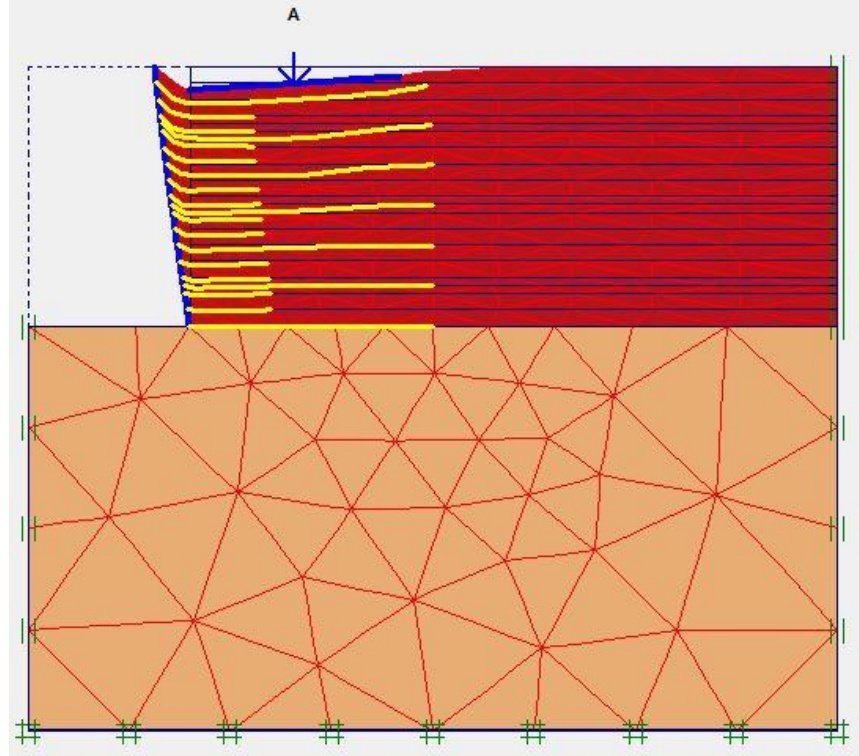
Şekil A.47 : Tekil yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



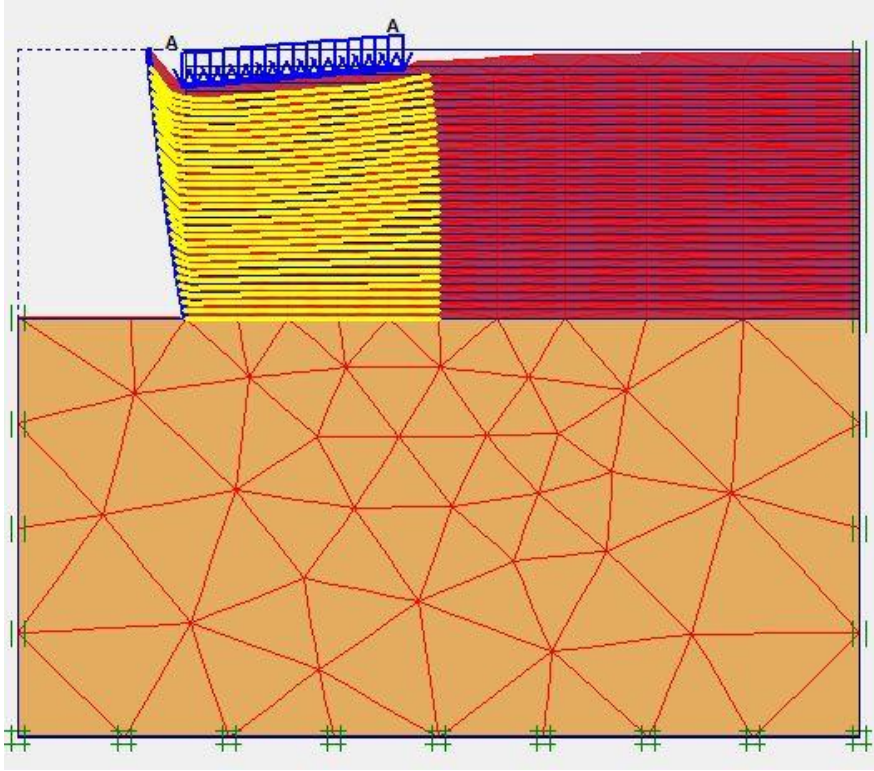
Şekil A.48 : Tekil yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



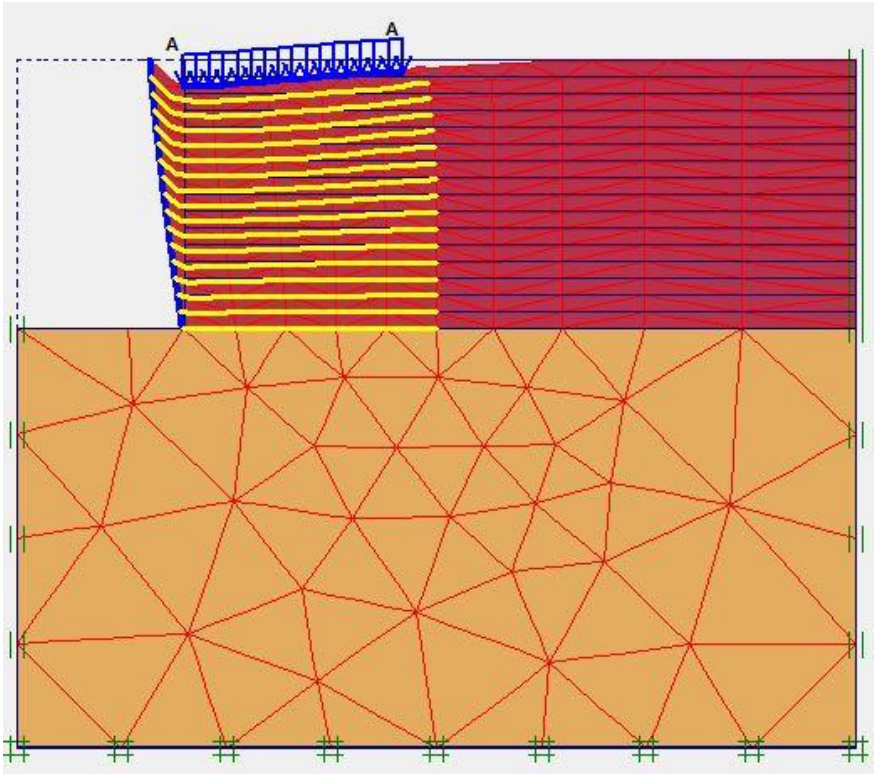
Şekil A.49 : Tekil yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



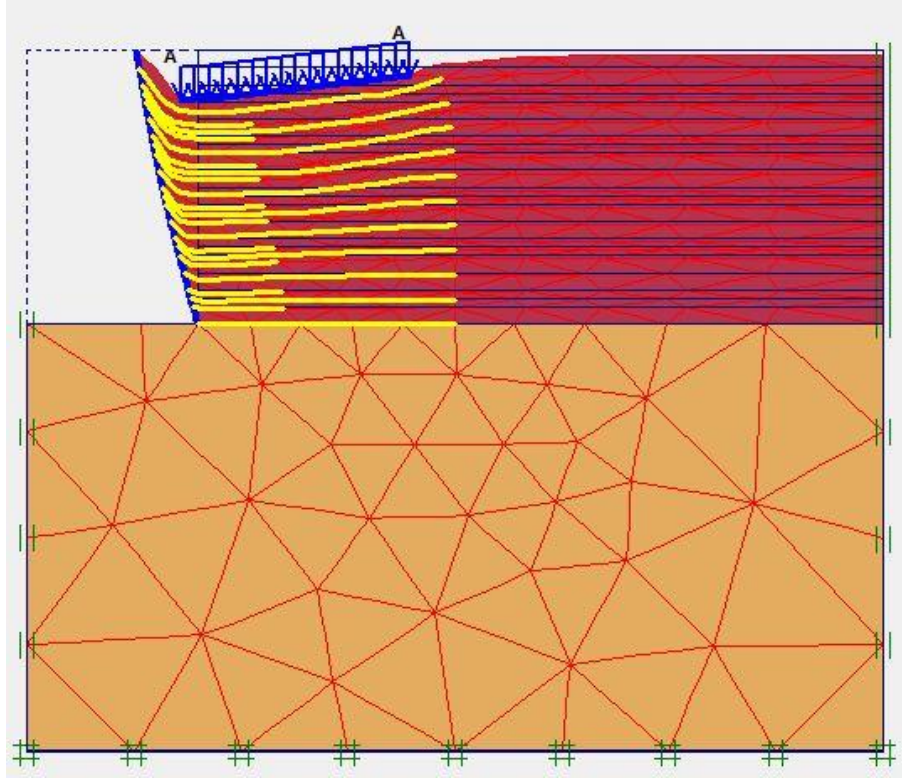
Şekil A.50 : Tekil yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



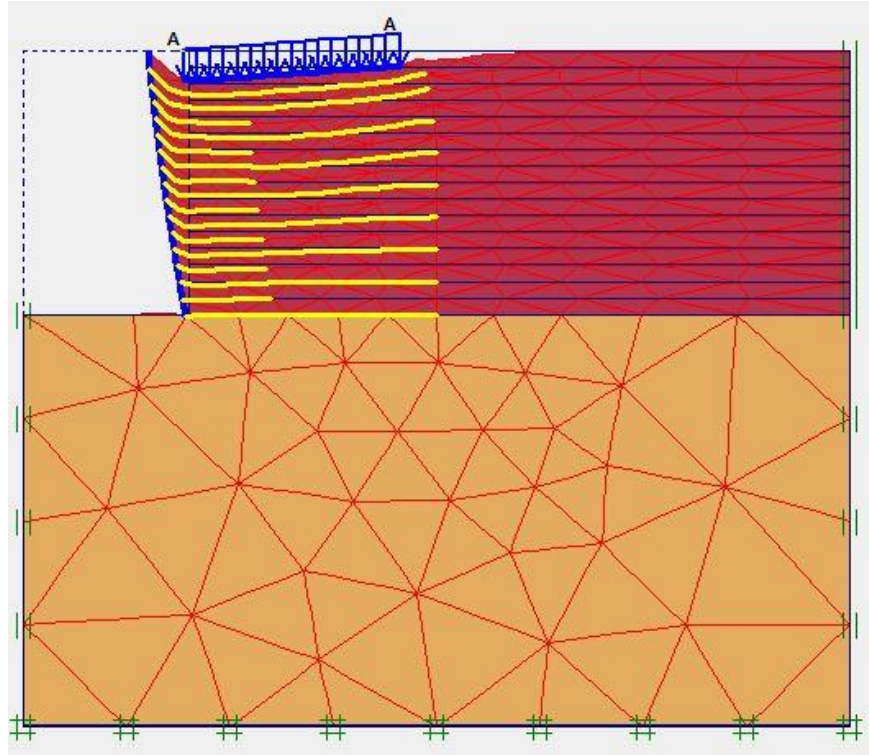
Şekil A.51 : Yayılı yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



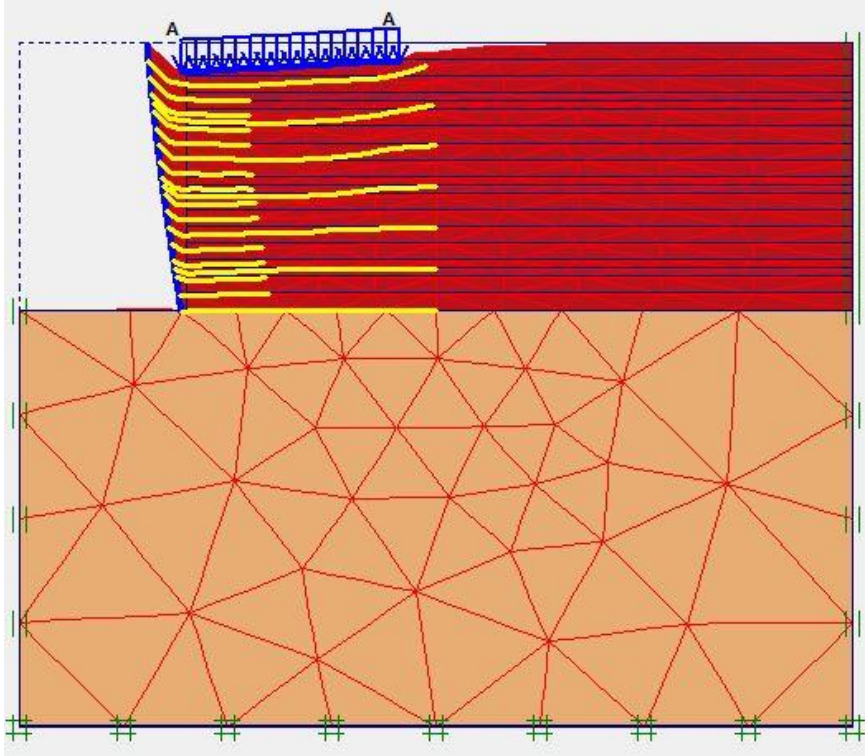
Şekil A.52 : Yayılı Yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



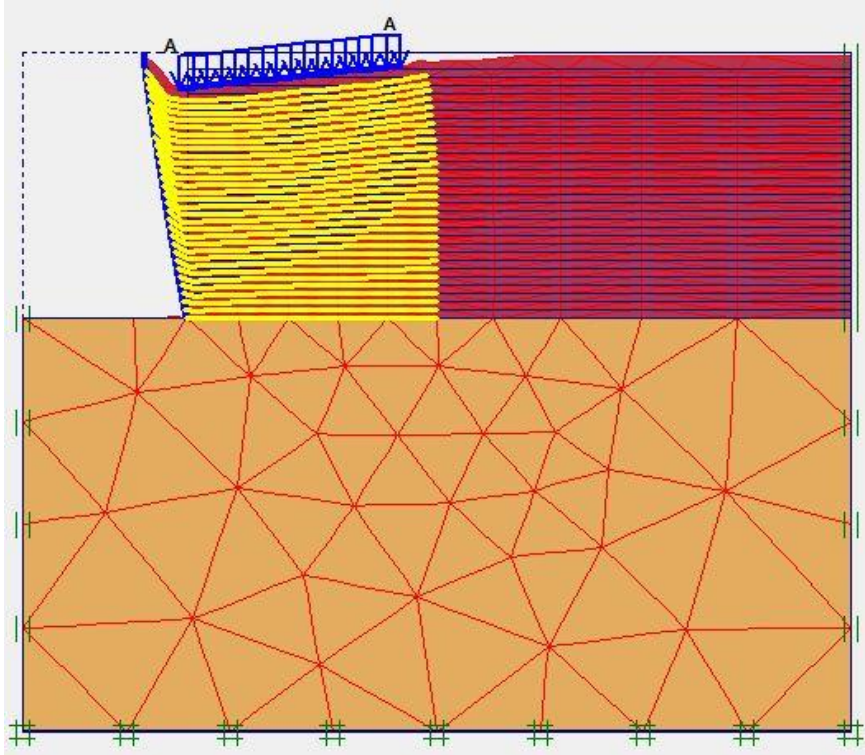
Şekil A.53 : Yayılı Yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



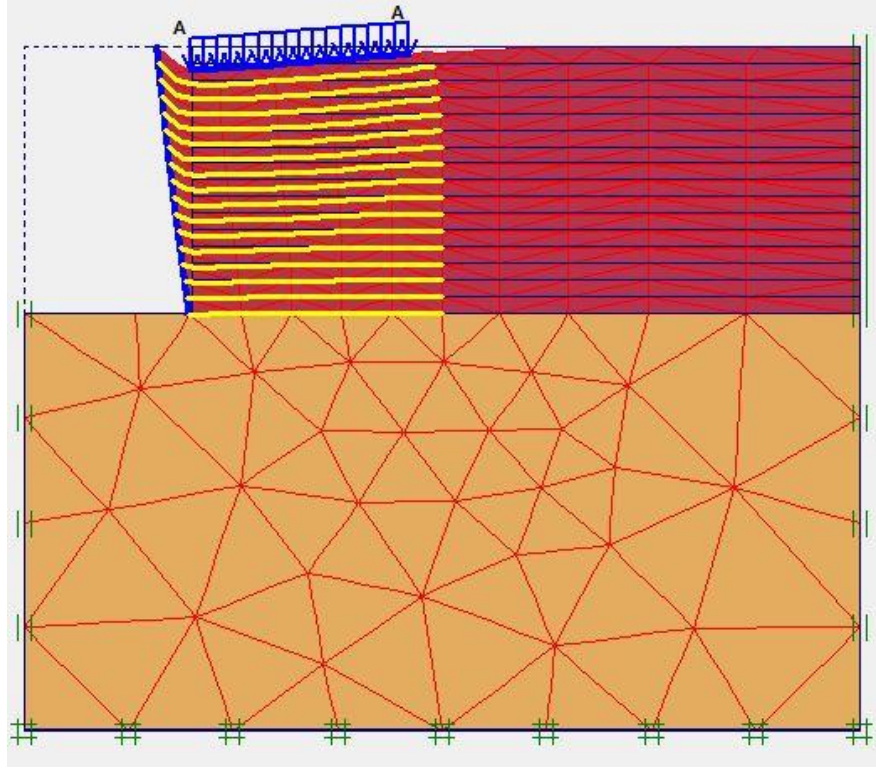
Şekil A.54 : Yayılı Yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



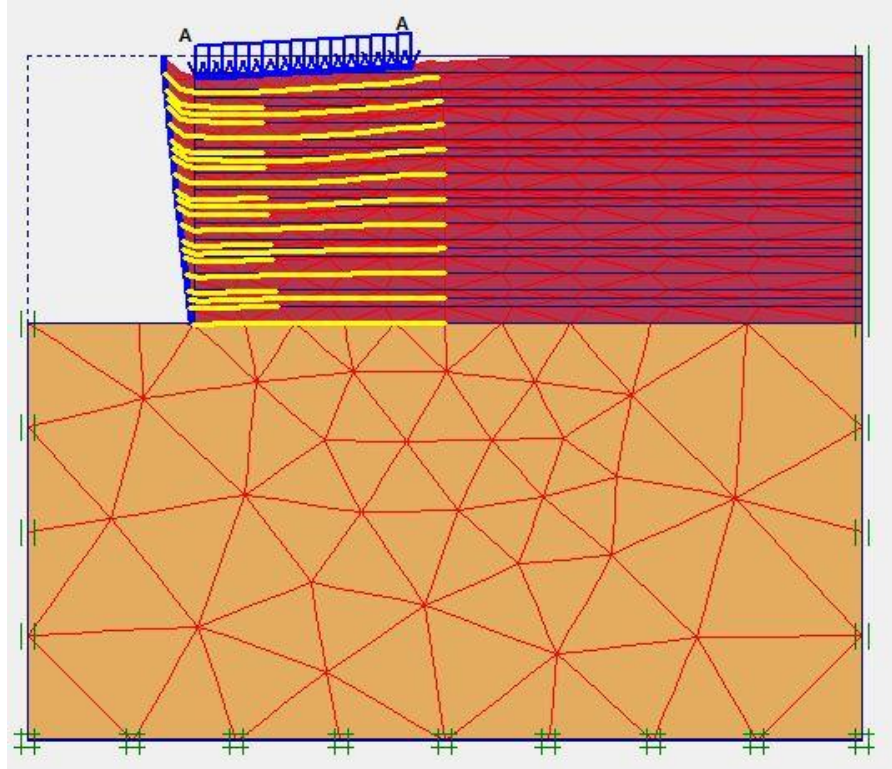
Şekil A.55 : Yayılı Yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



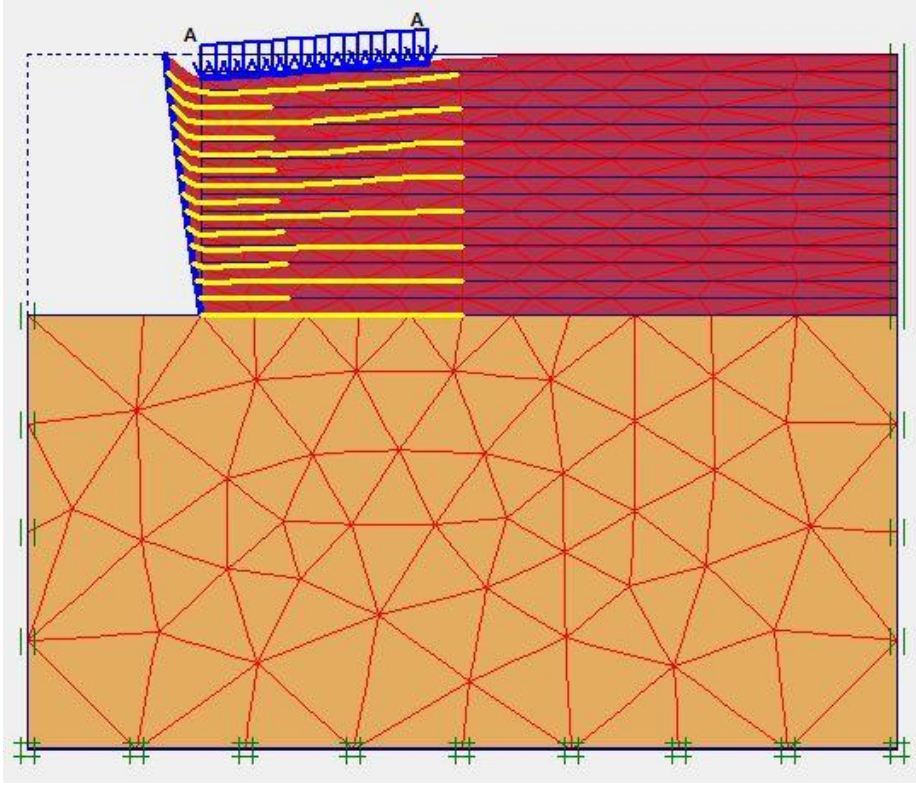
Şekil A.56 : Yayılı Yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



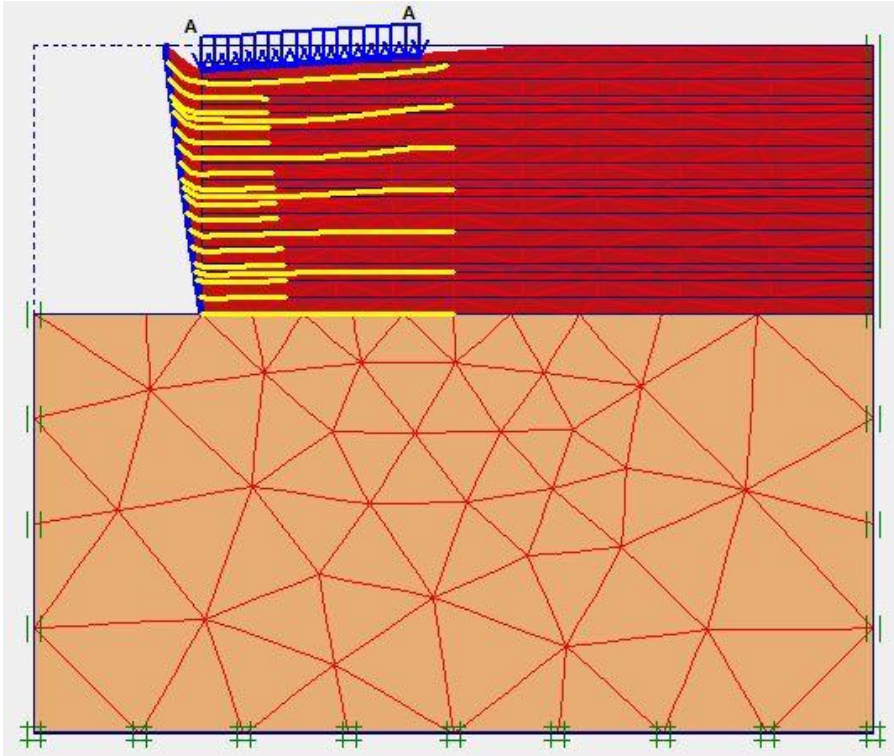
Şekil A.57 : Yayılı yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



Şekil A.58 : Yayılı yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

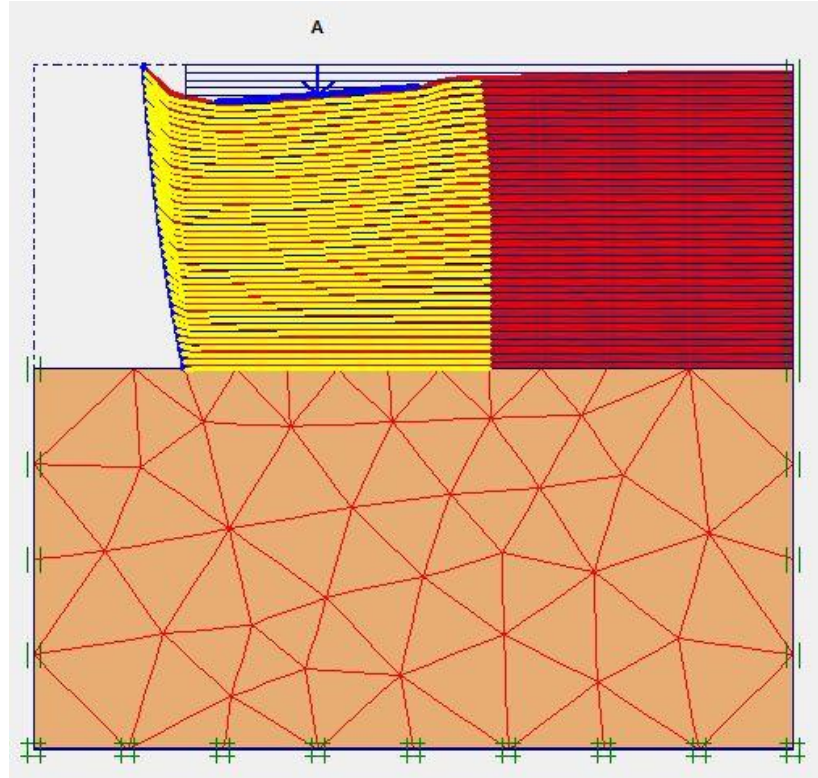


Şekil A.59 : Yayılı yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

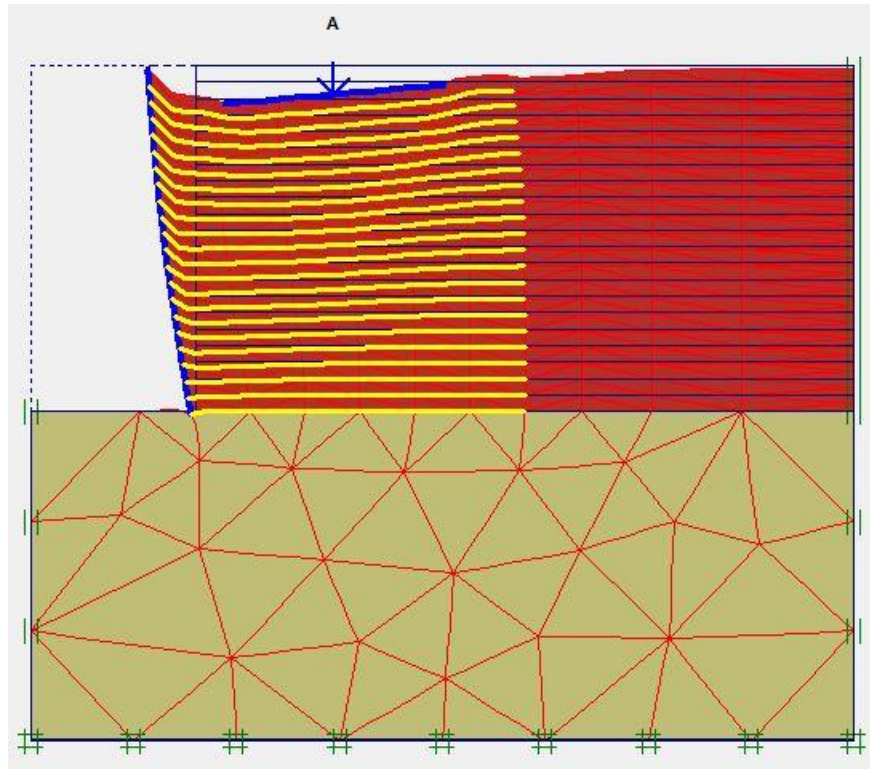


Şekil A.60 : Yayılı yük uygulanan 3 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

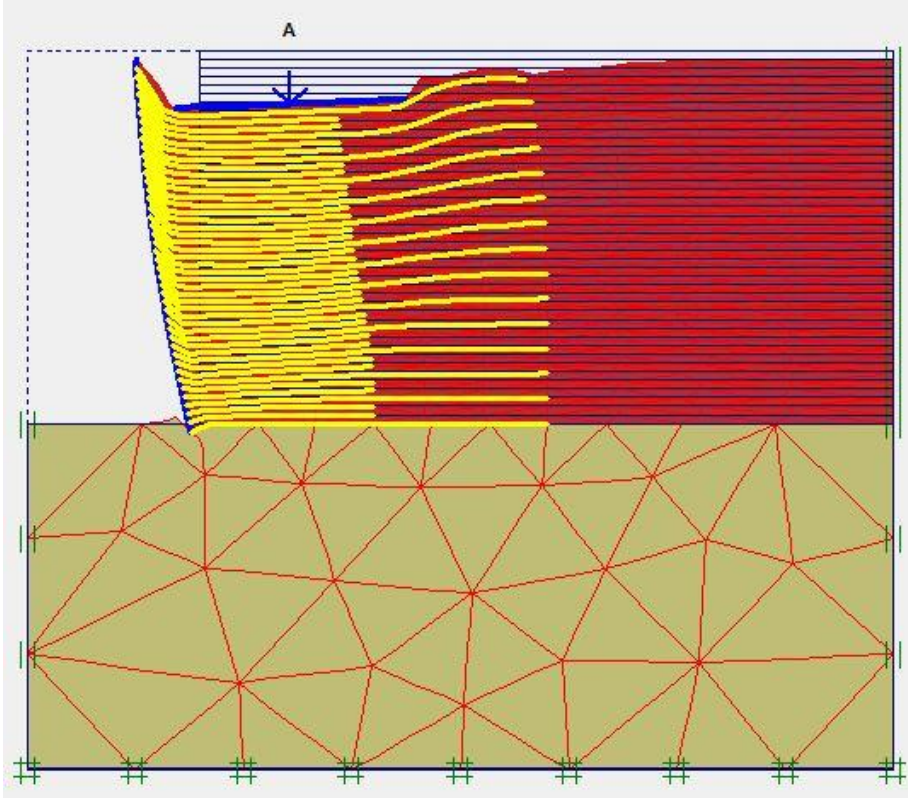
EK B10



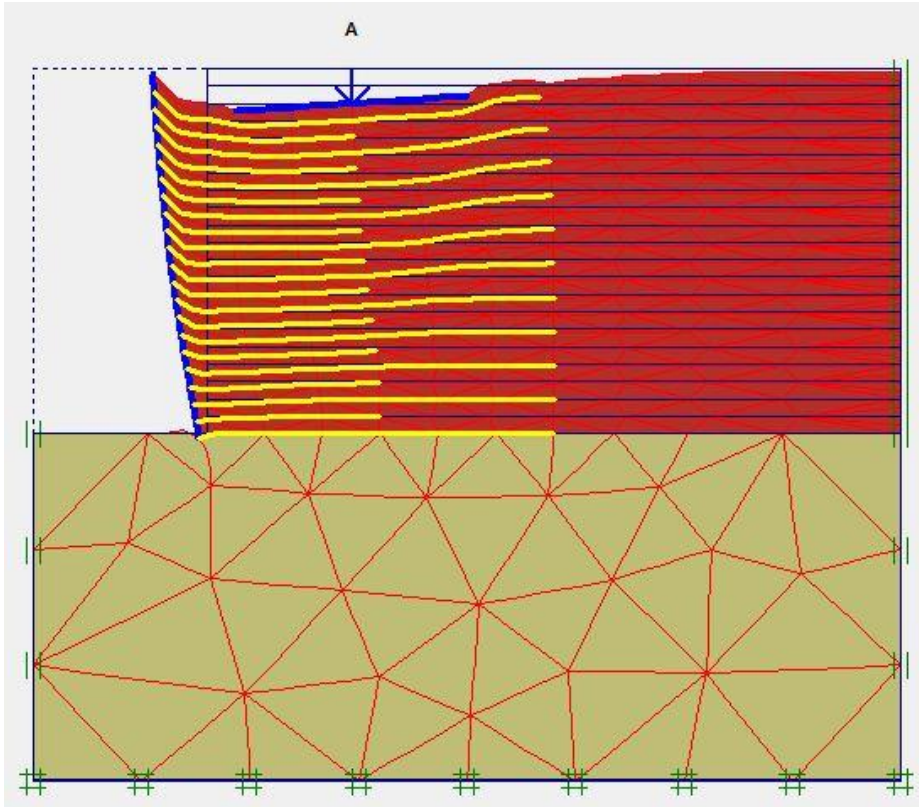
Şekil A.61 : Tekil yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



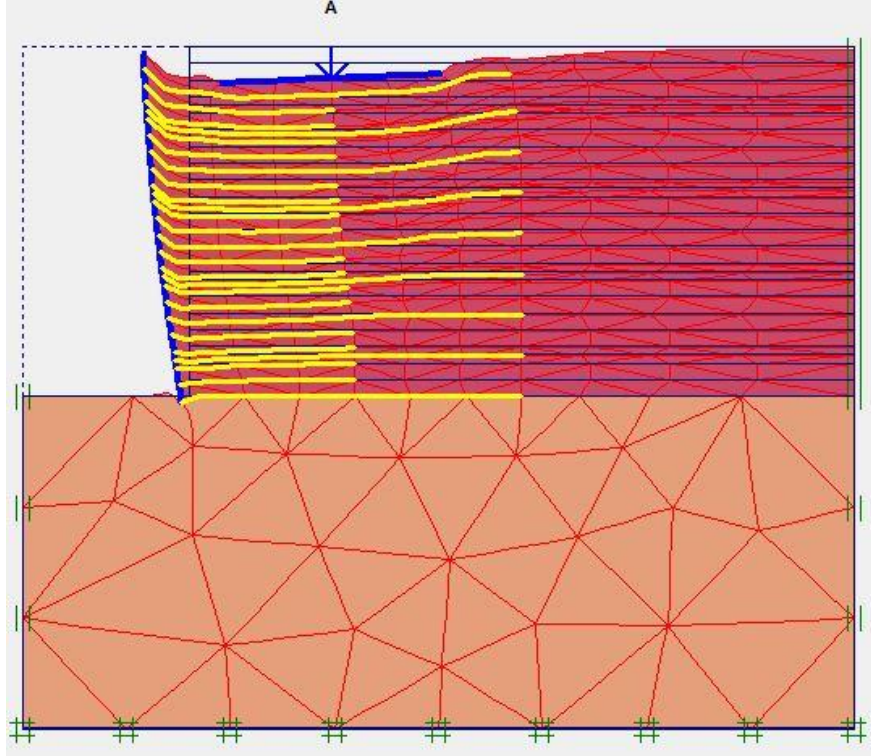
Şekil A.62 : Tekil yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



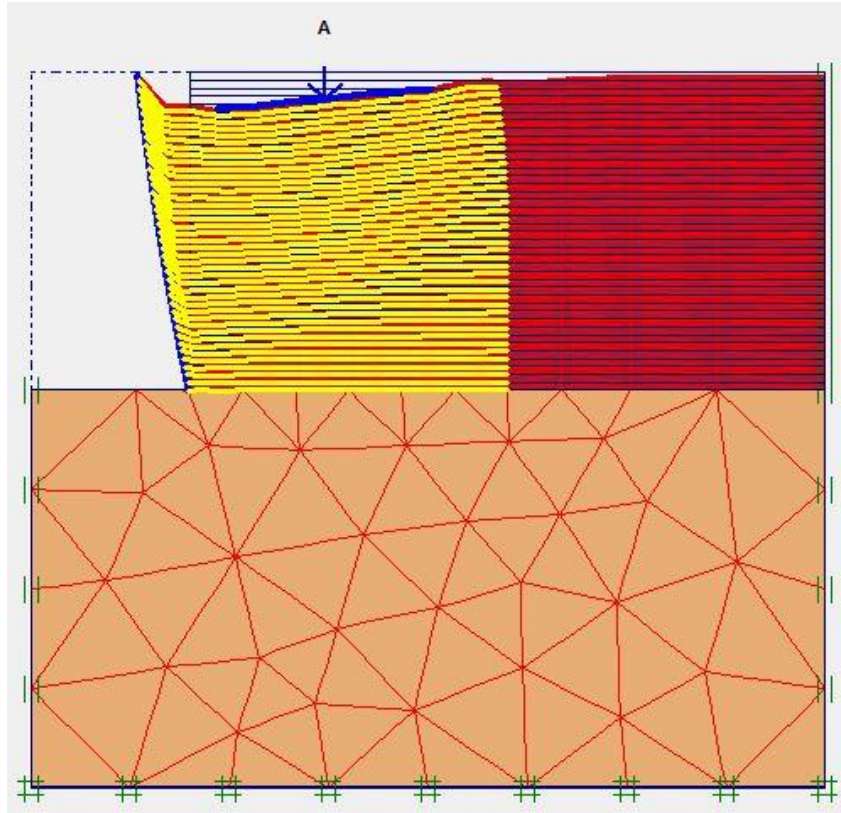
Şekil A.63 : Tekil yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



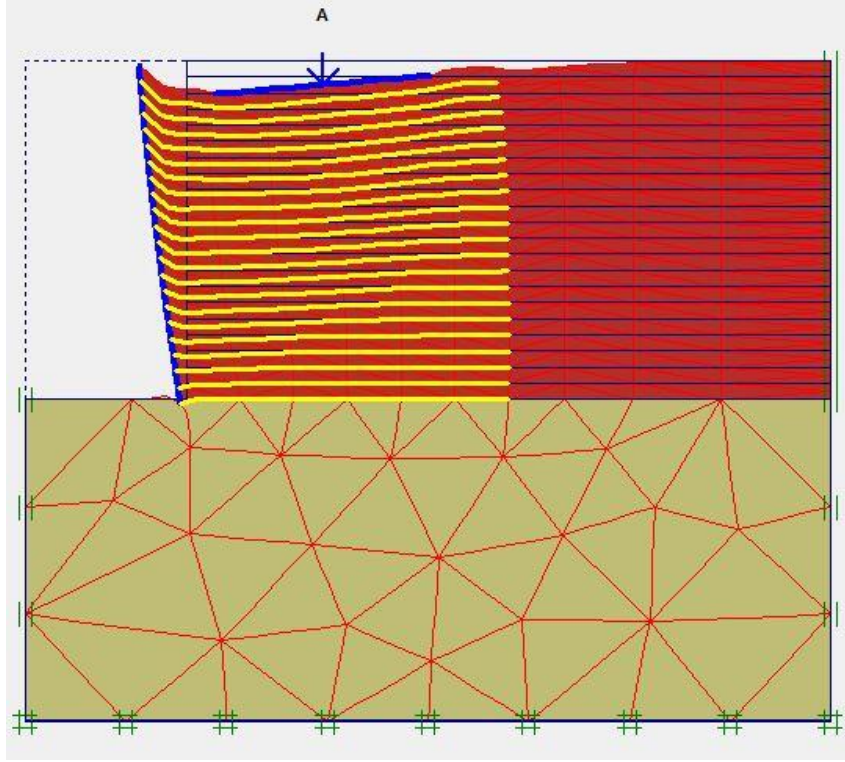
Şekil A.64 : Tekil yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



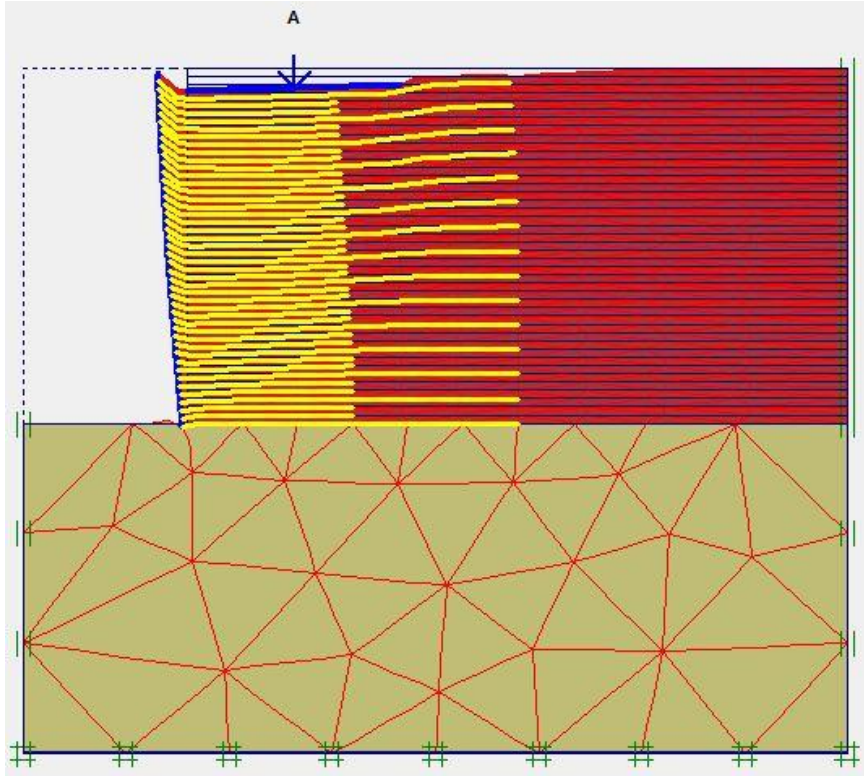
Şekil A.65 : Tekil yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



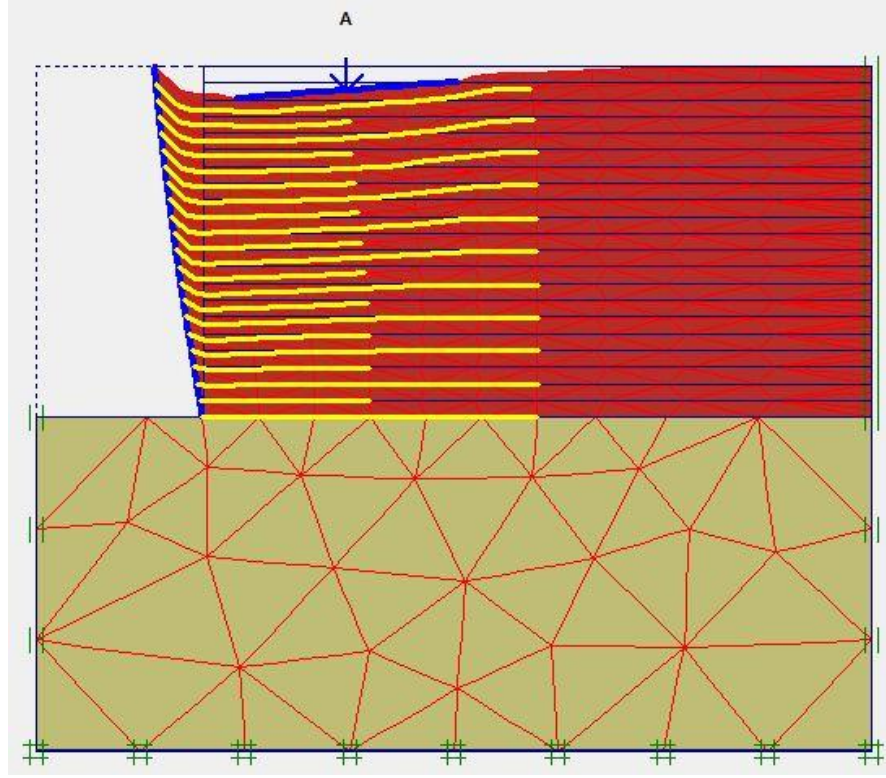
Şekil A.66 : Tekil yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



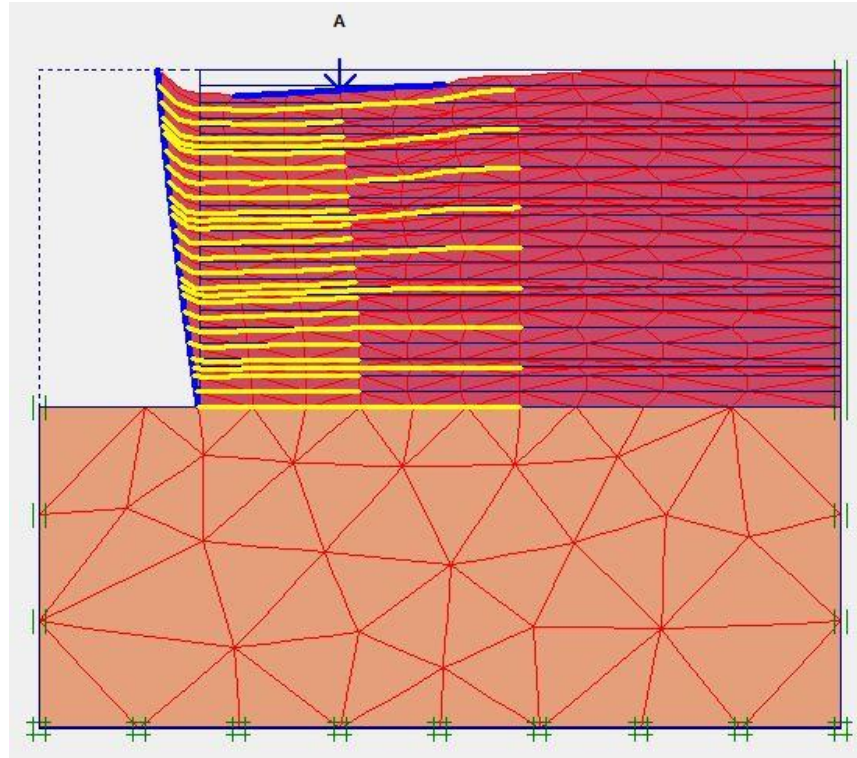
Şekil A.67 : Tekil yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



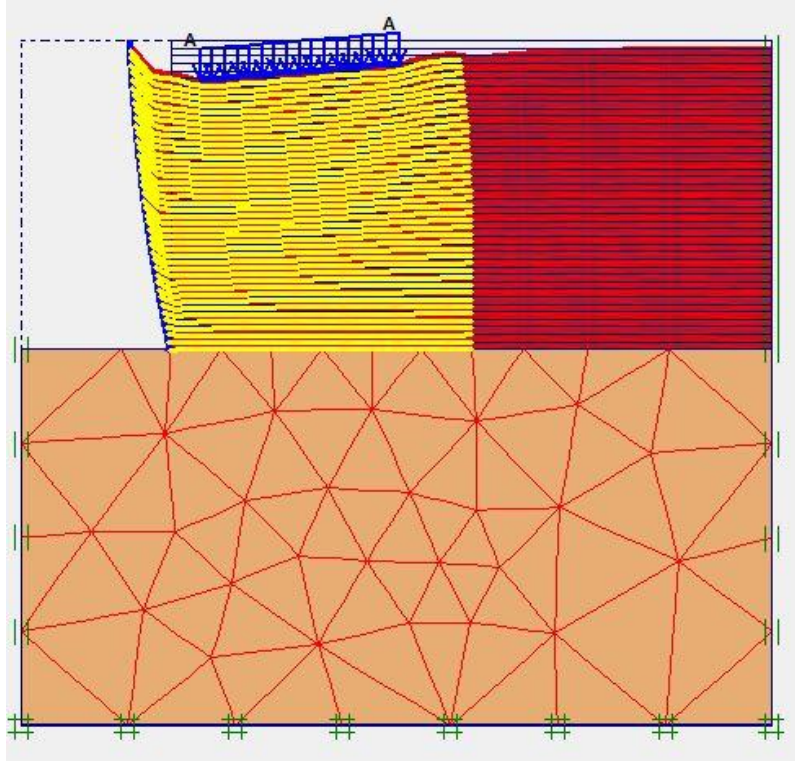
Şekil A.68 : Tekil yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



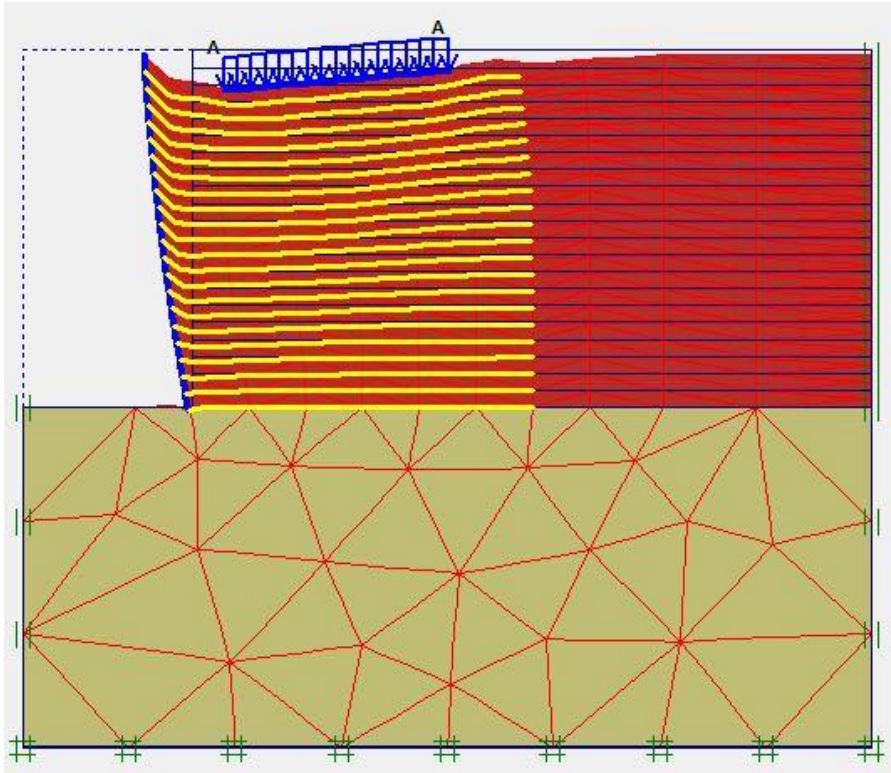
Şekil A.69 : Tekil yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



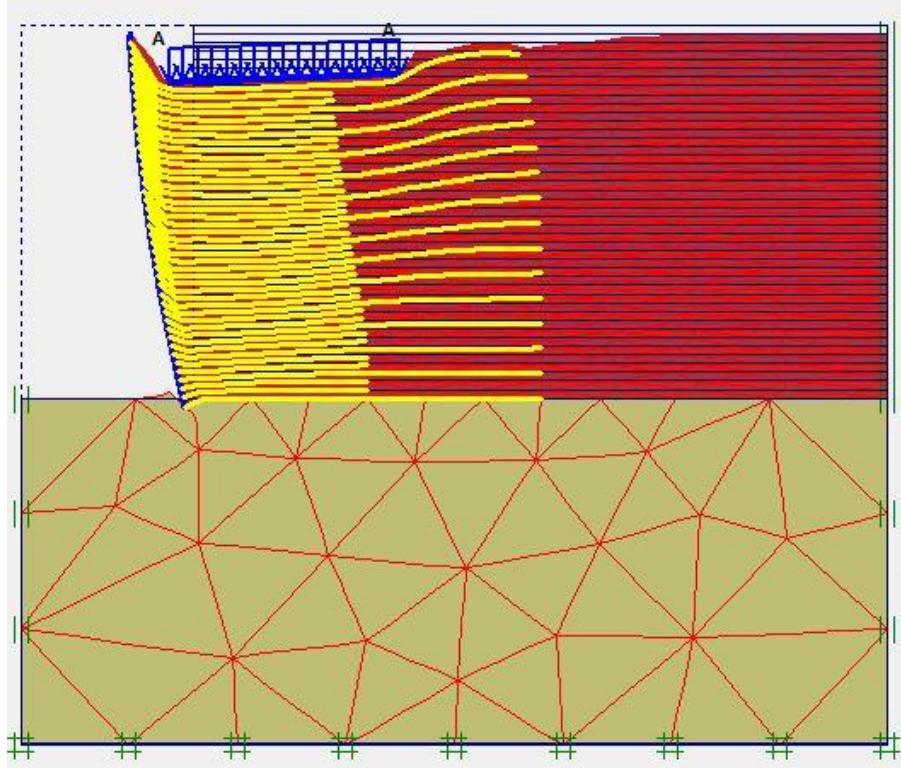
Şekil A.70 : Tekil yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



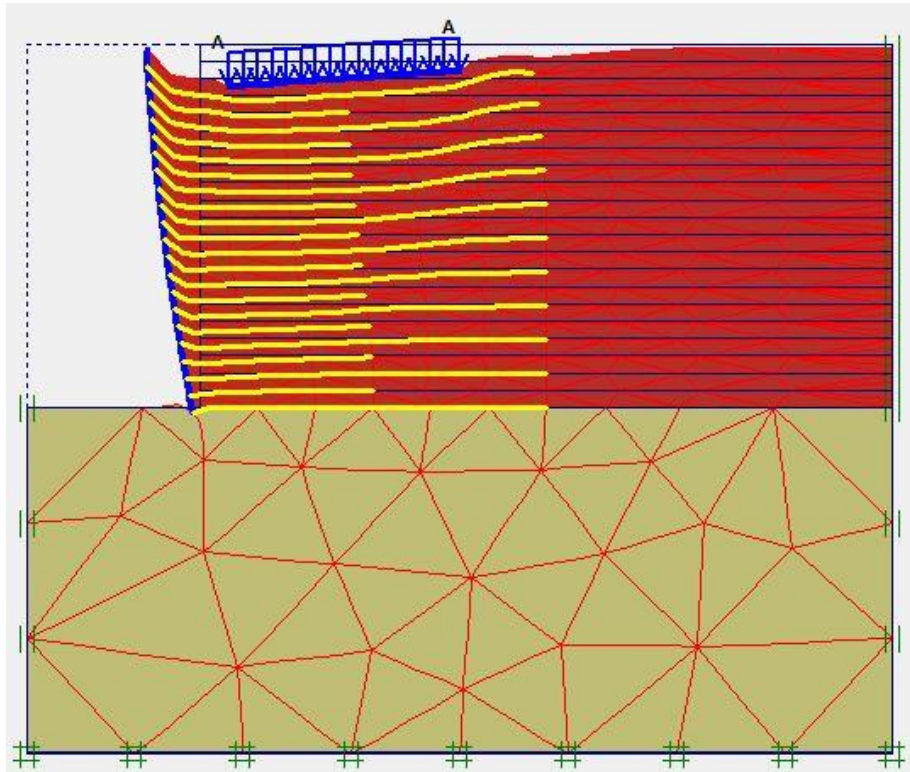
Şekil A.71 : Yayılı yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



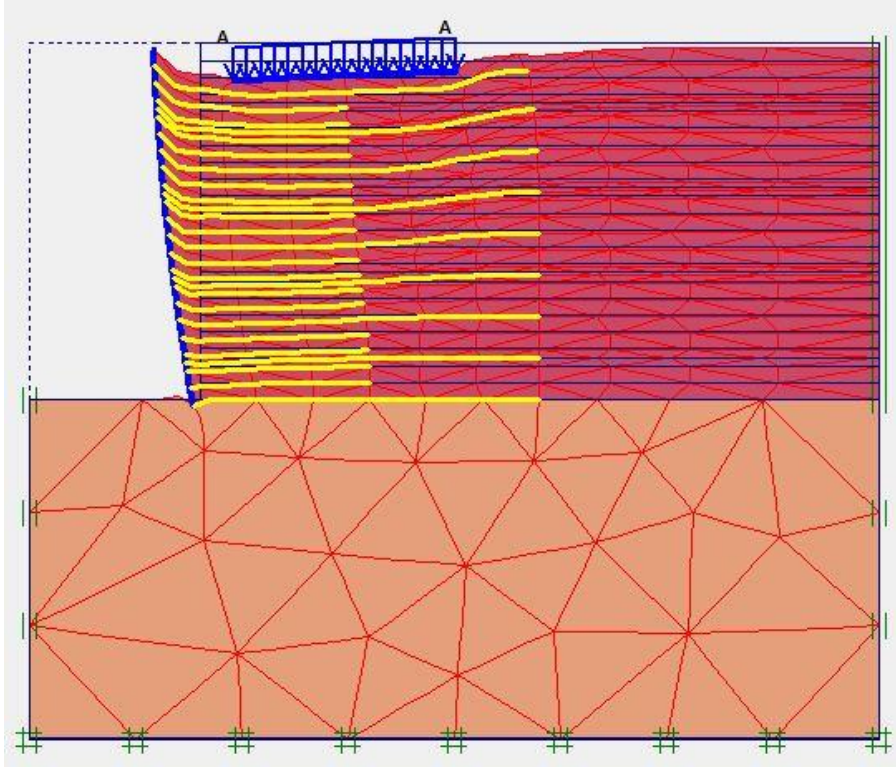
Şekil A.72 : Yayılı yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



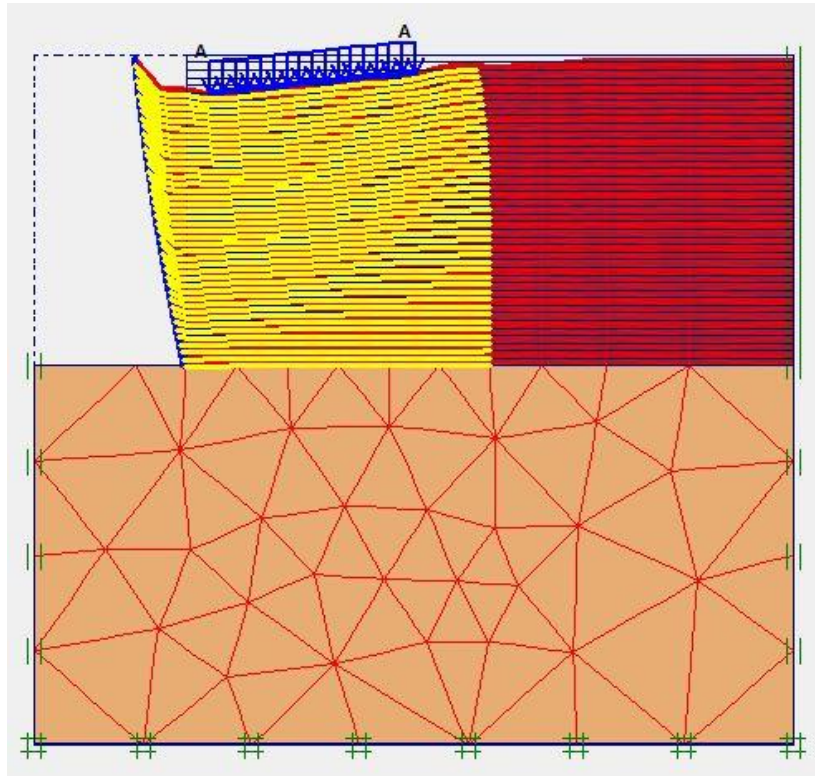
Şekil A.73 : Yayılı yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



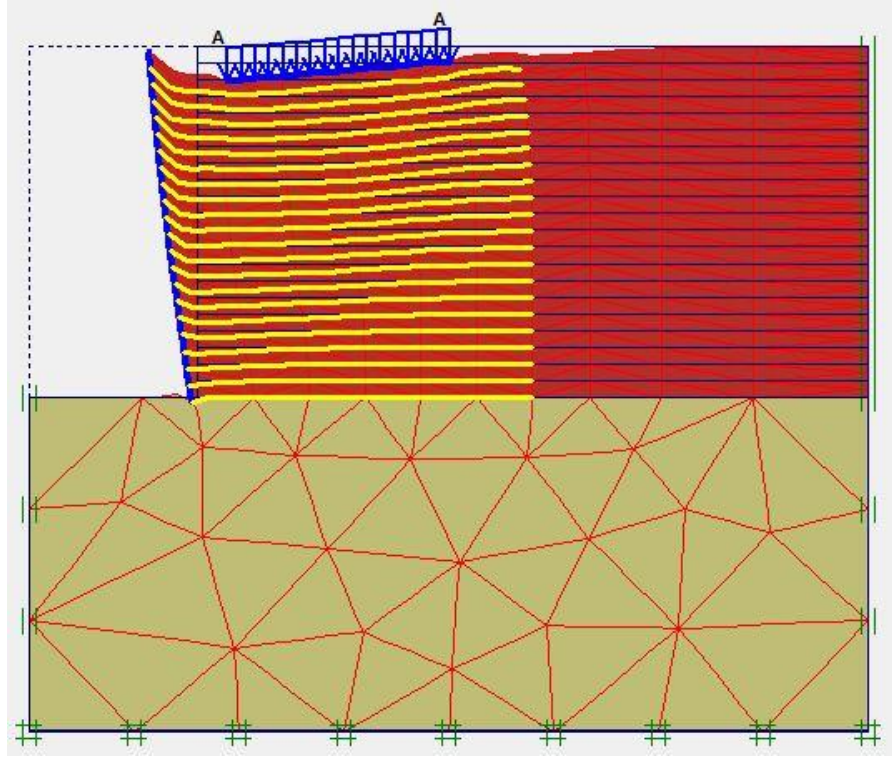
Şekil A.74 : Yayılı yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



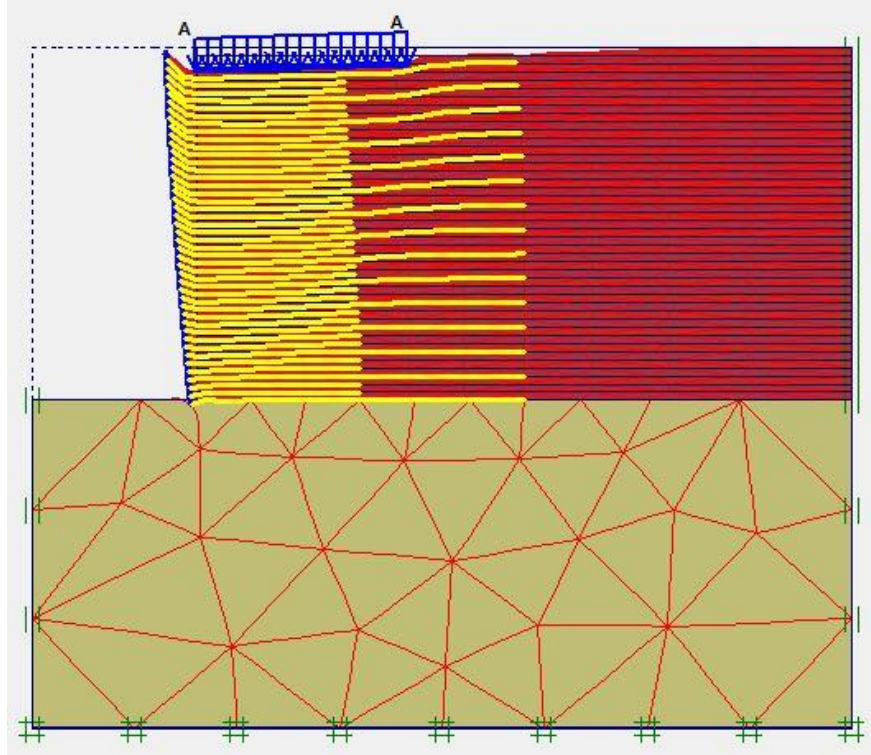
Şekil A.75 : Yayılı yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



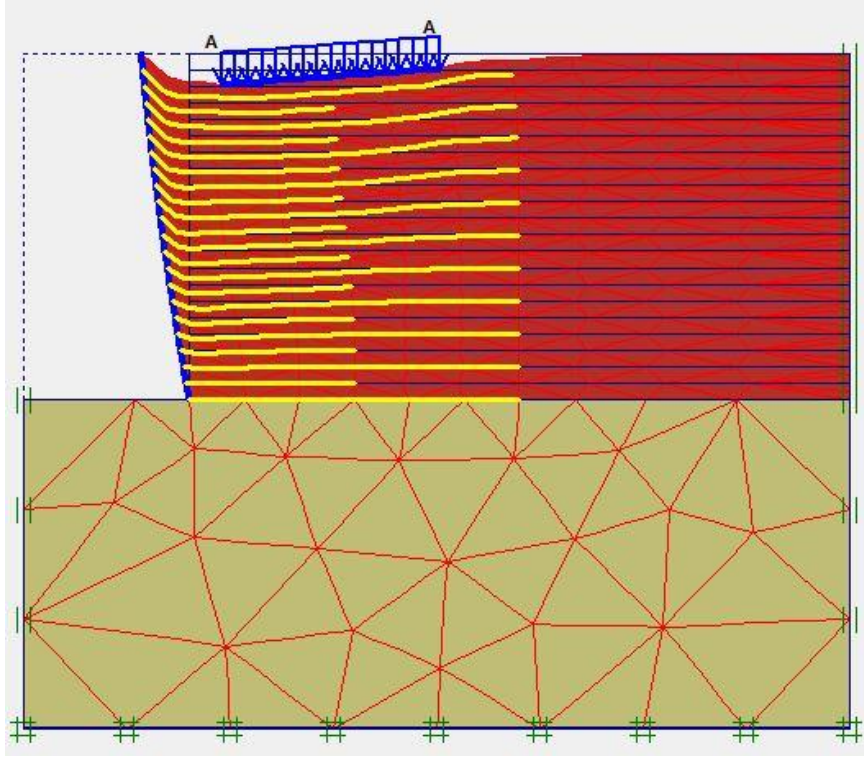
Şekil A.76 : Yayılı yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



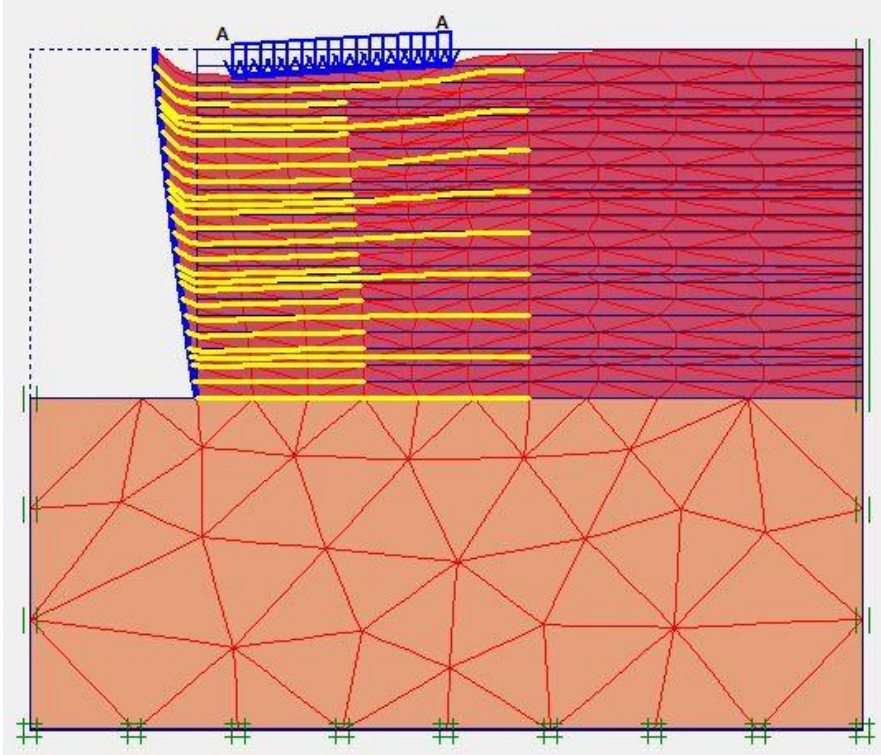
Şekil A.77 : Yayılı yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



Şekil A.78 : Yayılı yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

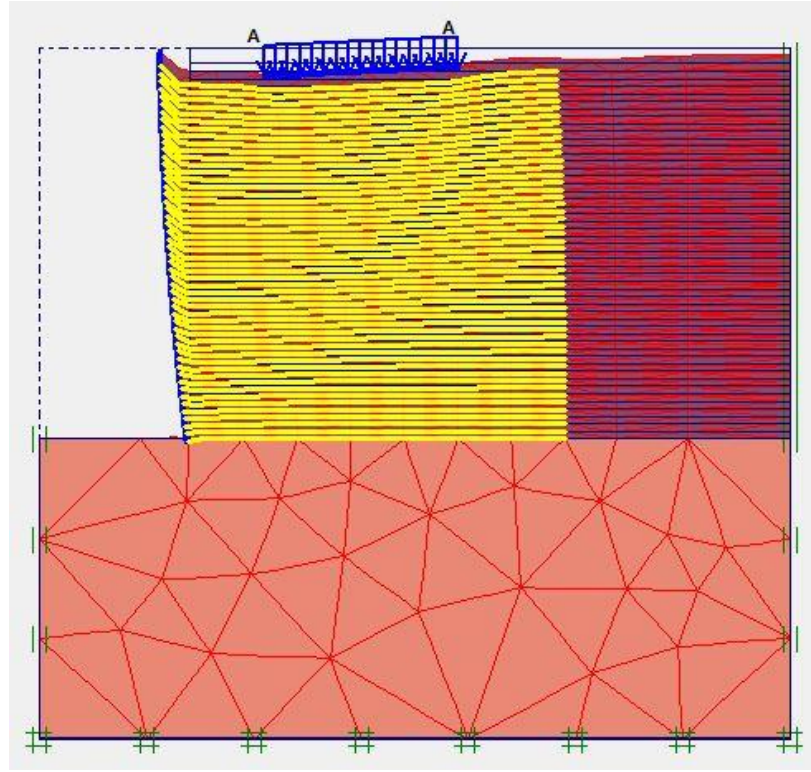


Şekil A.79 : Yayılı yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

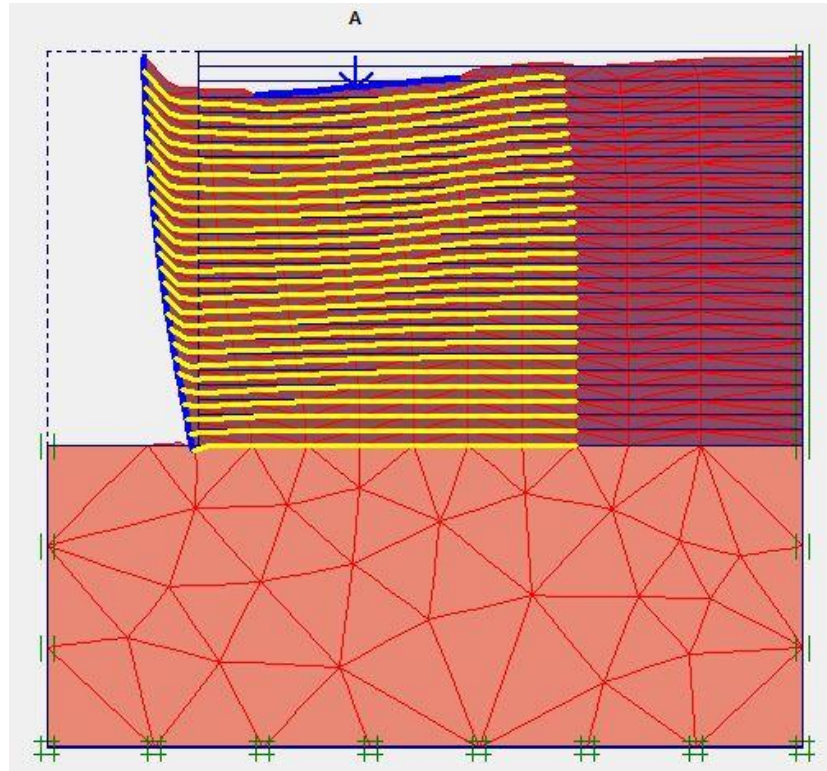


Şekil A.80 : Yayılı yük uygulanan 4 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

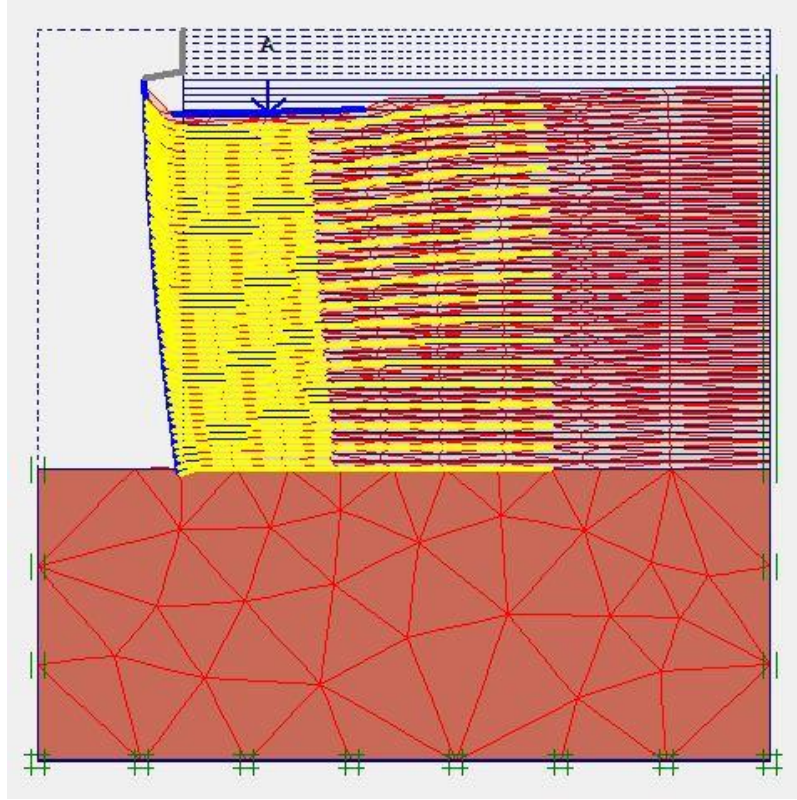
EK B11



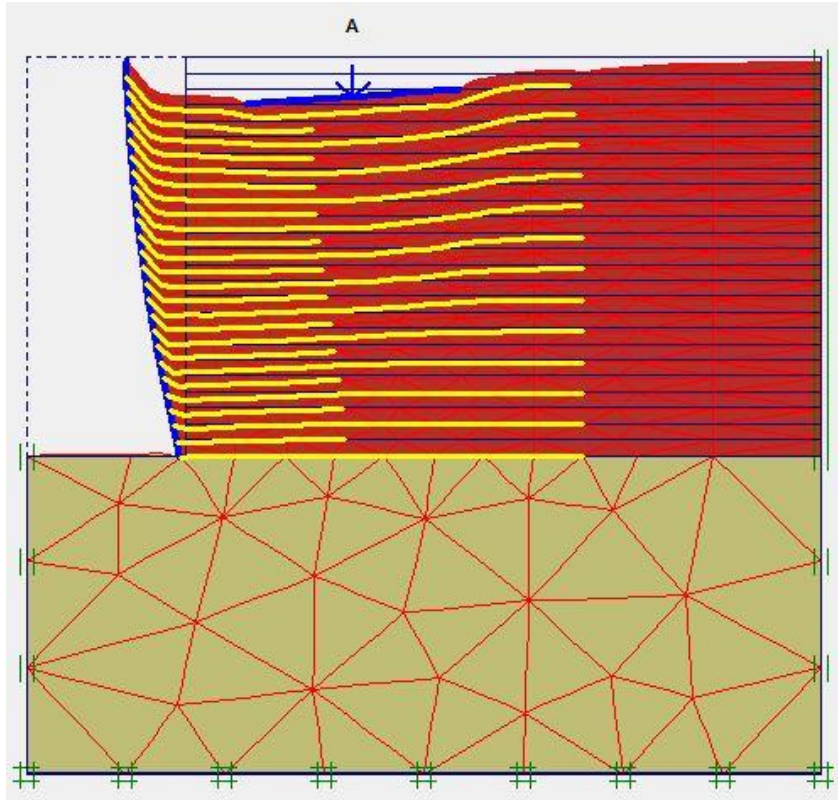
Şekil A.81 : Tekil yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



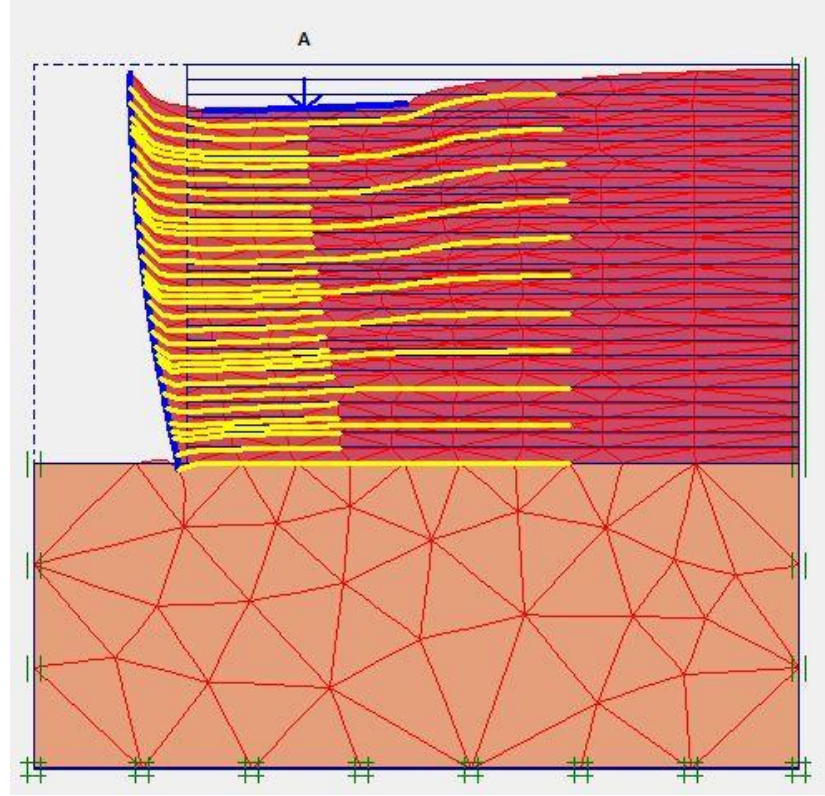
Şekil A.82 : Tekil yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



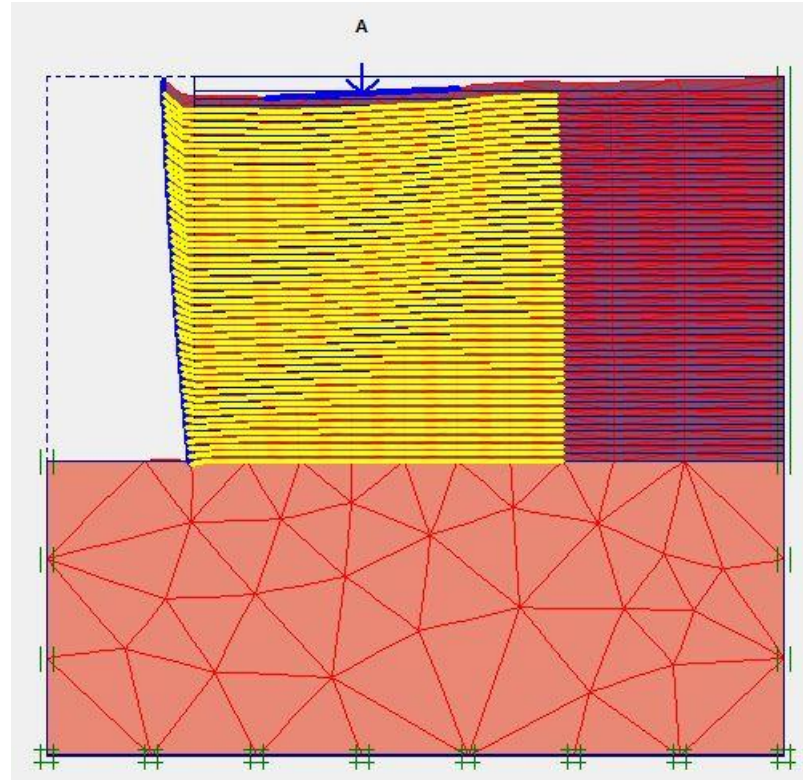
Şekil A.83 : Tekil yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



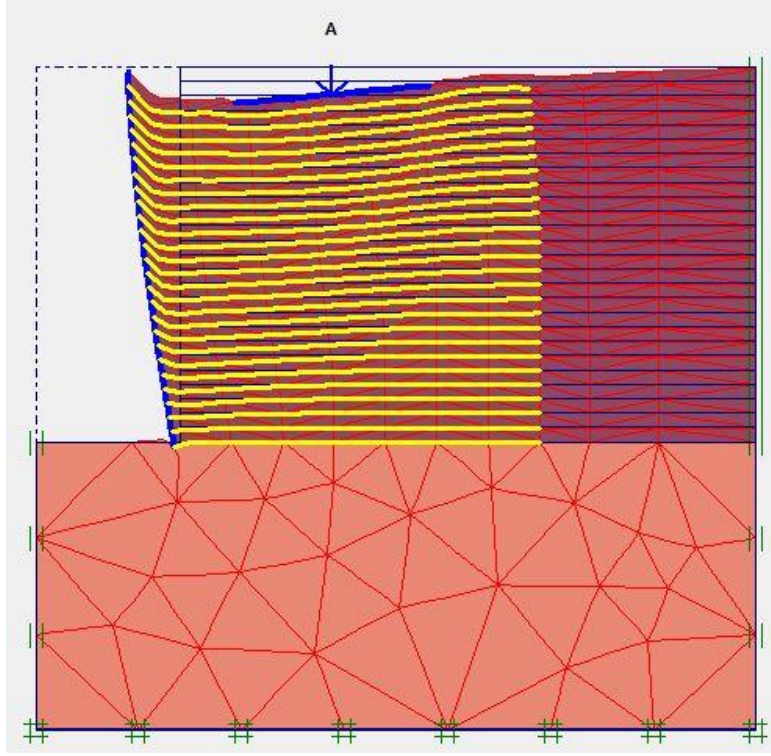
Şekil A.84 : Tekil yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



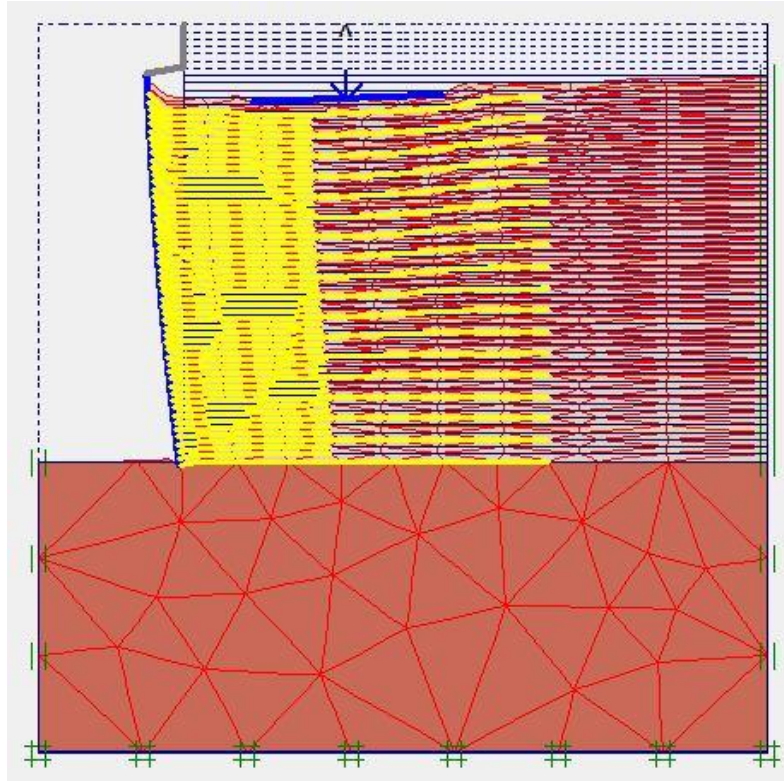
Şekil A.85 : Tekil yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



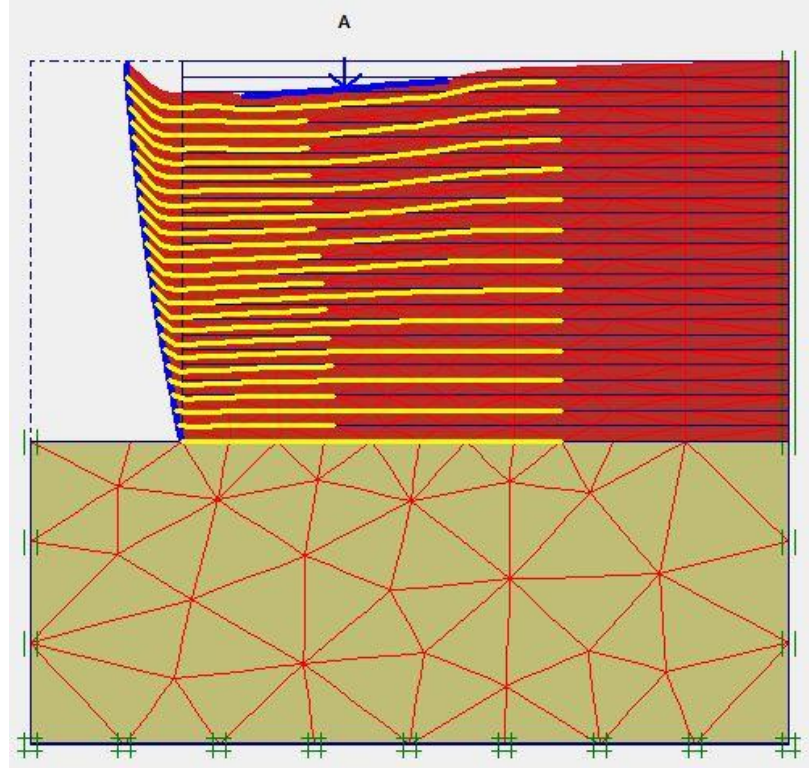
Şekil A.86 : Tekil yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



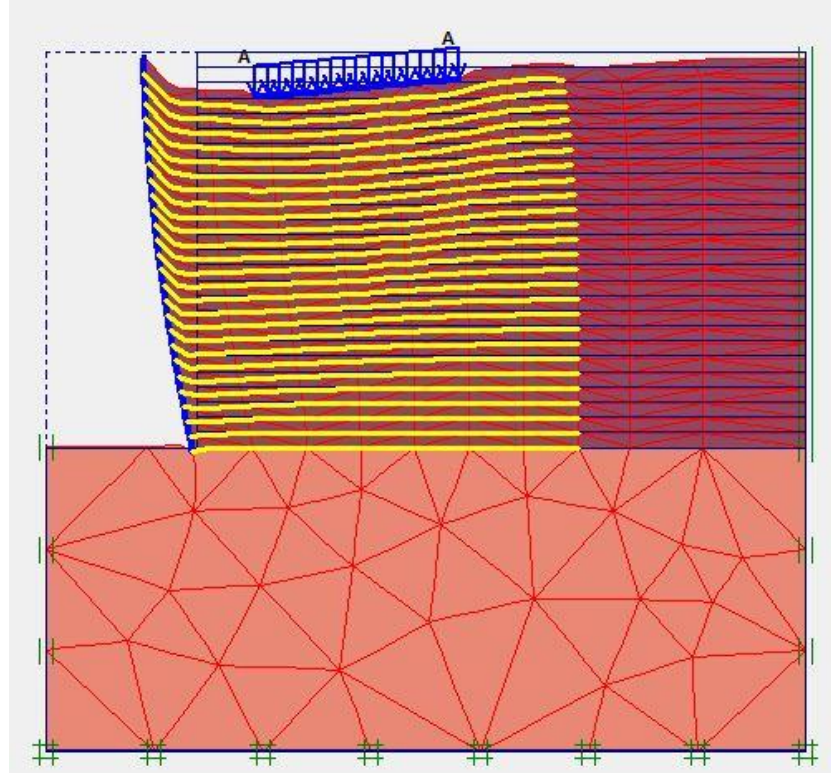
Şekil A.87 : Tekil yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



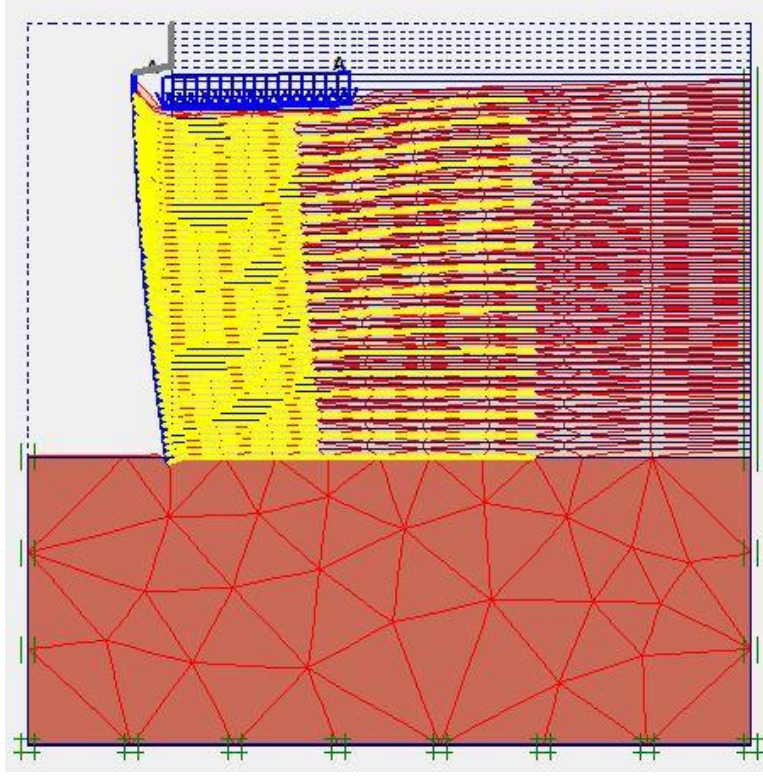
Şekil A.88 : Tekil yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



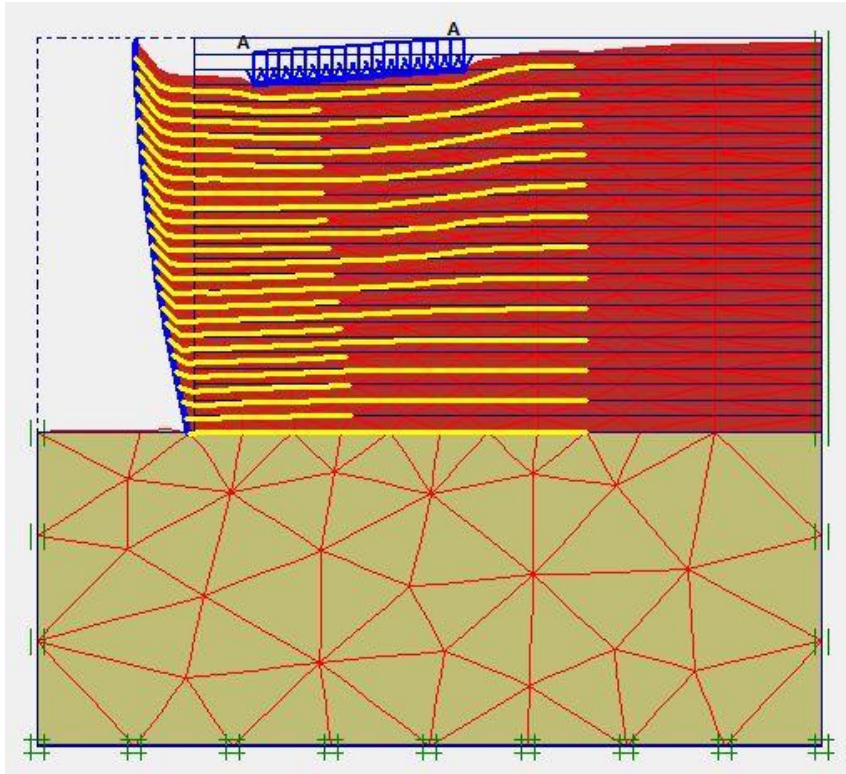
Şekil A.89 : Tekil yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



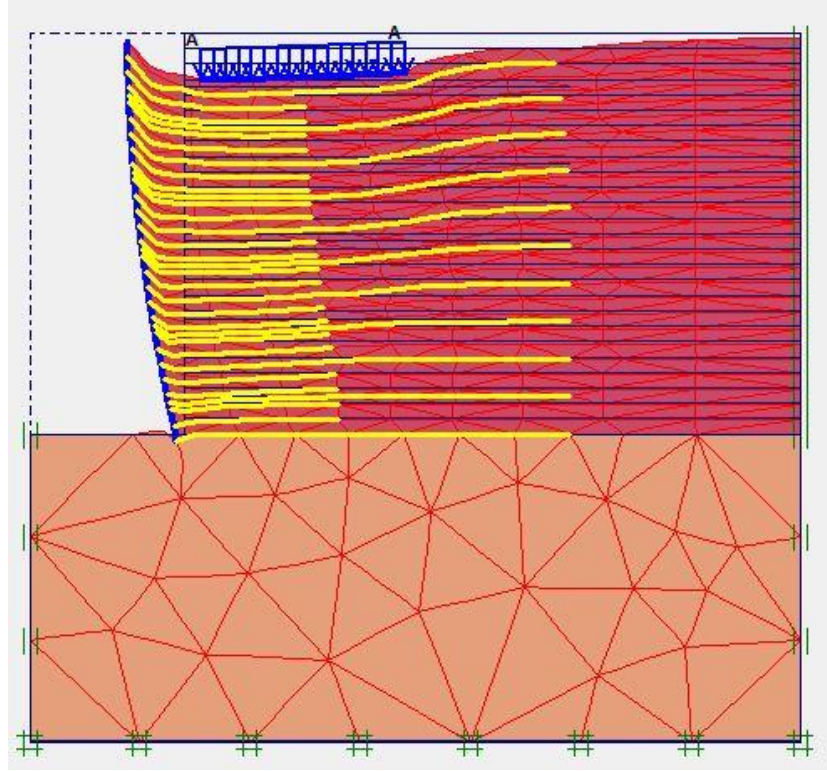
Şekil A.90 : Yayılı yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



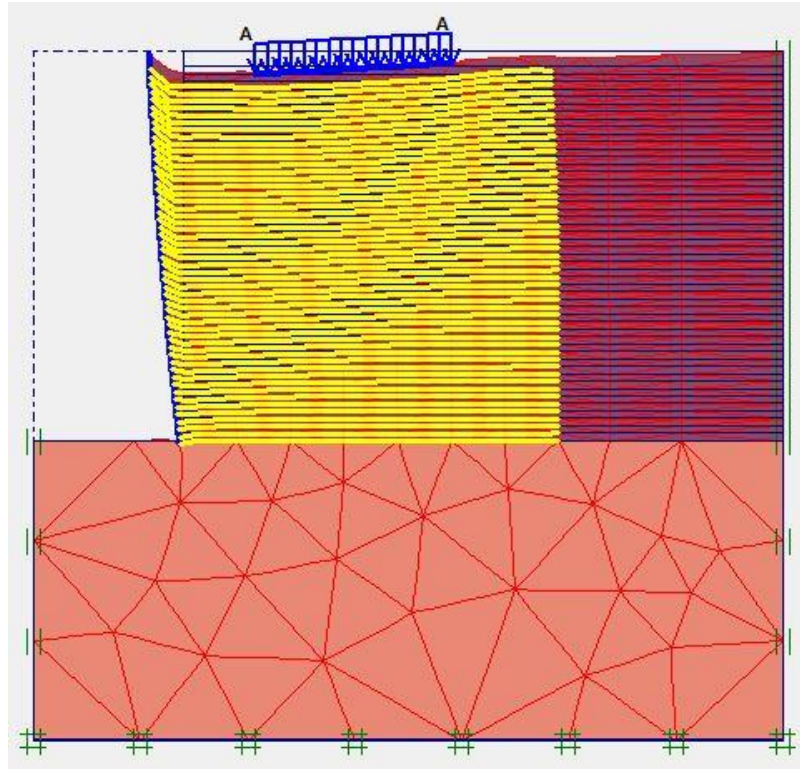
Şekil A.91 : Yayılı yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



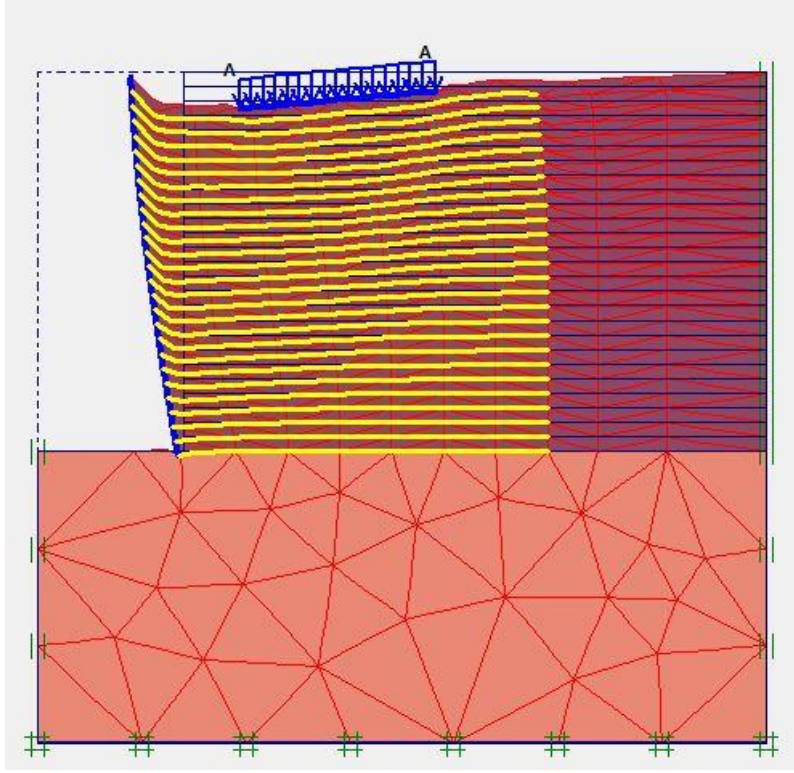
Şekil A.92 : Yayılı yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



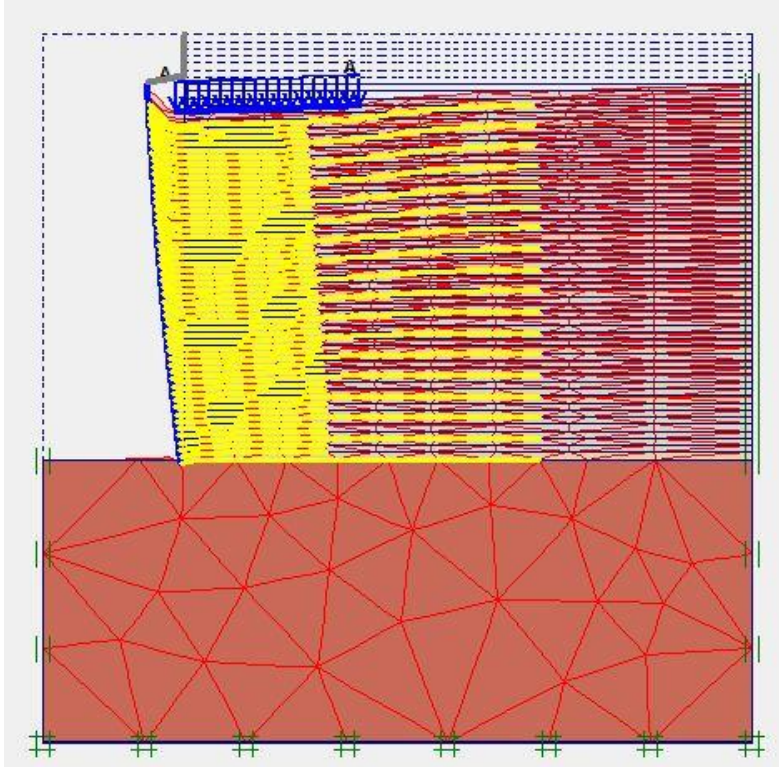
Şekil A.93 : Yayılı yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



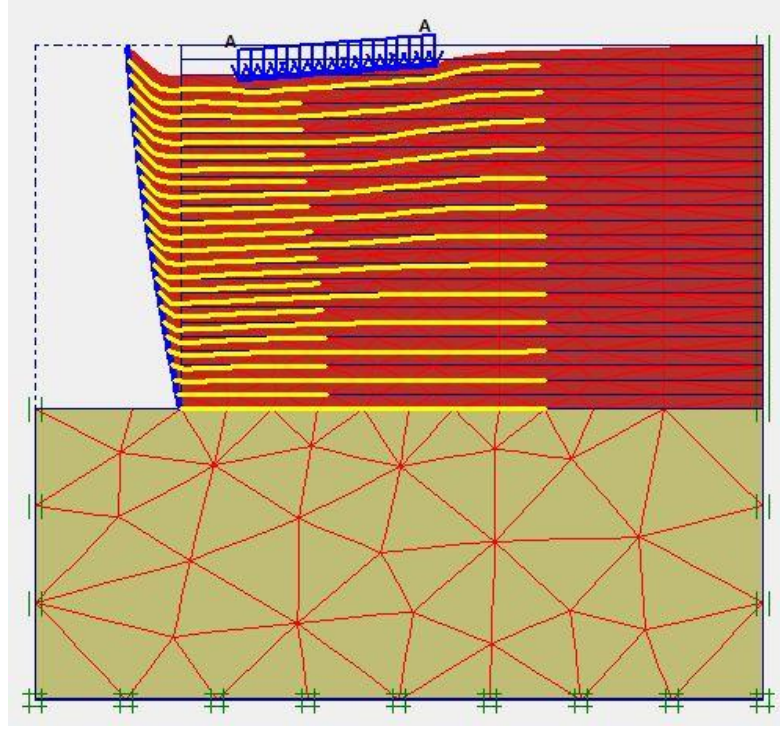
Şekil A.94 : Yayılı yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



Şekil A.95 : Yayılı yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

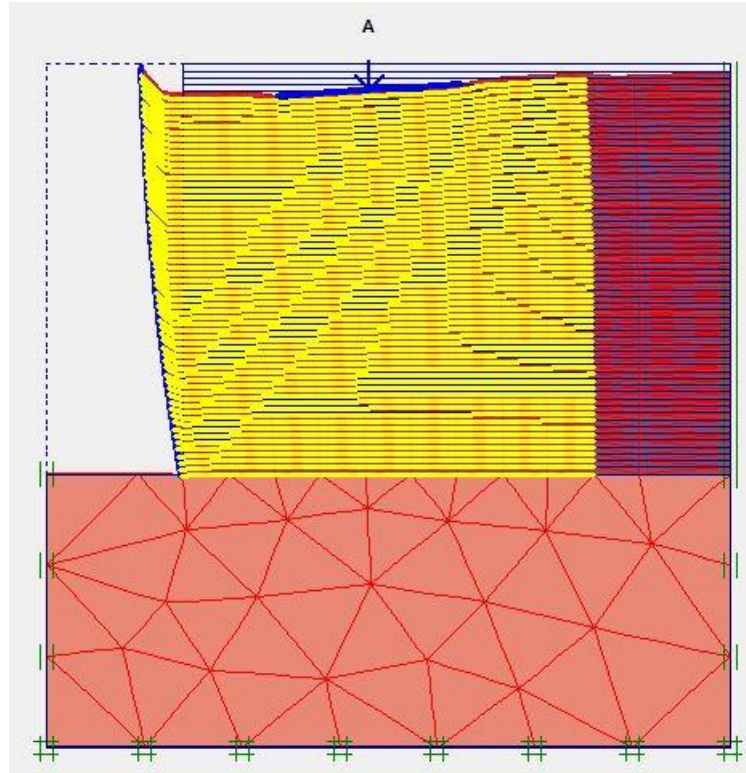


Şekil A.96 : Yayılı yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

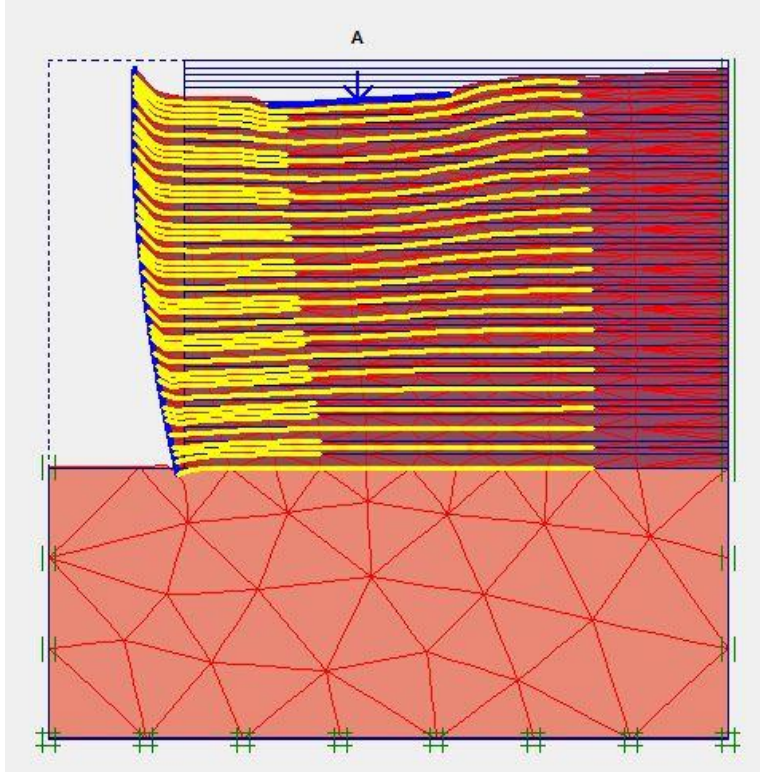


Şekil A.97 : Yayılı yük uygulanan 5 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

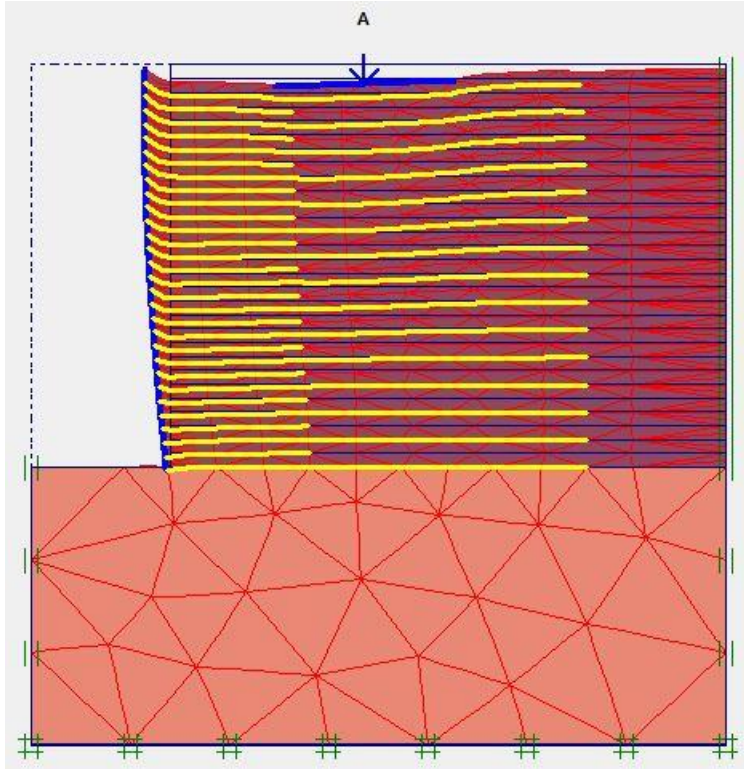
EK B12



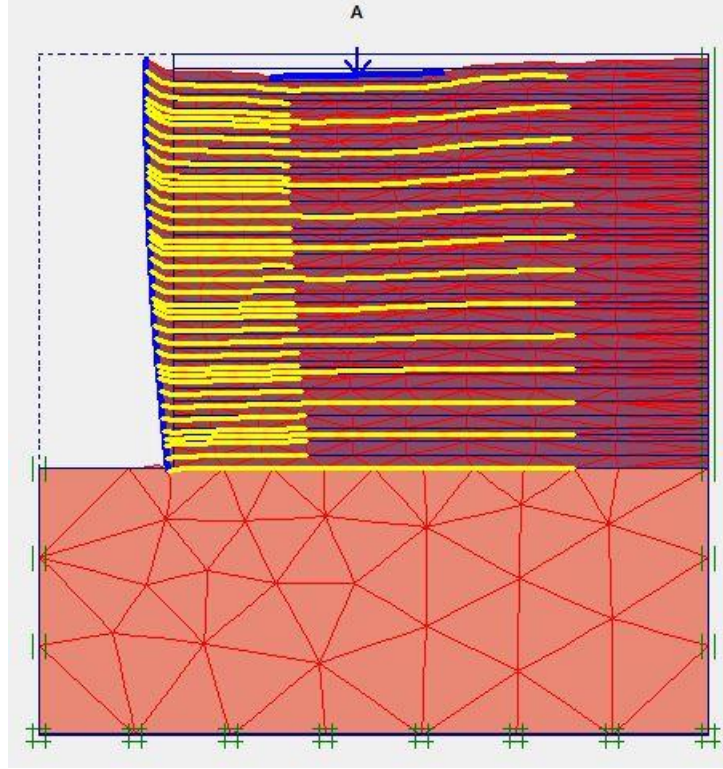
Şekil A.98 : Tekil yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



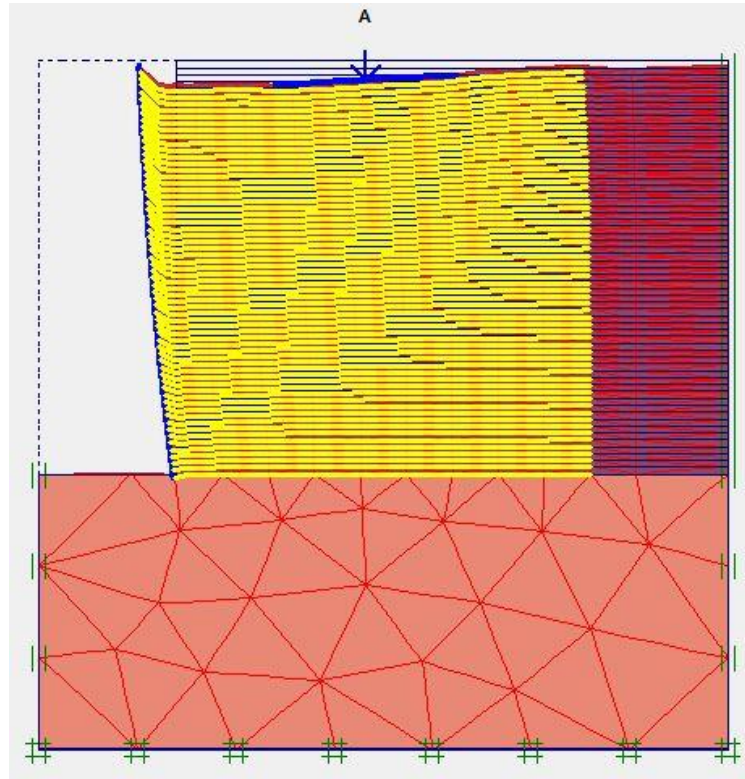
Şekil A.99 : Tekil yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



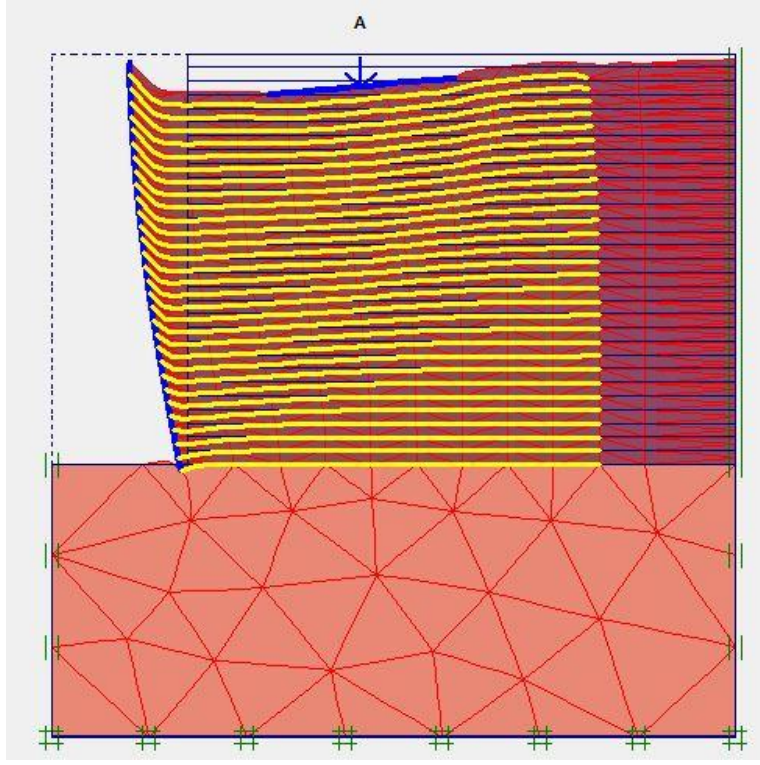
Şekil A.100 : Tekil yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



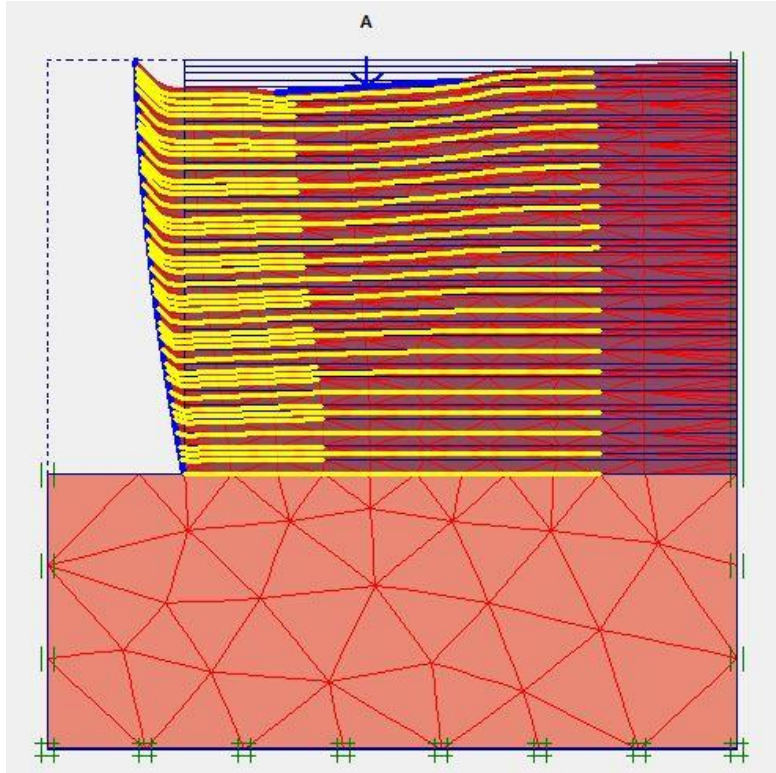
Şekil A.101 : Tekil yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



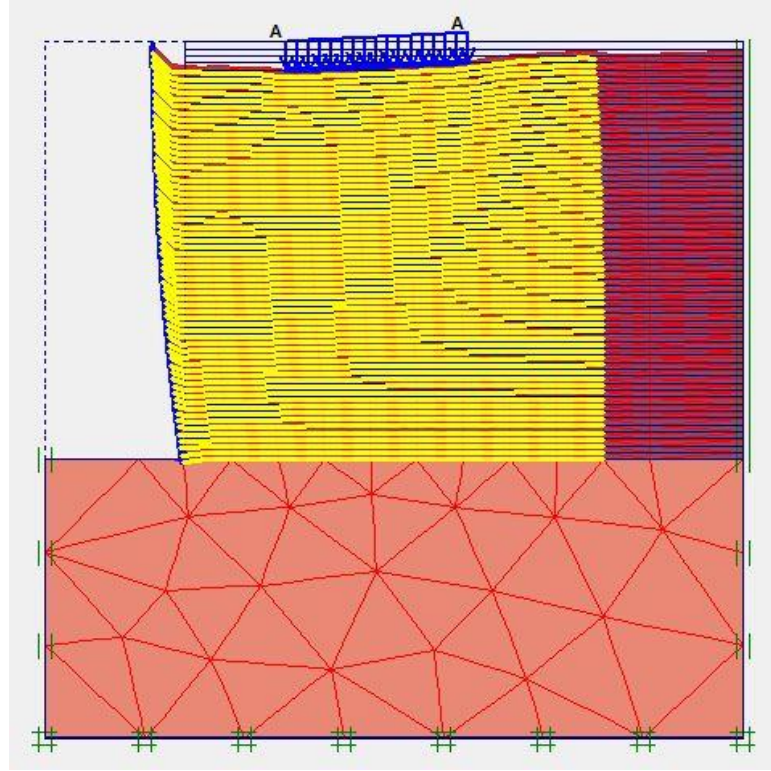
Şekil A.102 : Tekil yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



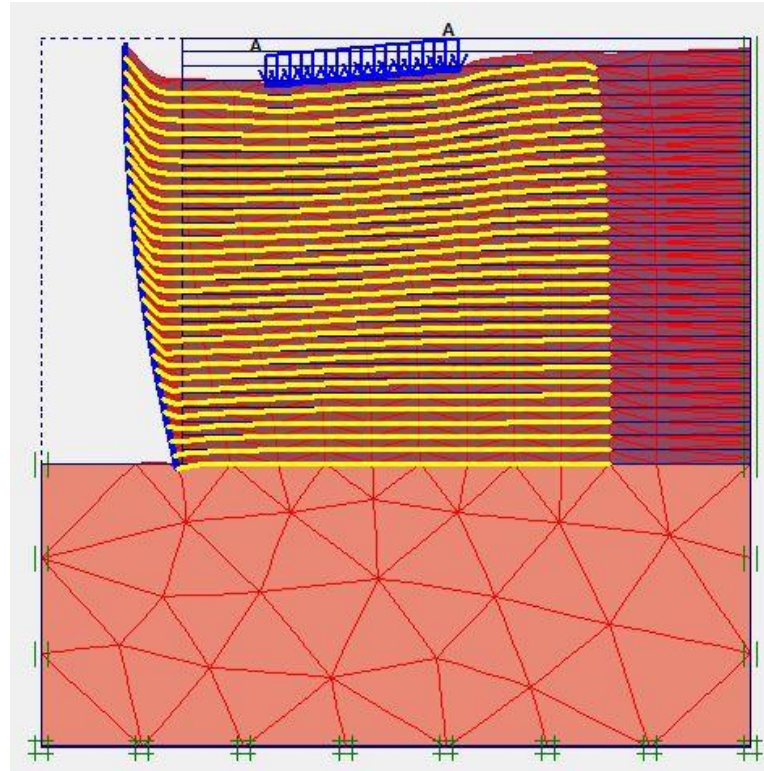
Şekil A.103 : Tekil yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



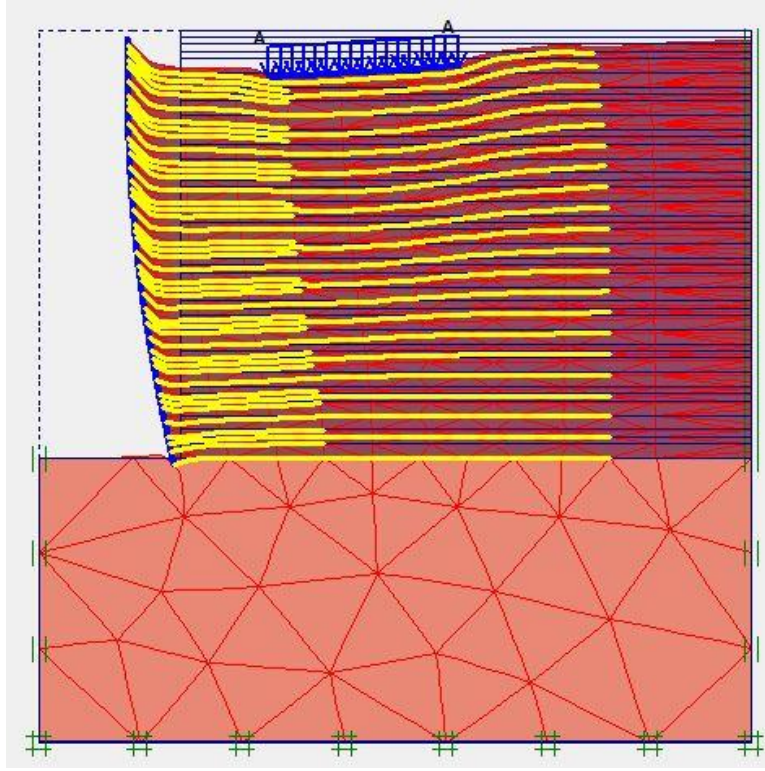
Şekil A.104 : Tekil yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



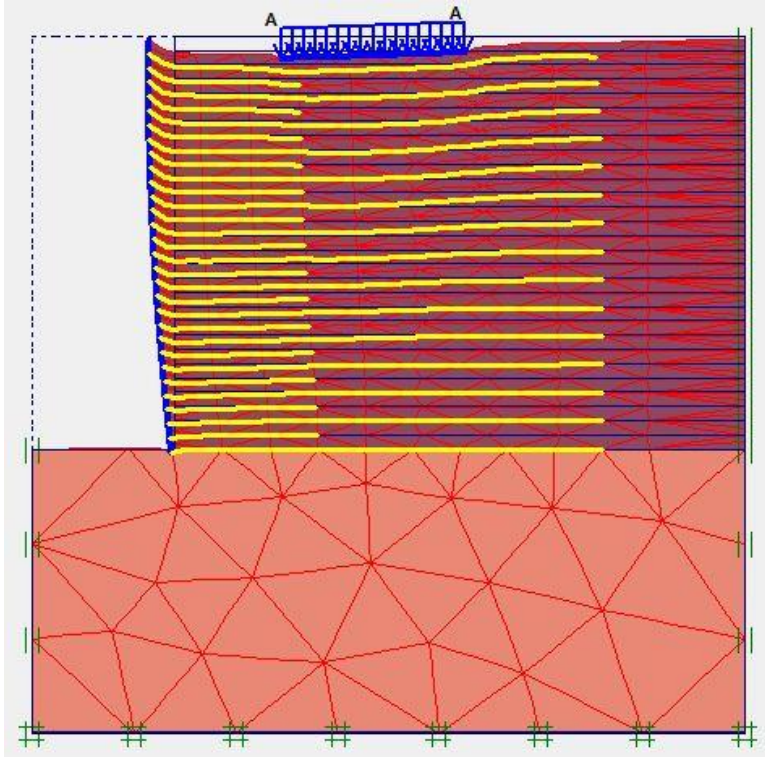
Şekil A.105 : Yayılı yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



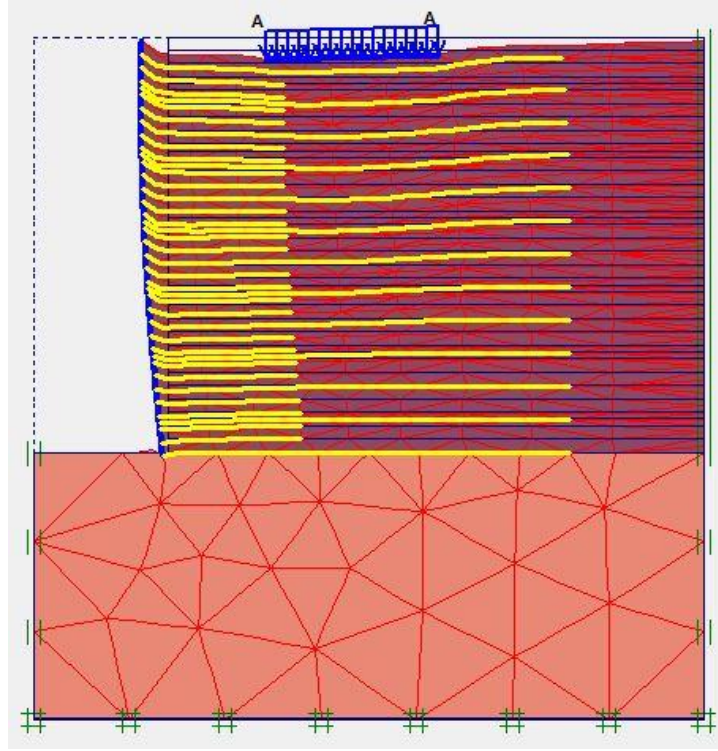
Şekil A.106 : Yayılı yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



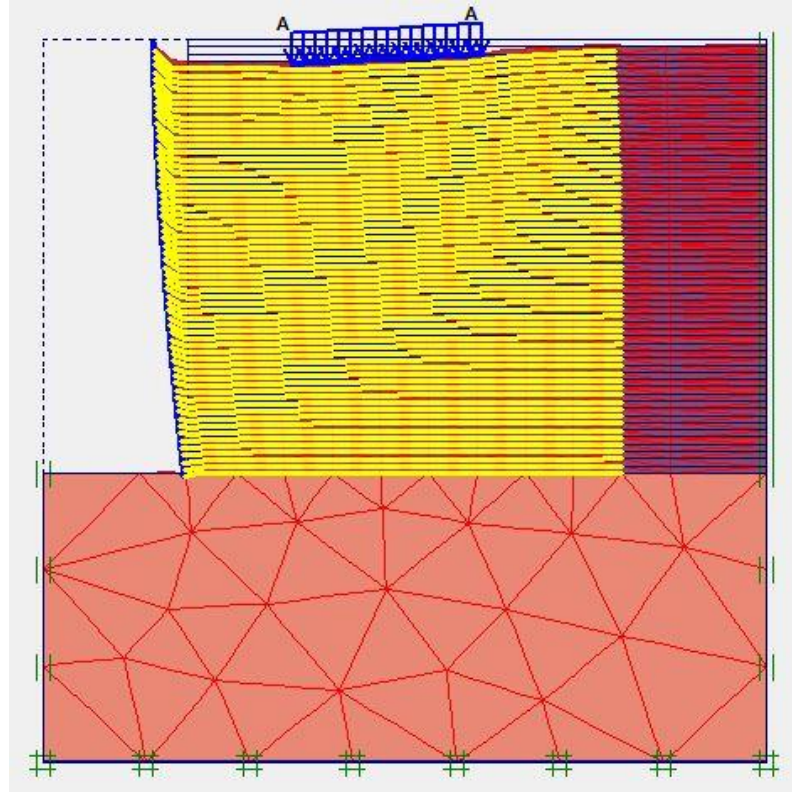
Şekil A.107 : Yayılı yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



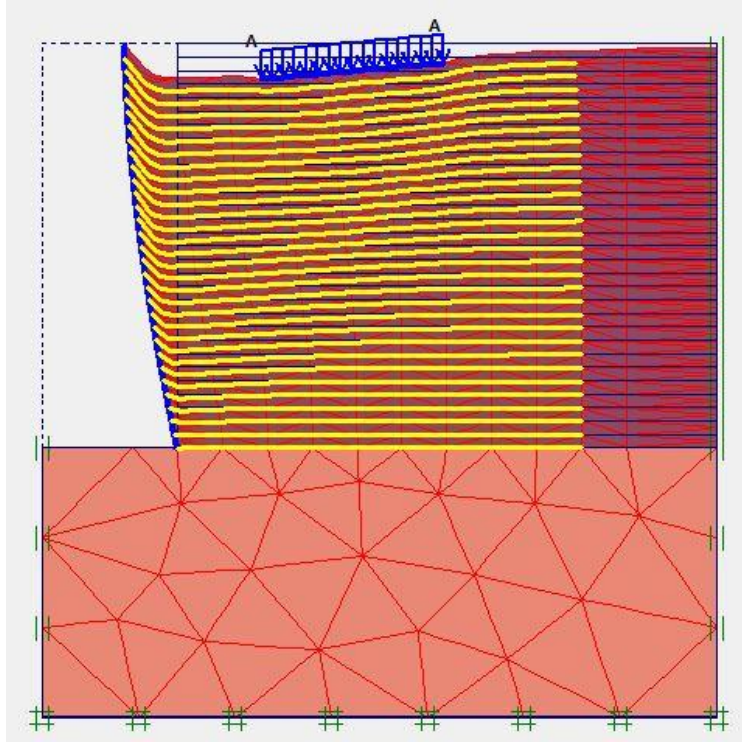
Şekil A.108 : Yayılı yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 40 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



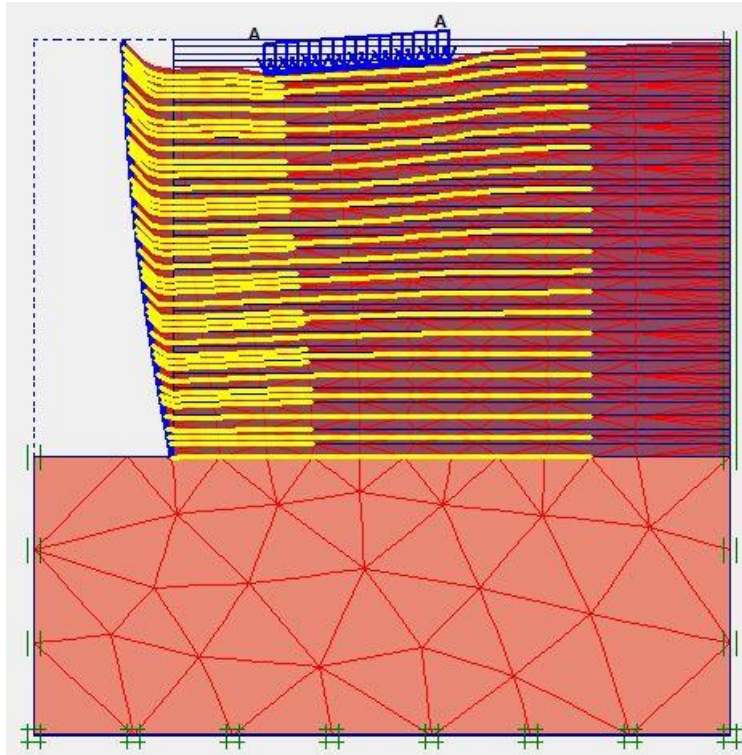
Şekil A.109 : Yayılı yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 50 cm grid aralığına sahip çift yönlü PP geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



Şekil A.110 : Yayılı yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 10 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



Şekil A.111 : Yayılı yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 20 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı



Şekil A.112 : Yayılı yük uygulanan 6 m yüksekliğindeki 30 cm grid aralığına sahip tek yönlü HDPE geogrid donatılı MSE duvarının deforme olmuş sonlu elemanlar ağı

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Ezgi Ergül

Doğum Yeri ve Tarihi: Adapazarı, 1985

Adres: Mecidiyeköy, İstanbul

E-Posta: ergulezgii@gmail.com

Lisans: Celal Bayar Üniversitesi İnşaat Mühendisliği