

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MOLOZ TAŞ DUVARLARIN GÜVENLİĞİNİN ARTTIRILMASINA**  
**YÖNELİK YAPILAN TAŞ - KUM DOLGU UYGULAMALARININ**  
**DRENAJA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Engin KOCA**

**TEMMUZ 2020**  
**TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MOLOZ TAŞ DUVARLARIN GÜVENLİĞİNİN ARTTIRILMASINA**  
**YÖNELİK YAPILAN TAŞ - KUM DOLGU UYGULAMALARININ**  
**DRENAJA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Engin KOCA**

**ORCID :0000-0002-4354-5380**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce**  
**"İNŞAAT YÜKSEK MÜHENDİSİ"**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :17/03/2020**

**Tezin Savunma Tarihi :03/07/2020**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Erol ŞADOĞLU**

**ORCID : 0000-0003-3757-5126**

**Trabzon 2020**

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans derslerim ve tez çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini paylaşarak yol gösterip farkındalık kazandıran çok değerli hocam Doç. Dr. Erol ŞADOĞLU'na teşekkür ederim.

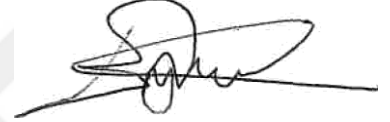
Maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olduklarını hissettiren çok kıymetli aileme sonsuz şükranlarımı, sevgilerimi ve saygılarımı sunarım.

Engin KOCA  
Trabzon 2020



## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Moloz Taş Duvarların Güvenliğinin Arttırılmasına Yönelik Yapılan Taş - Kum Dolgu Uygulamalarının Drenaja Etkisinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Erol ŞADOĞLU'nun sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 03/07/2020



Engin KOCA



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

|                                                      |       |
|------------------------------------------------------|-------|
| ÖNSÖZ.....                                           | III   |
| TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....                            | IV    |
| İÇİNDEKİLER.....                                     | V     |
| ÖZET.....                                            | VIII  |
| SUMMARY.....                                         | IX    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                 | X     |
| TABLolar DİZİNİ.....                                 | XXIII |
| SEMBOLLER DİZİNİ.....                                | XXIV  |
| 1. GENEL BİLGİLER.....                               | 1     |
| 1.1. Giriş.....                                      | 1     |
| 1.2. Dayanma Yapıları.....                           | 1     |
| 1.2.1. Rijit Dayanma Yapıları.....                   | 2     |
| 1.2.1.1. Ağırılık Tipi Dayanma Duvarı.....           | 2     |
| 1.2.1.2. Yarı Ağırılık Dayanma Duvarı.....           | 3     |
| 1.2.1.3. Konsol Duvar .....                          | 3     |
| 1.2.1.4. Eşikli Konsol Duvar.....                    | 4     |
| 1.2.1.5. Payandalı Duvar.....                        | 5     |
| 1.2.1.6. Ters Payandalı Duvar.....                   | 6     |
| 1.2.2. Yarı Rijit Dayanma Yapıları.....              | 6     |
| 1.2.2.1. Kafes Tipi Dayanma Duvarları.....           | 6     |
| 1.2.2.2. Sandık (Gabion) Tipi Dayanma Duvarları..... | 7     |
| 1.2.2.3. Kazıklı Perdeler.....                       | 7     |
| 1.2.2.4. Diyafram Duvarlar.....                      | 8     |
| 1.2.3. Esnek Dayanma Yapıları.....                   | 8     |
| 1.2.3.1. Palplanş Perdeleri.....                     | 8     |
| 1.2.3.2. Donatılı Zemin Dayanma Duvarları.....       | 9     |
| 1.3. İstinat Duvarlarının Drenajı.....               | 9     |
| 1.4. Yeraltı Suyu Akımı.....                         | 13    |

|          |                                                                    |     |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.4.1.   | İki Boyutlu Akımın Denklemi.....                                   | 17  |
| 1.4.1.1. | Grafik Çözüm (Akım Ağı).....                                       | 19  |
| 1.5.     | Sonlu Elemanlar Yöntemi.....                                       | 20  |
| 1.5.1.   | Sonlu Elemanlar Yönteminde Analiz Adımları.....                    | 21  |
| 1.5.2.   | Plaxis 2D Sonlu Elemanlar Programı.....                            | 22  |
| 1.6.     | Kaynak Araştırması .....                                           | 30  |
| 2.       | YAPILAN ÇALIŞMALAR .....                                           | 32  |
| 2.1.     | Plaxis ile Analizde Kullanılan İstinat Duvarı Bilgileri.....       | 32  |
| 2.2.     | Zeminin Kum Olması Durumunda İstinat Duvarı Dolgusu.....           | 36  |
| 2.2.1.   | Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu.....                     | 36  |
| 2.2.2.   | Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu.....                    | 42  |
| 2.2.3.   | Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu.....                   | 48  |
| 2.3.     | Zeminin Çakıl Olması Durumunda İstinat Duvarı Dolgusu.....         | 54  |
| 2.3.1.   | Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu.....                     | 55  |
| 2.3.2.   | Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu.....                    | 61  |
| 2.3.3.   | Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu.....                   | 67  |
| 2.4.     | Zeminin Kil Olması Durumunda İstinat Duvarı Dolgusu.....           | 73  |
| 2.4.1.   | Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu.....                     | 74  |
| 2.4.2.   | Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu.....                    | 80  |
| 2.4.3.   | Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu.....                   | 86  |
| 2.5.     | Zeminin Silt Olması Durumunda İstinat Duvarı Dolgusu.....          | 92  |
| 2.5.1.   | Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu.....                     | 93  |
| 2.5.2.   | Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu.....                    | 99  |
| 2.5.3.   | Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu.....                   | 105 |
| 3.       | BULGULAR.....                                                      | 112 |
| 3.1.     | Zeminin Kum Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi.....   | 112 |
| 3.1.1.   | Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu.....                     | 112 |
| 3.1.2.   | Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu.....                    | 118 |
| 3.1.3.   | Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu.....                   | 125 |
| 3.2.     | Zeminin Çakıl Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi..... | 131 |
| 3.2.1.   | Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu.....                     | 131 |
| 3.2.2.   | Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu.....                    | 138 |
| 3.2.3.   | Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu.....                   | 144 |

|          |                                                                     |     |
|----------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3.     | Zeminin Kil Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi.....    | 151 |
| 3.3.1.   | Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu.....                      | 151 |
| 3.3.2.   | Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu.....                     | 157 |
| 3.3.3.   | Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu.....                    | 163 |
| 3.4.     | Zeminin Silt Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi.....   | 170 |
| 3.4.1.   | Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu.....                      | 170 |
| 3.4.2.   | Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu.....                     | 176 |
| 3.4.3.   | Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu.....                    | 182 |
| 4.       | TARTIŞMA.....                                                       | 189 |
| 4.1.     | Zeminin Kum Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Bilgileri.....   | 189 |
| 4.2.     | Zeminin Çakıl Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Bilgileri..... | 190 |
| 4.3.     | Zeminin Kil Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Bilgileri.....   | 192 |
| 4.4.     | Zeminin Silt Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Bilgileri.....  | 194 |
| 5.       | SONUÇLAR .....                                                      | 197 |
| 6.       | KAYNAKLAR.....                                                      | 199 |
| ÖZGEÇMİŞ |                                                                     |     |

ÖZET

MOLOZ TAŞ DUVARLARIN GÜVENLİĞİNİN ARTTIRILMASINA  
YÖNELİK YAPILAN TAŞ - KUM DOLGU UYGULAMALARININ  
DRENAJA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Engin KOCA

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Erol ŞADOĞLU  
2020, 200 Sayfa

Bu çalışmada, istinat duvarı arkasında yapılan taş-kum dolguların yeraltı suyu seviyesinin düşürülmesindeki etkisinin değerlendirilmesi amacıyla çeşitli kesitlerde dolgular kullanılarak ve farklı zeminler seçilerek Plaxis 2D sonlu elemanlar programı ile analizler yapılmıştır. Analizler için, iki adet barbakana sahip ve arkasına drenaj borusu yerleştirilmiş  $h=5$  m yüksekliğinde taş istinat duvarı seçilmiştir. Barbakanlar ve drenaj borusu kuyu olarak modellenmiş olup  $0,005 \text{ m}^3/\text{gün}$  değerinde suyu drene ettiği varsayılmıştır. İstinat duvarının inşa edildiği zemin kum, çakıl, kil ve silt olarak seçilmiş; istinat duvarı arkasına yapılan dolgu ise taş, taş ve kum, kum olarak düşünülmüştür. Analizler için dolgu genişliklerinin 30-90 cm, 80-140 cm, 130-190 cm ve başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesinin 3,800 m olduğu varsayılmıştır. Permeabilite katsayıları ( $k_x$  ve  $k_y$ ) kum için 86 m/gün, taş-çakıl için 10000 m/gün, kil için 0,005 m/gün, silt için 0,09 m/gün alınarak analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda ortaya çıkan yeraltı suyu seviyeleri kullanılarak yeraltı suyu seviyesi değişimleri elde edilmiştir.

Sonuç olarak; istinat duvarının inşa edileceği zeminin kum veya çakıl olması durumunda, duvar arkasına genişliği az olan taş dolgu yapılmasının yeraltı suyu seviyesinde maksimum değişim sağlayacağı; zeminin kil veya silt olması durumunda ise duvar arkasına genişliği az olan kum dolgu yapılmasının borulanmayı önleyeceği ve yeraltı suyu seviyesinde maksimum değişim sağlayacağı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İstinat duvarı, Yeraltı suyu seviyesi, Plaxis 2D, Barbakan, Drenaj borusu, Permeabilite katsayısı, Borulanma

Master Thesis

## SUMMARY

### INVESTIGATION OF DRAINAGE EFFECT STONE - SAND FILLING APPLICATIONS FOR THE INCREASE OF SECURITY OF RUBBLE STONE WALLS

Engin KOCA

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Civil Engineering Graduate Program  
Supervisor: Assoc. Prof. Erol ŞADOĞLU  
2020, 200 Pages

In this study, in order to evaluate the effect of stone-sand fillings made on the back of the retaining wall in decreasing the groundwater level, analyzes were carried out using the Plaxis 2D finite element program by using fillers in various sections and selecting different soils. For the analyzes, a stone retaining wall with  $h=5$  m height which has two weep holes and drainage pipe placed on the back was selected. Weep holes and drainage pipe were modeled as well and they were presumed to drain the water at  $0.005 \text{ m}^3/\text{day}$ . The soil on which the retaining wall was built was selected as sand, gravel, clay and silt; the backfill made behind the retaining wall was considered as stone, stone and sand, sand. For the analyzes, the fill widths were assumed to be 30-90 cm, 80-140 cm, 130-190 cm and the initial groundwater level was 3,800 m. The permeability coefficients ( $k_x$  and  $k_y$ ) were assumed to be 86 m/day for sand, 10000 m/day for stone-gravel, 0,005 m/day for clay and 0,09 m/day for silt. Groundwater level changes were obtained by using groundwater levels that emerged as a result of the analyzes.

As a result; it has been determined that if the soil on which the retaining wall is built is sand or gravel, it will provide maximum change for the groundwater level by making stone filling with a small width behind the wall; if the soil is clay or silt, sand filling with a small width behind the wall will prevent piping and provide maximum change for the groundwater level.

**Key Words:** Retaining wall, Groundwater level, Plaxis 2D, Weep hole, Drainage pipe, Permeability coefficient, Piping

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

|           |                                                                      |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.  | Ağırlık tipi dayanma duvarı enkesitleri.....                         | 2  |
| Şekil 2.  | Yarı ağırlık dayanma duvarı enkesitleri ve asal donatı şemaları..... | 3  |
| Şekil 3.  | Konsol dayanma duvarı enkesitleri ve asal donatı şemaları.....       | 4  |
| Şekil 4.  | Dişli konsol dayanma duvarlarında asal donatı şeması.....            | 4  |
| Şekil 5.  | Eşikli konsol duvar.....                                             | 5  |
| Şekil 6.  | Payandalı duvar.....                                                 | 5  |
| Şekil 7.  | Kafes tipi dayanma duvarı.....                                       | 7  |
| Şekil 8.  | Gabion tipi dayanma duvarı.....                                      | 7  |
| Şekil 9.  | Donatılı zemin dayanma duvarı.....                                   | 9  |
| Şekil 10. | İksa ve istinat duvarlarının drenajı.....                            | 11 |
| Şekil 11. | Filtre.....                                                          | 12 |
| Şekil 12. | Filtre sınırları.....                                                | 13 |
| Şekil 13. | Darcy yasası için şematik açıklama.....                              | 15 |
| Şekil 14. | Toplam yükseklik ve ilgili terimler.....                             | 17 |
| Şekil 15. | İki boyutlu akım.....                                                | 18 |
| Şekil 16. | Akım açısı .....                                                     | 20 |
| Şekil 17. | Sonlu eleman.....                                                    | 21 |
| Şekil 18. | Düğüm ve gerilme noktaları.....                                      | 23 |
| Şekil 19. | Spin edits (döner düzenleyiciler).....                               | 24 |
| Şekil 20. | Radio düğmeleri.....                                                 | 25 |
| Şekil 21. | Onay kutuları.....                                                   | 25 |
| Şekil 22. | Kombinasyon kutuları.....                                            | 25 |
| Şekil 23. | Sayfa kontrol ve sekmeler.....                                       | 26 |
| Şekil 24. | Genel ayarlar - proje sekmesi.....                                   | 27 |
| Şekil 25. | Genel ayarlar - boyutlar sekmesi.....                                | 27 |
| Şekil 26. | Input programının ana penceresi.....                                 | 28 |
| Şekil 27. | Araç çubukları.....                                                  | 29 |
| Şekil 28. | Genel ayarlar (proje sekmesi).....                                   | 32 |
| Şekil 29. | Genel ayarlar (boyutlar sekmesi).....                                | 33 |

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 30. Malzeme ayarları.....                                                 | 33 |
| Şekil 31. Barbakanlar ve drenaj borusu için kuyu modeli.....                    | 34 |
| Şekil 32. Kum için genel ayarlar.....                                           | 34 |
| Şekil 33. Taş-çakıl için genel ayarlar.....                                     | 34 |
| Şekil 34. Kil için genel ayarlar.....                                           | 35 |
| Şekil 35. Silt için genel ayarlar.....                                          | 35 |
| Şekil 36. İstinat duvarı için genel ayarlar.....                                | 35 |
| Şekil 37. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....                    | 36 |
| Şekil 38. Kum zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....   | 37 |
| Şekil 39. Kum zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 37 |
| Şekil 40. Kum zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 38 |
| Şekil 41. Kum zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 38 |
| Şekil 42. Kum zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 39 |
| Şekil 43. Kum zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 39 |
| Şekil 44. Kum zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 40 |
| Şekil 45. Kum zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 40 |
| Şekil 46. Kum zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....   | 41 |
| Şekil 47. Kum zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....   | 41 |
| Şekil 48. Kum zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....                    | 42 |
| Şekil 49. Başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi (3,800 m).....                    | 42 |
| Şekil 50. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                   | 43 |
| Şekil 51. Kum zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....  | 43 |
| Şekil 52. Kum zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 44 |
| Şekil 53. Kum zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 44 |
| Şekil 54. Kum zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 45 |
| Şekil 55. Kum zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 45 |
| Şekil 56. Kum zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 46 |
| Şekil 57. Kum zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 46 |
| Şekil 58. Kum zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 47 |
| Şekil 59. Kum zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....  | 47 |
| Şekil 60. Kum zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....  | 48 |
| Şekil 61. Kum zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                   | 48 |
| Şekil 62. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                  | 49 |

|           |                                                                         |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 63. | Kum zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....   | 49 |
| Şekil 64. | Kum zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 50 |
| Şekil 65. | Kum zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 50 |
| Şekil 66. | Kum zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 51 |
| Şekil 67. | Kum zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 51 |
| Şekil 68. | Kum zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 52 |
| Şekil 69. | Kum zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 52 |
| Şekil 70. | Kum zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 53 |
| Şekil 71. | Kum zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....   | 53 |
| Şekil 72. | Kum zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....   | 54 |
| Şekil 73. | Kum zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                    | 54 |
| Şekil 74. | Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....                    | 55 |
| Şekil 75. | Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....   | 56 |
| Şekil 76. | Çakıl zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 56 |
| Şekil 77. | Çakıl zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 57 |
| Şekil 78. | Çakıl zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 57 |
| Şekil 79. | Çakıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 58 |
| Şekil 80. | Çakıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 58 |
| Şekil 81. | Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 59 |
| Şekil 82. | Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 59 |
| Şekil 83. | Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....   | 60 |
| Şekil 84. | Çakıl zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....   | 60 |
| Şekil 85. | Çakıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....                    | 61 |
| Şekil 86. | Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                   | 62 |
| Şekil 87. | Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....  | 62 |
| Şekil 88. | Çakıl zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 63 |
| Şekil 89. | Çakıl zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 63 |
| Şekil 90. | Çakıl zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 64 |
| Şekil 91. | Çakıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 64 |
| Şekil 92. | Çakıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 65 |
| Şekil 93. | Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 65 |
| Şekil 94. | Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 66 |
| Şekil 95. | Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....  | 66 |



|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 96. Çakıl zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....    | 67 |
| Şekil 97. Çakıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                     | 67 |
| Şekil 98. Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                    | 68 |
| Şekil 99. Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....   | 68 |
| Şekil 100. Çakıl zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 69 |
| Şekil 101. Çakıl zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm dolgu) / (w=130-190 cm)..... | 69 |
| Şekil 102. Çakıl zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 70 |
| Şekil 103. Çakıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 70 |
| Şekil 104. Çakıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 71 |
| Şekil 105. Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 71 |
| Şekil 106. Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 72 |
| Şekil 107. Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 72 |
| Şekil 108. Çakıl zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 73 |
| Şekil 109. Çakıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                   | 73 |
| Şekil 110. Kil zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....                       | 74 |
| Şekil 111. Kil zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....      | 75 |
| Şekil 112. Kil zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....     | 75 |
| Şekil 113. Kil zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....     | 76 |
| Şekil 114. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....     | 76 |
| Şekil 115. Kil zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....     | 77 |
| Şekil 116. Kil zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....     | 77 |
| Şekil 117. Kil zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....     | 78 |
| Şekil 118. Kil zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....     | 78 |
| Şekil 119. Kil zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....      | 79 |
| Şekil 120. Kil zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....      | 79 |
| Şekil 121. Kil zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....                       | 80 |
| Şekil 122. Kil zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                      | 81 |
| Şekil 123. Kil zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....     | 81 |
| Şekil 124. Kil zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....    | 82 |
| Şekil 125. Kil zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....    | 82 |
| Şekil 126. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....    | 83 |
| Şekil 127. Kil zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....    | 83 |
| Şekil 128. Kil zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....    | 84 |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 129. Kil zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....  | 84  |
| Şekil 130. Kil zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....  | 85  |
| Şekil 131. Kil zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....   | 85  |
| Şekil 132. Kil zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....   | 86  |
| Şekil 133. Kil zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                    | 86  |
| Şekil 134. Kil zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                   | 87  |
| Şekil 135. Kil zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 87  |
| Şekil 136. Kil zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 88  |
| Şekil 137. Kil zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 88  |
| Şekil 138. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 89  |
| Şekil 139. Kil zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 89  |
| Şekil 140. Kil zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 90  |
| Şekil 141. Kil zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 90  |
| Şekil 142. Kil zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm)..... | 91  |
| Şekil 143. Kil zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 91  |
| Şekil 144. Kil zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....  | 92  |
| Şekil 145. Kil zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                   | 92  |
| Şekil 146. Silt zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....                    | 93  |
| Şekil 147. Silt zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....   | 94  |
| Şekil 148. Silt zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 94  |
| Şekil 149. Silt zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 95  |
| Şekil 150. Silt zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 95  |
| Şekil 151. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 96  |
| Şekil 152. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 96  |
| Şekil 153. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 97  |
| Şekil 154. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....  | 97  |
| Şekil 155. Silt zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....   | 98  |
| Şekil 156. Silt zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....   | 98  |
| Şekil 157. Silt zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm).....                    | 99  |
| Şekil 158. Silt zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                   | 100 |
| Şekil 159. Silt zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....  | 100 |
| Şekil 160. Silt zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 101 |
| Şekil 161. Silt zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm)..... | 101 |

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 162. Silt zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                                   | 102 |
| Şekil 163. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                                   | 102 |
| Şekil 164. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                                   | 103 |
| Şekil 165. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                                   | 103 |
| Şekil 166. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                                   | 104 |
| Şekil 167. Silt zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                                    | 104 |
| Şekil 168. Silt zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                                    | 105 |
| Şekil 169. Silt zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm).....                                                     | 105 |
| Şekil 170. Silt zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                                    | 106 |
| Şekil 171. Silt zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                   | 106 |
| Şekil 172. Silt zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                  | 107 |
| Şekil 173. Silt zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                  | 107 |
| Şekil 174. Silt zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                  | 108 |
| Şekil 175. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                  | 108 |
| Şekil 176. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                  | 109 |
| Şekil 177. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                  | 109 |
| Şekil 178. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                  | 110 |
| Şekil 179. Silt zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                   | 110 |
| Şekil 180. Silt zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                   | 111 |
| Şekil 181. Silt zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm).....                                                    | 111 |
| Şekil 182. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                   | 112 |
| Şekil 183. Kum zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 113 |
| Şekil 184. Kum zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 113 |
| Şekil 185. Kum zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 114 |
| Şekil 186. Kum zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 114 |
| Şekil 187. Kum zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 115 |
| Şekil 188. Kum zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 115 |
| Şekil 189. Kum zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 116 |

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 190. Kum zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 116 |
| Şekil 191. Kum zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....    | 117 |
| Şekil 192. Kum zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....    | 117 |
| Şekil 193. Kum zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                     | 118 |
| Şekil 194. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                    | 119 |
| Şekil 195. Kum zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 119 |
| Şekil 196. Kum zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 120 |
| Şekil 197. Kum zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 120 |
| Şekil 198. Kum zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 121 |
| Şekil 199. Kum zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 121 |
| Şekil 200. Kum zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 122 |
| Şekil 201. Kum zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 122 |
| Şekil 202. Kum zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 123 |
| Şekil 203. Kum zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 123 |
| Şekil 204. Kum zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 124 |
| Şekil 205. Kum zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                    | 124 |
| Şekil 206. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                   | 125 |
| Şekil 207. Kum zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 126 |
| Şekil 208. Kum zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 126 |
| Şekil 209. Kum zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 127 |

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 210. Kum zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 127 |
| Şekil 211. Kum zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 128 |
| Şekil 212. Kum zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 128 |
| Şekil 213. Kum zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 129 |
| Şekil 214. Kum zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 129 |
| Şekil 215. Kum zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 130 |
| Şekil 216. Kum zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 130 |
| Şekil 217. Kum zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                   | 131 |
| Şekil 218. Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                   | 132 |
| Şekil 219. Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 132 |
| Şekil 220. Çakıl zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 133 |
| Şekil 221. Çakıl zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 133 |
| Şekil 222. Çakıl zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 134 |
| Şekil 223. Çakıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 134 |
| Şekil 224. Çakıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 135 |
| Şekil 225. Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 135 |
| Şekil 226. Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 136 |
| Şekil 227. Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 136 |
| Şekil 228. Çakıl zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 137 |
| Şekil 229. Çakıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                   | 137 |

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 230. Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....                    | 138 |
| Şekil 231. Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 139 |
| Şekil 232. Çakıl zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 139 |
| Şekil 233. Çakıl zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 140 |
| Şekil 234. Çakıl zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 140 |
| Şekil 235. Çakıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 141 |
| Şekil 236. Çakıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 141 |
| Şekil 237. Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 142 |
| Şekil 238. Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 142 |
| Şekil 239. Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 143 |
| Şekil 240. Çakıl zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 143 |
| Şekil 241. Çakıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....                    | 144 |
| Şekil 242. Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....                   | 145 |
| Şekil 243. Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 145 |
| Şekil 244. Çakıl zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 146 |
| Şekil 245. Çakıl zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 146 |
| Şekil 246. Çakıl zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 147 |
| Şekil 247. Çakıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 147 |
| Şekil 248. Çakıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 148 |
| Şekil 249. Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 148 |

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 250. Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 149 |
| Şekil 251. Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 149 |
| Şekil 252. Çakıl zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 150 |
| Şekil 253. Çakıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....                   | 150 |
| Şekil 254. Kil zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....                       | 151 |
| Şekil 255. Kil zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....      | 152 |
| Şekil 256. Kil zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....     | 152 |
| Şekil 257. Kil zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....     | 153 |
| Şekil 258. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....     | 153 |
| Şekil 259. Kil zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....     | 154 |
| Şekil 260. Kil zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....     | 154 |
| Şekil 261. Kil zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....     | 155 |
| Şekil 262. Kil zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....     | 155 |
| Şekil 263. Kil zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....      | 156 |
| Şekil 264. Kil zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....      | 156 |
| Şekil 265. Kil zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....                       | 157 |
| Şekil 266. Kil zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....                      | 158 |
| Şekil 267. Kil zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....     | 158 |
| Şekil 268. Kil zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....    | 159 |
| Şekil 269. Kil zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....    | 159 |

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 270. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 160 |
| Şekil 271. Kil zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 160 |
| Şekil 272. Kil zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 161 |
| Şekil 273. Kil zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 161 |
| Şekil 274. Kil zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 162 |
| Şekil 275. Kil zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 162 |
| Şekil 276. Kil zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 163 |
| Şekil 277. Kil zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                    | 163 |
| Şekil 278. Kil zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                   | 164 |
| Şekil 279. Kil zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 164 |
| Şekil 280. Kil zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 165 |
| Şekil 281. Kil zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 165 |
| Şekil 282. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 166 |
| Şekil 283. Kil zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 166 |
| Şekil 284. Kil zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 167 |
| Şekil 285. Kil zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 167 |
| Şekil 286. Kil zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 168 |
| Şekil 287. Kil zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 168 |
| Şekil 288. Kil zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 169 |
| Şekil 289. Kil zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                   | 169 |



|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 290. Silt zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....                    | 170 |
| Şekil 291. Silt zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 171 |
| Şekil 292. Silt zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 171 |
| Şekil 293. Silt zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 172 |
| Şekil 294. Silt zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 172 |
| Şekil 295. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 173 |
| Şekil 296. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 173 |
| Şekil 297. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 174 |
| Şekil 298. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 174 |
| Şekil 299. Silt zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 175 |
| Şekil 300. Silt zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 175 |
| Şekil 301. Silt zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....                    | 176 |
| Şekil 302. Silt zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....                   | 177 |
| Şekil 303. Silt zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 177 |
| Şekil 304. Silt zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 178 |
| Şekil 305. Silt zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 178 |
| Şekil 306. Silt zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 179 |
| Şekil 307. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 179 |
| Şekil 308. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 180 |
| Şekil 309. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 180 |

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 310. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 181 |
| Şekil 311. Silt zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 181 |
| Şekil 312. Silt zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....   | 182 |
| Şekil 313. Silt zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                    | 182 |
| Şekil 314. Silt zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                   | 183 |
| Şekil 315. Silt zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 183 |
| Şekil 316. Silt zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 184 |
| Şekil 317. Silt zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 184 |
| Şekil 318. Silt zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 185 |
| Şekil 319. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 185 |
| Şekil 320. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 186 |
| Şekil 321. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 186 |
| Şekil 322. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi)..... | 187 |
| Şekil 323. Silt zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 187 |
| Şekil 324. Silt zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm)<br>(yeraltı suyu seviyesi değişimi).....  | 188 |
| Şekil 325. Silt zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi<br>değişimi).....                   | 188 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

### Sayfa No

|          |                                                                              |     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 1. | Çeşitli zeminler için ortalama k değerleri.....                              | 15  |
| Tablo 2. | Zeminin kum olması durumunda yeraltı suyu seviyesi değişimi sonuçları.....   | 189 |
| Tablo 3. | Zeminin çakıl olması durumunda yeraltı suyu seviyesi değişimi sonuçları..... | 191 |
| Tablo 4. | Zeminin kil olması durumunda yeraltı suyu seviyesi değişimi sonuçları.....   | 192 |
| Tablo 5. | Zeminin silt olması durumunda yeraltı suyu seviyesi değişimi sonuçları.....  | 194 |



## SEMBOLLER DİZİNİ

|                      |                                                                  |
|----------------------|------------------------------------------------------------------|
| $A$                  | : Enkesit alanı                                                  |
| $D_{\text{filtre}}$  | : Filtre tanesi çapı                                             |
| $D_{\text{zemin}}$   | : Zemin tanesi çapı                                              |
| $D_{15}$             | : % 15 geçen yüzdeye karşılık gelen çap                          |
| $D_{85}$             | : % 85 geçen yüzdeye karşılık gelen çap                          |
| $E_{\text{ref}}$     | : Young modülü                                                   |
| $E_{\text{oed}}$     | : Ödometre modülü                                                |
| $G_{\text{ref}}$     | : Kayma modülü                                                   |
| $L$                  | : Uzunluk                                                        |
| $L_{AB}$             | : A ve B noktaları arasındaki akım (akış) yolu uzunluğu          |
| % P                  | : Geçen yüzdesi                                                  |
| $Q$                  | : Su miktarı                                                     |
| $c$                  | : Kohezyon                                                       |
| $g$                  | : Yer çekimi ivmesi                                              |
| $h$                  | : Yükseklik                                                      |
| $i$                  | : Hidrolik eğim                                                  |
| $i_{AB}$             | : Akım yolu üzerindeki A ve B noktaları arasındaki hidrolik eğim |
| $k$                  | : Permeabilite katsayısı                                         |
| $k_x$                | : X doğrultusundaki permeabilite katsayısı                       |
| $k_y$                | : Y doğrultusundaki permeabilite katsayısı                       |
| $k_z$                | : Z doğrultusundaki permeabilite katsayısı                       |
| $n$                  | : Porozite                                                       |
| $q$                  | : Debi                                                           |
| $u$                  | : Boşluksuyu basıncı                                             |
| $v$                  | : Hız                                                            |
| $v_{\text{filtre}}$  | : Filtre hızı                                                    |
| $v_{\text{sızıntı}}$ | : Sızıntı hızı                                                   |
| $v_p$                | : P dalgası hızı                                                 |
| $v_s$                | : S dalgası hızı                                                 |
| $w$                  | : Genişlik                                                       |

|                  |                                                                             |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| $z$              | : Yer (konum) yüksekliği                                                    |
| $\Delta h_{AB}$  | : A ve B noktaları arasındaki hidrolik yük farkı veya toplam yükteki azalma |
| $\gamma$         | : Birim ağırlık                                                             |
| $\gamma_{sat}$   | : Islak birim ağırlık                                                       |
| $\gamma_{unsat}$ | : Kuru birim ağırlık                                                        |
| $\emptyset$      | : Çap                                                                       |
| $\nu$            | : Poisson oranı                                                             |
| $\phi$           | : İçsel sürtünme açısı                                                      |
| $\psi$           | : Dilatansi açısı                                                           |



## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

Zemini iki farklı kotta tutmaya yarayan ve yanal zemin basınçlarının etkisinde olan yapılar dayanma yapıları olup bunların içerisinde en yaygın inşa edilen grubun dayanma duvarları olduğu söylenebilir. Dayanma duvarları; ağırlık, yarı ağırlık, betonarme konsol, betonarme payandalı vb. şeklinde sınıflara ayrılırlar. Bunlar içinde ağırlık tipi duvarlar, küçük duvar yüksekliklerinde oldukça yaygın olarak tercih edilir. Ağırlık tipi duvarlarda yapı malzemeleri olarak genellikle moloz taş, beton, tuğla vb. kullanılmaktadır. Yol inşaatlarında sıklıkla tercih edilen moloz taş duvarlar; yarma şevinde inşa edildiklerinde iksa duvarı, dolgu şevinde inşa edildiklerinde ise istinat duvarı olarak isimlendirilmektedir. Bu tür duvarların boyutlandırılmasında; Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından hamule yüksekliği ve duvar yüksekliği baz alınarak oluşturulmuş tablolar kullanılmaktadır. Her ne kadar bu tabloları kullanmak suretiyle boyutlandırma işinde rahatlık sağlansa da istinat duvarlarının arkasında iyi bir drenaj sağlaması amacıyla yapılan taş-kum dolguların kesitlerinin nasıl olması gerektiği ile ilgili belirsizlik mevcuttur. Bu çalışmadaki amaç; yeraltı suyu seviyesinin düşürülmesinde taş-kum dolgu kesiti etkisinin Plaxis 2D sonlu elemanlar programı kullanılarak modellenmesi, konu ile ilgili bilgi seviyesinin artışına katkıda bulunulması ve gereksiz imalatlardan kaçınılması millî kaynakların daha etkin kullanılmasıdır.

### **1.2. Dayanma Yapıları**

İki farklı düzeydeki zeminden oluşan yanal toprak etkisini istenilen bir güvenlikle karşılayan ve zeminin doğal şev açısını almasını önleyerek dengeyi koruyan yapı elemanları olarak tanımlanan dayanma yapılarının türünü belirlemede; istenilen yükseklik, inşaat alanının özellikleri, elde bulunan yapı malzemeleri, yer altı suyu durumu, dolguda kullanılacak tercihen kohezyonsuz malzemenin türü, yerel şartlara uygunluğu ve kullanma işlevi gibi faktörler göz önünde bulundurulur [1]. Dayanma yapıları; zeminin doğal şev açısından daha dik açıyla tutulması, kayma ihtimali olan zeminlerin göçmesinin

engellenmesi, bir binanın bodrum duvarının oluşturulması, kıyıların erozyon ya da taşkından korunması, köprülerde kenar ayak görevinin yapılması, derin kazıların yanal duvarlarının tutulması gibi amaçlarla inşa edilirler [18].

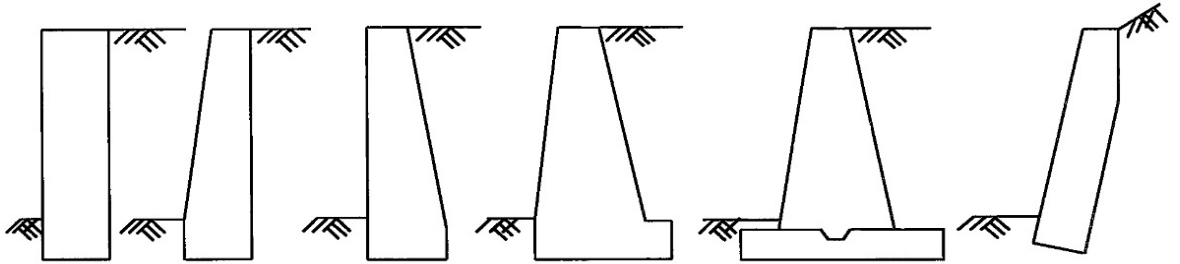
Dayanma yapıları rijit dayanma yapıları, yarı rijit dayanma yapıları ve esnek dayanma yapıları olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar.

### 1.2.1. Rijit Dayanma Yapıları

Bu tip dayanma yapıları kendi ağırlıkları ya da kendi ağırlıkları ve temel üzerindeki dolgu ağırlığı ile toprak itkisine karşı koyarlar. Rijit dayanma yapıları altı gruba ayrılırlar [1].

#### 1.2.1.1. Ağırlık Tipi Dayanma Duvarı

Bu tip duvarlar harçlı ve harçsız taş örgü, tuğla, briket veya betondan inşa edilmekte olup yanal toprak itkilerini öz ağırlığı ile karşılarlar [1]. Ağırlık tipi dayanma duvarlarının yüksekliklerinin genellikle  $h \leq 4,5$  m olması gerekmektedir. Çünkü yükseklikleri arttıkça bu duvarlar ekonomik olmamaktadır. Bu tür duvarların hiçbir kesitinde çekme gerilmesi oluşmamalı ve basınç gerilmeleri de kullanılan malzemenin izin verilen dayanımını aşmamalıdır [2]. Ağırlık tipi dayanma duvarı enkesitleri Şekil 1'de gösterilmektedir.



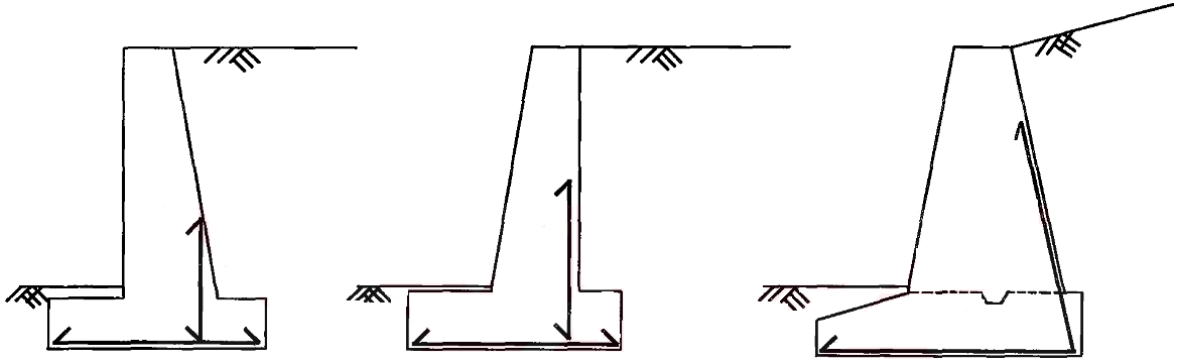
Şekil 1. Ağırlık tipi dayanma duvarı enkesitleri [2].

Taş duvar inşaatında taşlar birbirlerine harçla bağlanırsa bunlara harçlı duvar denilmektedir. Harç, kum (ince agrega) ile çimentonun karışımıdır. Eğer taşlar harç kullanılmadan örülürse kuru duvar olarak isimlendirilirler.

Yol inşaatlarında yaygın olarak kullanılan duvar yapım tekniği olan moloz taş duvarlarda; ocaktan çıkarıldıktan ve parçalandıktan sonra oldukları gibi ya da yerine göre düzeltilerek kullanılan, bir veya iki kişi tarafından el ile manevra edilebilecek büyüklükteki gayri muntazam taşlar mevcuttur [3].

#### 1.2.1.2. Yarı Ağırlık Dayanma Duvarı

Oluşmalarına izin verilebilen küçük çekme gerilmelerini karşılamak için bir miktar donatı kullanmak suretiyle beton ağırlık duvarlarının boyutları küçültülebilmektedir. Bu şekilde inşa edilen duvarlara yarı ağırlık dayanma duvarı denilmektedir. Ekonomik olmaları için yükseklikleri  $4.5 < h \leq 6$  m olmalıdır [2]. Yarı ağırlık dayanma duvarı enkesitleri ve asal donatı şemaları Şekil 2'de gösterilmektedir.

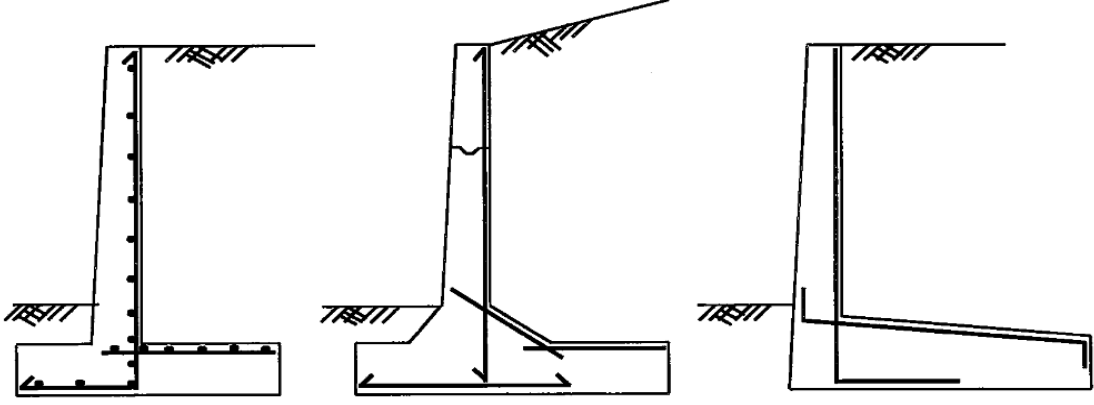


Şekil 2. Yarı ağırlık dayanma duvarı enkesitleri ve asal donatı şemaları [2].

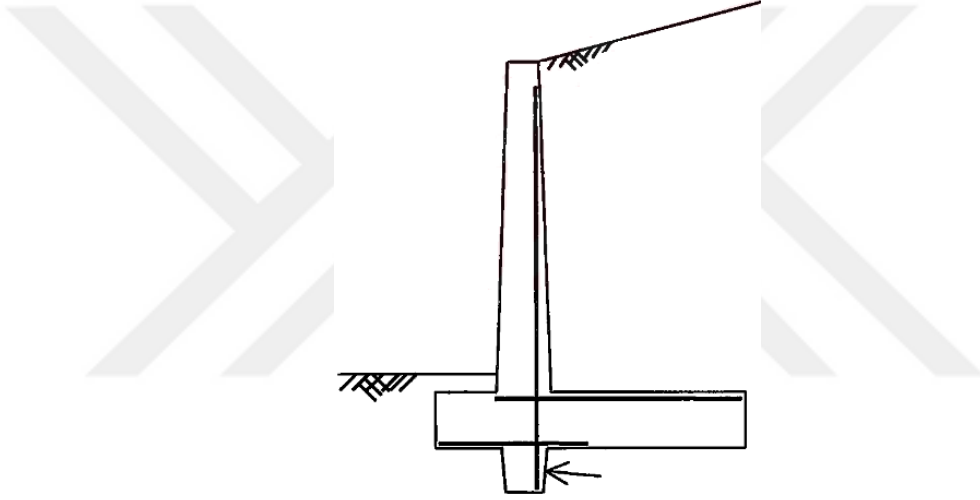
#### 1.2.1.3. Konsol Duvar

Konsol dayanma duvarları betonun basınca, donatının çekmeye dayanımı yüksek olduğu için narin yapılarıdır. Buna karşın 20 m'ye varan yüksekliklerde inşa edilebilirler. Ekonomik maksimum yükseklik 7,5 m civarındadır. Bu tür duvarlarda topuk tarafındaki temel uzun yapılarak bunun üzerine binen toprağın etkisinden faydalanılır. Direnen kuvvetlerin yeterli olmadığı durumda toprak itkisi duvarı öne doğru kaydırır. Bunu önlemek için temele dış yapılarak pasif direnç artırılır [1]. Konsol dayanma duvarı enkesitleri ve asal donatı şemaları Şekil 3 ile Şekil 4'te gösterilmektedir.





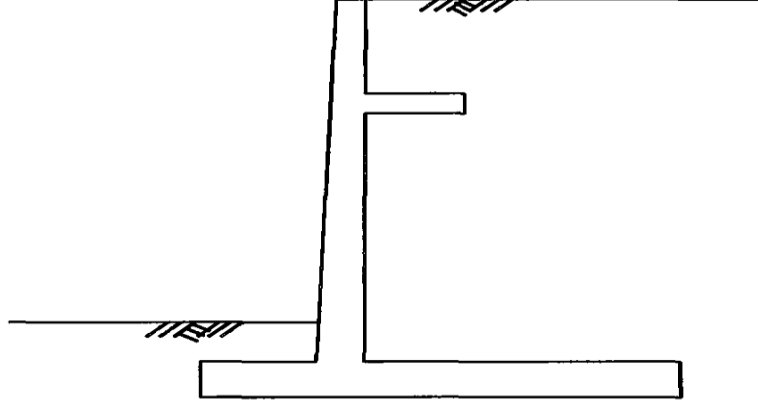
Şekil 3. Konsol dayanma duvarı enkesitleri ve asal donatı şemaları [2].



Şekil 4. Dişli konsol dayanma duvarlarında asal donatı şeması [2].

#### 1.2.1.4. Eşikli Konsol Duvar

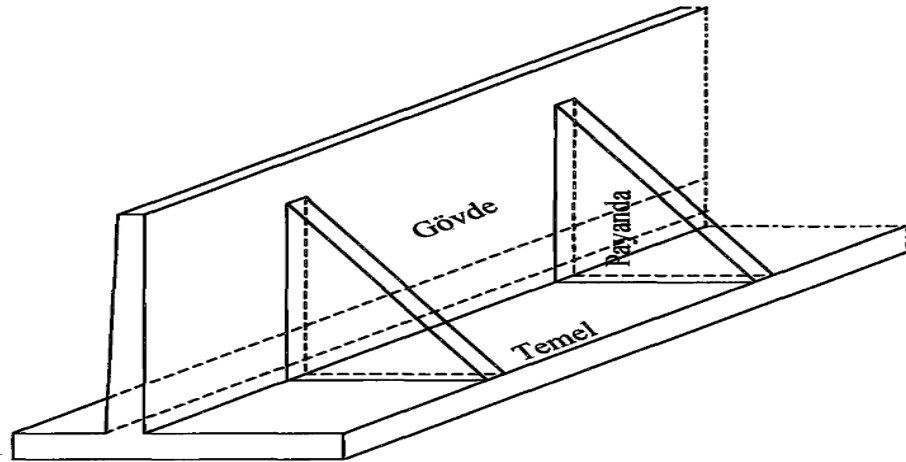
Yüksekliği fazla olan istinat duvarlarında gövdede bir ya da birkaç sıra tabana paralel eşik yapılması suretiyle daha ekonomik istinat duvarları inşa edilebilir [17]. Şekil 5'te eşikli konsol duvar örneği verilmektedir.



Şekil 5. Eşikli konsol duvar [2].

#### 1.2.1.5. Payandalı Duvar

Yükler ve yükseklik artarsa konsol duvar yapılması güvenli ve ekonomik olmayacağından payandalı duvar tercih edilir. Payandalı duvarda taban ve gövde elemanları konsol duvardaki gibi olup bunlara ek olarak duvarın arka tarafında gövdeyle temeli bağlayan ve bu suretle sistemin daha sağlam ve daha fazla yük taşıy hale gelmesini sağlayan kama şeklinde destek elemanları yapılır. Bu elemanlara payanda adı verilir. Yüksekliği 8 m'den az olan duvarlarda payanda gerekli değildir [1]. Payandalı duvarlar nervürlü (kontrfor) istinat duvarı olarak da isimlendirilmektedirler. Şekil 6'da payandalı duvar örneği verilmiştir.



Şekil 6. Payandalı duvar [2].

#### **1.2.1.6. Ters Payandalı Duvar**

Payandaların önde bir engel oluşturmayaacağı durumda bu tür duvarlar inşa edilmektedir. Düşey toprak yükü kısa olan topuk üzerine etkidiğinden duvar stabilitesine katkısı daha az olmaktadır [1].

#### **1.2.2. Yarı Rijit Dayanma Yapıları**

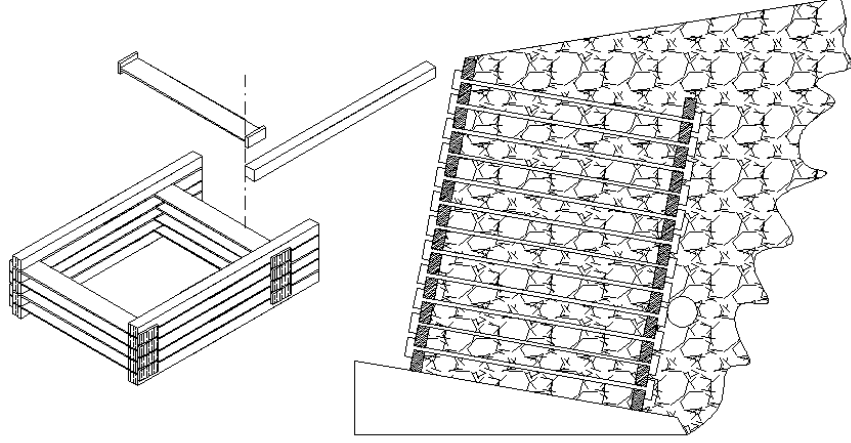
Bu tür dayanma yapıları zemin itkisini karşılamakla beraber belirli limitin ötesinde hareket ederek ya da basıncın önemli bir kısmını zeminin kendisine aktararak işlevlerini yerine getirmektedirler [1]. Yarı rijit dayanma duvarlarına örnek olarak; kafes tipi dayanma duvarları, sandık (gabion) tipi dayanma duvarları, kazıklı perdeler ve diyafram duvarlar verilebilir.

##### **1.2.2.1. Kafes Tipi Dayanma Duvarları**

Birbirine geçmeli betonarme veya metal kirişlerle istenilen uzunluk ve yükseklikte birbirine bağlı hücreler meydana getirilir. Bu yapı elemanları ile oluşturulan kafeslerin içinin taşla, gerektiğinde daneli malzemeler ile doldurulması suretiyle dayanma duvarı inşa edilir. Kafes duvarlar kafeslerin yapıldığı malzemeye göre ikiye ayrılırlar [1].

- Betonarme kafes türü dayanma duvarları
- Çelik kafes türü dayanma duvarları

Kafes tipi dayanma duvarlarına örnek Şekil 7'de verilmektedir.



Şekil 7. Kafes tipi dayanma duvarı [4].

#### 1.2.2.2. Sandık (Gabion) Tipi Dayanma Duvarları

Paslanmaz çelik tellerle yapılan kafes tipi tel örgü sandıkları içerisine kaya dolgu yerleştirilmesi suretiyle inşa edilirler. Tipik sandık taban boyutları 1 m x 1 m, uzunluğu 2 m-4 m'dir. Bu sandıklar üst üste konularak sandık tipi dayanma duvarını meydana getirirler [1]. Şekil 8'de gabion tipi dayanma duvarına örnek verilmektedir.



Şekil 8. Gabion tipi dayanma duvarı [4].

#### 1.2.2.3. Kazıklı Perdeler

Tutulması gereken zemin yüksekliğinin fazla, buna karşın zemin özelliklerinin yetersiz olduğu ortamda öncelikle yerinde dökülen betonarme kazıklardan bir perde oluşturulup bunu izleyerek kazı yapılmaktadır. Kazık çapları toprak basıncı mertebesine

göre 45 cm-80 cm arasında olmaktadır. Kazıkların ekonomik olmayacak şekilde uzun yapılması gerekirse kazıklar beton kuşaklı ya da kuşaksız uygulanan bir veya birkaç sıra ankrajla desteklenebilmektedir. Bu tür perdeler aşağıdaki gibi sınıflara ayrılabilirler [1].

- Aralıklı kazıklarla oluşturulan perdeler
- Teget kazıklı perdeler
- Enjeksiyonlu teget kazıklı perdeler
- Bindirmeli kazıklı perdeler

#### **1.2.2.4. Diyafram Duvarlar**

Zeminin kendini hiç tutamayacağı kadar zayıf olduğu durumda, derin kazılarda kazı yüzlerinin önceden desteklenmesi, yer altı suyunun kazı çukuruna girmesinin önlenmesi ve komşu yapıların güvenliğinin kazı öncesi sağlanması için inşa edilen donatılı veya donatısız yapılardır [1].

#### **1.2.3. Esnek Dayanma Yapıları**

Esnek dayanma yapıları, temel zemininin geleneksel duvarları taşıyamayacak kadar yetersiz olması, su kenarlarında inşaat çalışmalarının diğer dayanma yapıları için zorluğu ve pahalı kurutma işlemlerini gerektirmesi, yapımındaki kolaylık, geçici duvar oluşturma mecburiyeti ve yeniden kullanma imkânının ekonomi sağlaması dolayısıyla rijit ve yarı rijit dayanma yapılarına tercih edilirler [1].

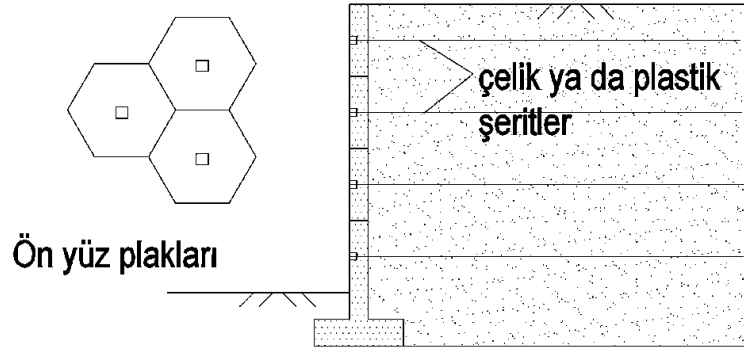
##### **1.2.3.1. Palplanş Perdeleri**

Hazır yassı kazıkların (palplanşlar) yan yana sürekli bir perde oluşturacak şekilde çakılmaları ile meydana getirilirler. Palplanş perdeleri hızlı oluşturulurlar. Çekilip tekrar tekrar kullanılabilirler. Kaynakla kolayca kesilebilir ya da eklenip uzatılabilirler. Taşıma gücü düşük olan zeminlerde bile taşıma gücü sorunu meydana gelmez. Palplanş perdeleri pratik olarak sızdırmaz ya da çok az sızdırır olarak kabul edilmektedir. Palplanşlar; ahşap, betonarme veya genellikle çelikten yapılmaktadırlar. Palplanş perdeleri çalışma biçimlerine göre şu şekilde sınıflandırılabilirler [5].

- Konsol palplanş perdeleri
- Ankrajlı (bağlı) palplanş perdeleri
  - Zemine ankastre olmayan palplanş perdeleri
  - Zemine ankastre olan palplanş perdeleri

### 1.2.3.2. Donatılı Zemin Dayanma Duvarları

Bu tür duvarlar esnekliği sebebiyle farklı oturmalara dayanabilirler. Temel zemininin zayıf olduğu ve derin temel gerektiren durumlarda uygulanabilirler. İnşa teknikleri basit ve hızlı olup 6 m'den yüksek duvarlarda ekonomiktirler. Donatılı zemin dayanma duvarları; sürtünmeli veya az kohezyonlu dolgu malzemesi, donatı ve yüzey kaplama elemanlarından oluşur [1]. Şekil 9'da donatılı zemin dayanma duvarı örneği verilmektedir.



Şekil 9. Donatılı zemin dayanma duvarı [4].

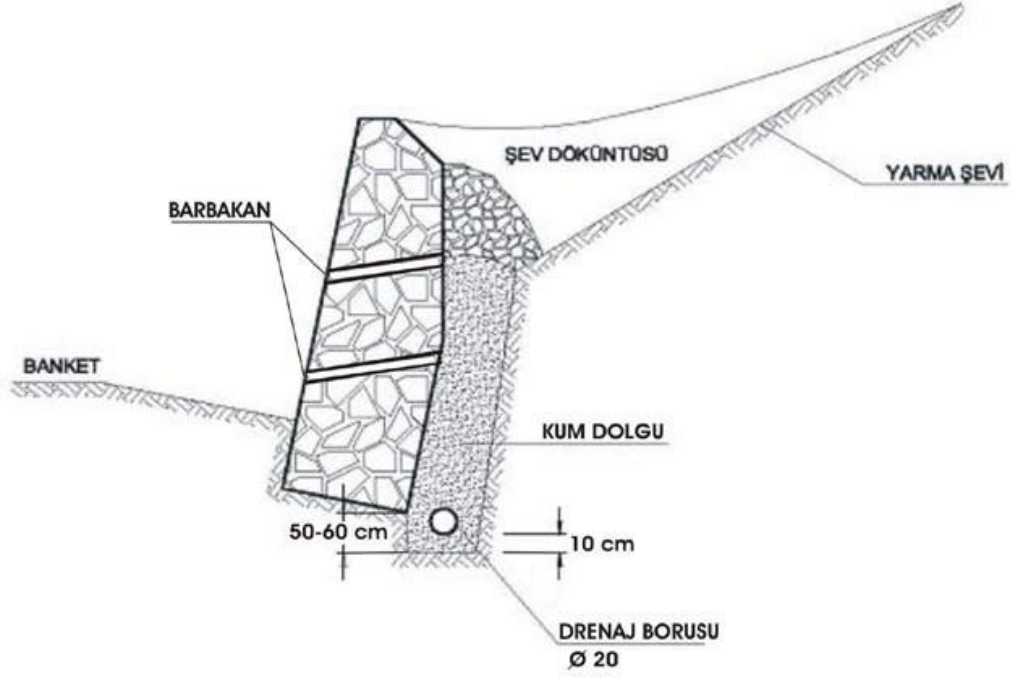
### 1.3. İstinat Duvarlarının Drenajı

İstinat duvarlarının arkasında toprak dolgu bulunduğundan bu duvarlar sürekli olarak dolgudan gelecek rutubete ve suya maruz kalırlar [3]. Su, zemin özelliklerini değiştirip yanal basınçları arttırdığı için suyun drene edilmesi kritik öneme sahiptir [15]. Bunun için istinat duvarlarının arkasına harçsız kuru moloz taşlarla istif yapılır. Buradaki amaç dolgudan gelecek yağmur ve kar sularının duvardan aşağıya akması ve duvara sızmasını önlemektir. Aşağıya akan sular drenaj sistemi ile toplanarak duvarın içinde bırakılan deliklerden (barbakan) dışarıya verilir. Barbakanlar yapılırken dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır [3].

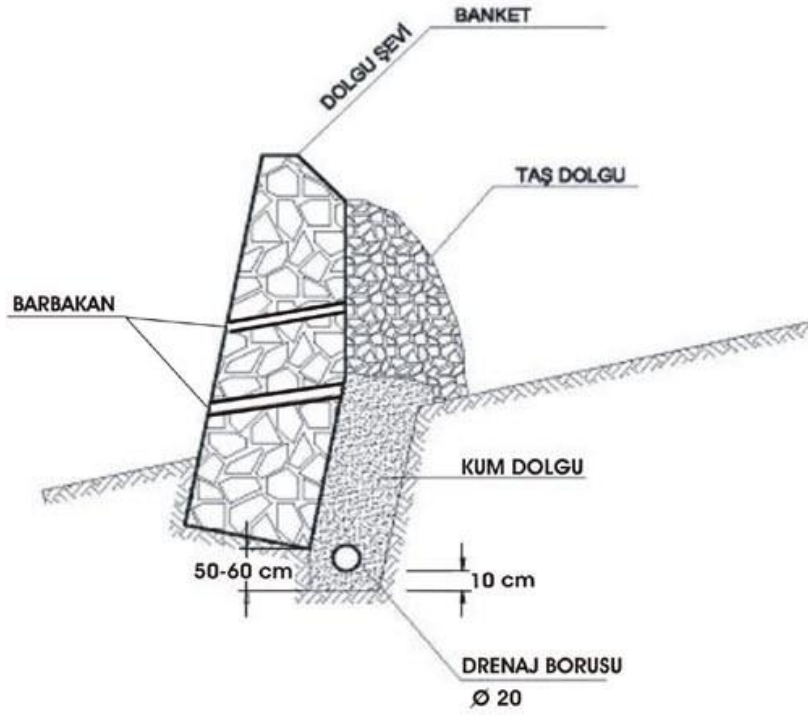
- En alttaki barbakanların tabii zeminden 10 cm yukarıda yapılması gerekmektedir.
- Barbakanların duvar arkasında blokajla yapılmış bir drenaj tertibatı ile irtibatı sağlanmalıdır.
- Duvar yüksekliğince en az 3 m'de bir 3-4 m ara ile barbakan yapılmalı ve barbakanlar üst üste getirilmeden şaşırtmalı olarak inşa edilmelidir.
- Barbakan için bırakılacak boşluğun iç açıklığı takriben 10-15 cm genişlikte ve yüksekliği de hemen hemen aynı civarda olmalıdır. Kesitin tam muntazam olmasına gerek olmamakla beraber içinin iyice harçlanarak taş aralarına su sızmayacak şekilde yapılması yeterli olmaktadır. Barbakan delikleri için fabrikalarda üretimi yapılan plastik veya hazır beton büzlerin kullanılması durumunda muntazam barbakan delikleri temin etmek mümkündür.
- Barbakan deliklerinin çıkış kısımları duvar yüzünden 2 cm kadar dışarıya uzatılırsa suyun duvar yüzünde leke yapma ihtimali de azaltılır.

Yarma şevinde inşa edilen iksa duvarları ile dolgu şevinde inşa edilen istinat duvarlarında yapılan drenaj örnekleri Şekil 10'da verilmektedir.

## YARMADA İKSA DUVARI



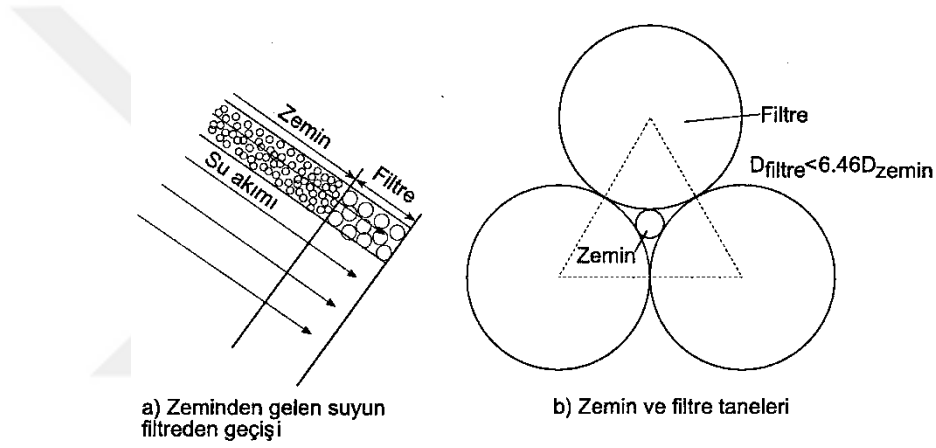
## DOLGU İSTİNAT DUVARI



Şekil 10. İksa ve istinat duvarlarının drenajı [6].



İstinat duvarlarının drenajı yapılırken göz önünde bulundurulması gereken bir konu olan borulanma; suyun zeminden çıkarken zemin tanelerini de sürükleyip götürmesi sonucu zeminde oluşan iç erozyon (oyulma, boşluklar) olup borulanmanın önlenmesi için filtreler yapılmalıdır. Filtre zemini (malzemesi) geçirimsizlik koşulu ve borulanma koşulunu sağlamalıdır (Şekil 11). Filtre malzemesindeki boşlukların, drene olan suyu serbestçe geçirebilmesi geçirimsizlik koşulunu, drene olan zeminin tanelerinin kendisine girmesine veya girip geçmesine izin vermeyecek büyüklükte olması borulanma koşulunu ifade etmektedir [5].



Şekil 11. Filtre [5].

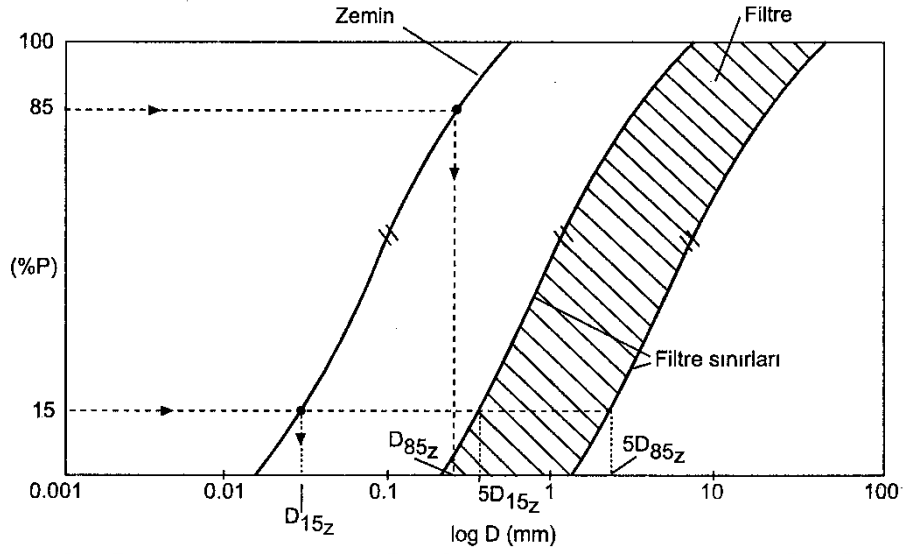
Araştırmalar sonucunda geçirimsizlik koşulu için,

$$D_{15} (\text{filtre}) \geq 5 D_{15} (\text{zemin}) \quad (1)$$

borulanma koşulu için,

$$D_{15} (\text{filtre}) \leq 5 D_{85} (\text{zemin}) \quad (2)$$

bağıntıları önerilmiştir. Filtre zemininin (malzemesinin) granülometri eğrisi genellikle zeminin granülometri eğrisine paralel (ötelenmiş) olup iki sınır arasında yer almaktadır [5]. Filtre sınırları Şekil 12 'de gösterilmektedir.



Şekil 12. Filtre sınırları [5].

#### 1.4. Yeraltı Suyu Akımı

Yeraltı suyu, zemin boşluklarını dolduran yerçekimi altındaki su olarak tanımlanabilir. Su birbirine bağlı boşluklar arasında akabilirken tane büyüklükleri ve tanelerin yapısal düzenlemeleri akış hızını etkiler [7].

Bir zemin kütlesi; çeşitli büyüklüklerdeki katı taneler ve birbirine bağlı boşluklardan oluşmaktadır. Zemin içerisindeki boşlukların sürekliliği, suyun yüksek enerjili bir noktadan düşük enerjili bir noktaya doğru akmasını sağlar [8]. Permeabilite, su gibi sıvıların geçişine veya sızmasına izin veren boşluklu malzemenin özelliği olarak tanımlanır. Çeşitli zeminler farklı permeabilitelere sahiptirler [12].

Yeraltı suyu akımı iri taneli çakıl ve daha büyük malzemeler dışında kalan bütün zeminlerde laminar olup akım çizgisi düzgündür ve su tanecikleri birbirlerine paralel bir şekilde akarlar [11]. Darcy [16] laminar akım şartlarında suya doygun bir zemin ortamında; hızın hidrolik eğim ile ilişkisini göstermiştir [5]. L uzunluklu, A enkesit alanlı bir zemin örneği,  $h_1-h_2$  su seviye farkına maruz bırakıldığında (Şekil 13) Darcy Yasası aşağıdaki gibi yazılabilir [5].

$$v = ki \quad (3)$$

$$q = vA \quad (4)$$

$$q = Aki \quad (5)$$

Bağıntı 3 ve 4'teki  $v$  hızı, filtre hızı (debi hızı) olup, su akışının zeminin tüm A enkesitinin her noktasından akıyormuş gibi değerlendirilerek isimlendirildiği ortalama hayali bir hızı belirtir. Gerçekte su, zeminin enkesitinin her noktasından akmaz fakat taneler arası boşlukların meydana getirdiği bir bölümünden sızıntı hızı (gerçek hız)  $v_s$  ile akmaktadır. Ancak hızın bu şekildeki tanımı su akımlarının irdelenmesinde uygun olmaktadır. Sızıntı hızı ile filtre hızı arasında aşağıdaki bağıntı mevcuttur [5].

$$v_{\text{filtre}} = nv_{\text{sızıntı}} \quad (6)$$

$n$ , zeminin porozitesi olup  $n < 1$  olduğundan  $v_f < v_s$  olmaktadır.

$k$ , zeminin geçirimlilik (permeabilite, geçirgenlik) katsayısı (hidrolik iletkenlik) olup zeminin su geçirme özelliğini ifade eder ve hız boyutundadır (m/s vb.). Tablo 1'de çeşitli zeminler için ortalama  $k$  değerleri verilmektedir [5].

$i$ , hidrolik eğim (su akımının üzerindeki iki nokta arasında) olup boyutsuzdur ve aşağıdaki gibi tanımlanır [5].

$$i = \frac{\text{su düzeyleri farkı}}{\text{akış uzunluğu}} = \frac{h_1 - h_2}{L} = \frac{\Delta h}{L} \quad (7)$$

$q$ , debi olup birim zamanda bir kesitten (akım yönüne dik olan kesit) geçen suyun miktarını belirtmektedir ( $m^3/s$  vb.). Su akımının oluşmasına bağlı olarak  $L$ 'nin konumu yatay, düşey, eğik vb. olabilmektedir [5].



Bernoulli Bağıntısına göre, zemin içindeki yeraltı su akımı durumunda, herhangi bir noktadaki toplam yükseklik (yük, potansiyel, potansiyel enerji, hidrolik potansiyel vb.),  $h$ , aşağıdaki üç bileşenden meydana gelir [5].

$$h = z + \frac{u}{\gamma_{su}} + \frac{v^2}{2g} \quad (8)$$

$h$ : toplam yükseklik

$z$ : yer (konum) yüksekliği

$u/\gamma_{su}$ : boşluksuyu basınç yüksekliği

$v^2/2g$ : hız yüksekliği

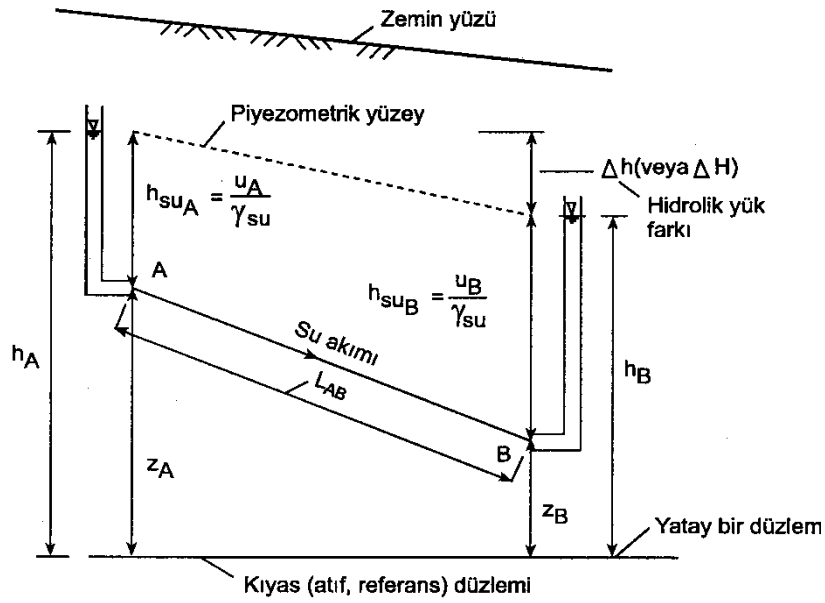
Kıyas (karşılaştırma, atıf, referans) düzlemi, herhangi bir yatay düzlem olup kıyas düzlemi, düşünülen noktanın altında olduğunda, yer yüksekliği,  $z +$ , üstünde olduğunda ise  $z -$  olarak alınır. Yeraltı su akımlarının hızı göreceli olarak küçük olduğundan hız yüksekliği ihmal edilir. Böylece, yeraltı su akımları için toplam yükseklik,  $h$ , aşağıdaki gibi ifade edilir [5].

$$h = z + \frac{u}{\gamma_{su}} \quad (9)$$

Buna göre Şekil 14'teki A ve B noktalarındaki toplam yükseklikler aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$h_A = z_A + \frac{u_A}{\gamma_{su}}$$

$$h_B = z_B + \frac{u_B}{\gamma_{su}}$$



Şekil 14. Toplam yükseklik ve ilgili terimler [5].

Zemin içindeki yeraltı su akımı üzerindeki iki nokta arasındaki hidrolik eğim aşağıdaki gibi ifade edilir [5].

$$i_{AB} = \frac{\Delta h_{AB}}{L_{AB}} \quad (10)$$

$i_{AB}$ : akım yolu üzerindeki A ve B noktaları arasındaki hidrolik eğim

$\Delta h_{AB}$ : A ve B noktaları arasındaki hidrolik yük farkı veya toplam yükteki azalma

$L_{AB}$ : A ve B noktaları arasındaki akım (akış) yolu uzunluğu

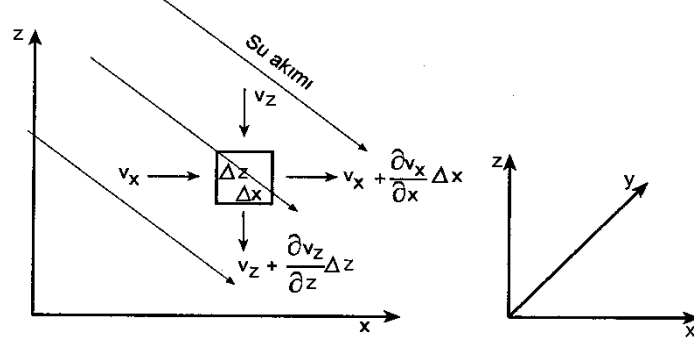
Akım (akış), ancak hidrolik yük farkı mevcut olduğunda meydana gelmektedir [5].

#### 1.4.1. İki Boyutlu Akımın Denklemi

Zeminde su akımı genel olarak üç boyutludur. Üç boyutlu akımın analizi çok karmaşık olduğundan akım problemleri akımın iki boyutlu olduğu varsayılarak çözülmektedir [13]. İki boyutlu akımın (Şekil 15) temel denklemini elde etmek için yapılan kabuller şunlardır [5].

- Doygun boşluklu ortamın sıkışmaz olduğu yani boşlukların zamanla değişmediği kabul edilir.

- Su akımlarında Darcy Yasası geçerli olmaktadır.
- Zemin anizotropudur ( $k_x \neq k_z$ ) (özellikler, yönlerde farklılık göstermektedir.). İzotrop zeminde ise özellikler her yönde aynı olmaktadır.



Şekil 15. İki boyutlu akım [5].

Bu tür bir akımda, şekil düzlemine dik uzunluğu 1 olan Δx, Δz boyutlu bir elemanı ve x ile z doğrultusunda elemana giren suyun hızlarının v<sub>x</sub> ve v<sub>z</sub>; çıkış hızlarının da v<sub>x</sub> + (∂v<sub>x</sub>/∂x)Δx ve v<sub>z</sub> + (∂v<sub>z</sub>/∂z)Δz olduğunu düşünelim. Süreklilik denkleminde göre elemana giren su, elemandan çıkan suya eşit olmalıdır [5].

$$v_x(\Delta z \cdot 1) + v_z(\Delta x \cdot 1) = \left(v_x + \frac{\partial v_x}{\partial x} \Delta x\right)(\Delta z \cdot 1) + \left(v_z + \frac{\partial v_z}{\partial z} \Delta z\right)(\Delta x \cdot 1) \quad (11)$$

Bağıntı 11 sadeleştirilirse,

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0 \quad (12)$$

süreklilik denklemi elde edilmektedir. Darcy Yasasına göre,

$$v_x = k_x i_x = k_x \frac{\partial h}{\partial x} \text{ ve } v_z = k_z i_z = k_z \frac{\partial h}{\partial z} \quad (13)$$

$k_x$ : x doğrultusundaki geçirimsizlik katsayısı

$k_z$ : z doğrultusundaki geçirimsizlik katsayısı

Bağıntı 13, Bağıntı 12'de yerine konulursa,

$$\frac{\partial^2(k_x h)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(k_z h)}{\partial z^2} = 0 \quad (14)$$

elde edilmektedir. İzotrop zemin için  $k_x=k_z=k$  olduğundan, izotrop zeminde Bağıntı 14 aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \quad (15)$$

$\Phi=kh$ 'ye potansiyel fonksiyonu denilirse, Bağıntı 15 aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = 0 \quad (16)$$

Bağıntı 16, iki boyutlu akımlar için Laplace Denklemleri olarak isimlendirilmektedir. Bu denklem farklı yöntemlerle (analitik, sayısal (nümerik), elektriksel analogi, grafik, deneysel vb.) çözülebilmektedir [5]. Bu yöntemlerin içerisinde en çok kullanılanı ise grafik (akım ağı) ile çözümdür.

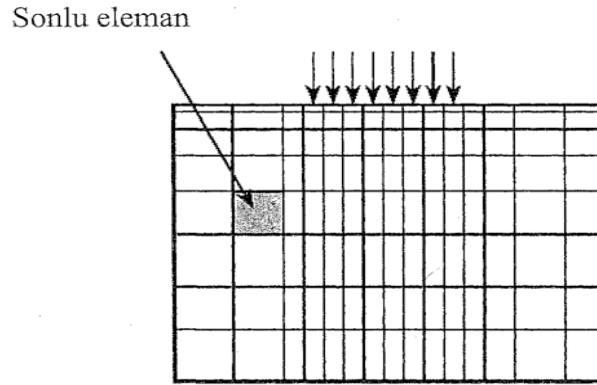
#### 1.4.1.1. Grafik Çözüm (Akım Ağı)

Akım çizgileri ve bunlara karşılık gelen eş potansiyel çizgilerinin grafikte gösterimi akım ağı olarak adlandırılır [14]. Akım ağı ile sızan su miktarı, akış halinde boşluksuyu basıncı ve hidrolik eğim hesaplanabilir. Akım çizgisi, suyun ortalama akış yolunu gösteren çizgiyi, akım kanalı da iki akım çizgisi arasındaki aralığı ifade eder. Eşpotansiyel çizgisi ise akış ortamında, aynı piyezometrik yatay düzeye sahip noktaları birleştiren çizgi olarak tanımlanır. Bir eşpotansiyel çizgisi (S, C, D ve G noktaları; bkz. Şekil 16) üzerine batırılan tüm borulardaki su yüksekliği aynı yatay düzlemde olmaktadır. Ölçekli çizilmiş bir şekil üzerinde deneme-yanılma ile oluşturulan akım ağı bazı özelliklere sahiptir [5].

- Akım çizgileri ve eşpotansiyel çizgileri birbirlerini dik olarak kesmektedirler.
- Oluşturulan elemanların biçimleri yaklaşık olarak karedir.
- Her bir akım kanalından birbirine eşit miktarda su geçmektedir.







Şekil 17. Sonlu eleman [10].

Sonlu elemanlar yönteminin avantajları şu şekilde sıralanabilir [10].

- Bilgisayar yardımı ile çözülebilmeleri (hız + optimizasyon imkanı)
- Geliştirilen sonlu eleman formülasyonunun birçok probleme uygulanabilmesi
- Karmaşık geometri, yükleme, sınır koşulları ve malzeme durumunun dikkate alınabilmesi
- Seçilen birincil bilinmeyenlerin (yer değiştirme, akım potansiyeli vb.) ve bunlara bağlı ikincil bilinmeyenlerin (gerilme, şekil değiştirme, akım miktarı, hız vb.) birlikte ele alınabilmesi
- Bütünleşik problemlerin [gerilme şekil değiştirme (statik) + konsolidasyon (dinamik) gibi] çözümünde kolaylık sağlaması

#### 1.5.1. Sonlu Elemanlar Yönteminde Analiz Adımları

Sonlu elemanlar yönteminde analiz adımları şu şekilde sıralanabilir [10].

- Eleman seçilmesi ve ortamın elemanlara ayrılması
- Yaklaşım modelinin (şekil fonksiyonunun) seçilmesi
- Malzeme bünye davranışının tespiti
- Eleman denklemlerinin bulunması
- Eleman denklemlerinin birleştirilmesi ve sistem denklemlerinin elde edilmesi
- Sistem denklemlerinin çözülmesi ve birincil bilinmeyenlerin hesaplanması
- Hesaplanan birincil bilinmeyenlerin kullanılarak ikincil bilinmeyenlerin bulunması

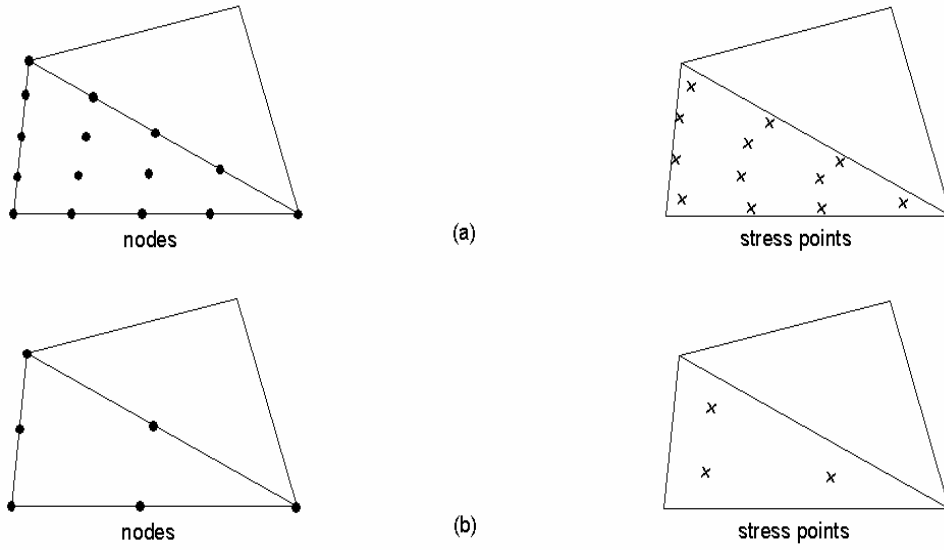
- Sonuçların yorumlanması

### 1.5.2. Plaxis 2D Sonlu Elemanlar Programı

Plaxis, geoteknik mühendisliği projelerinin deformasyon ve stabilite analizlerinin yapılmasını mümkün kılan bir sonlu eleman programı olup yapılan hesaplamalar tümüyle otomatiktir [19].

Plaxis 2D sonlu elemanlar programında projelerin analizinin yapılması için ilk olarak; üç boyutlu problemin iki boyutlu olarak temsili olan; noktalar, çizgiler ve kümelerden oluşan bir geometrik model teşkil edilir. Points (noktalar), çizgilerin başlangıç ve bitişlerini meydana getirir. Lines (çizgiler) ile geometrinin fiziksel sınırları, model sınırları ve geometrideki süreksizlikler (duvarlar veya kabuklar, belirgin zemin tabakalarının ayrımları ya da inşaat aşamaları gibi) tanımlanabilir. Clusters (kümeler) çizgilerle tamamen çevrilmiş alanları ifade eder. Bir geometri modeli oluşturulduktan sonra geometri modelindeki kümeler ve çizgilere göre bir sonlu eleman modeli otomatik şekilde yapılabilmektedir. Bir sonlu eleman ağında üç tip bileşen bulunmaktadır [19].

- Elements (elemanlar): Ağ oluşturulurken kümeler üçgen şeklindeki elemanlara bölünüp 15 düğümlü elemanlar veya 6 düğümlü elemanlar seçilebilir. 15 düğümlü elemanlardan oluşan ağlar 6 düğümlü elemanlardan oluşan ağlara göre daha hassas olmakla birlikte hesaplamalar daha uzun sürmektedir.
- Nodes (düğümler): 15 düğümlü eleman 15 düğümden oluşurken 6 düğümlü eleman ise 6 düğümden meydana gelir. Düğümlerin elemanlar üzerindeki dağılımı Şekil 18'de gösterilmektedir.
- Stress points (gerilme noktaları): 15 düğümlü üçgen eleman Şekil 18 (a)'da belirtildiği gibi 12 gerilme noktası içermektedirken 6 düğümlü üçgen eleman Şekil 18 (b)'de belirtildiği gibi 3 gerilme noktası içermektedir.



Şekil 18. Düğümler ve gerilme noktaları [19].

Plaxiste bilgi girişi, fareye tıklayıp sürükleyerek ve klavye girişi yoluyla belirlenmiş olup genelde dört çeşit giriş yapılabilir [19].

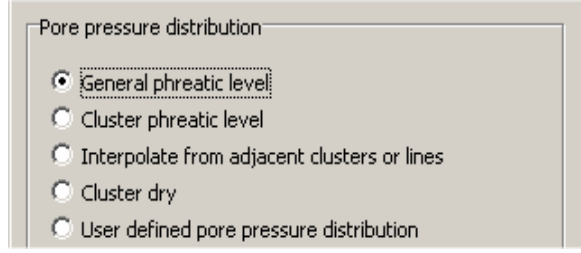
- Geometri nesnelerinin girişi: Geometri nesneleri nokta ve çizgilerin girilmesi yoluyla oluşturulur. Bunu yapmak için çizim alanında fare işaretçisi kullanılır. Menüden veya araç çubuğundan (toolbar) birçok geometri nesnesine ulaşılabilir. Çizim modlarının herhangi birinde çizgiler çizim alanında sol fare düğmesini tıklamak suretiyle çizilmektedir. İlk nokta oluşturulduktan sonra fareyi hareket ettirerek farenin sol düğmesine tıklanır ve yeni bir nokta ile beraberinde önceki noktadan yeni noktaya doğru bir çizgi meydana getirilir. Çizgi çizimi fare sağ düğmesine tıklanarak ya da klavyeden <Esc> tuşuna basılarak sonlandırılır.
- Metin ve değerlerin girişi: İstenen metin ya da değer klavyede yazıldıktan sonra <Enter> tuşuna veya <Tab> tuşuna basılması sonucunda değer kabul edilmektedir ve sonraki girdi alanı vurgulanmaktadır. Birçok parametre varsayılan değerlere sahip olup bu değerler başka klavye girişi yapılmadan <Enter> tuşuna basılarak kullanılabilir. Bu şekilde bir penceredeki bütün girdi alanları OK düğmesine ulaşınca kadar girilebilir. OK düğmesi tıklandığında tüm değerler onaylanmaktadır ve pencere kapatılmaktadır. Alternatif olarak ise fare ile diğer girdi alanı seçilerek yeni girdi değerlerinin kabulü sonrasında farenin sol düğmesiyle OK düğmesine basılarak girdi değerlerinin kabul edilmesi

sağlanmaktadır. Spin edit özelliği Şekil 19'da gösterilmektedir. Sadece normal bir girdi alanı gibi klavye ile bir değer girilebilirken her bir spin editin sağ kenarındaki ▲ veya ▼ oklarına sol tıklanması suretiyle değer artırılabilir ya da azaltılabilir.



Şekil 19. Spin edits (döner düzenleyiciler) [19].

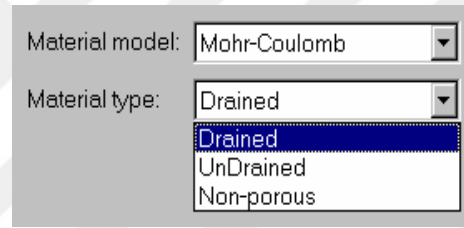
- Seçimlerin girişi: Seçimler radyo düğmeleri (radio buttons), onay kutuları (check boxes) ya da kombinasyon kutuları (combo boxes) yoluyla yapılabilmektedir.
  - Radio buttons (radyo düğmeleri): Radyo düğmeli bir pencerede yalnızca bir madde aktif edilebilirken aktif edilen seçim maddenin önündeki beyaz dairenin içindeki siyah bir nokta ile belirtilmektedir. Beyaz daire içerisine farenin sol düğmesiyle tıklanarak ya da klavyedeki yukarı ve aşağı ok tuşları kullanılarak seçim yapılmaktadır. Şekil 20'de radyo düğmeli bir pencere örneği verilmektedir.
  - Check boxes (onay kutuları): Onay kutularının olduğu bir pencerede birden çok madde aynı anda seçilebilmektedir. Seçim, beyaz kare içine farenin sol düğmesiyle tıklanarak ya da klavyeden boşluk tuşuna basılarak yapılabilmektedir. Üç onay kutulu bir örnek Şekil 21'de verilmektedir.
  - Combo boxes (kombo, kombinasyon kutuları): Bir kombo kutusu mümkün olan seçeneklerin daha önce tanımlanmış bir listesinden bir maddeyi seçmek amacıyla kullanılmaktadır. Kombo kutulu bir pencere örneği Şekil 22'de verilmektedir. Kombo kutusunun sağ tarafındaki ▼ okuna sol tıklandığında mümkün seçenekleri gösteren bir açılır liste oluşmaktadır.



Şekil 20. Radyo düğmeleri [19].



Şekil 21. Onay kutuları [19].



Şekil 22. Kombinasyon kutuları [19].

- Yapısal giriş: Gereken girdi mümkün olduğu kadar mantıklı bir şekilde düzenlenir. Windows ortamı ekrandaki bilgiyi düzenleme ve sunum amaçlı pek çok yol sağlamaktadır. Windows elemanlarına referansı kolaylaştırmak için kullanılan bazı yapısal girdi türleri şunlardır.
  - Sayfa kontrol ve sekmeler: Üç sekmeli bir sayfa kontrol örneği Şekil 23'te gösterilmektedir. Bu şekilde Mohr-Coulomb zemin modelinin model parametrelerinin girdisi için ikinci sekme aktif olmaktadır. Sekmeler uygun sekmeye sol tıklanması ya da klavyeden <Ctrl> <Tab> tuşlarının kullanılması suretiyle aktifleştirilebilmektedir.
  - Grup kutuları: Grup kutuları başlıkları olan dikdörtgen kutular olup ortak özelliklere sahip olan maddelerin kümelendirilmesinde kullanılmaktadırlar. Şekil 23'teki aktif sekmede stiffness (rijitlik), strength (dayanım) ve alternatives (alternatifler) isminde üç grup kutusu bulunmaktadır.

Şekil 23. Sayfa kontrol ve sekmeler [19].

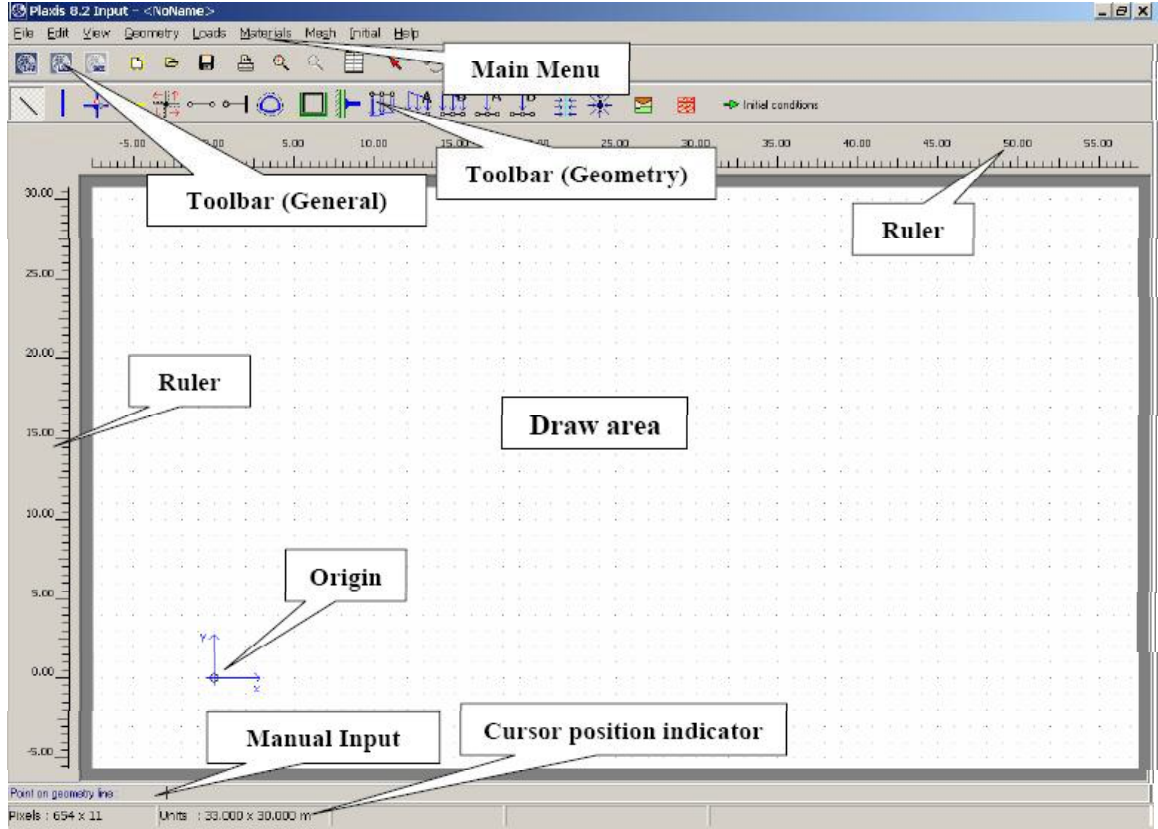
Plaxis 2D program grubundaki Plaxis input simgesine çift tıklanması suretiyle program başlatılabilir. Kullanıcıya yeni bir proje mi tanımlayacağı ya da daha önceden tanımlanan bir projeye mi erişeceği sorulur. Daha önceden tanımlanmış bir projeye erişilmek istenirse programın listelediği en son kullanılan dört projeden biri ya da <more files> maddesi kullanılabilir. Yeni bir proje tanımlanmak istenirse Şekil 24'te verilen, iki sekmeden oluşan General settings penceresi gösterilir Birinci sekmede geçerli proje için çeşitli ayarlar vardır. Kullanıcı proje başlığı için problemi ifade eden kısa bir bilgi yazabileceği gibi, Comments (yorum) kutusunda daha ileri seviyede bir tanımlama da yapabilir. Ayrıca bu sekmede analiz türü ve eleman türü de seçilirken dinamik kuvvetlerin eşdeğer-statik simülasyonunda kullanmak için yerçekimine ilave olarak farklı bir ivme de belirtilebilir. İkinci sekme Şekil 25'te gösterilmektedir. Temel birimler olan Length (uzunluk), Force (kuvvet) ve Time (zaman) ile birlikte geometri modelinin çizim alanına uyması için çizim alanının minimum boyutları verilmelidir. Aksların genel sistemi şu şekildedir: x aksı sağa doğru, y aksı yukarı doğru, z aksı kullanıcıya doğru yönelmektedir. Plaxiste iki boyutlu bir model (x,y) düzleminde oluşturulmakta olup z aksı sadece gerilme çıktıları için kullanılmaktadır. Left (sol) modelin en düşük x koordinatını, Right (sağ) en yüksek x koordinatını, Bottom (taban) en düşük y koordinatını, Top (tepe) ise en yüksek y koordinatını temsil etmektedir [19].

Şekil 24. Genel ayarlar - proje sekmesi [19].

Şekil 25. Genel ayarlar - boyutlar sekmesi [19].

Genel ayarlar girilerek OK düğmesine tıklandığı zaman ana Input (girdi) penceresi görünmektedir. Ana pencere Şekil 26'da gösterilmiş olup ana pencerenin en önemli bölümleri işaretlenerek aşağıda kısaca ifade edilmiştir [19].



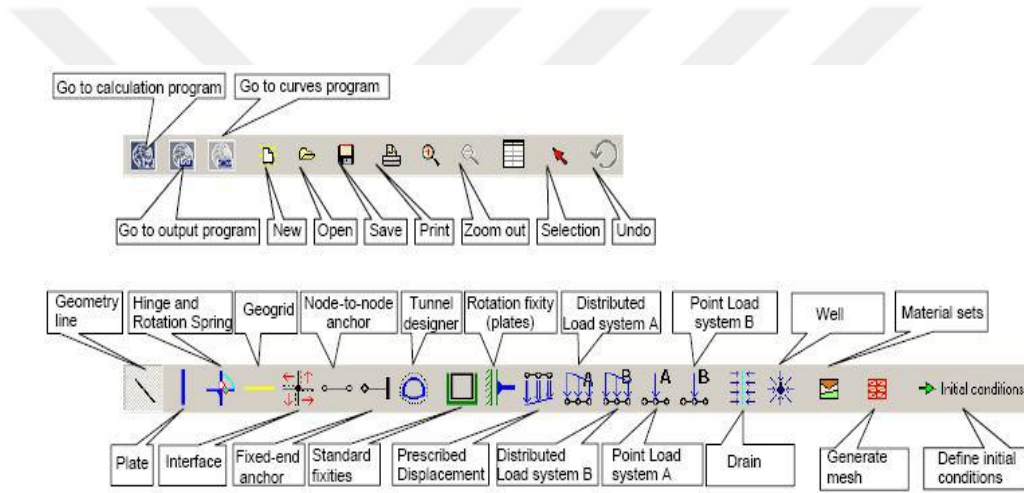


Şekil 26. Input programının ana penceresi [19].

- Main menu (ana menü): Araç çubuğundan erişilebilecek tüm seçenekleri ve çok fazla kullanılmayan bazı ek seçenekleri içermektedir.
- Toolbar (general) (araç çubuğu-genel): Disk operasyonları, bastırma, yakınlaştırma veya nesneleri seçme gibi genel eylemlerin seçilmesi için kullanılan düğmeler ile Plaxis paketinin diğer programlarını (calculations, output ve curves) başlatmak için kullanılan düğmeleri içermektedir.
- Toolbar (geometry) (araç çubuğu-geometri): Geometri modelinin oluşturulmasıyla alakalı eylemler için kullanılan düğmeleri içermektedir.
- Rulers (cetveller): Çizim alanının solunda ve üstündeki cetveller fiziksel koordinatlara işaret etmektedir.
- Draw area (çizim alanı): Geometri modelinin üzerinde meydana getirildiği çizim bölgesidir.
- Origin (orijin): Fiziksel orijin verilen boyutlar arasında olduğunda x ve y akslarını da gösteren küçük bir daire ile temsil edilmektedir.

- Manual input (elle giriş): Fareyle çizimin istenen hassasiyeti vermediği durumda bu yöntem kullanılmaktadır. Burada x ve y koordinatları için boşluklardaki ayrılmış alana değerlerin yazılması suretiyle giriş yapılabilirken ayrıca seçili bir noktaya yeni koordinat atamak ya da nokta numarasını girmek suretiyle mevcut bir geometri noktasını işaretlemek amacıyla elle giriş yapılabilir.
- Cursor position indicator (imleç pozisyon göstergesi): Fare imlecinin fiziksel birimlerde ve ekran pikseli olarak şimdiki pozisyonunu göstermektedir.

Araç çubuklarında, fare imleci ilgili düğme üzerine getirilip yaklaşık bir saniye düğmenin üzerinde tutulduğunda Şekil 27'de belirtilen düğmenin adı ve fonksiyonu gösterilmektedir.



Şekil 27. Araç çubukları [19].

- Birinci sıra: Go to calculation program (hesaplama programına git), go to curves program (eğriler programına git).
- İkinci sıra: Go to output program (çıkış programına git), new (yeni), open (aç), save (kaydet), print (bastır), zoom out (uzaklaştır), selection (seçim), undo (geri al).
- Üçüncü sıra: Geometry line (geometri çizgisi), hinge and rotation spring (mafsal ve dönme yayı), geogrid (geogrid), node-to-node anchor (düğümünden düğüme ankraj), tunnel designer (tünel dizayn edici), rotation fixity (plates) (dönme rijitliği (plaklar)), distributed load system A (yayılı yük sistemi A), point load system B (nokta yük sistemi B), well (kuyu), material sets (malzeme ayarları).

- Dördüncü sıra: Plate (plak), interface (arayüz), fixed-end anchor (sabit uçlu ankraj), standard fixities (standart rijitlikler), prescribed displacement (önceden tanımlı deplasman), distributed load system B (yayılı yük sistemi B), point load system A (nokta yük sistemi A), drain (drenaj), generate mesh (ağ oluştur), define initial conditions (başlangıç koşullarını tanımla).

## 1.6. Kaynak Araştırması

Köktan vd. [20] çalışmalarında, zeminde farklı seviyelerde yeraltı suyu olması durumunda bir konsol istinat duvarının dinamik davranışını zaman tanım alanında sonlu elemanlar yöntemi kullanarak incelemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda duvarın dinamik davranışı yer değiştirmeler ve gerilmeler cinsinden irdelenmiş olup zemin-yapı etkileşiminin istinat duvarının sismik davranışında çok önemli olduğu, yeraltı suyu seviyesindeki değişimlerin duvarın hareketini ve duvar üzerinde oluşan gerilmeleri ciddi derecede etkilediği tespit edilmiştir.

Ichihara vd. [21] çalışmalarında, yeraltı suyu akımının aktif zemin basıncı üzerindeki etkisinin araştırılması için yağışların dolgu malzemesine sızması ve ardından duvar ile dolgu malzemesi arasında bulunan bir filtreye boşaltılması durumunda zemin basıncı testleri yapmışlardır. Sonuç olarak duvara etki eden aktif zemin basıncının yeraltı suyu akımının etkisiyle artmış olduğu ve etkinin dolgu yüzeyinin eğiminin artmasıyla daha belirgin hale geldiği tespit edilmiştir.

Moayed vd. [22] çalışmalarında, şiddetli yağışlarla suyun duvar arkasında birikmesi durumunda uygulanan yükten istinat duvarının nasıl etkilendiğini tahmin etmek amacıyla bir dizi sayısal model yapmışlardır. Sonuç olarak drenaj sistemi kullanmanın yapıları devirmeye çalışan kuvvetlerin azaltılmasında önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Adedokun ve Oluremi [23] çalışmalarında, değişen geometrik koşullar altında zeminin, sürşarj yüklerinin ve hidrostatik basıncın konsol dayanma duvarının yapısal davranışları üzerindeki etkilerini modellemişlerdir. Sonuç olarak su seviyesinin istinat duvarının stabilitesini önemli ölçüde etkilediği; su seviyesi yükseldikçe kayma ve devrilme etkilerinin arttığı tespit edilmiştir.

Hu vd. [24] çalışmalarında, yapı-zemin ara yüzeyi boyunca drenaj sistemi yapılan dik yüzölçü istinat duvarına etkiyen aktif zemin basınçlarını hesaplamak için genel bir çözüm

yöntemi belirlemişlerdir. İstinat duvarı arkasına yapılan kohezyonsuz kum dolgunun permeabilitesinin yatay ve düşey yönlerde farklı olduğu durumlar için şiddetli yağışlarda duvar arkasındaki yeraltı suyu akımının aktif zemin basıncını artırarak stabilite problemi yarattığı tespit edilmiş ve anizotropik permeabilite durumuna analitik bir çözüm sunulmuştur.

Barros ve Santos [25] çalışmalarında, yapı-zemin ara yüzeyi boyunca drenaj sistemi yapılan eğik yüzlü istinat duvarına etkiyen aktif zemin basınçlarını hesaplamak için bir yöntem belirlemişlerdir. Kohezyonsuz olduğu düşünülen zemine su sızmasıyla istinat duvarına etkiyen zemin basınçlarının arttığı tespit edilmiştir.

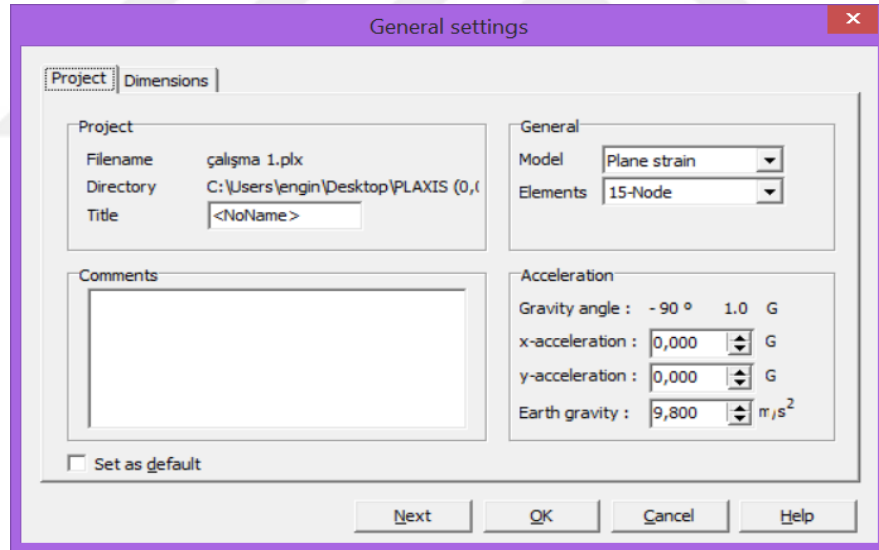


## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

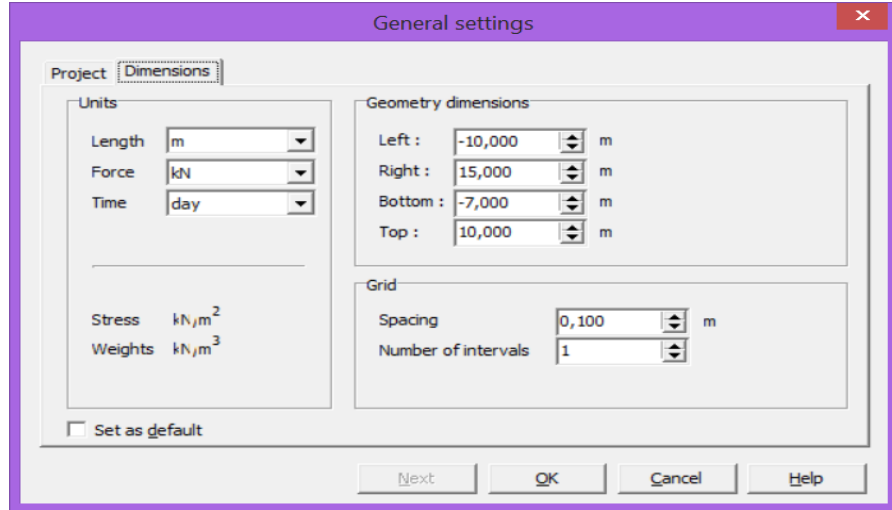
### 2.1.Plaxis ile Analizde Kullanılan İstinat Duvarı Bilgileri

İstinat duvarı arkasında yapılan taş-kum dolguların yeraltı suyu seviyesinin düşürülmesindeki etkisinin değerlendirilmesi amacıyla çeşitli kesitlerde dolgular kullanılarak ve farklı zeminler seçilerek analizler yapılmıştır.

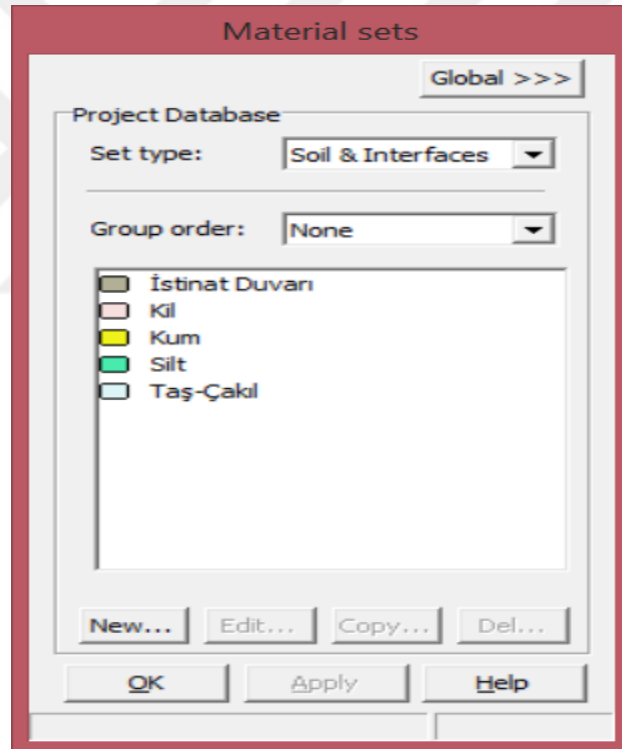
Analizler için, iki adet barbakana sahip ve arkasına drenaj borusu yerleştirilmiş  $h=5$  m yüksekliğinde taş istinat duvarı seçilmiştir. Barbakanlar ve drenaj borusu kuyu olarak modellenmiş olup  $0,005 \text{ m}^3/\text{gün}$  değerinde suyu drene ettiği düşünülmüştür. Analizlerle ilgili veriler Şekil 28, Şekil 29, Şekil 30, Şekil 31, Şekil 32, Şekil 33, Şekil 34, Şekil 35 ve Şekil 36'da verilmiştir.



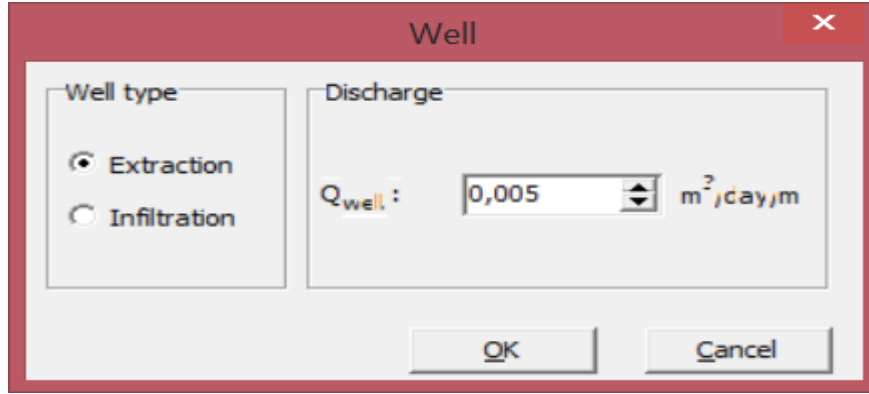
Şekil 28. Genel ayarlar (proje sekmesi)



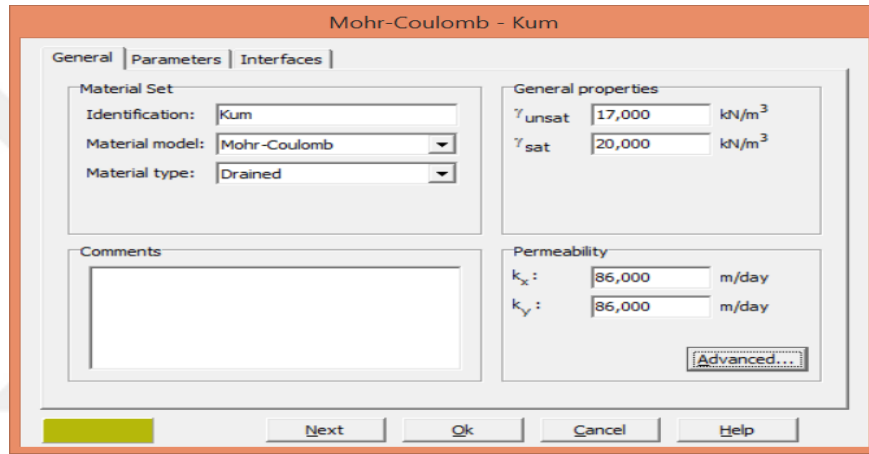
Şekil 29. Genel ayarlar (boyutlar sekmesi)



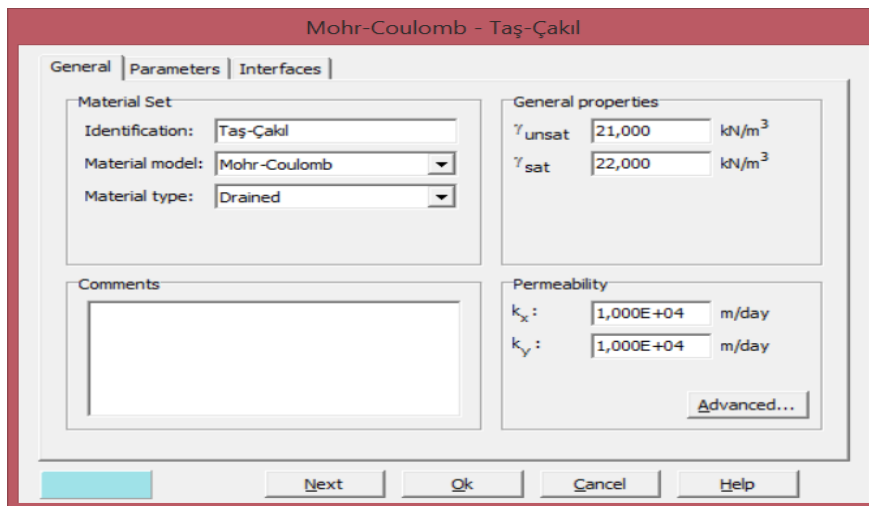
Şekil 30. Malzeme ayarları



Şekil 31. Barbakanlar ve drenaj borusu için kuyu modeli



Şekil 32. Kum için genel ayarlar



Şekil 33. Taş-çakıl için genel ayarlar

**Mohr-Coulomb - Kil**

General | Parameters | Interfaces |

**Material Set**

Identification:

Material model:

Material type:

**General properties**

$\gamma_{\text{unsat}}$   kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{\text{sat}}$   kN/m<sup>3</sup>

**Permeability**

$k_x$ :  m/day

$k_y$ :  m/day

[Advanced...](#)

Şekil 34. Kil için genel ayarlar

**Mohr-Coulomb - silt**

General | Parameters | Interfaces |

**Material Set**

Identification:

Material model:

Material type:

**General properties**

$\gamma_{\text{unsat}}$   kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{\text{sat}}$   kN/m<sup>3</sup>

**Permeability**

$k_x$ :  m/day

$k_y$ :  m/day

[Advanced...](#)

Şekil 35. Silt için genel ayarlar

**Mohr-Coulomb - İstinat Duvarı**

General | Parameters | Interfaces |

**Material Set**

Identification:

Material model:

Material type:

**General properties**

$\gamma_{\text{unsat}}$   kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_{\text{sat}}$   kN/m<sup>3</sup>

**Permeability**

$k_x$ :  m/day

$k_y$ :  m/day

[Advanced...](#)

Şekil 36. İstinat duvarı için genel ayarlar



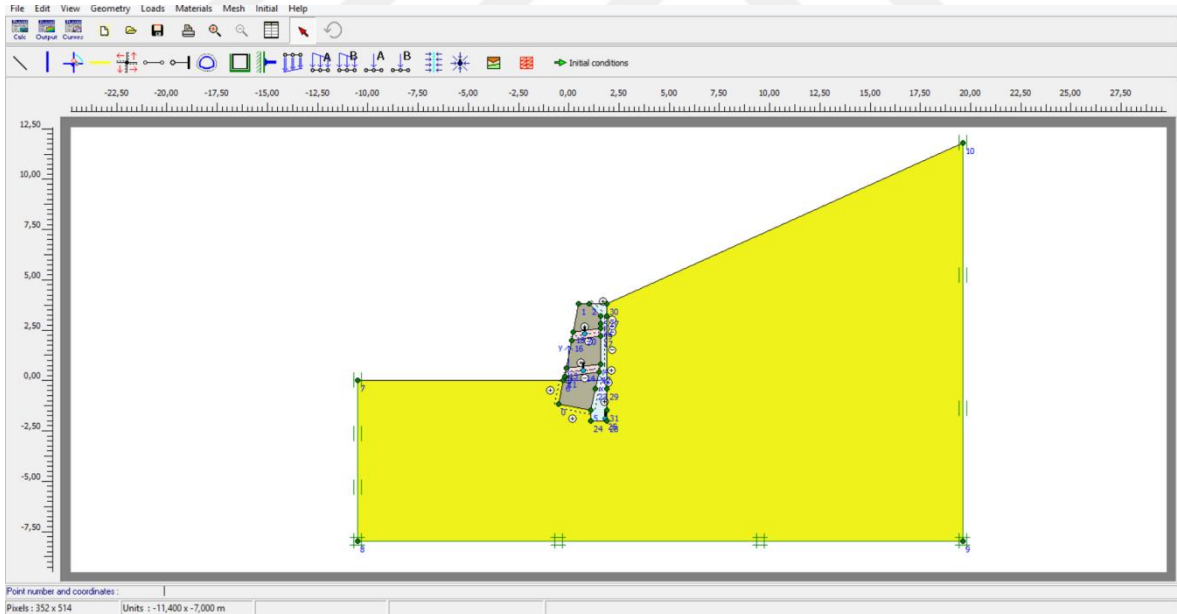
## 2.2. Zeminin Kum Olması Durumunda İstinat Duvarı Dolgusu

İstinat duvarının inşa edildiği zemin kum seçilerek ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayılarak yapılan analizler üç grupta toplanmıştır.

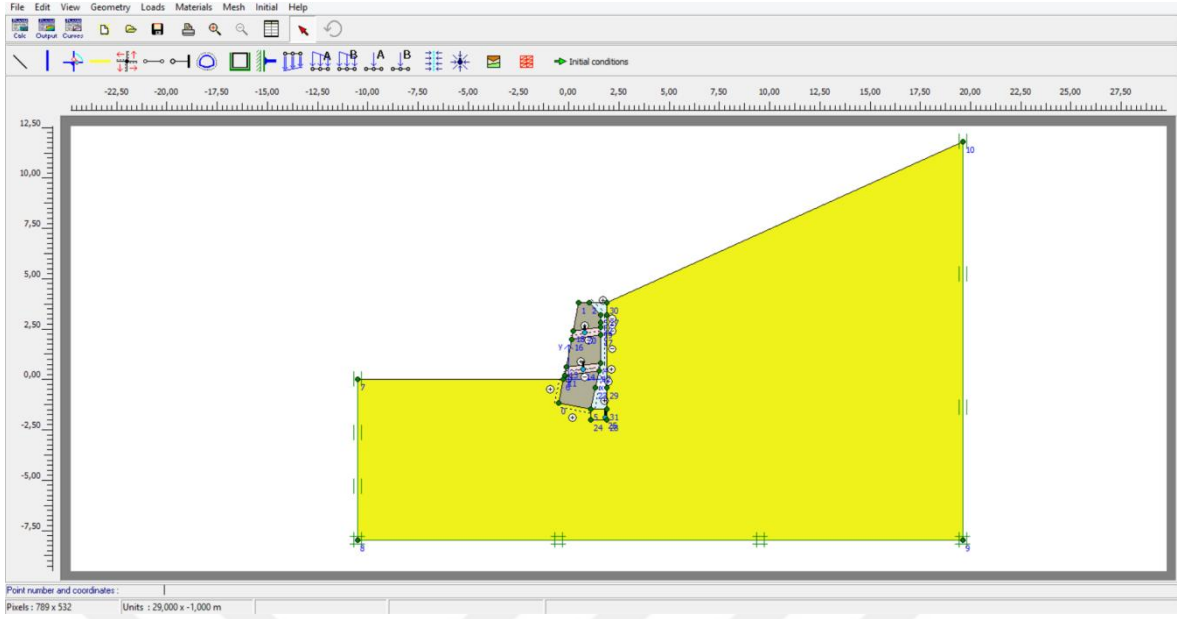
### 2.2.1. Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 30-90 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

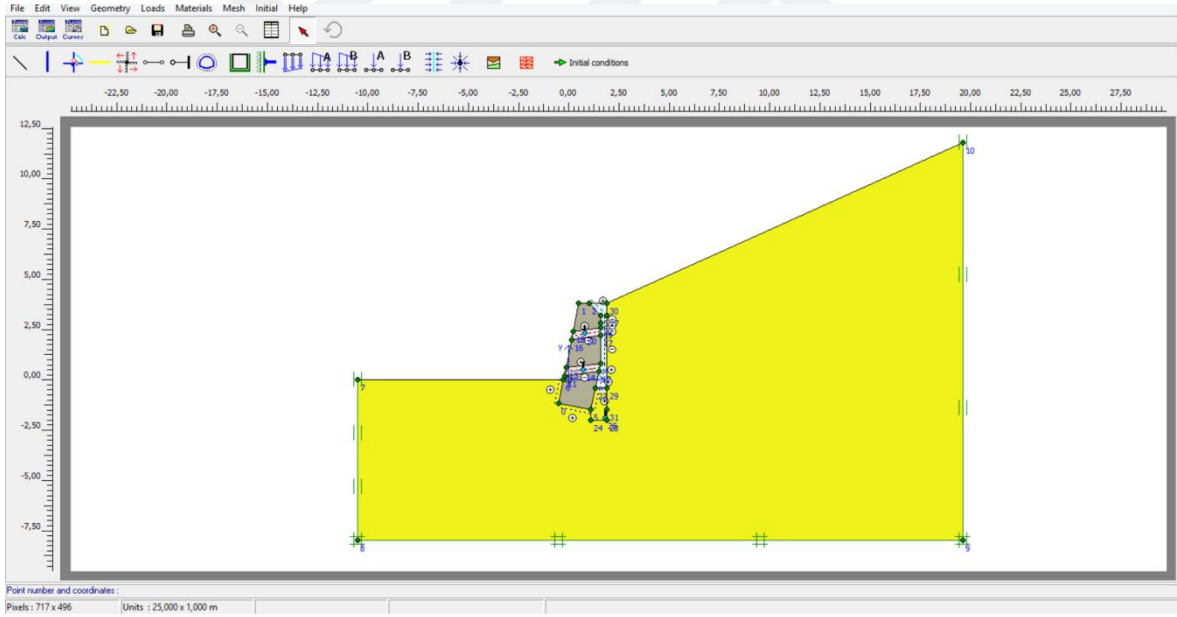
Analizi yapılan kesitler Şekil 37, Şekil 38, Şekil 39, Şekil 40, Şekil 41, Şekil 42, Şekil 43, Şekil 44, Şekil 45, Şekil 46, Şekil 47 ve Şekil 48'de gösterilmiş olup her durumda ortak olarak kullanılan başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesiyle ilgili olarak da Şekil 49'daki örnek verilmiştir.



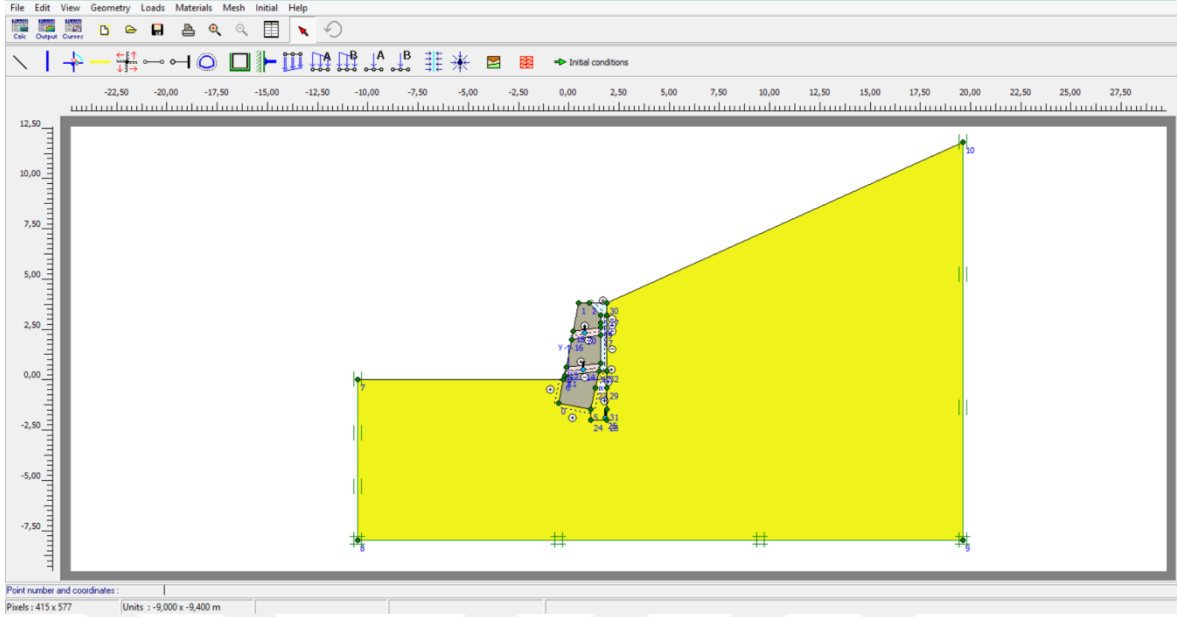
Şekil 37. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



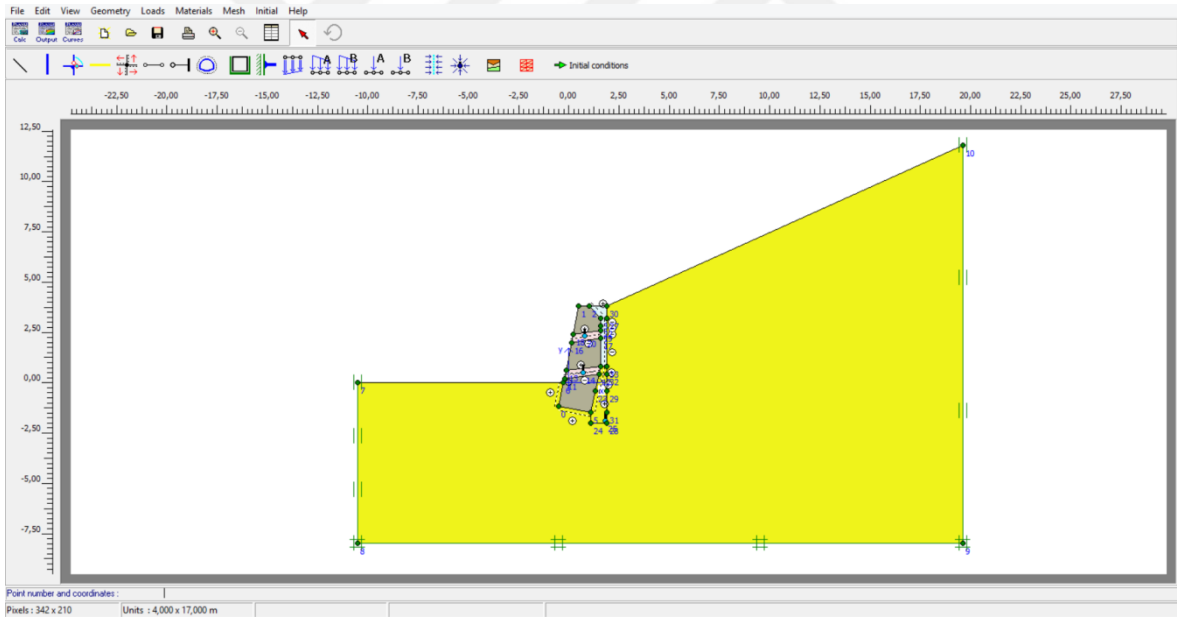
Şekil 38. Kum zemin-taş ( $h=530$  cm) ve kum ( $h=50$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



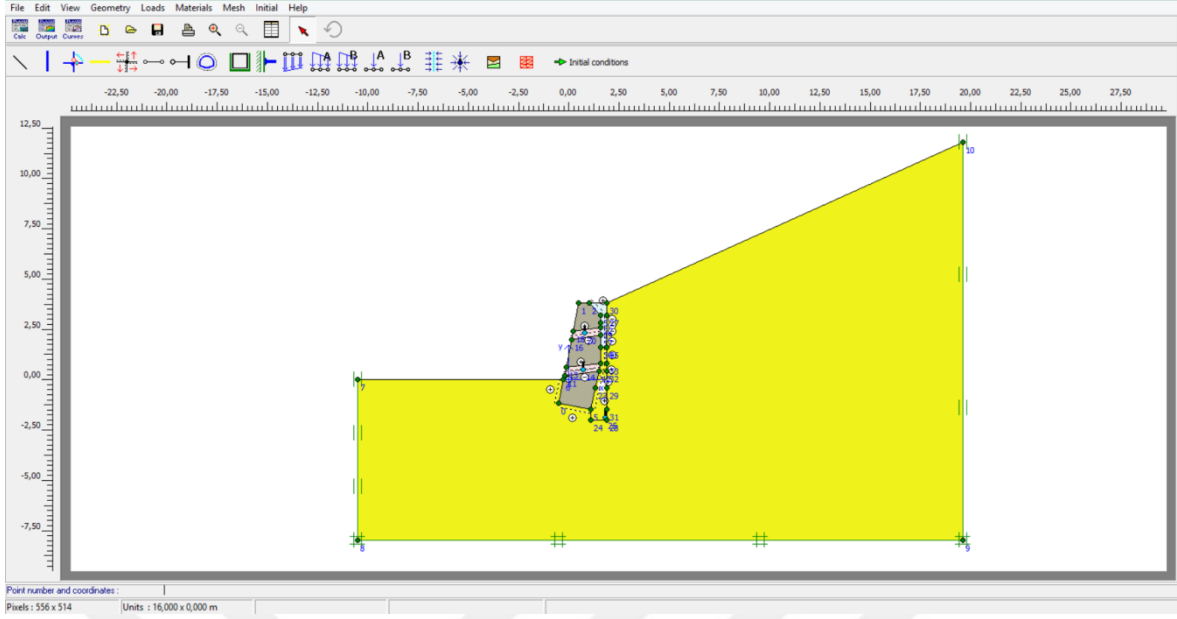
Şekil 39. Kum zemin-taş ( $h=420$  cm) ve kum ( $h=160$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



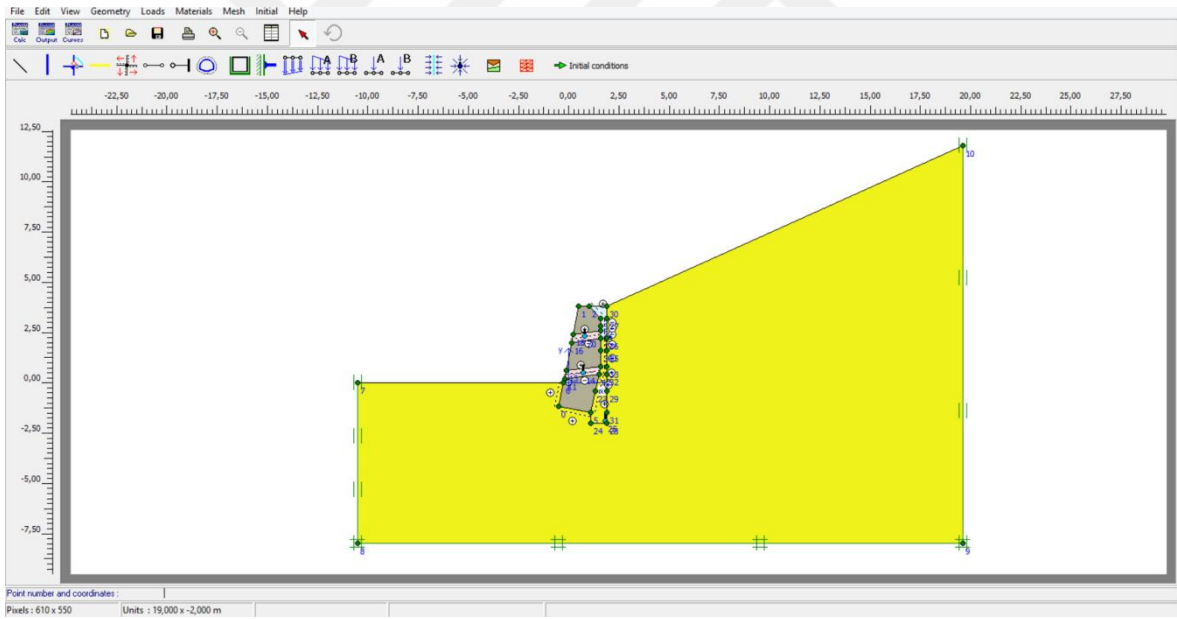
Şekil 40. Kum zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



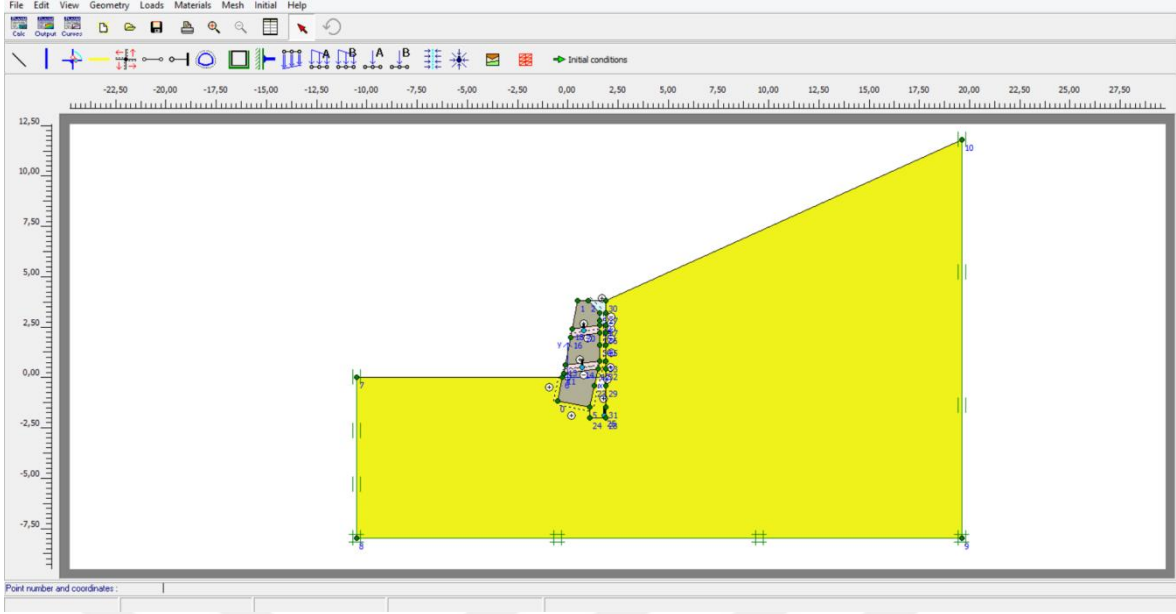
Şekil 41. Kum zemin-taş ( $h=300$  cm) ve kum ( $h=280$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



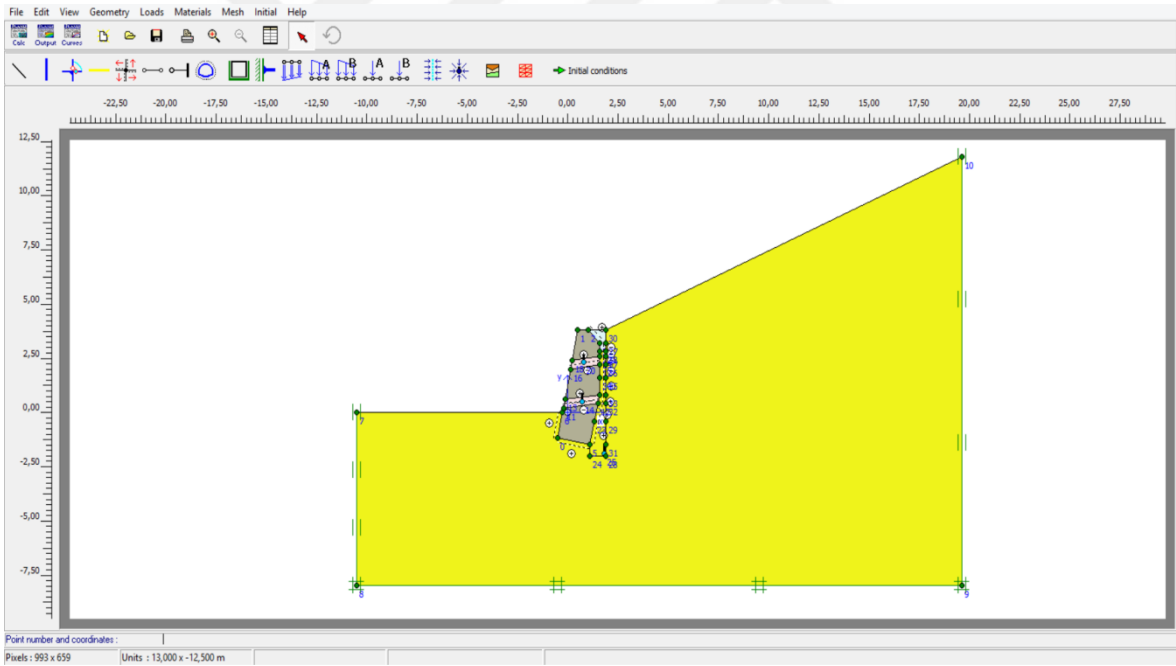
Şekil 42. Kum zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



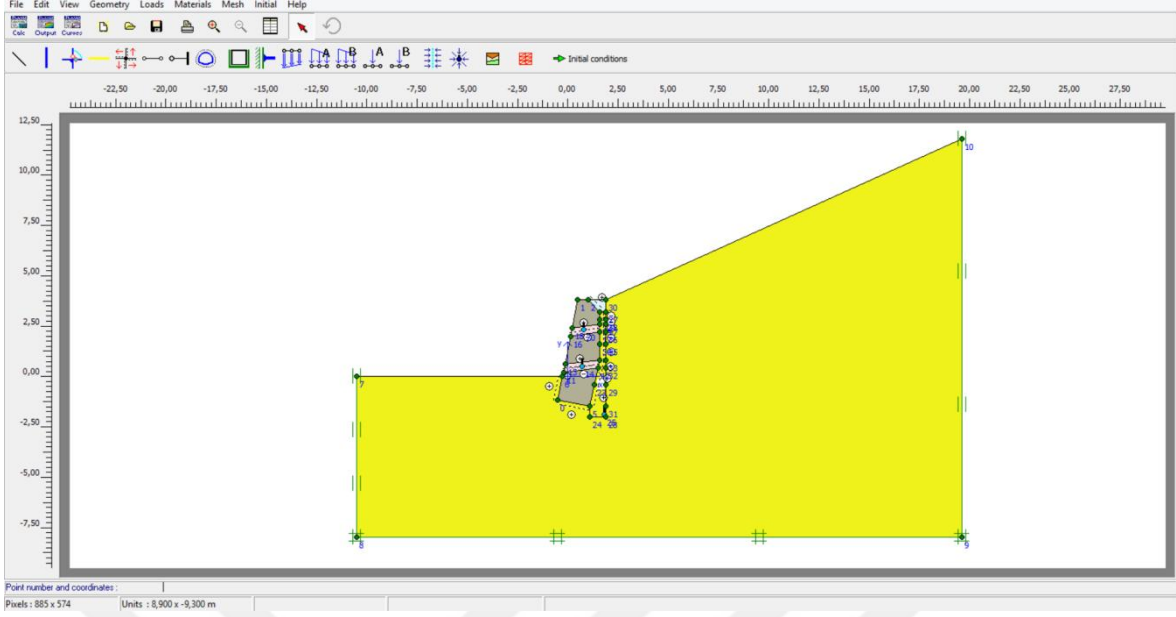
Şekil 43. Kum zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



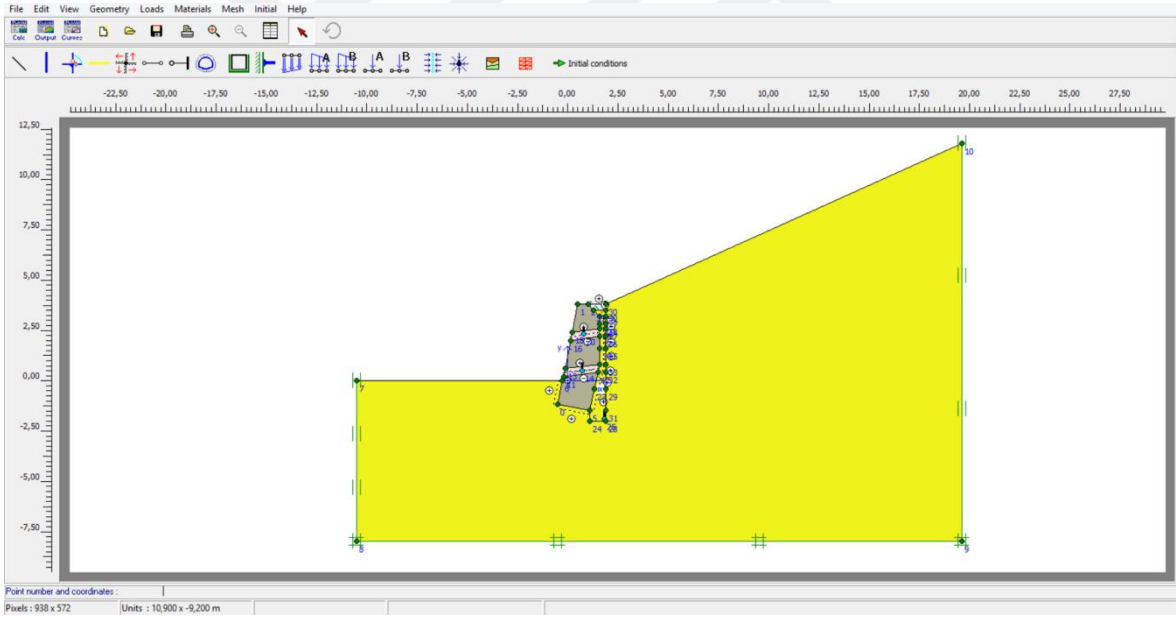
Şekil 44. Kum zemin-taş ( $h=120$  cm) ve kum ( $h=460$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



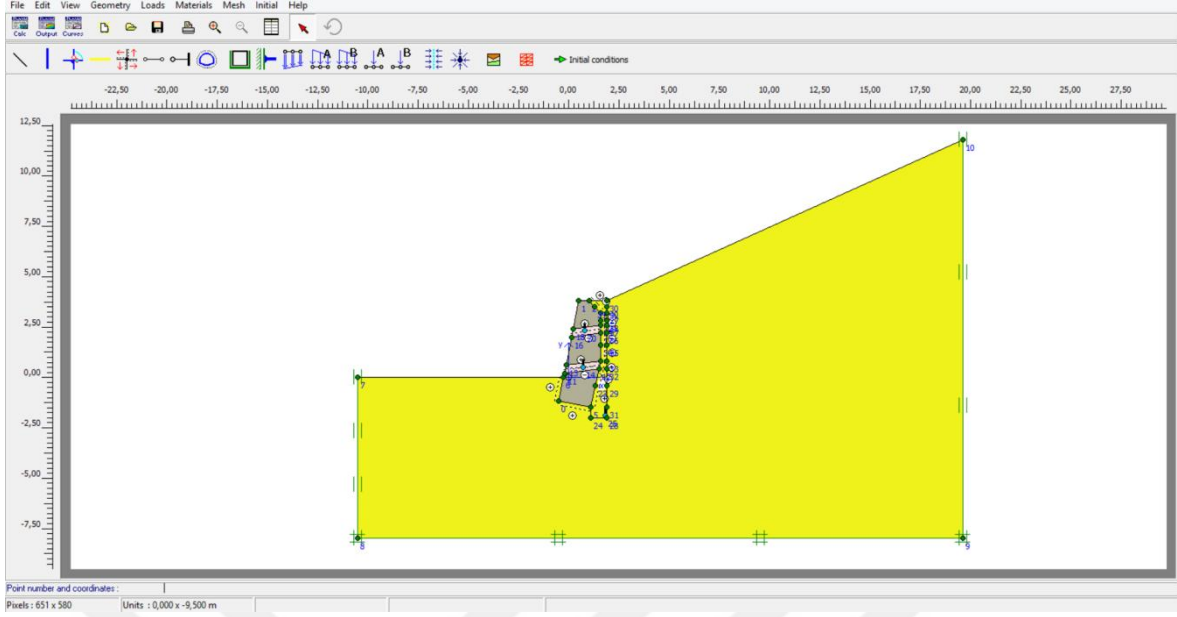
Şekil 45. Kum zemin-taş ( $h=100$  cm) ve kum ( $h=480$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



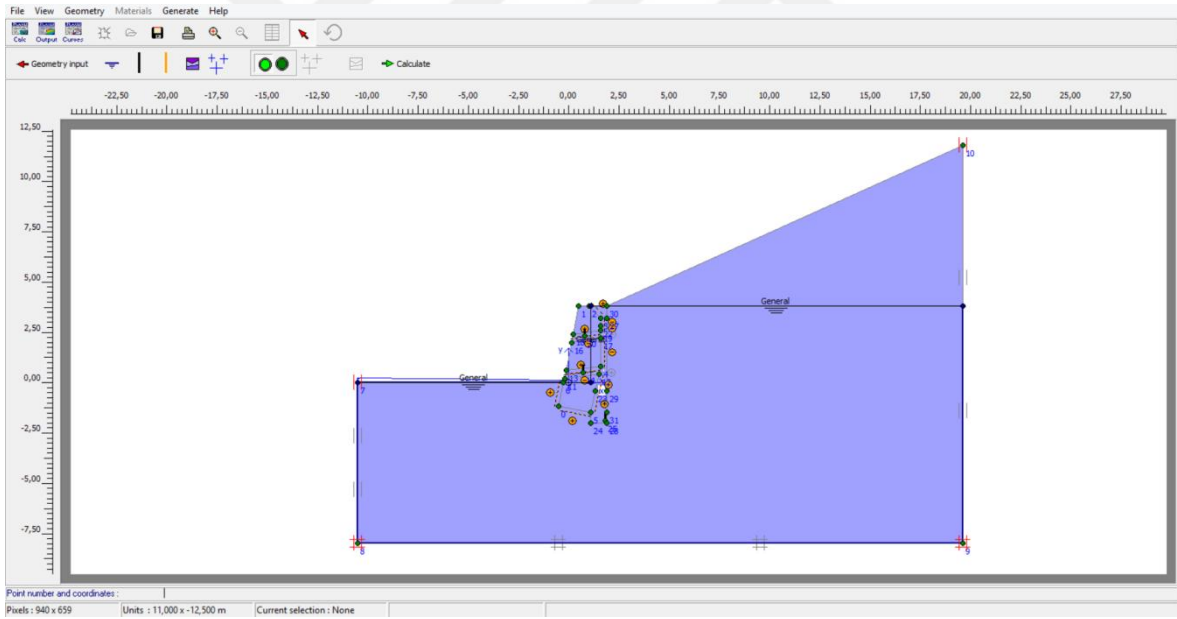
Şekil 46. Kum zemin-taş ( $h=60$  cm) ve kum ( $h=520$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



Şekil 47. Kum zemin-taş ( $h=30$  cm) ve kum ( $h=550$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



Şekil 48. Kum zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)

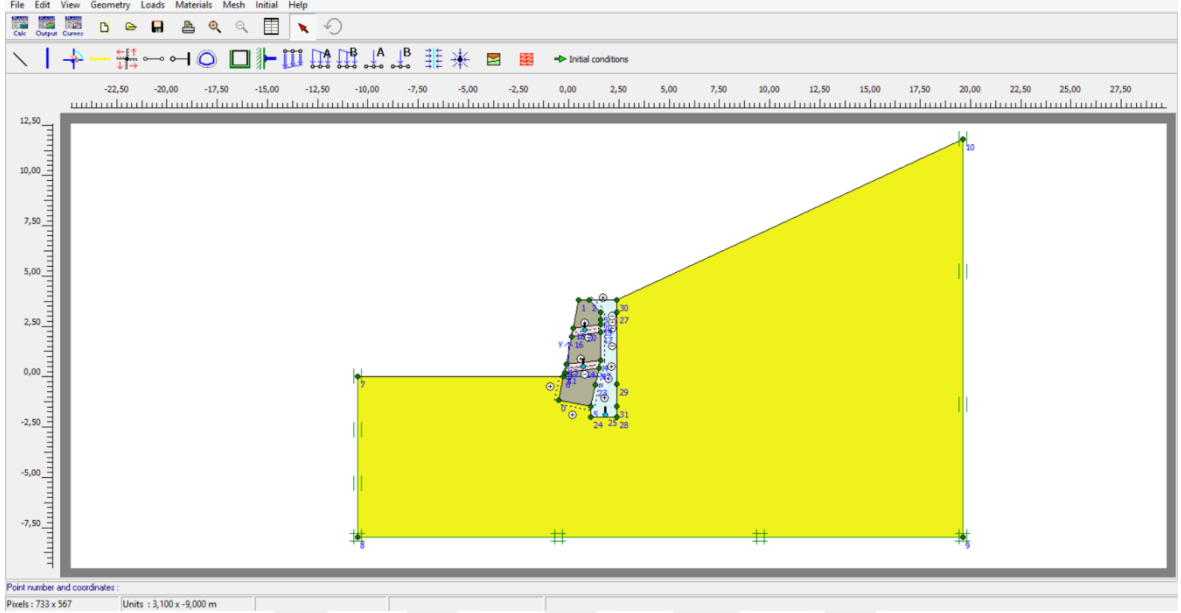


Şekil 49. Başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi (3,800 m)

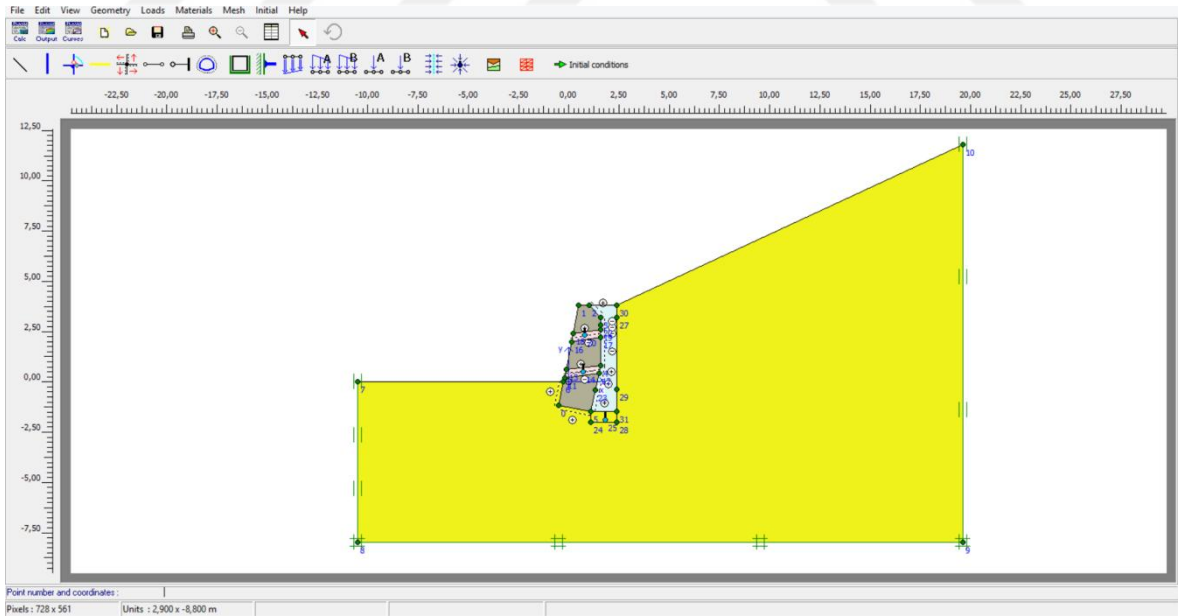
### 2.2.2. Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 80-140 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

Analizi yapılan kesitler Şekil 50, Şekil 51, Şekil 52, Şekil 53, Şekil 54, Şekil 55, Şekil 56, Şekil 57, Şekil 58, Şekil 59, Şekil 60 ve Şekil 61'de gösterilmiştir.



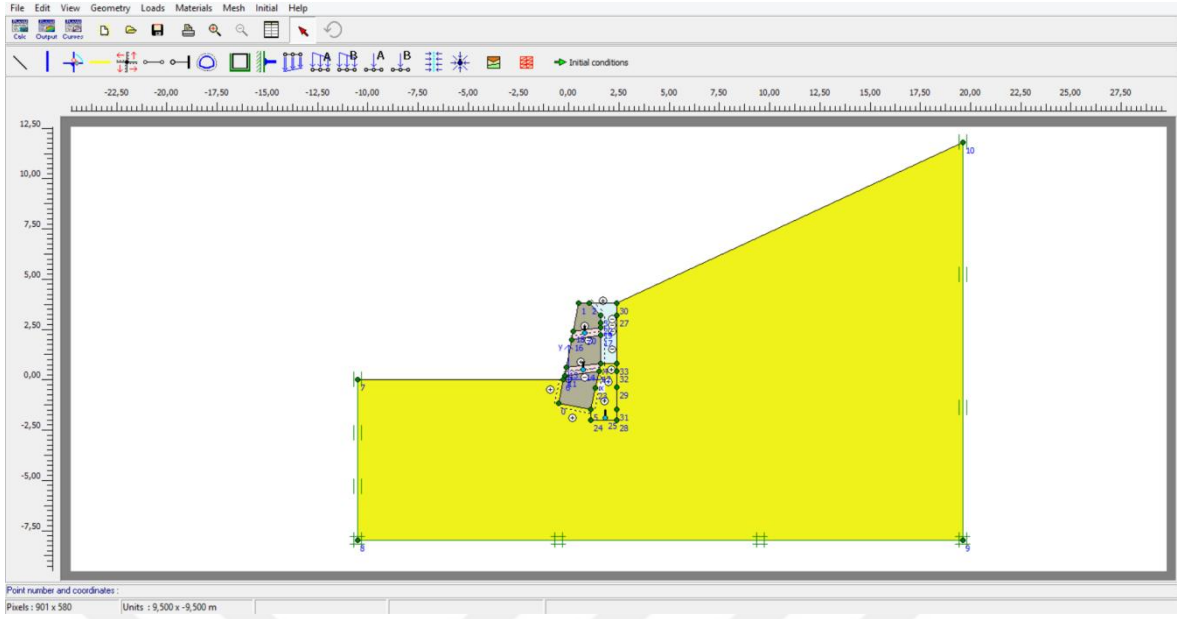
Şekil 50. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



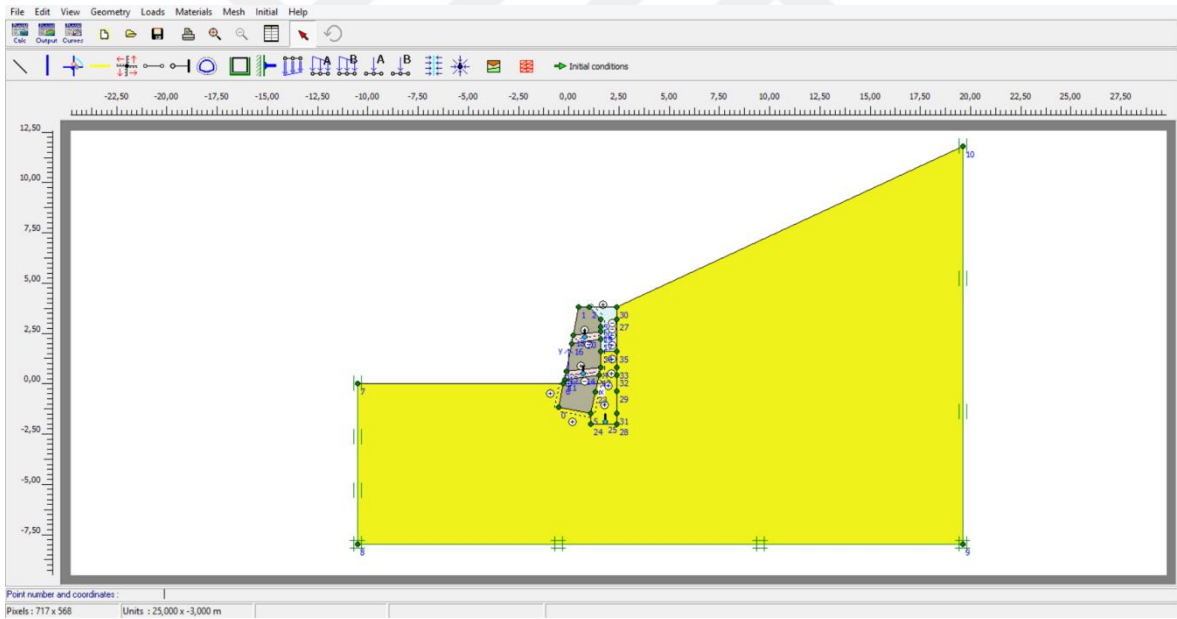
Şekil 51. Kum zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



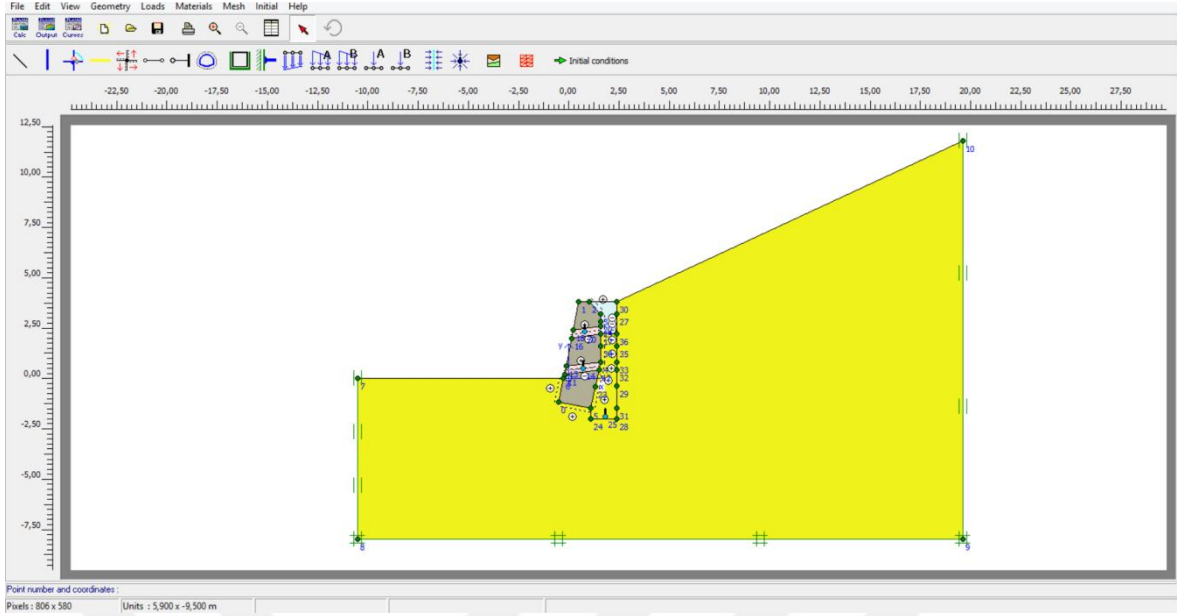




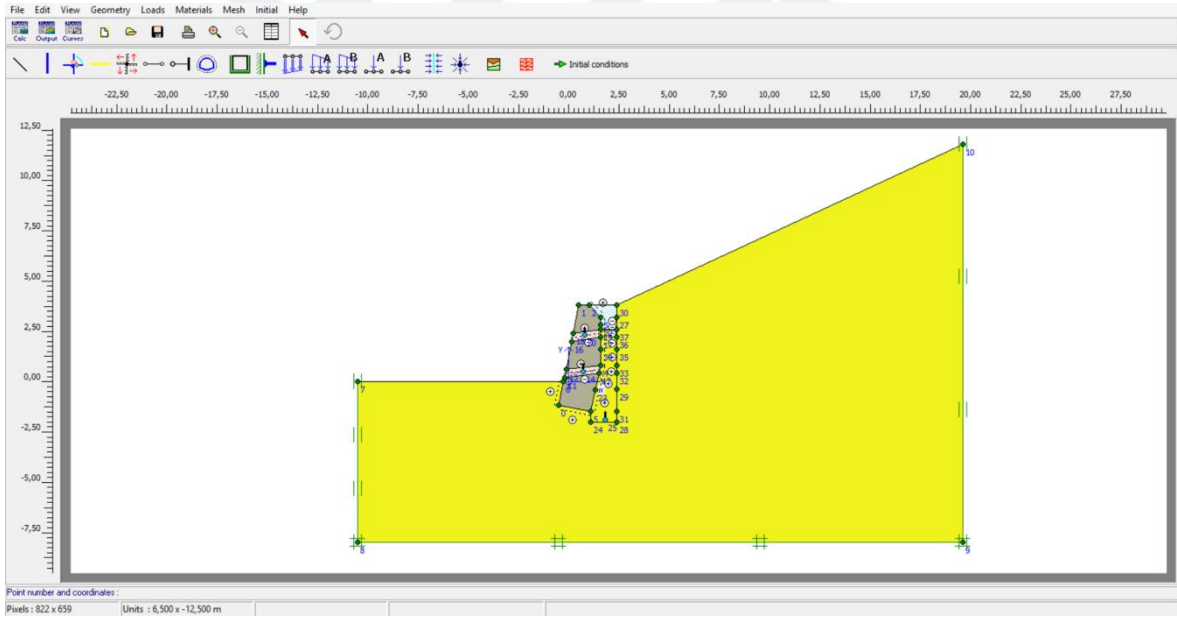
Şekil 54. Kum zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



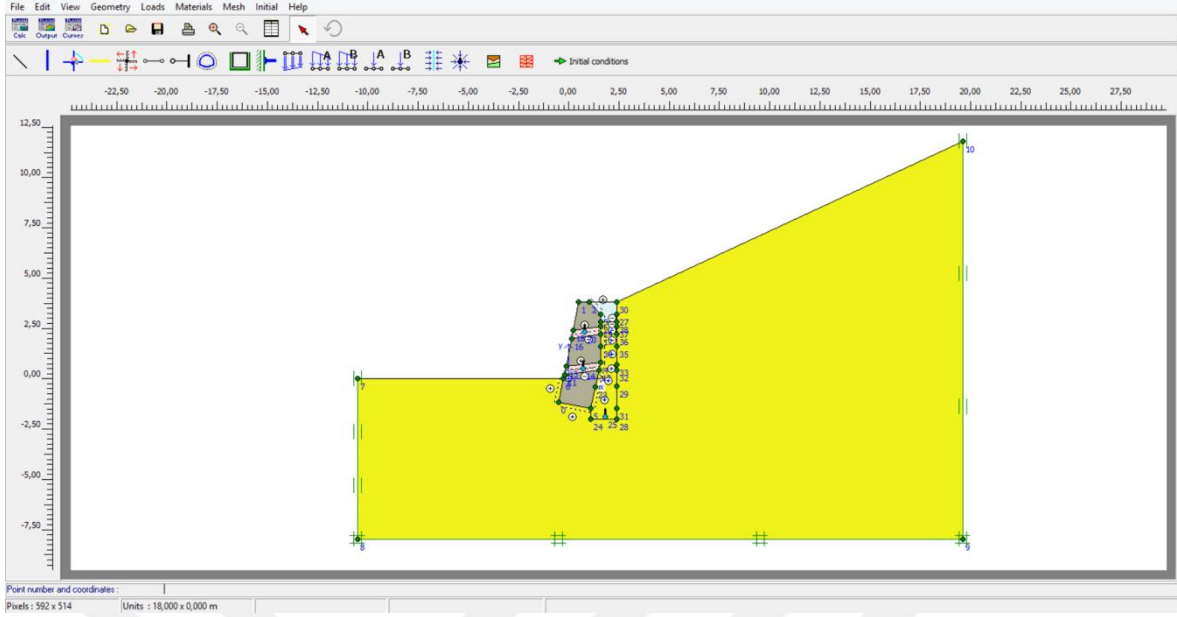
Şekil 55. Kum zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



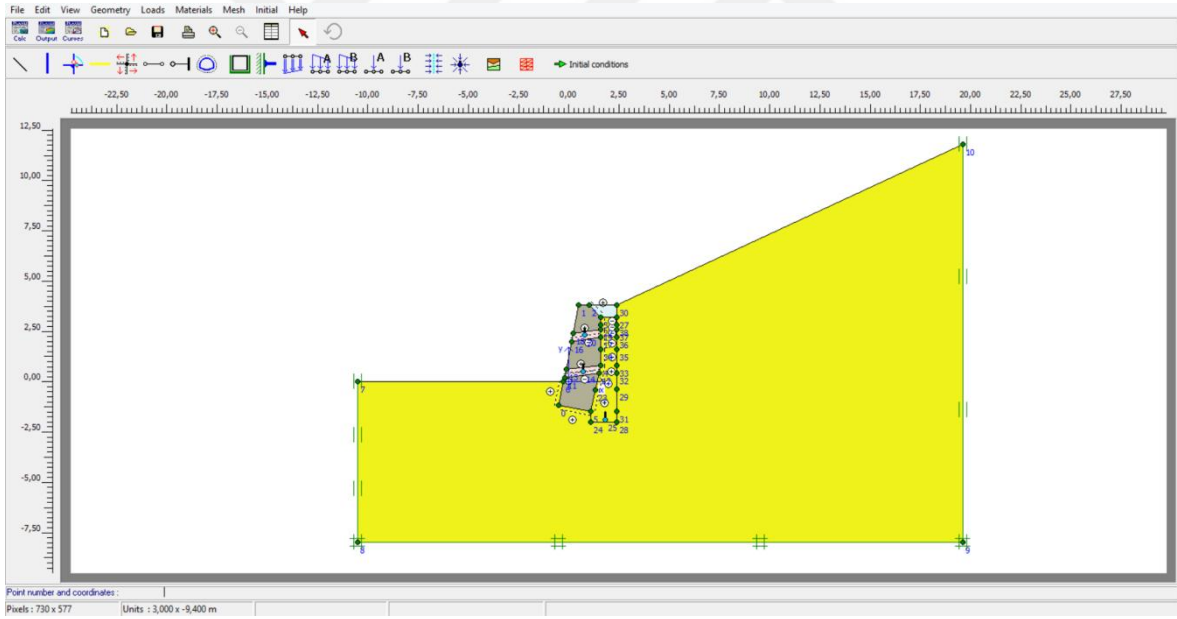
Şekil 56. Kum zemin-taş ( $h=160$  cm) ve kum ( $h=420$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



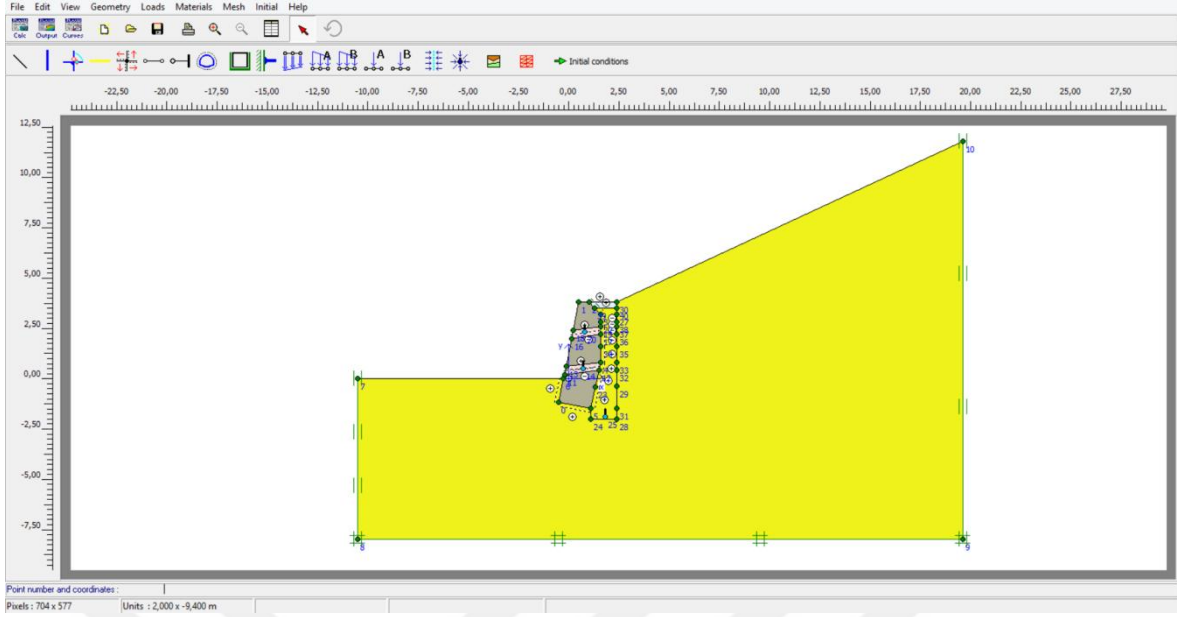
Şekil 57. Kum zemin-taş ( $h=120$  cm) ve kum ( $h=460$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



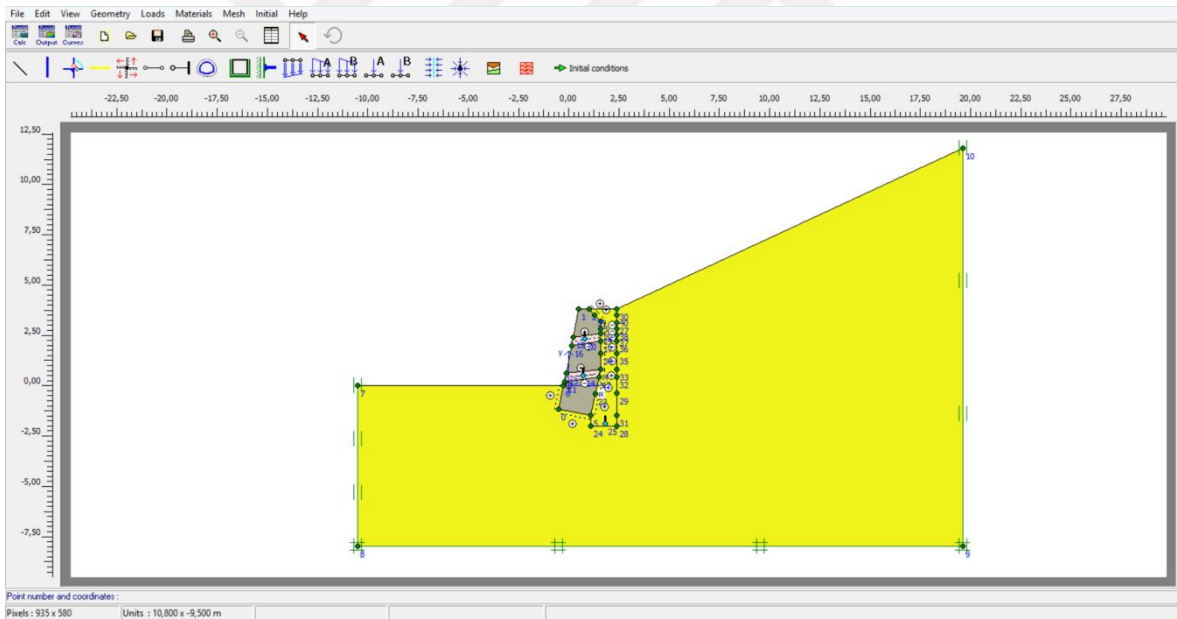
Şekil 58. Kum zemin-taş ( $h=100$  cm) ve kum ( $h=480$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



Şekil 59. Kum zemin-taş ( $h=60$  cm) ve kum ( $h=520$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



Şekil 60. Kum zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm)

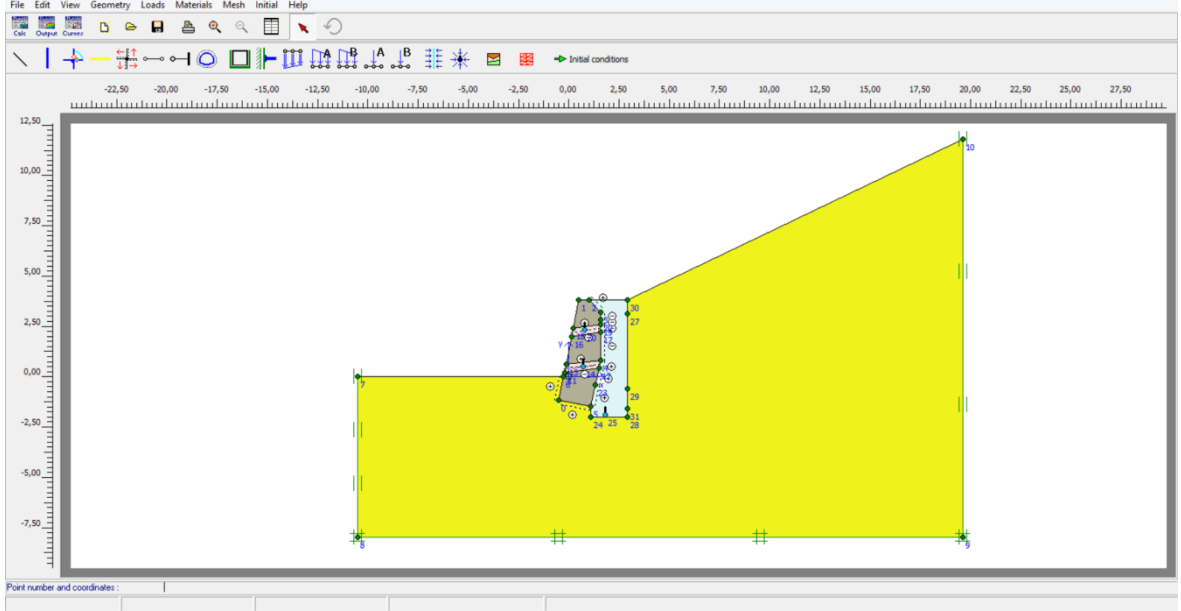


Şekil 61. Kum zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm)

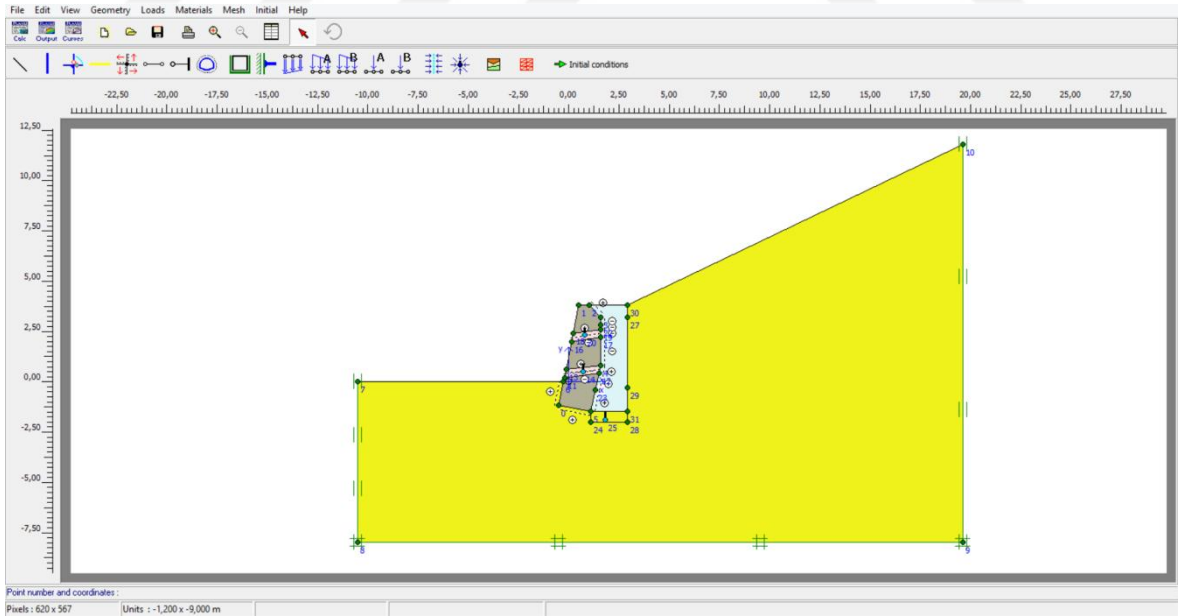
### 2.2.3. Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 130-190 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

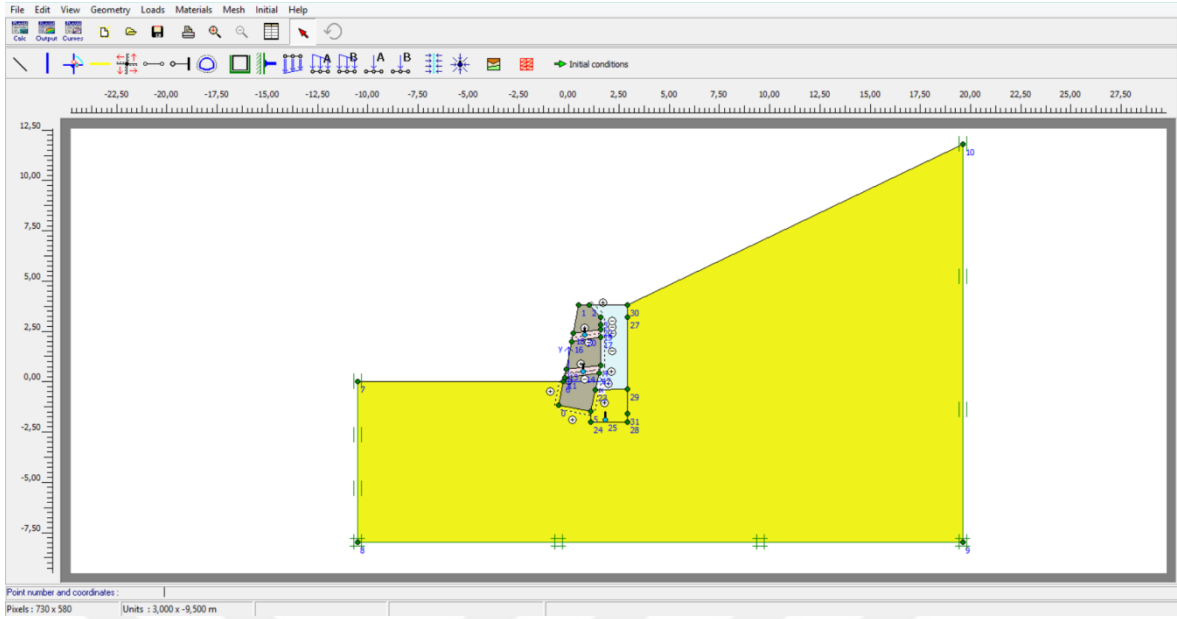
Analizi yapılan kesitler Şekil 62, Şekil 63, Şekil 64, Şekil 65, Şekil 66, Şekil 67, Şekil 68, Şekil 69, Şekil 70, Şekil 71, Şekil 72 ve Şekil 73'te gösterilmiştir.



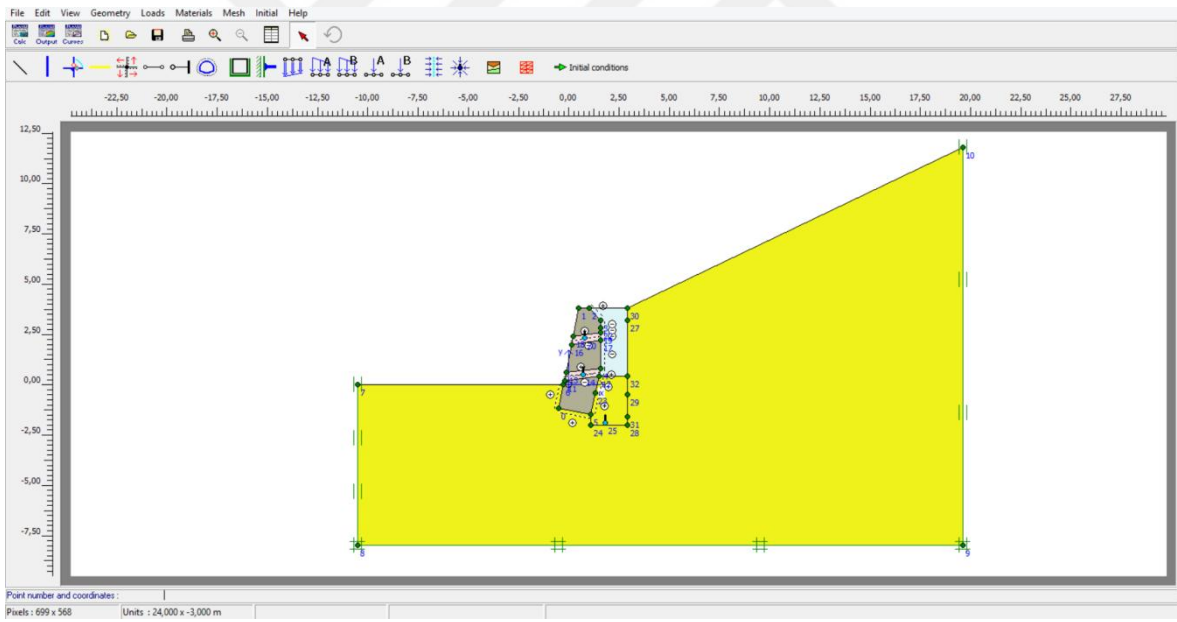
Şekil 62. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



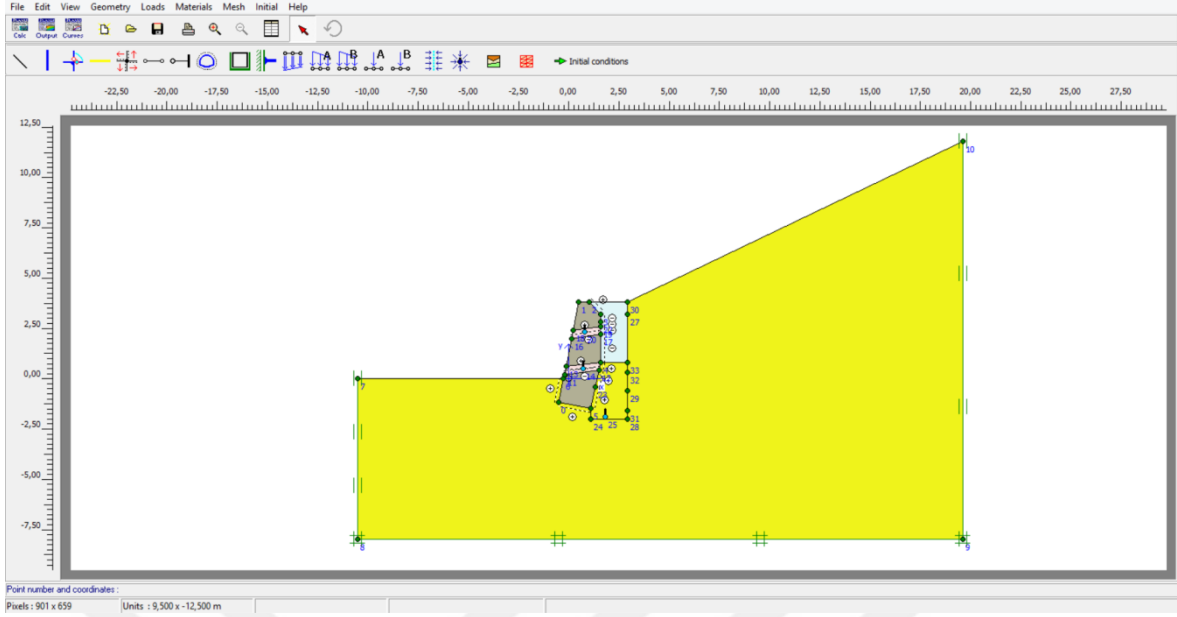
Şekil 63. Kum zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



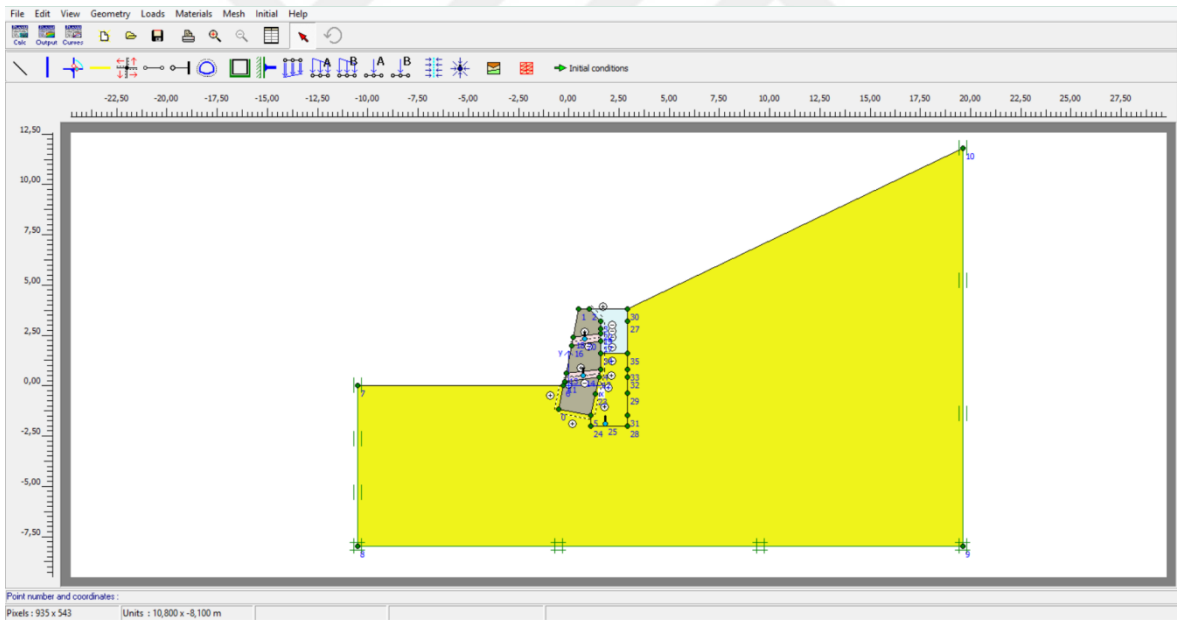
Şekil 64. Kum zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



Şekil 65. Kum zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm)

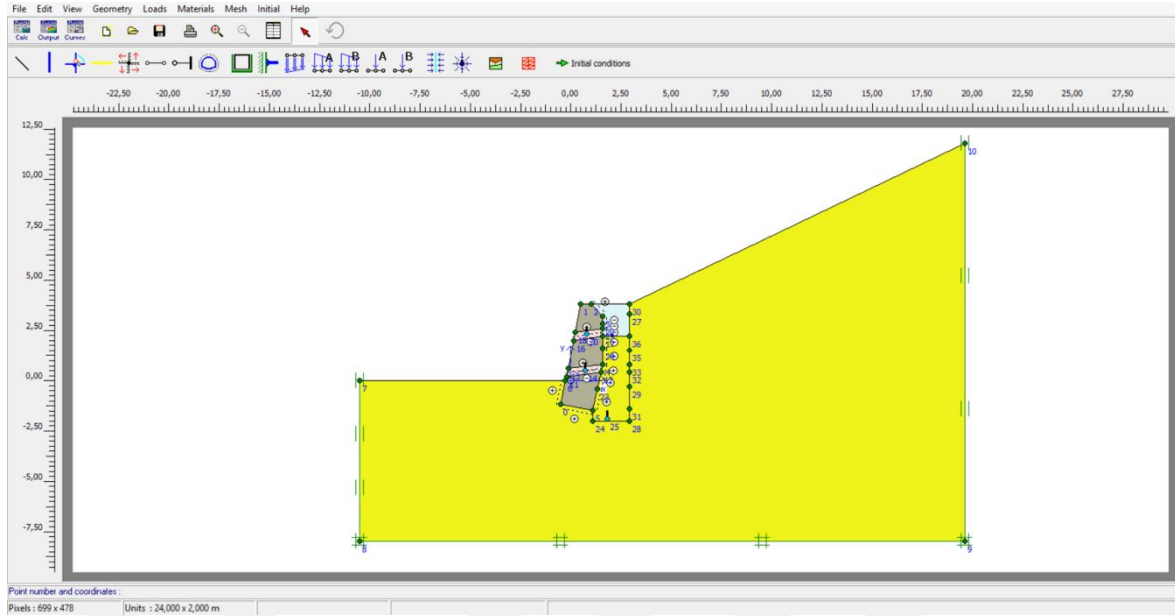


Şekil 66. Kum zemin-taş ( $h=300$  cm) ve kum ( $h=280$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)

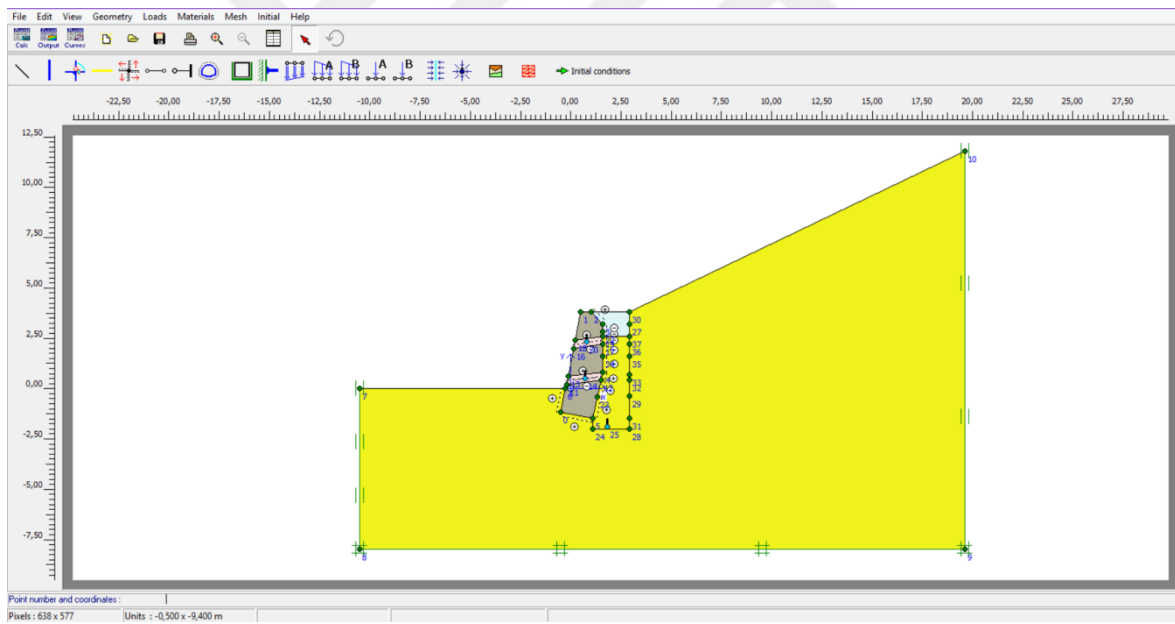


Şekil 67. Kum zemin-taş ( $h=220$  cm) ve kum ( $h=360$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)

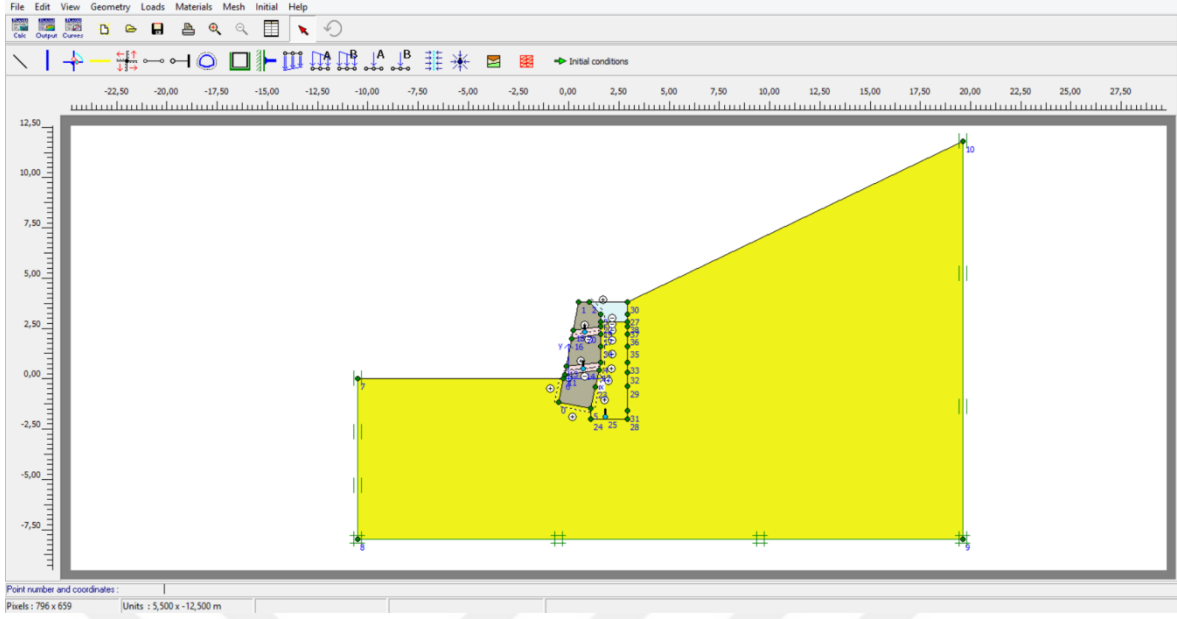




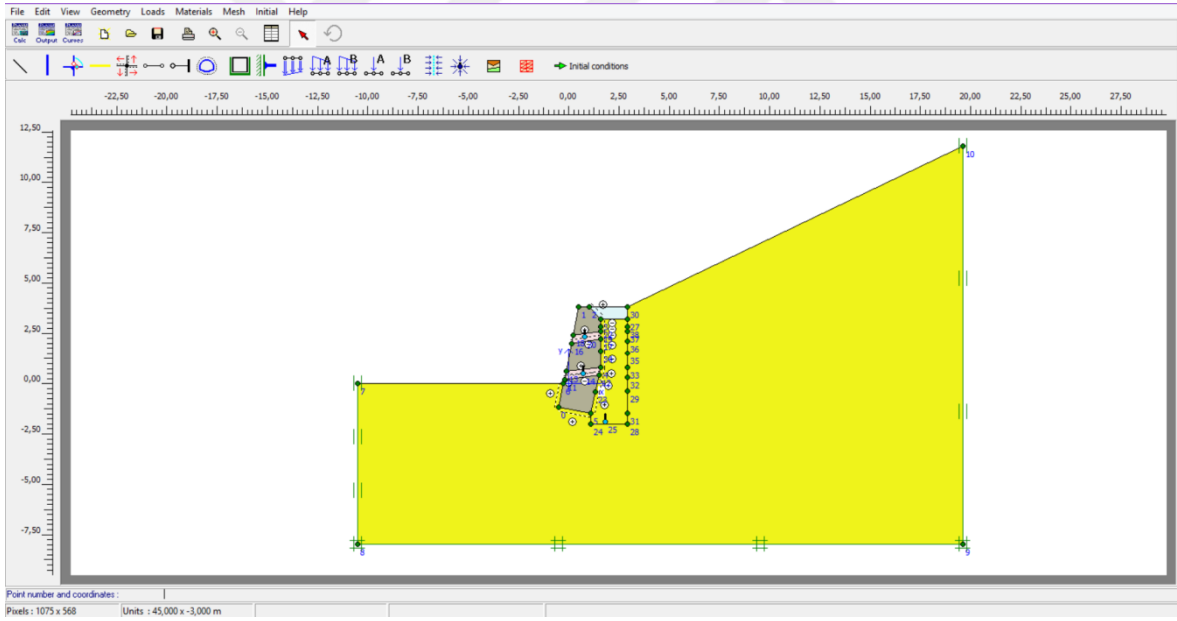
Şekil 68. Kum zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



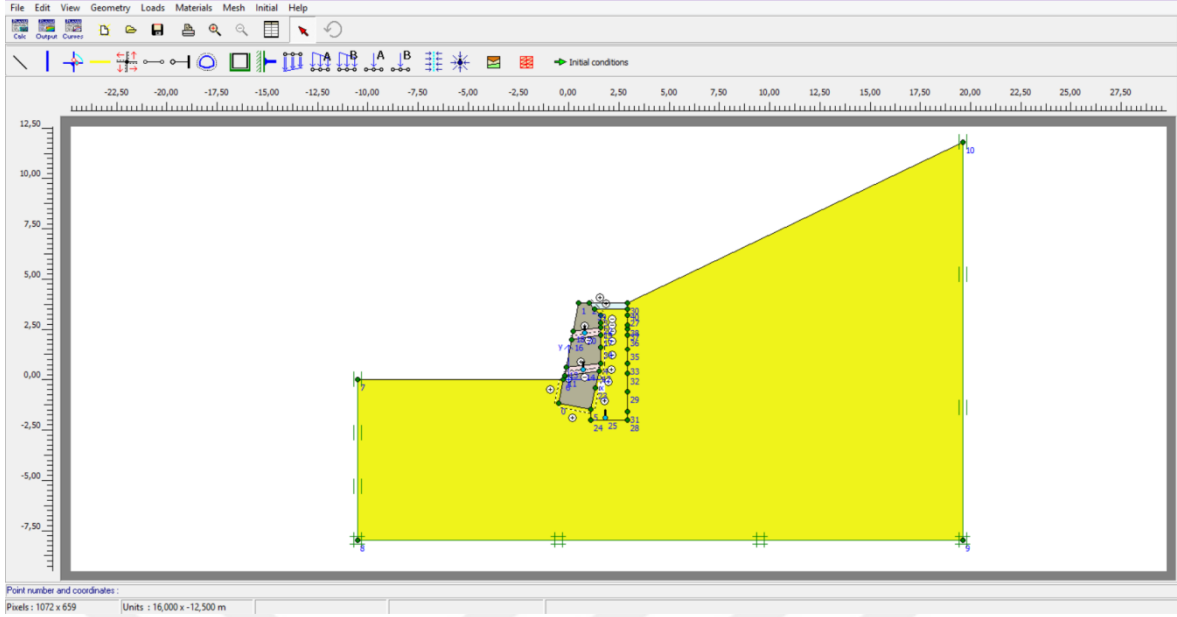
Şekil 69. Kum zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



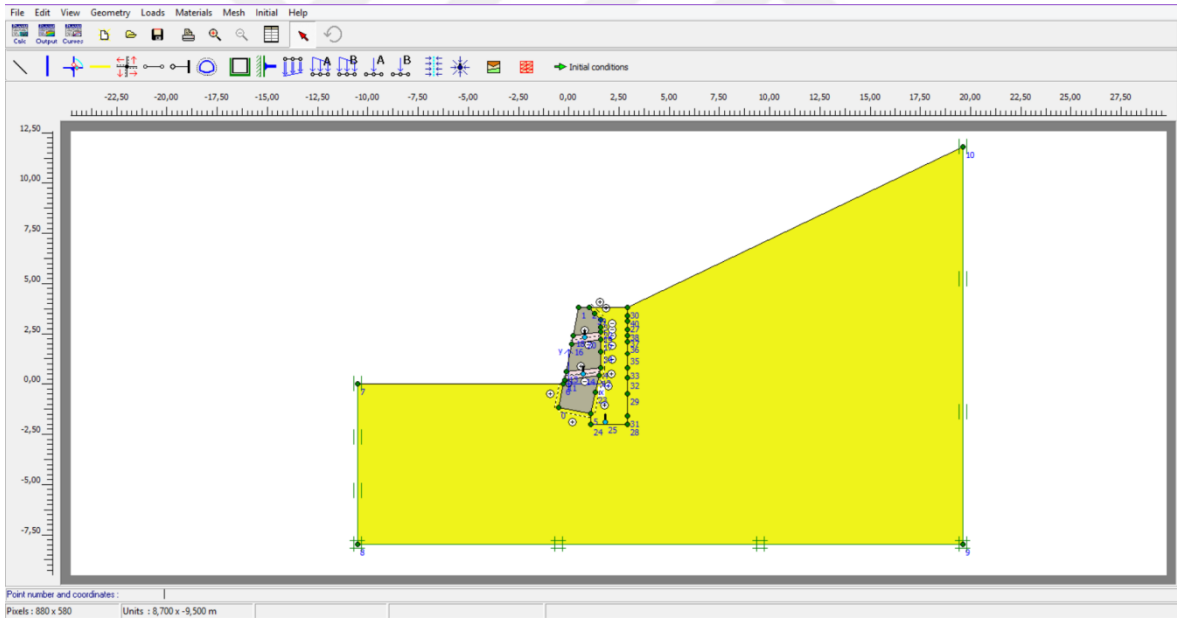
Şekil 70. Kum zemin-taş ( $h=100$  cm) ve kum ( $h=480$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



Şekil 71. Kum zemin-taş ( $h=60$  cm) ve kum ( $h=520$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



Şekil 72. Kum zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



Şekil 73. Kum zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm)

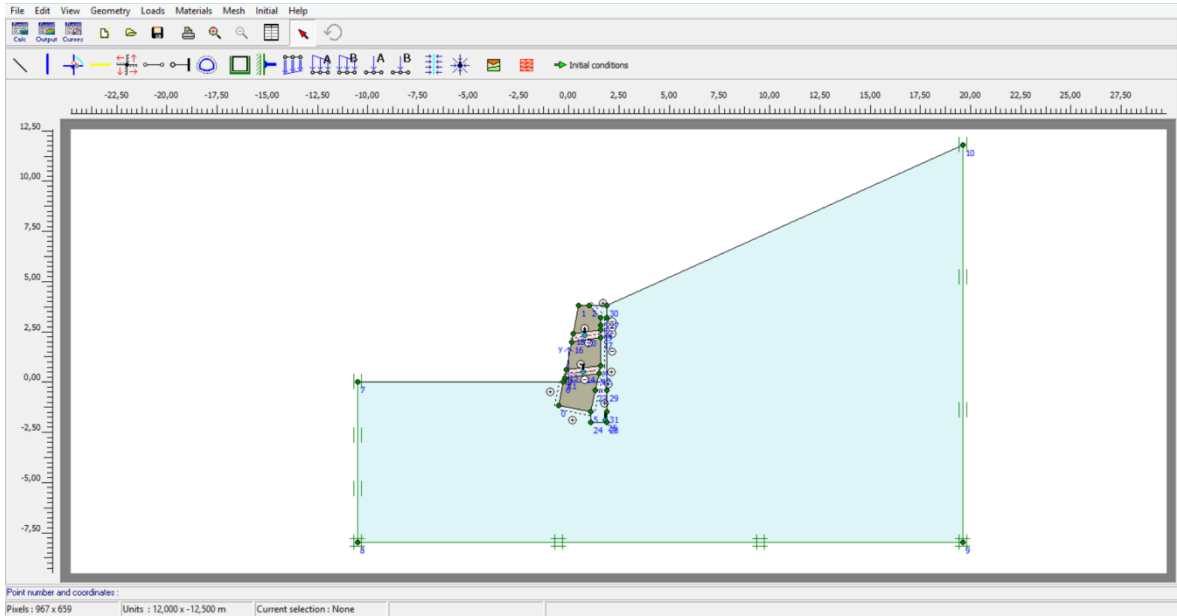
### 2.3. Zeminin Çakıl Olması Durumunda İstinat Duvarı Dolgusu

İstinat duvarının inşa edildiği zemin çakıl seçilerek ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayılarak yapılan analizler üç grupta toplanmıştır.

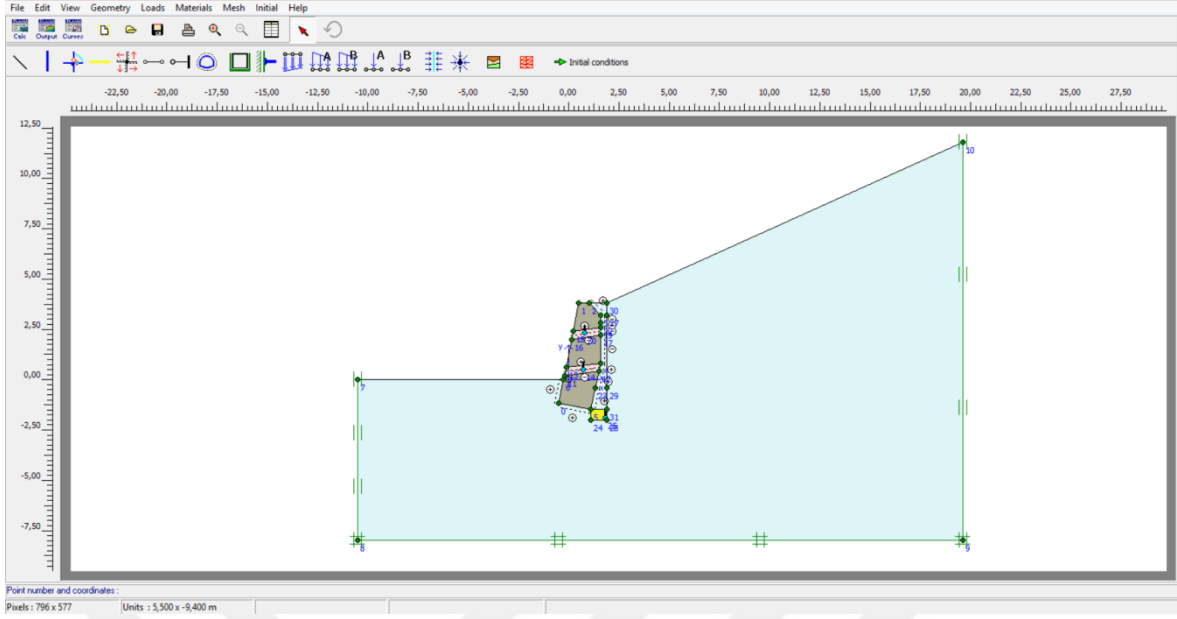
### 2.3.1. Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 30-90 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

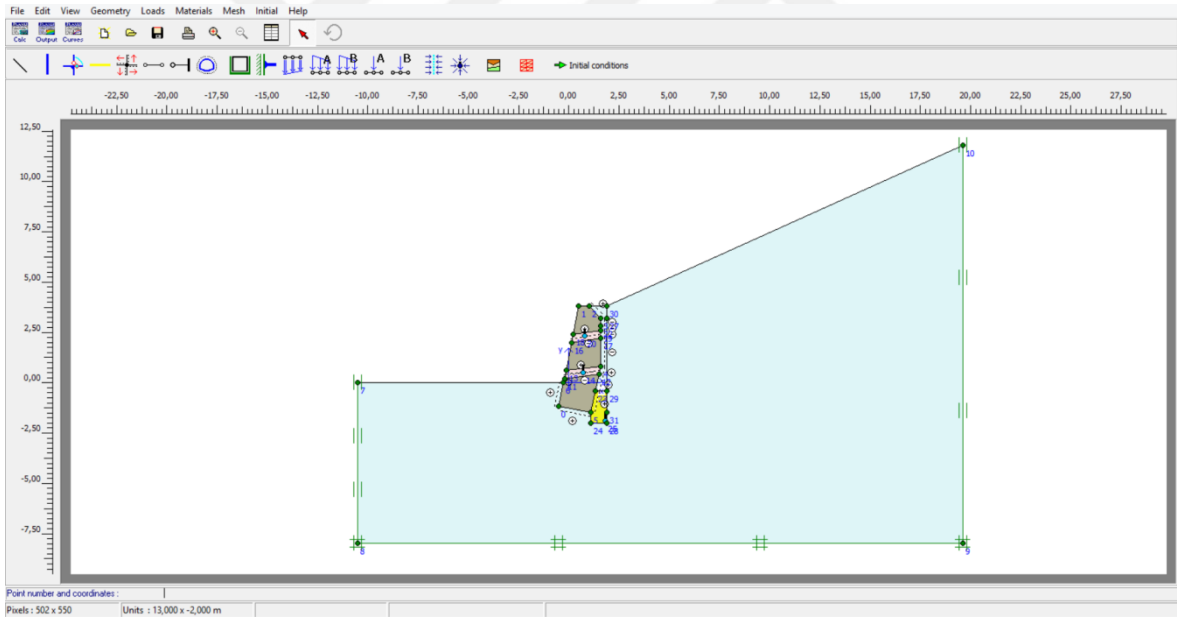
Analizi yapılan kesitler Şekil 74, Şekil 75, Şekil 76, Şekil 77, Şekil 78, Şekil 79, Şekil 80, Şekil 81, Şekil 82, Şekil 83, Şekil 84 ve Şekil 85'te gösterilmiştir.



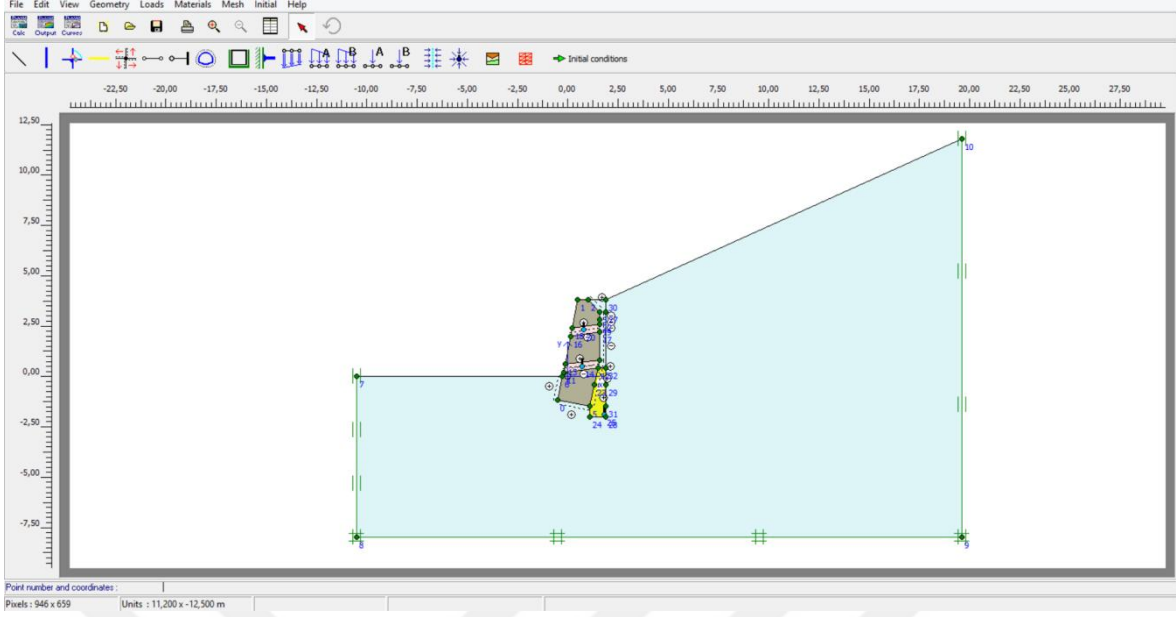
Şekil 74. Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



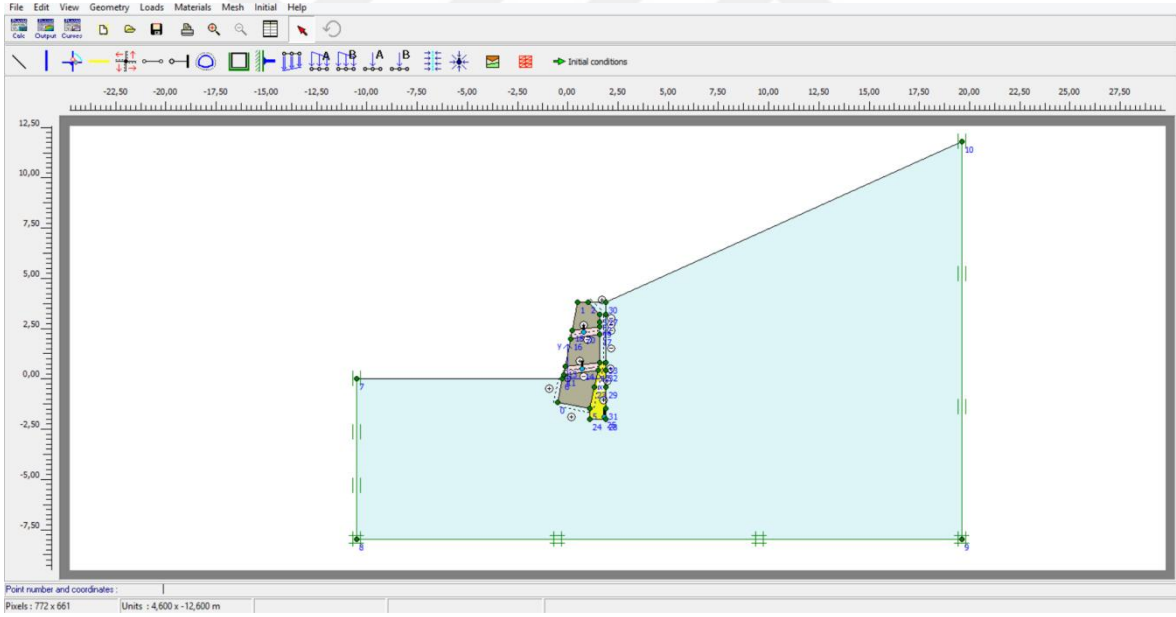
Şekil 75. Çakıl zemin-taş ( $h=530$  cm) ve kum ( $h=50$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



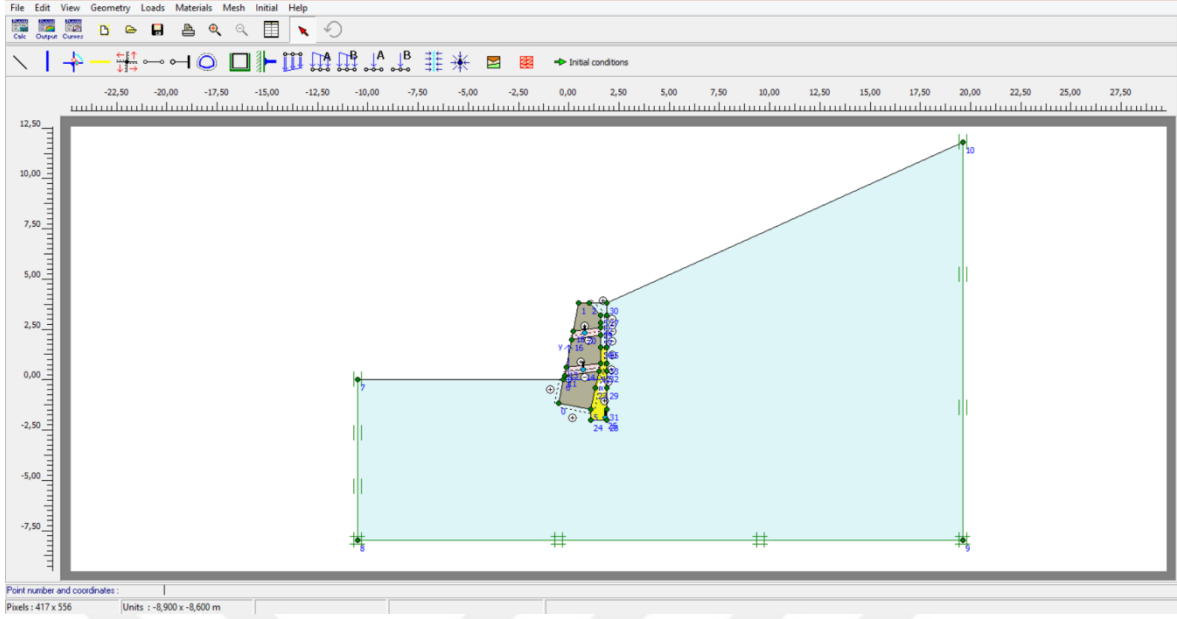
Şekil 76. Çakıl zemin-taş ( $h=420$  cm) ve kum ( $h=160$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



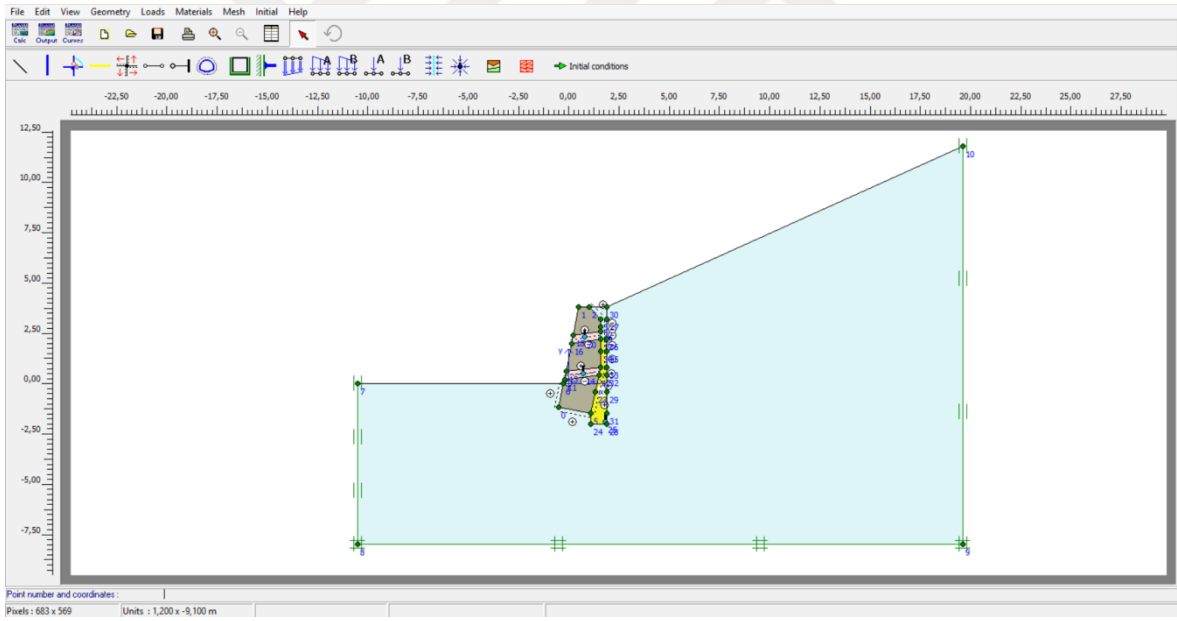
Şekil 77. Çakıl zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



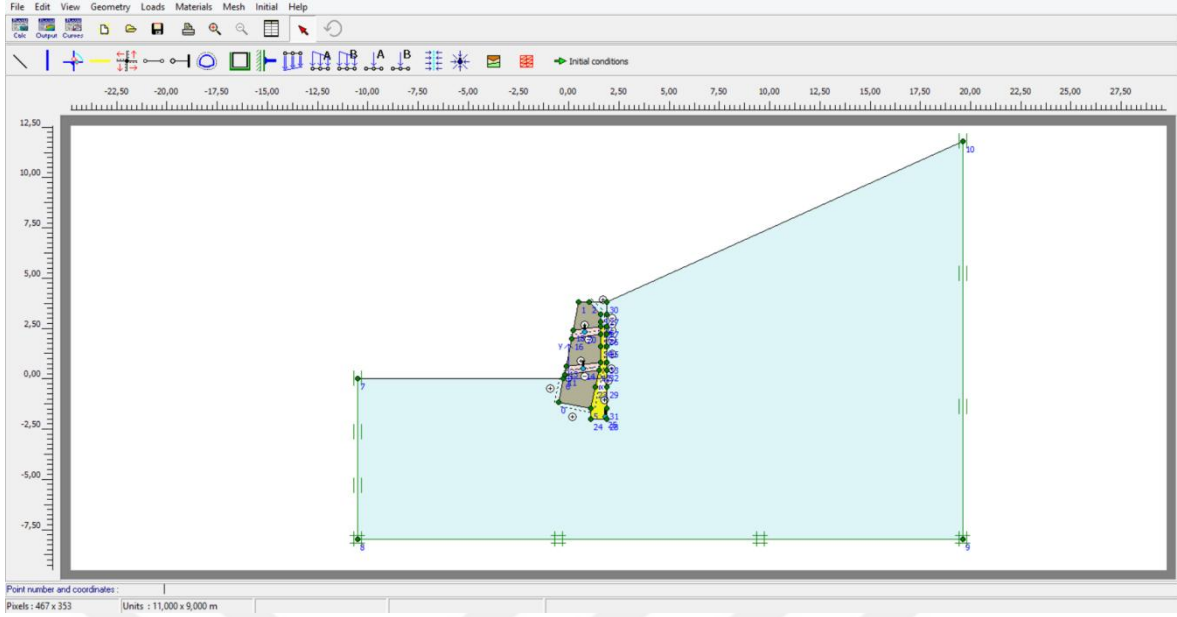
Şekil 78. Çakıl zemin-taş ( $h=300$  cm) ve kum ( $h=280$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



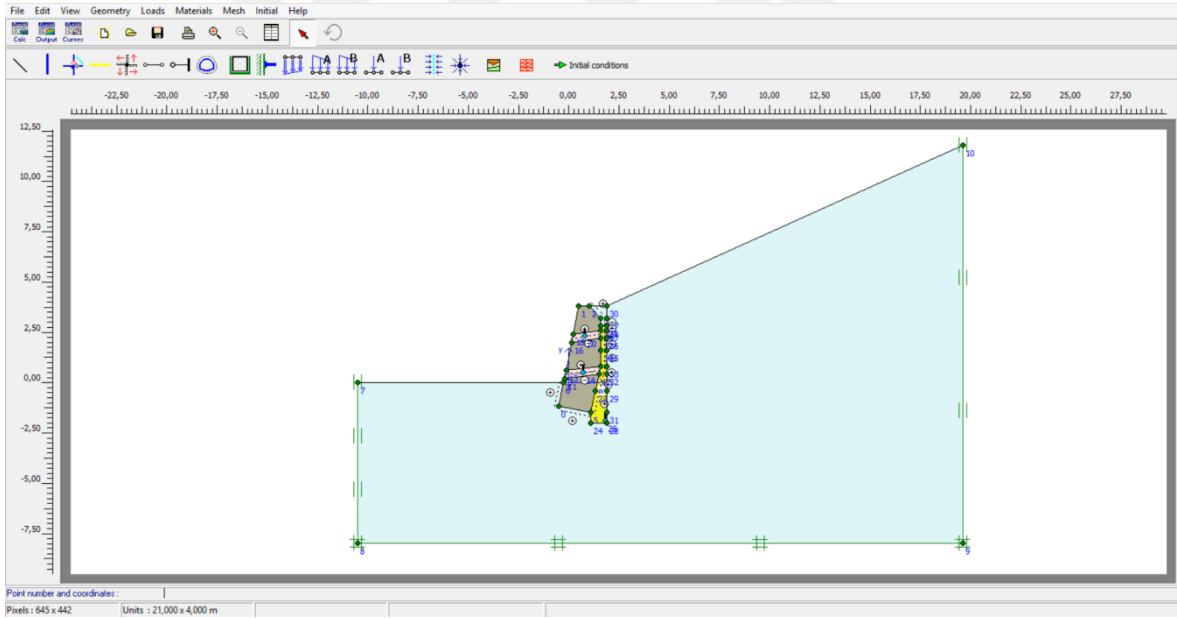
Şekil 79. Çakıl zemin-taş ( $h=220$  cm) ve kum ( $h=360$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



Şekil 80. Çakıl zemin-taş ( $h=160$  cm) ve kum ( $h=420$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)

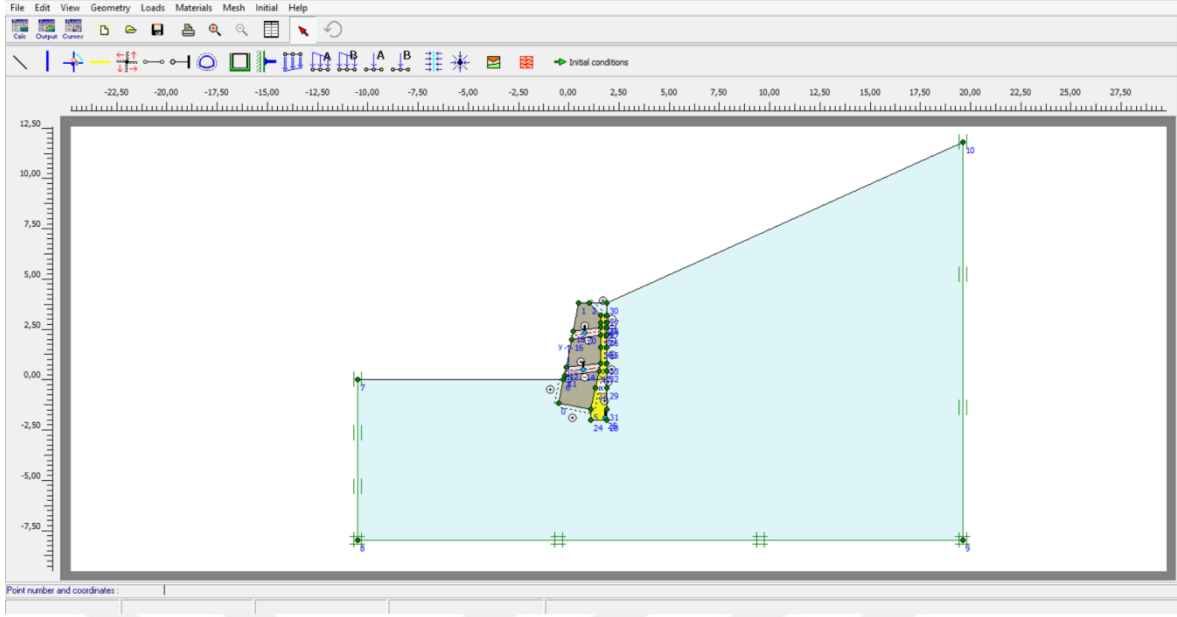


Şekil 81. Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm)

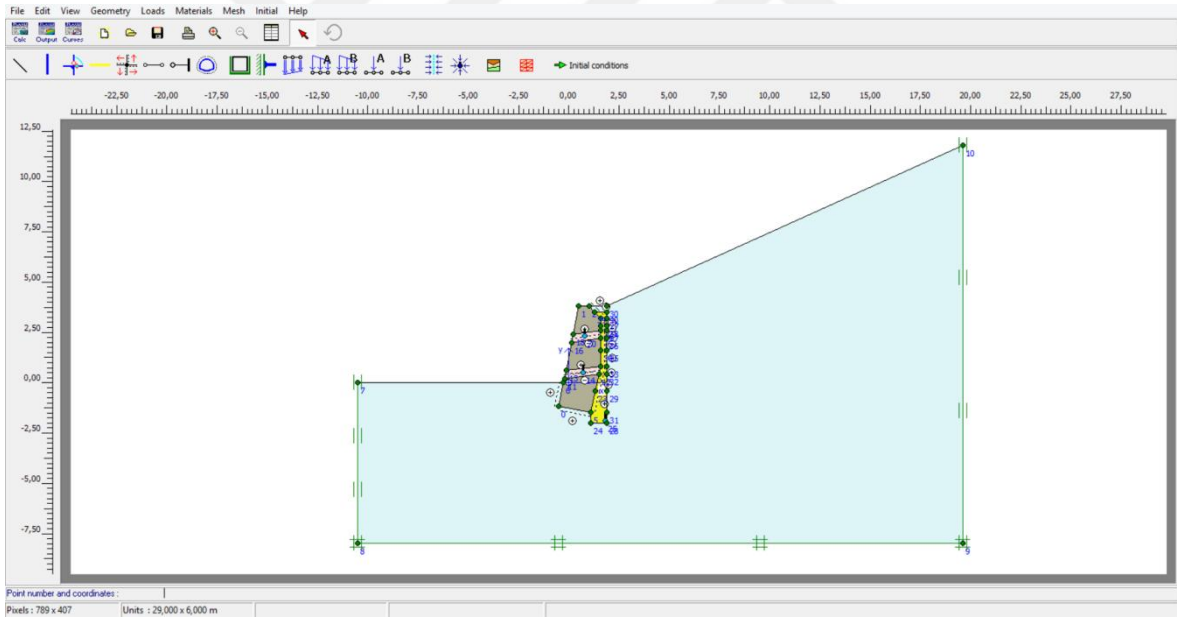


Şekil 82. Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm)

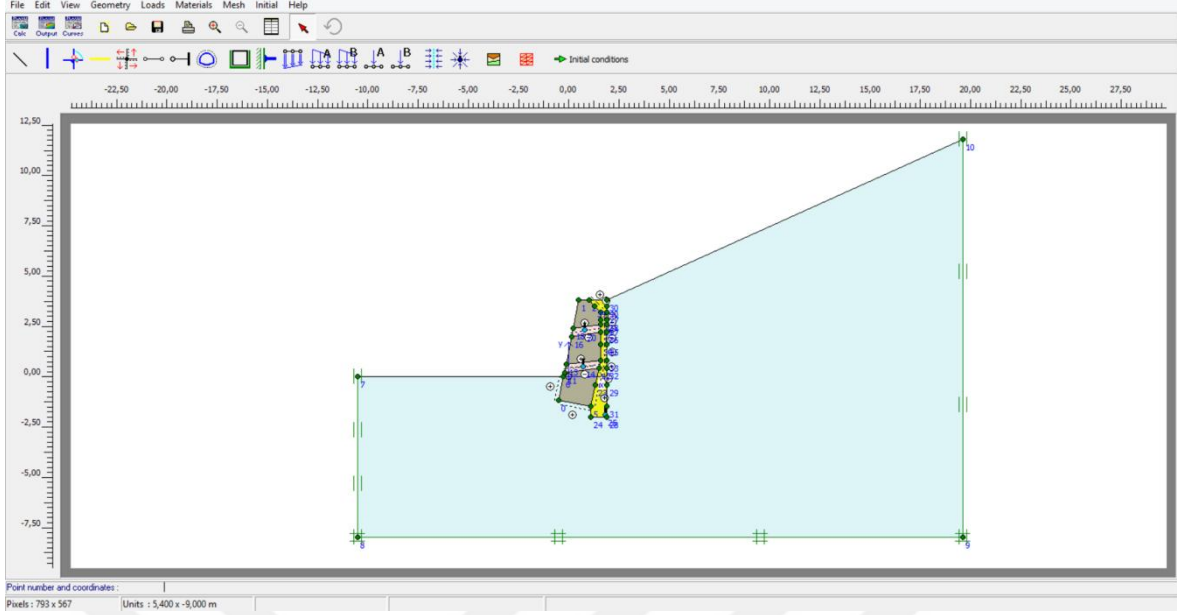




Şekil 83. Çakıl zemin-taş ( $h=60$  cm) ve kum ( $h=520$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



Şekil 84. Çakıl zemin-taş ( $h=30$  cm) ve kum ( $h=550$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)

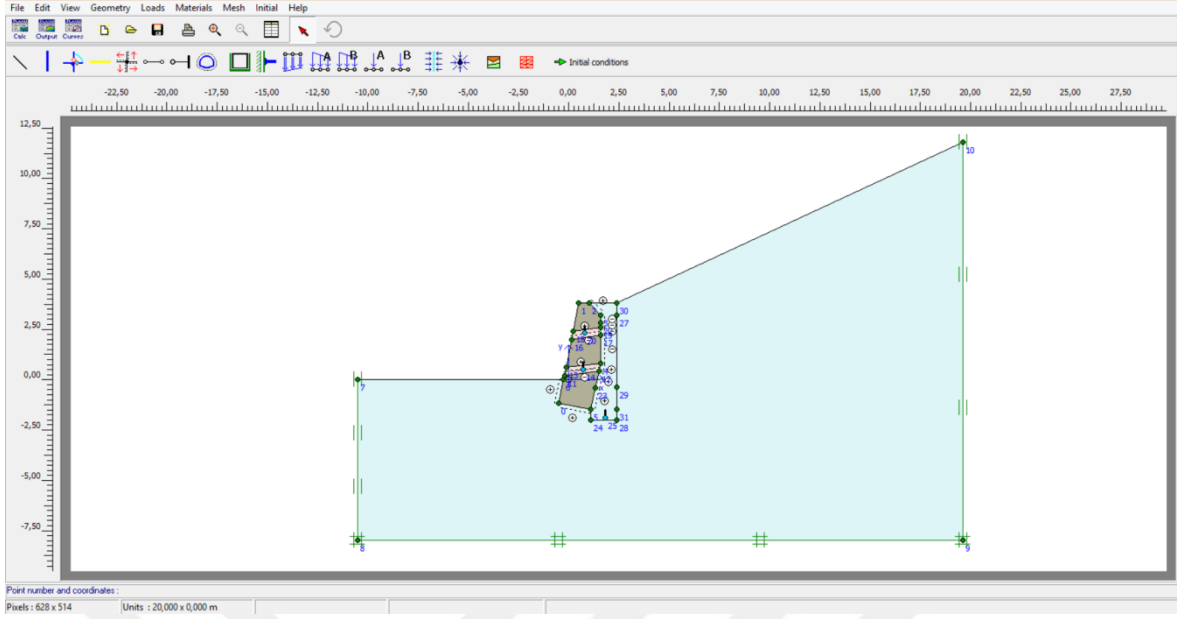


Şekil 85. Çakıl zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)

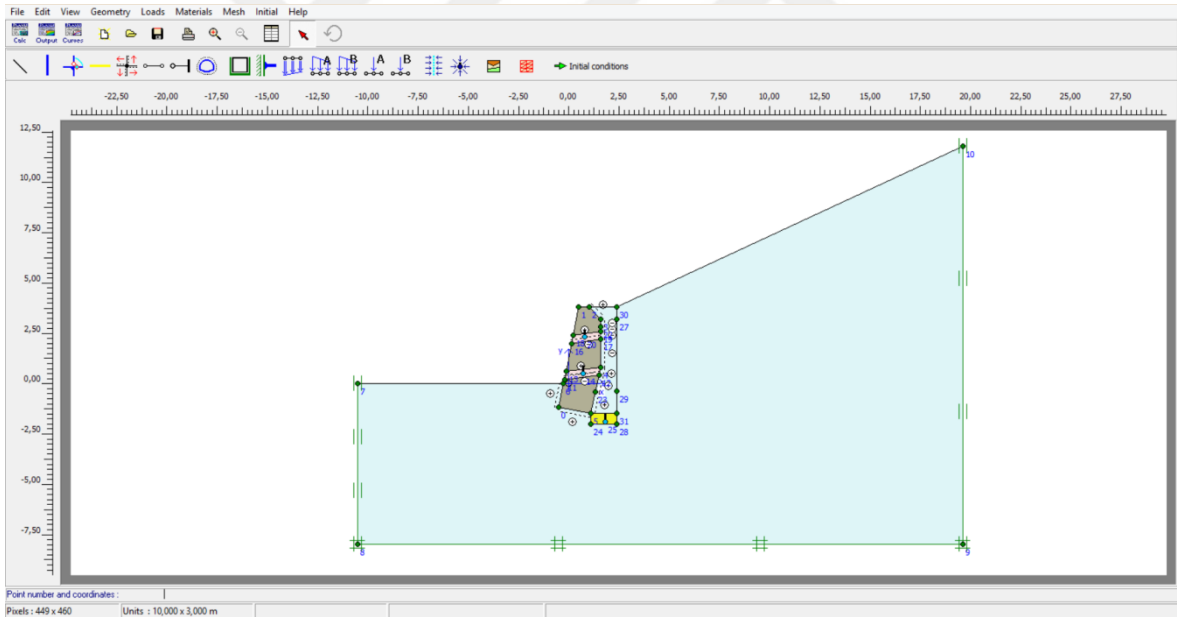
### 2.3.2. Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 80-140 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

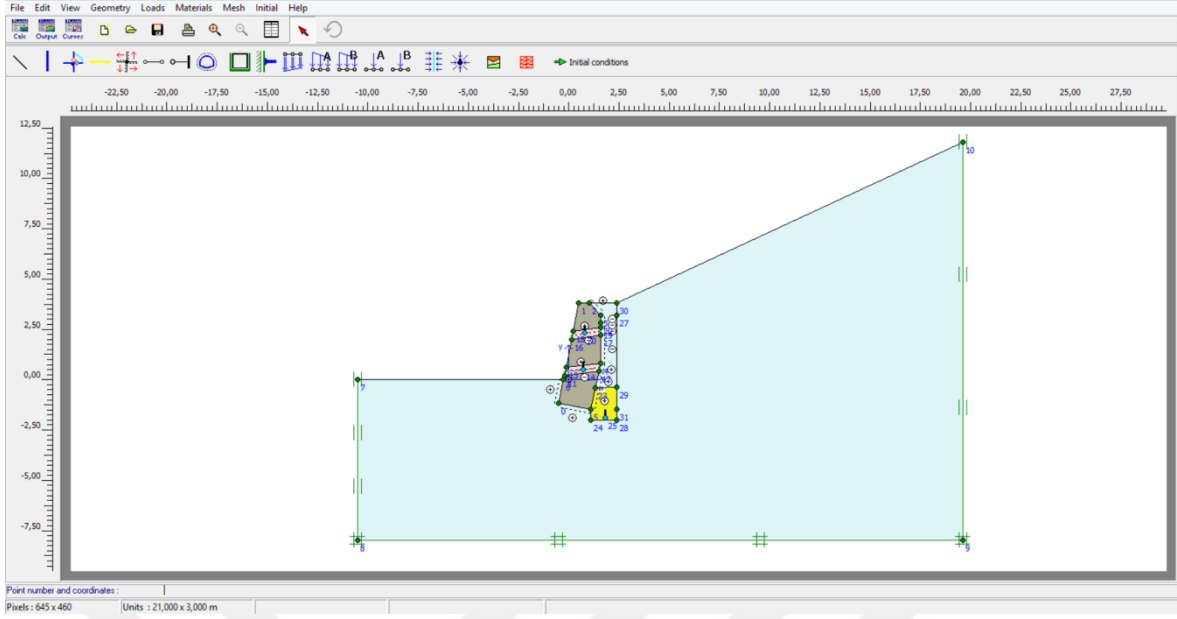
Analizi yapılan kesitler Şekil 86, Şekil 87, Şekil 88, Şekil 89, Şekil 90, Şekil 91, Şekil 92, Şekil 93, Şekil 94, Şekil 95, Şekil 96 ve Şekil 97'de gösterilmiştir.



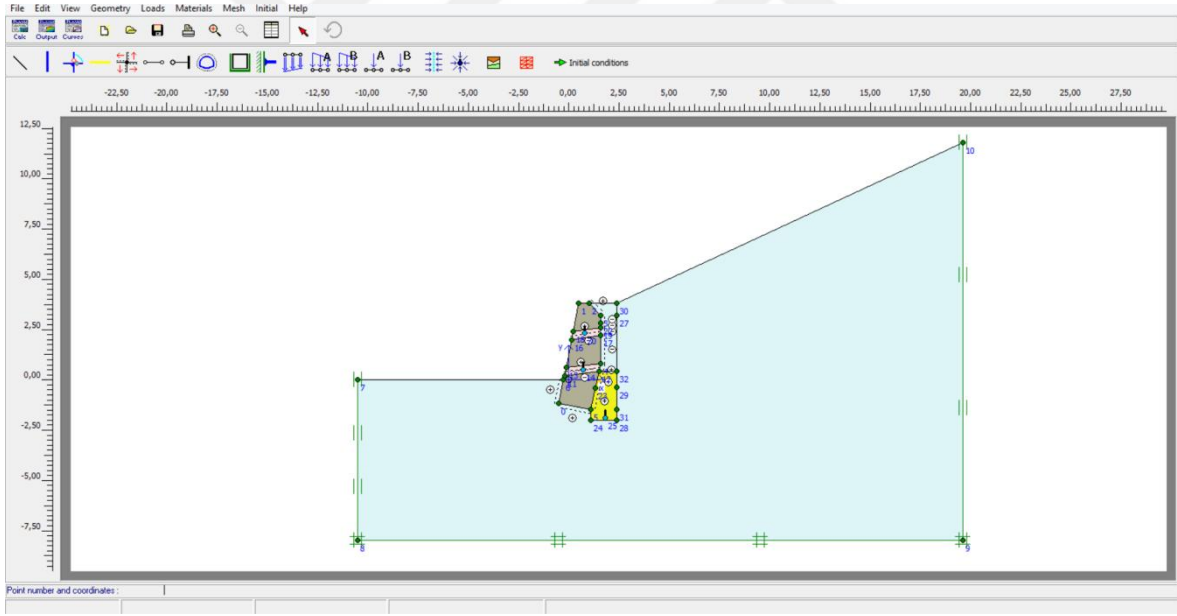
Şekil 86. Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



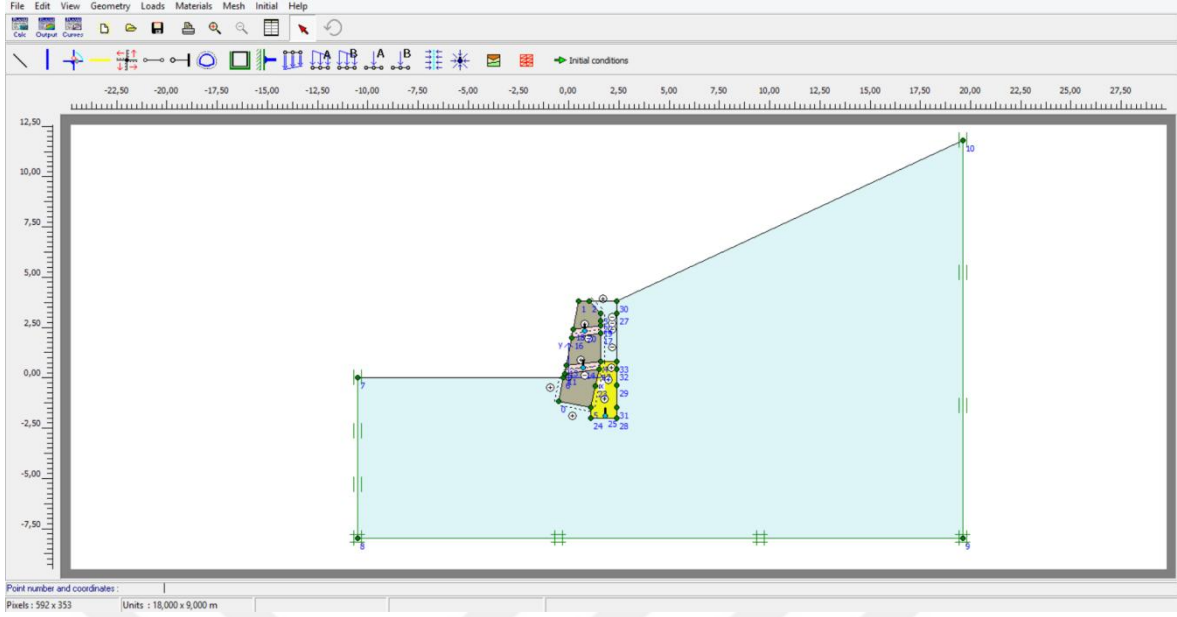
Şekil 87. Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



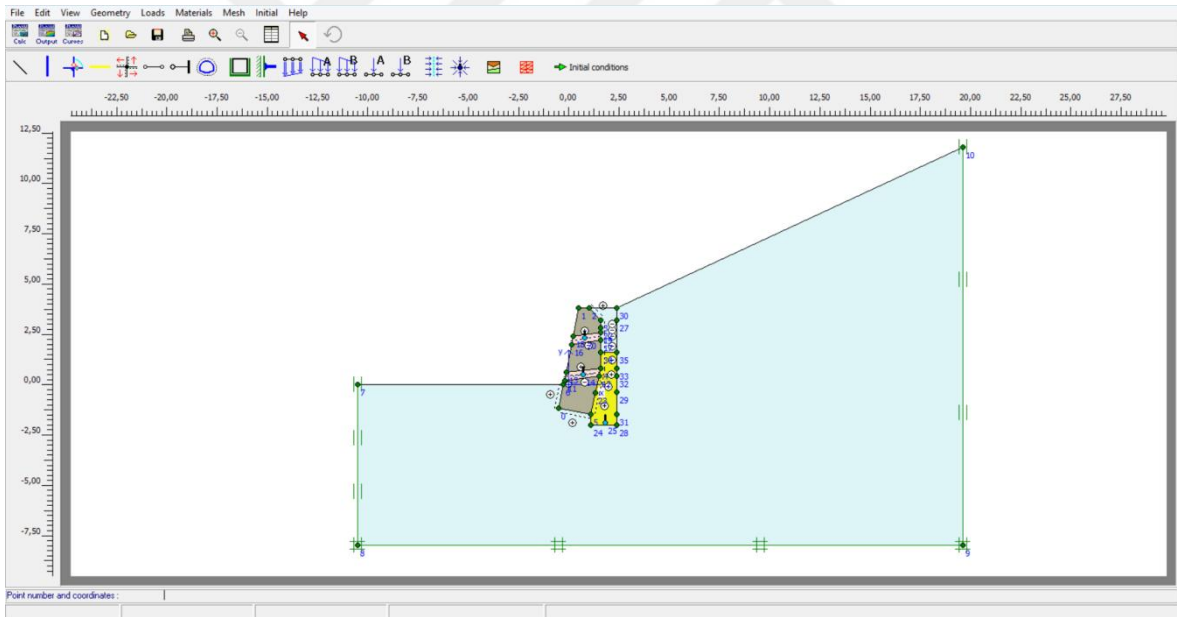
Şekil 88. Çakıl zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



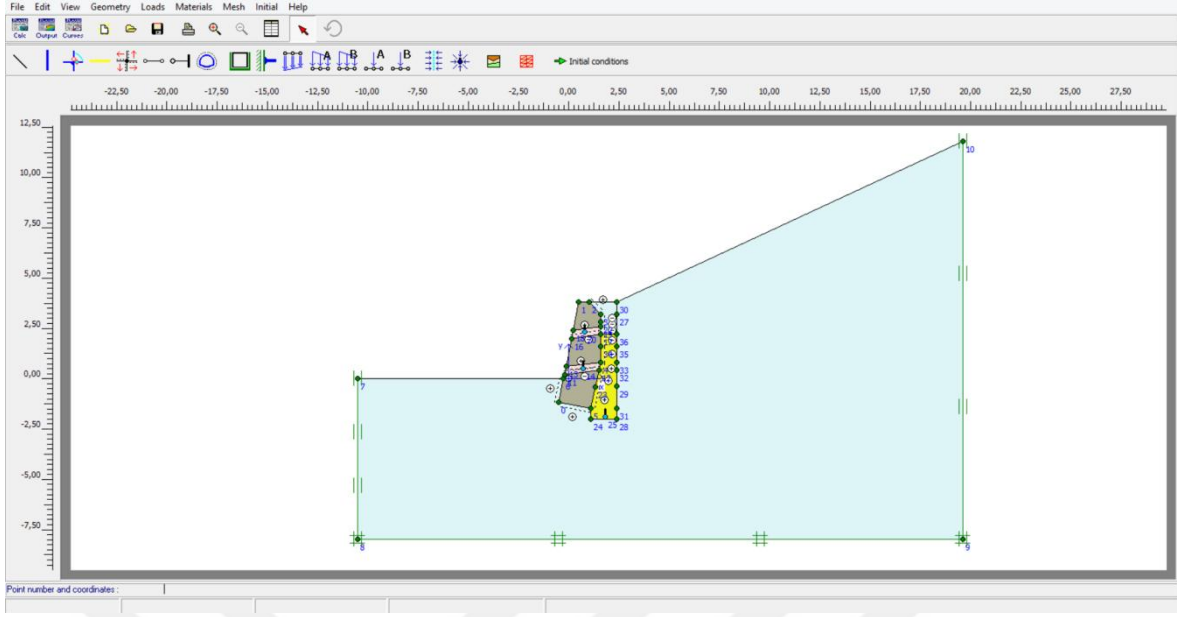
Şekil 89. Çakıl zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



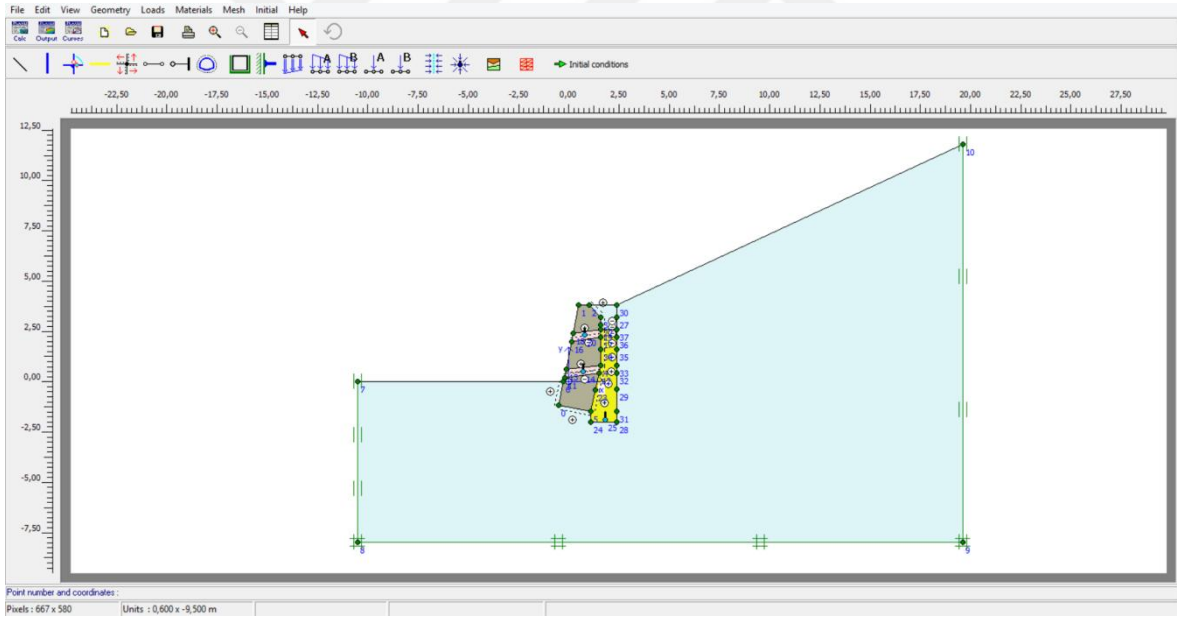
Şekil 90. Çakıl zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



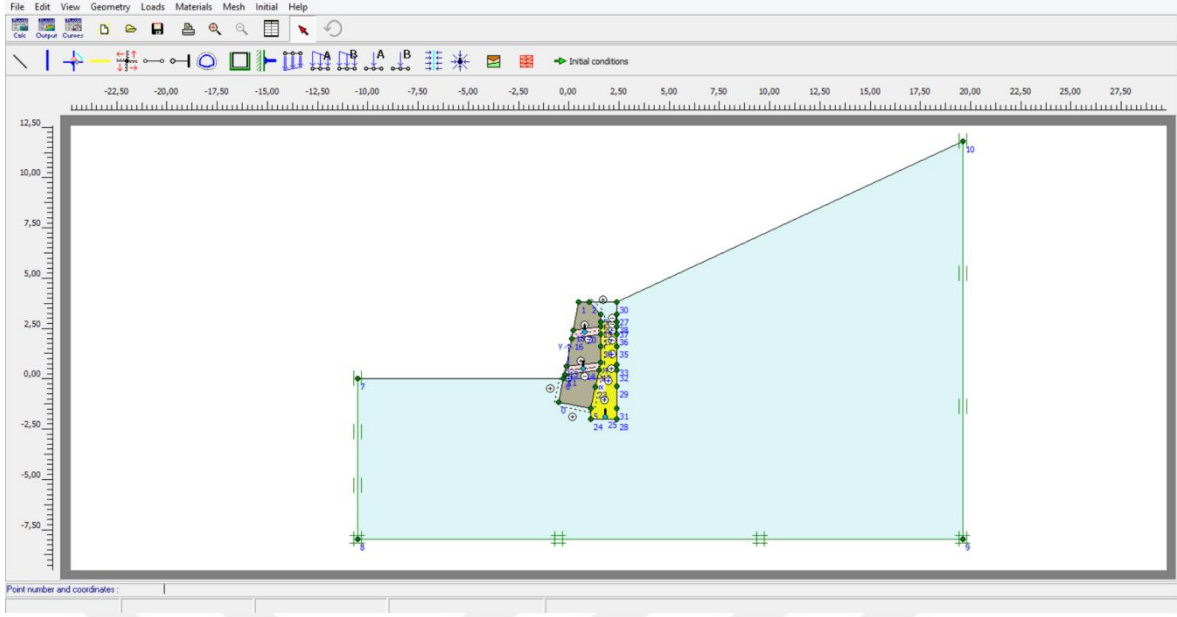
Şekil 91. Çakıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



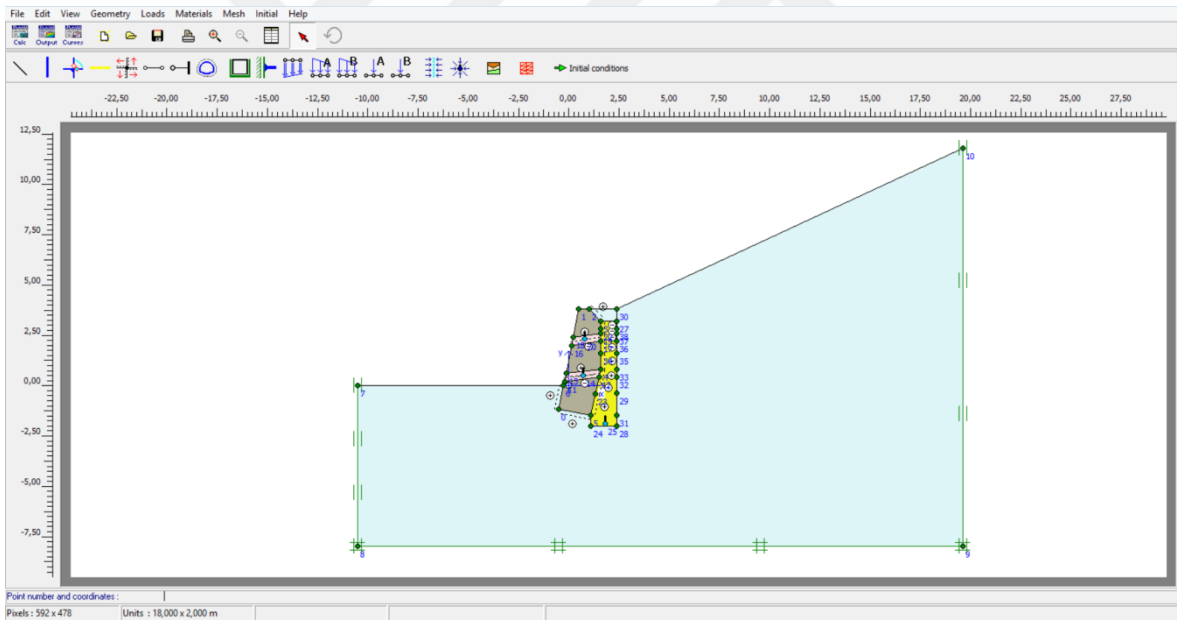
Şekil 92. Çakıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



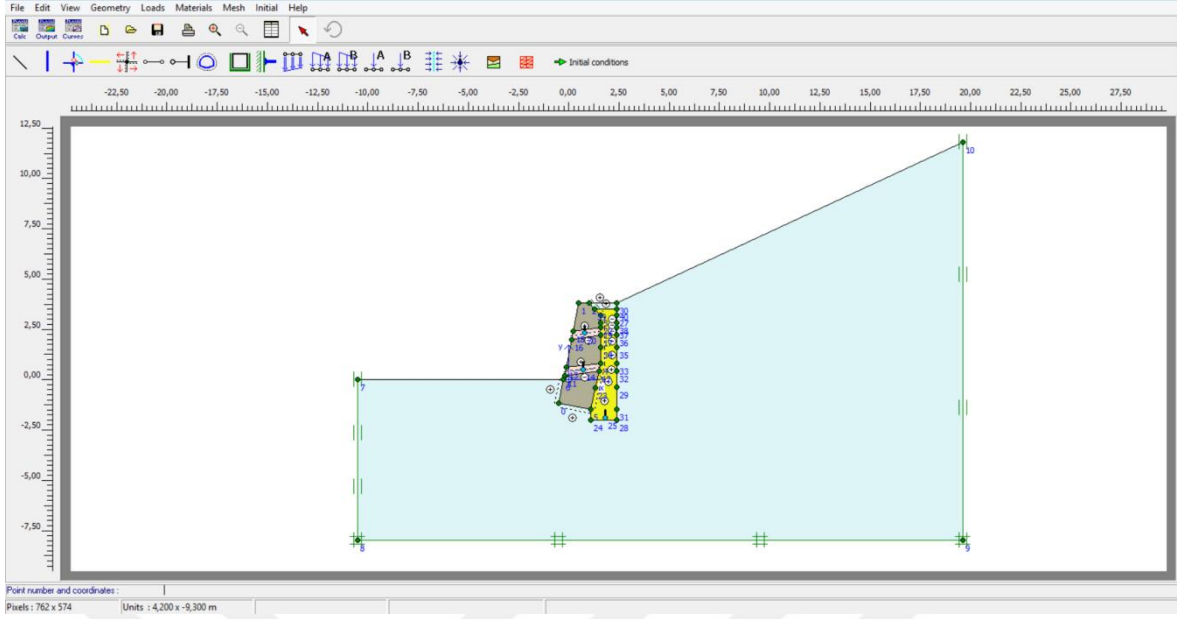
Şekil 93. Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



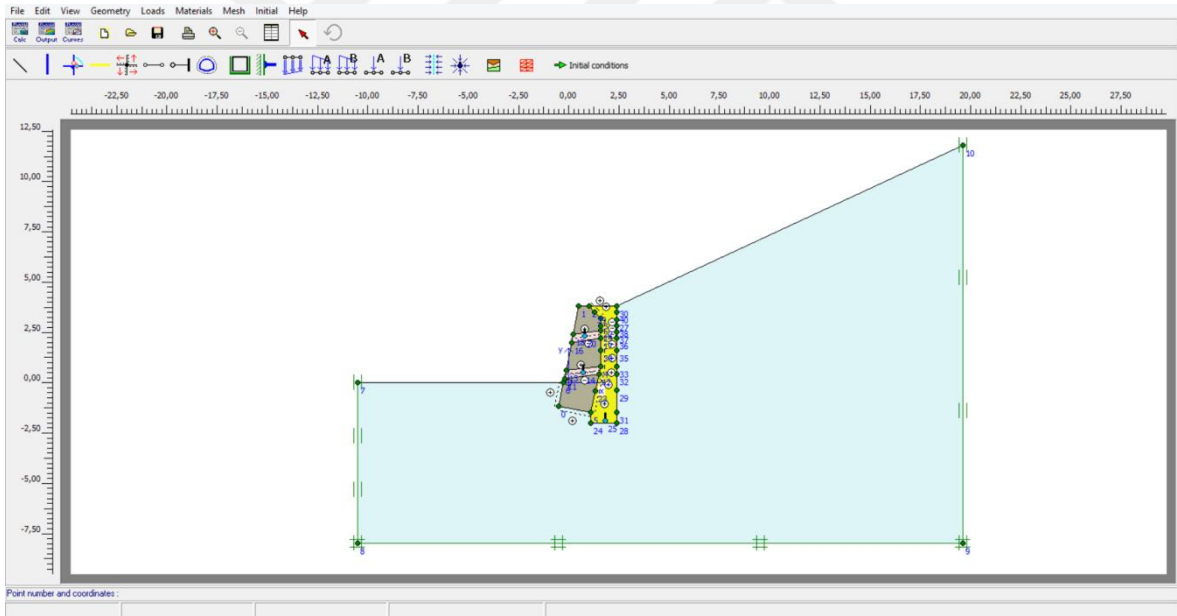
Şekil 94. Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



Şekil 95. Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



Şekil 96. Çakıl zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



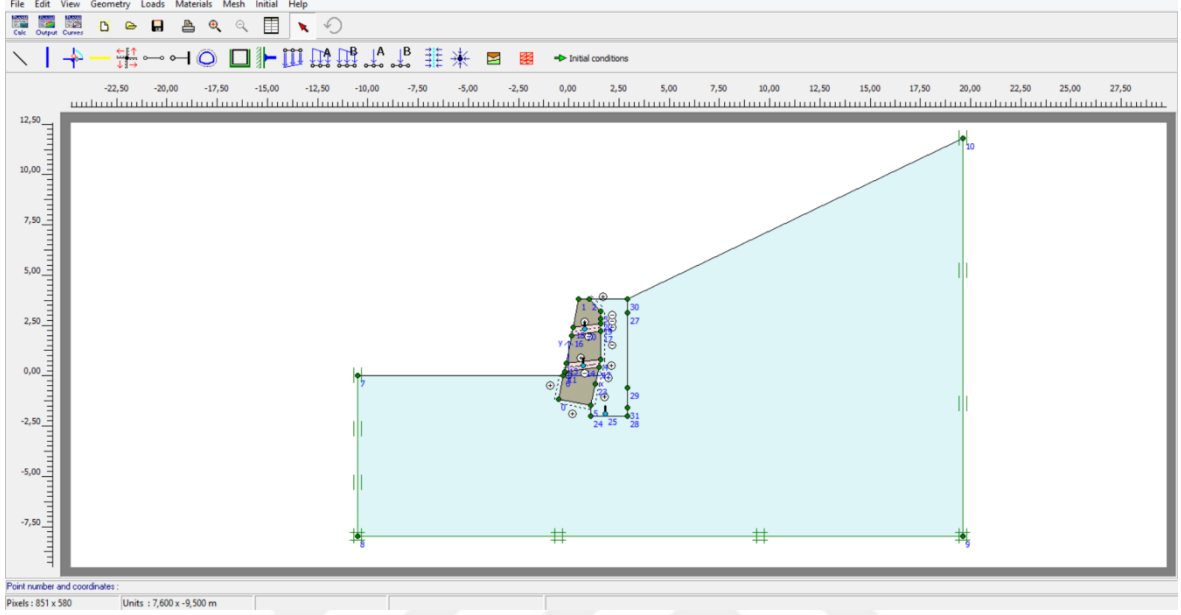
Şekil 97. Çakıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm)

### 2.3.3. Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu

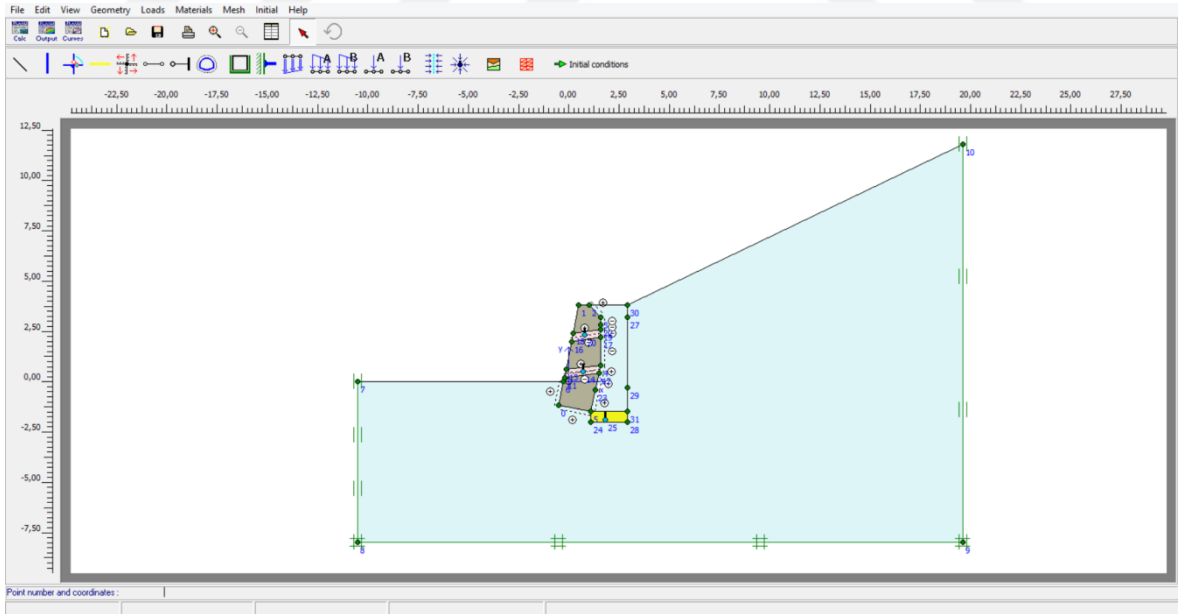
Dolgu genişliğinin 130-190 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.



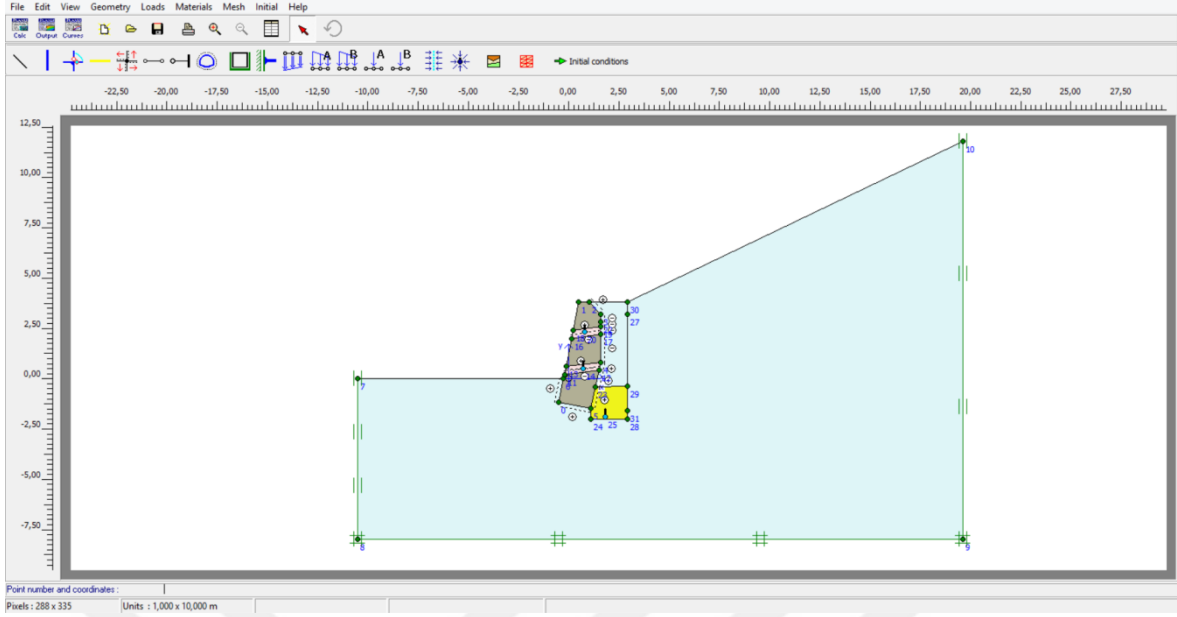
Analizi yapılan kesitler Şekil 98, Şekil 99, Şekil 100, Şekil 101, Şekil 102, Şekil 103, Şekil 104, Şekil 105, Şekil 106, Şekil 107, Şekil 108 ve Şekil 109'da gösterilmiştir.



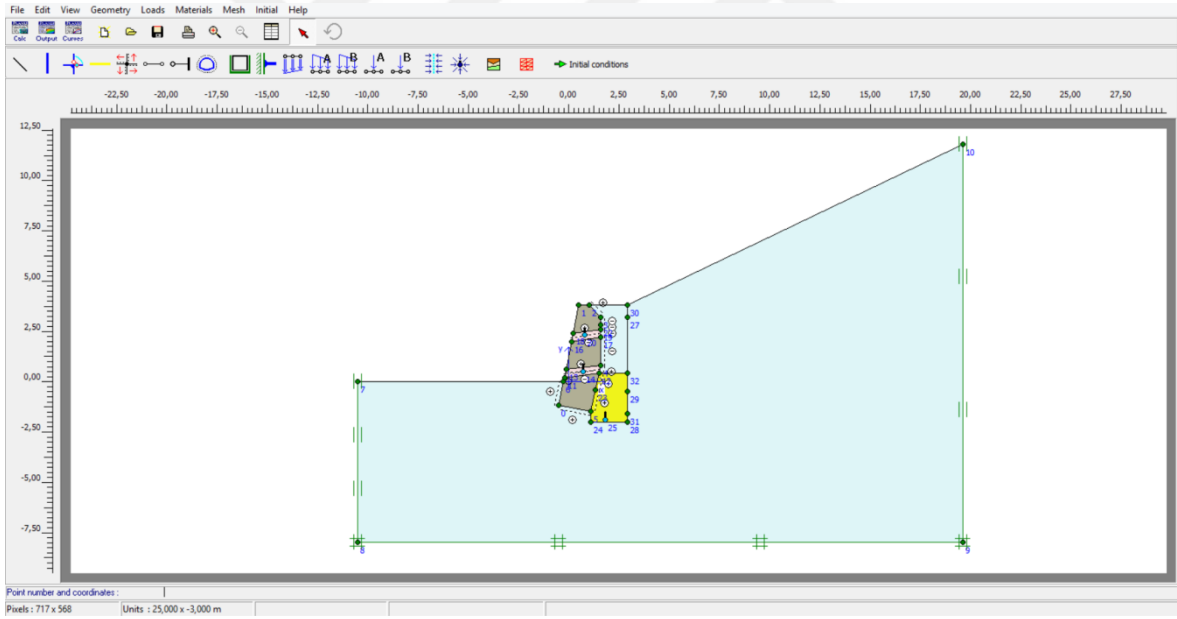
Şekil 98. Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



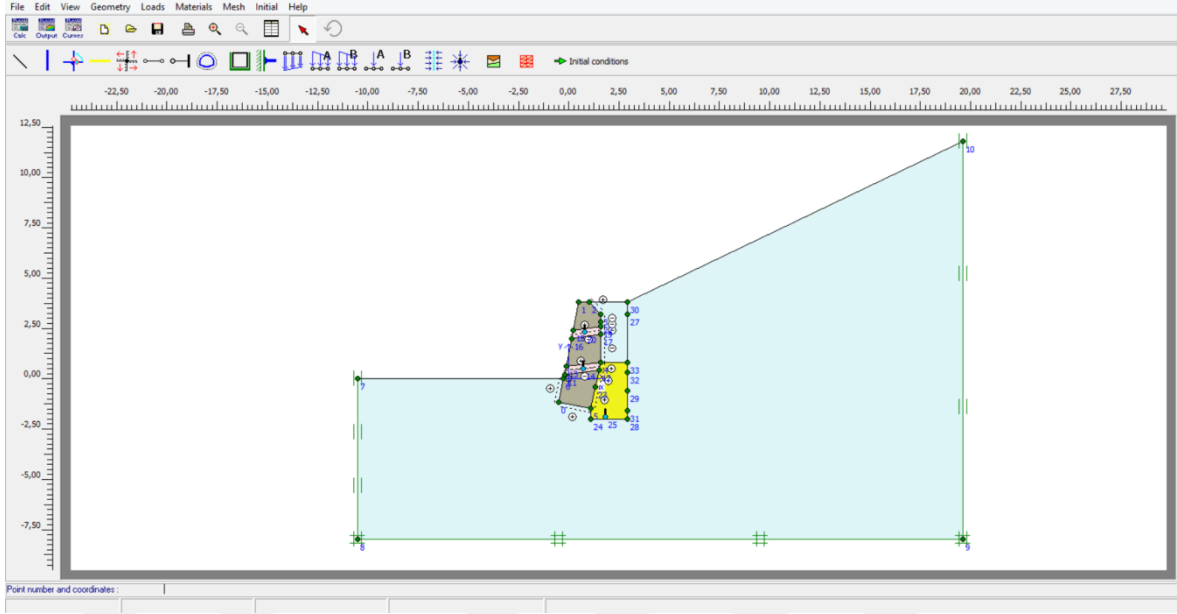
Şekil 99. Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



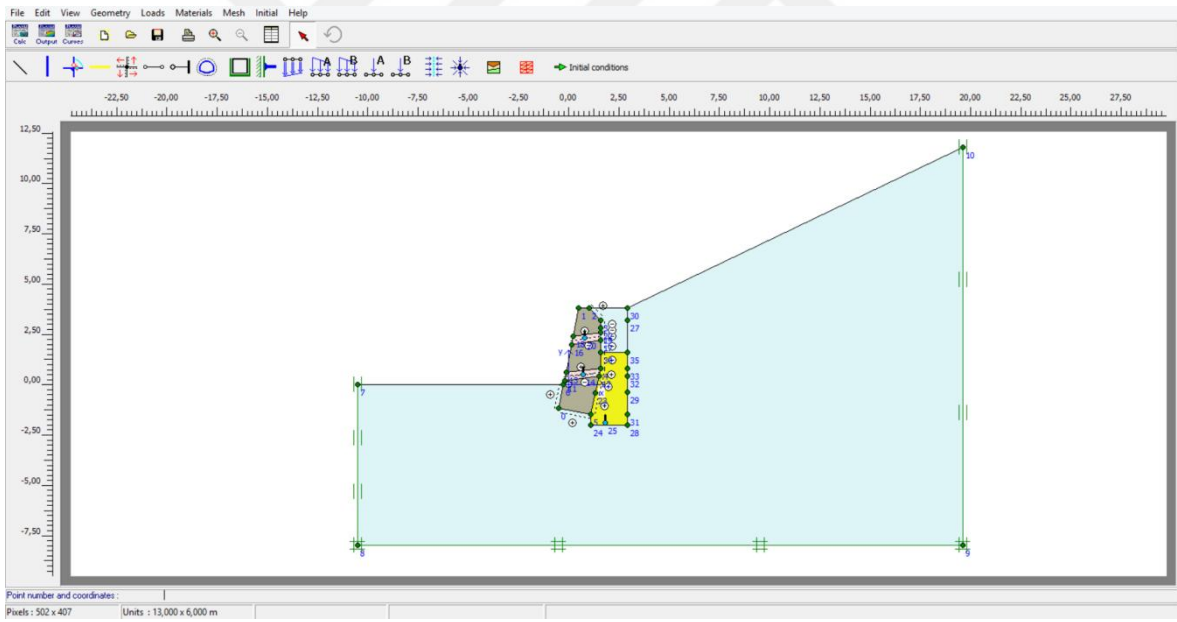
Şekil 100. Çakıl zemin-taş ( $h=420$  cm) ve kum ( $h=160$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



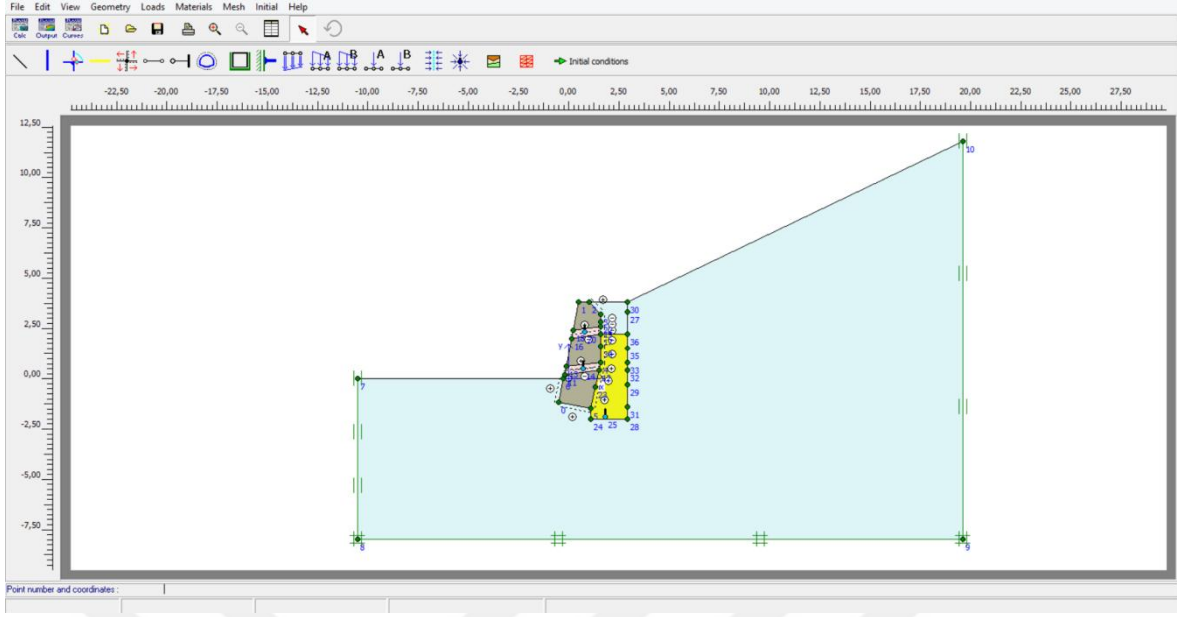
Şekil 101. Çakıl zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



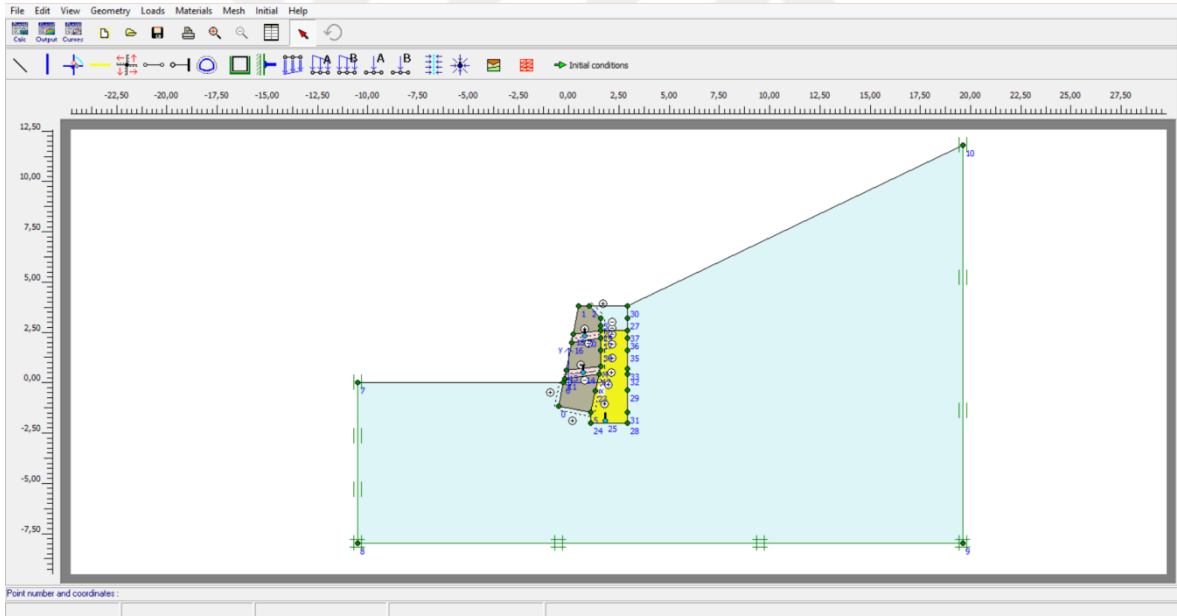
Şekil 102. Çakıl zemin-taş ( $h=300$  cm) ve kum ( $h=280$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



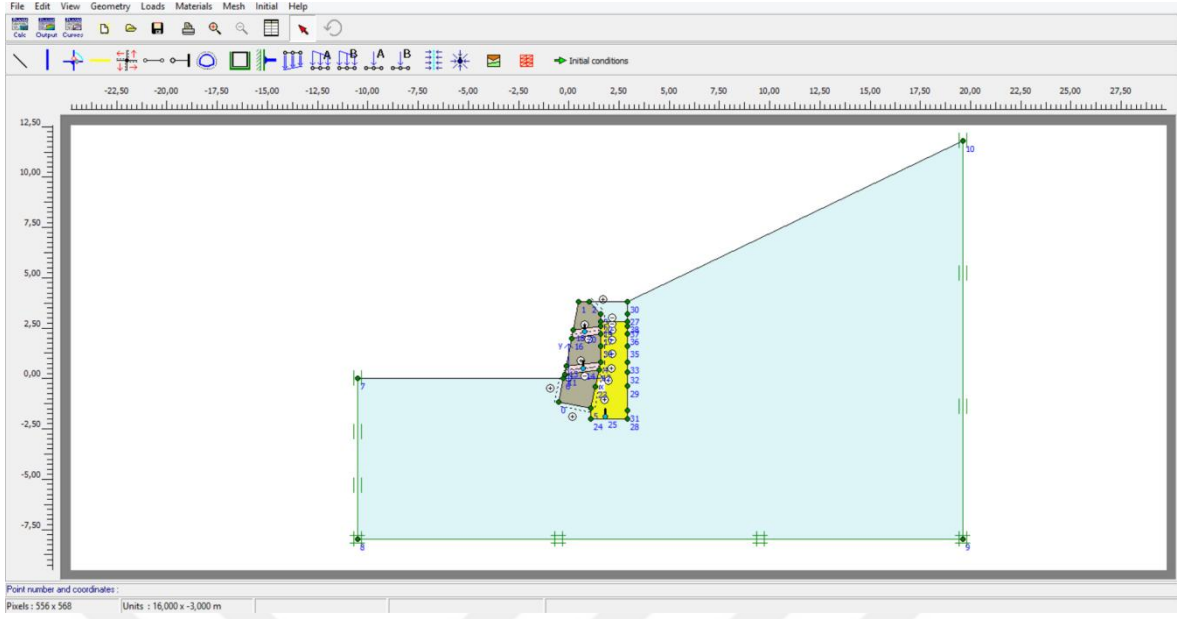
Şekil 103. Çakıl zemin-taş ( $h=220$  cm) ve kum ( $h=360$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



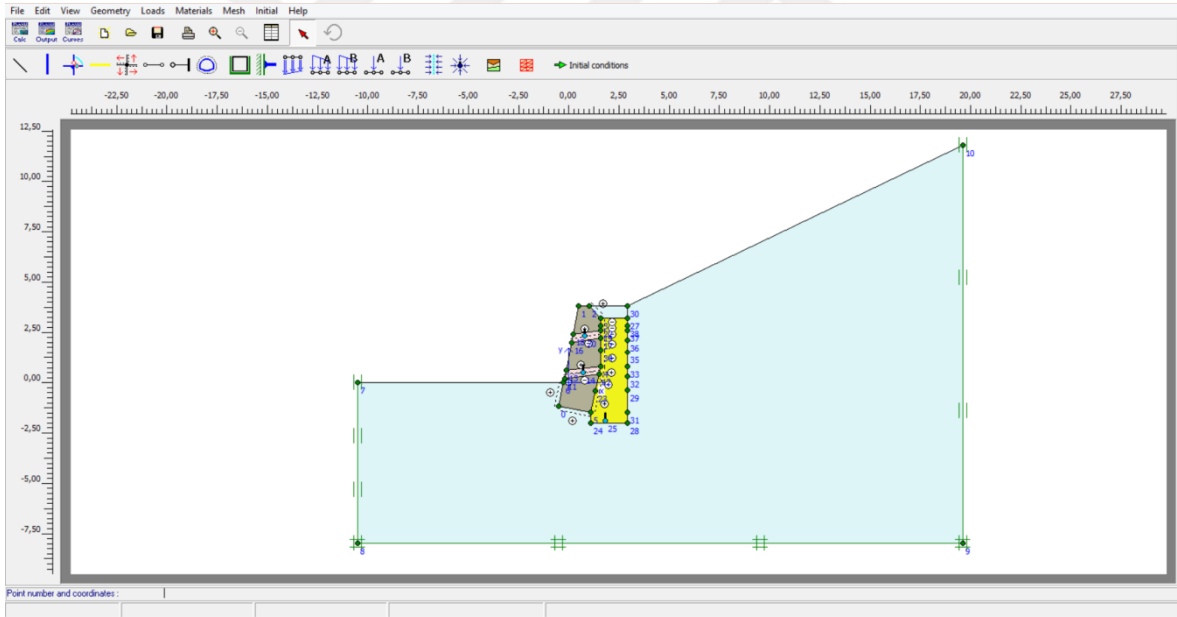
Şekil 104. Çakıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



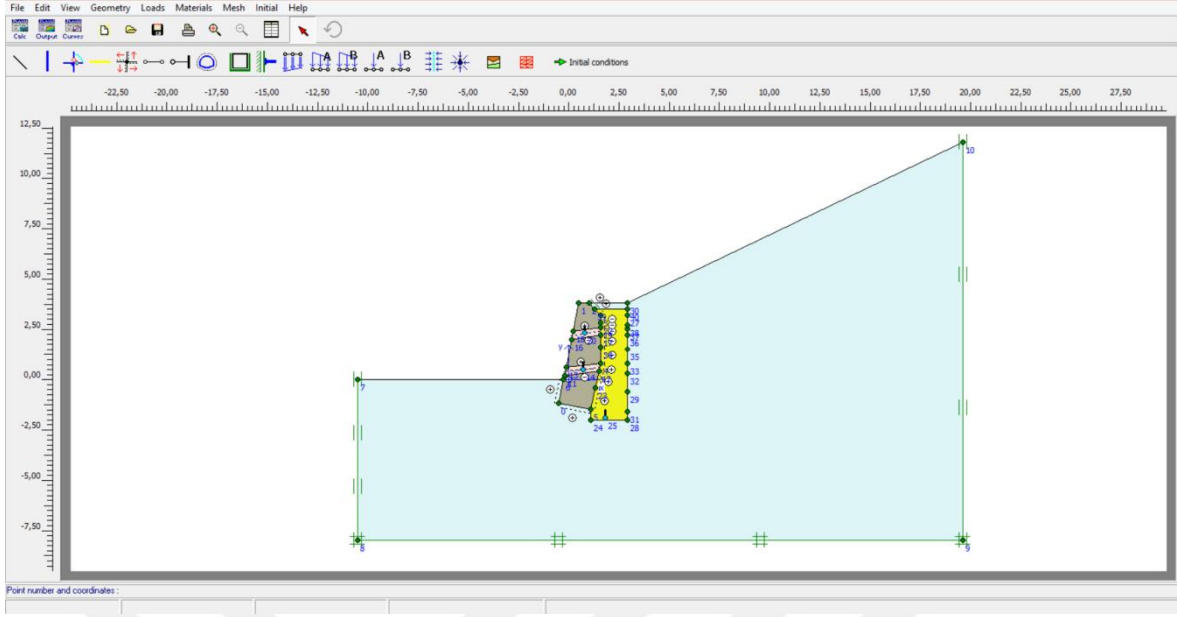
Şekil 105. Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



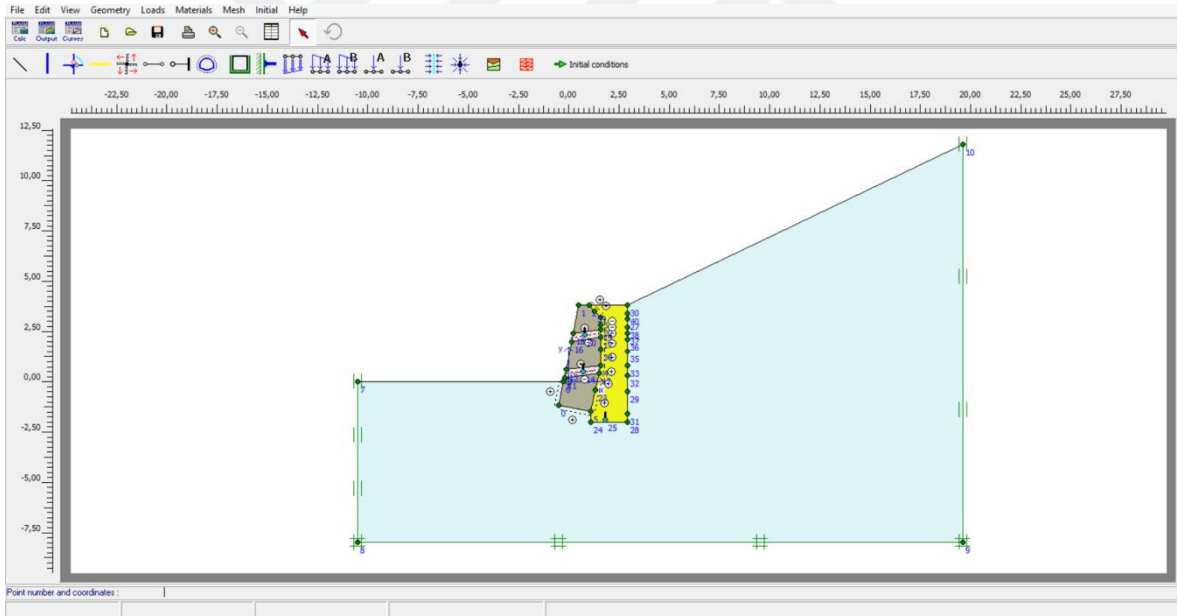
Şekil 106. Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



Şekil 107. Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



Şekil 108. Çakıl zemin-taş ( $h=30$  cm) ve kum ( $h=550$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



Şekil 109. Çakıl zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)

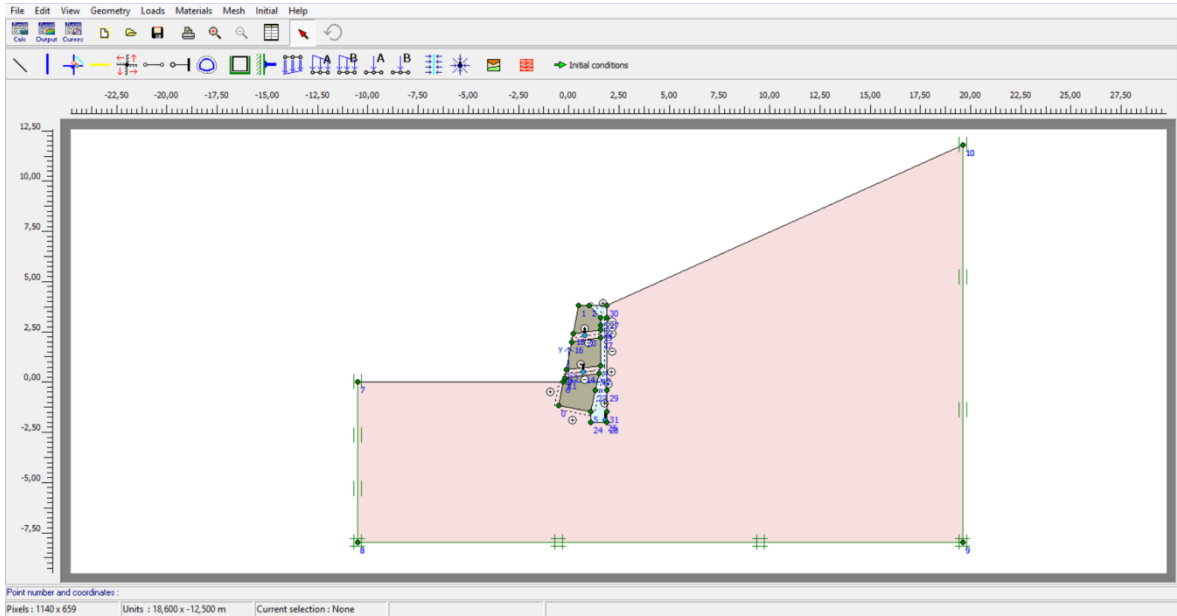
## 2.4. Zeminin Kil Olması Durumunda İstinat Duvarı Dolgusu

İstinat duvarının inşa edildiği zemin kil seçilerek ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayılarak yapılan analizler üç grupta toplanmıştır.

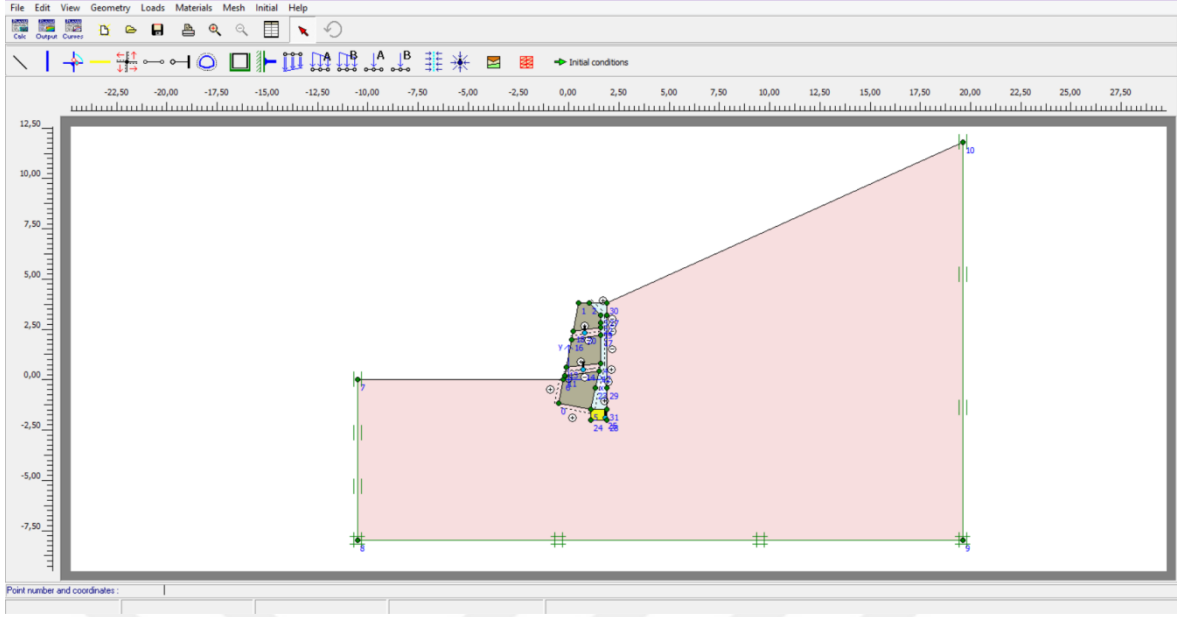
#### 2.4.1. Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 30-90 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

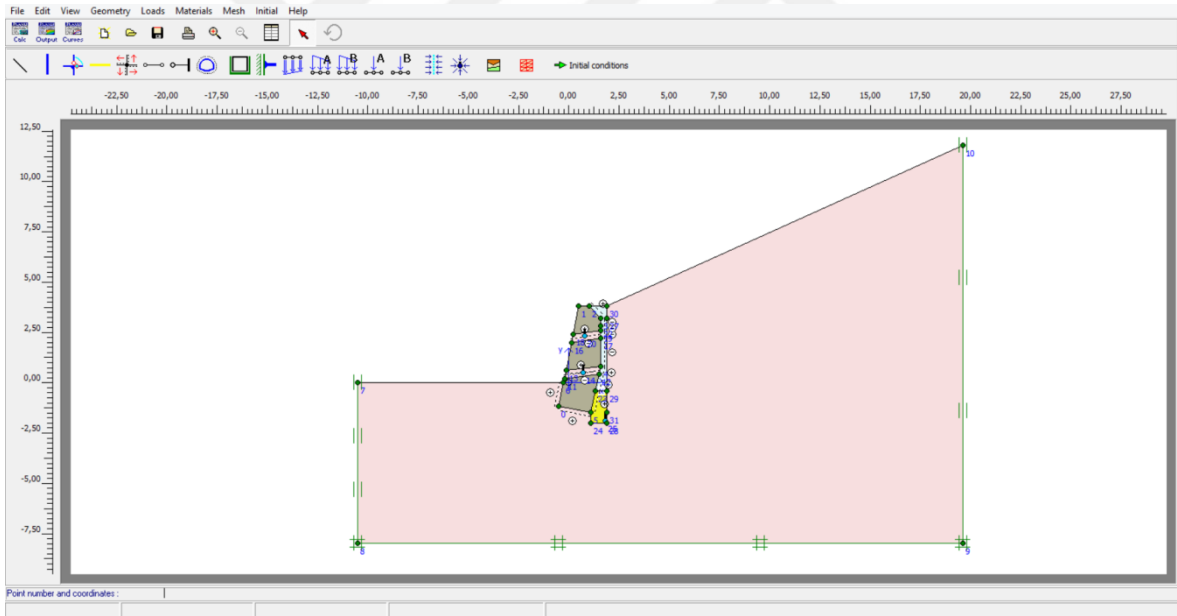
Analizi yapılan kesitler Şekil 110, Şekil 111, Şekil 112, Şekil 113, Şekil 114, Şekil 115, Şekil 116, Şekil 117, Şekil 118, Şekil 119, Şekil 120ve Şekil 121'de gösterilmiştir.



Şekil 110. Kil zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm)

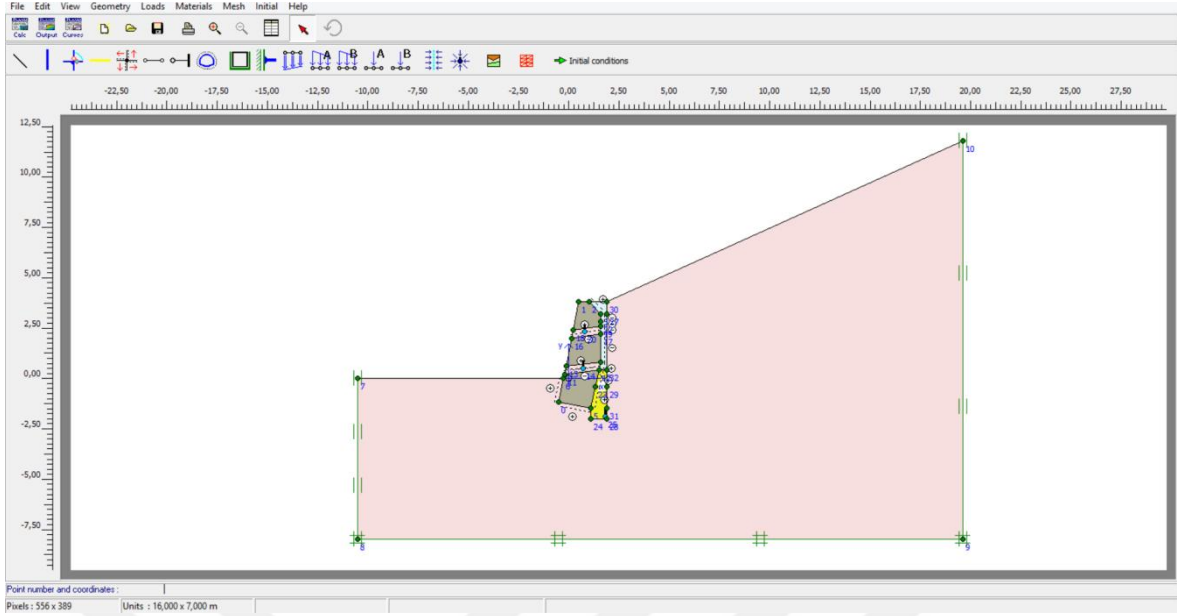


Şekil 111. Kil zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm)

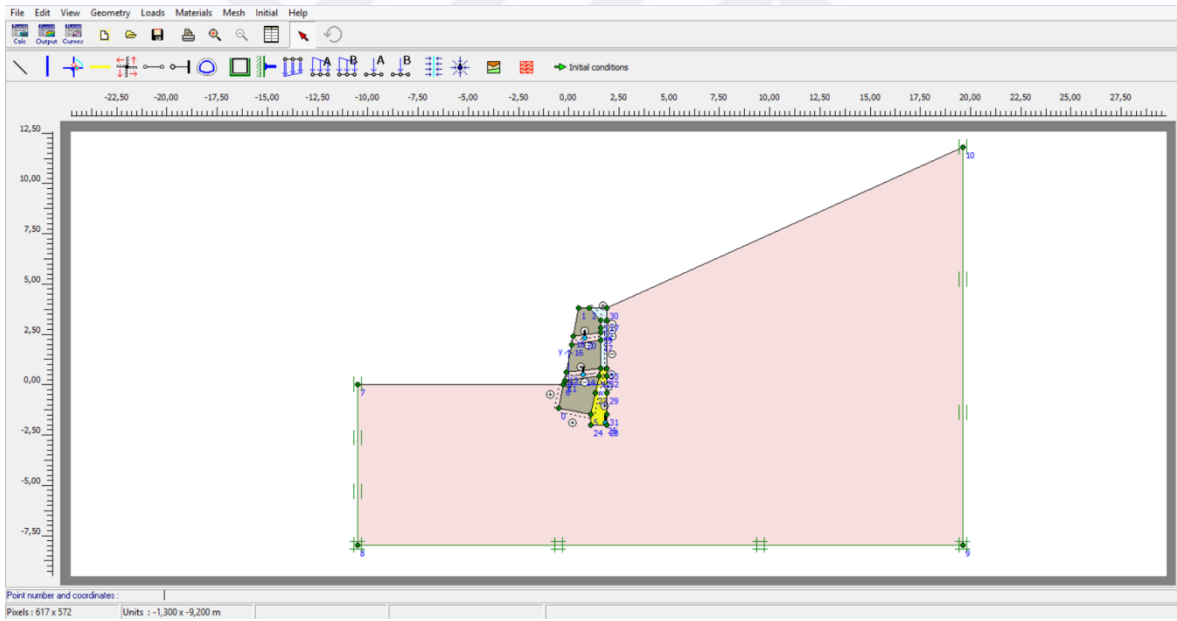


Şekil 112. Kil zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm)

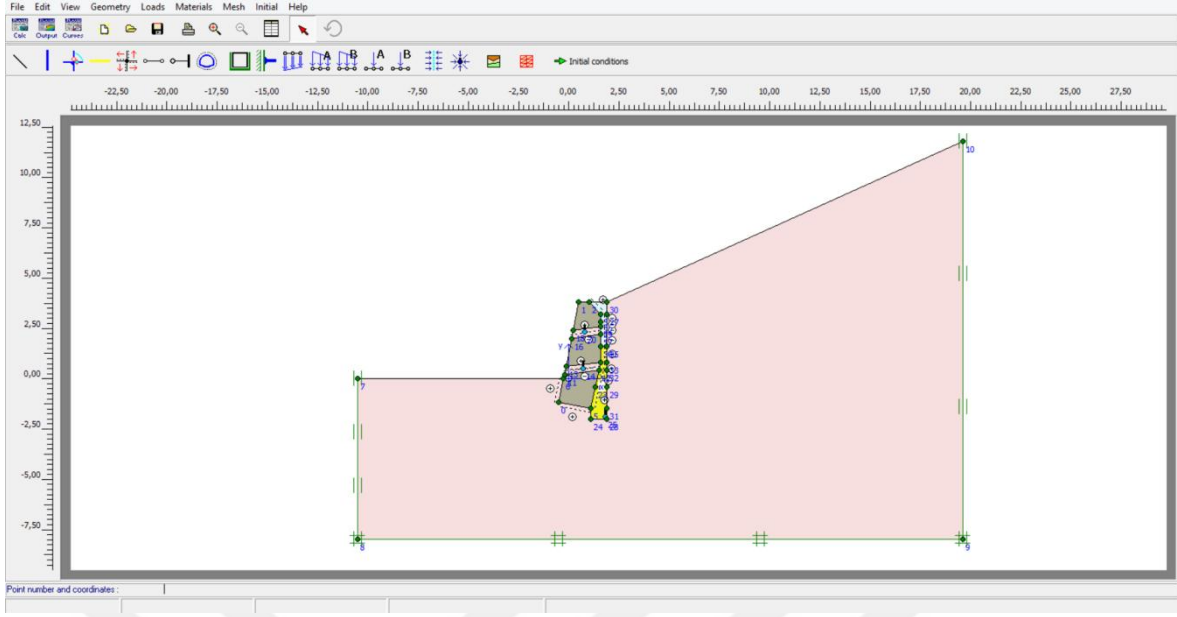




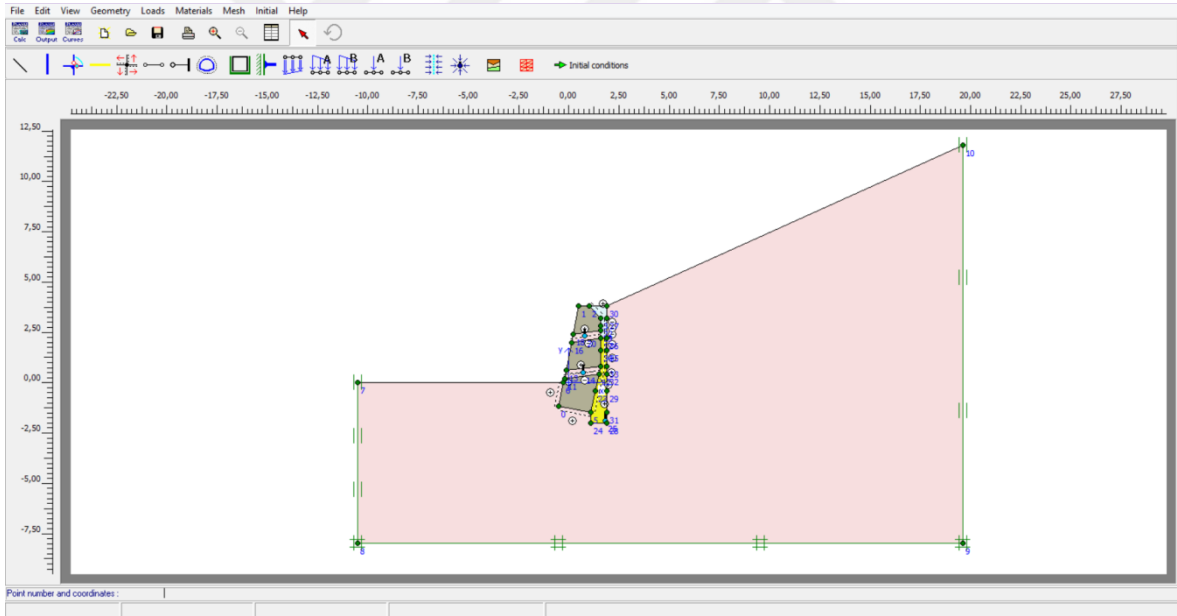
Şekil 113. Kil zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



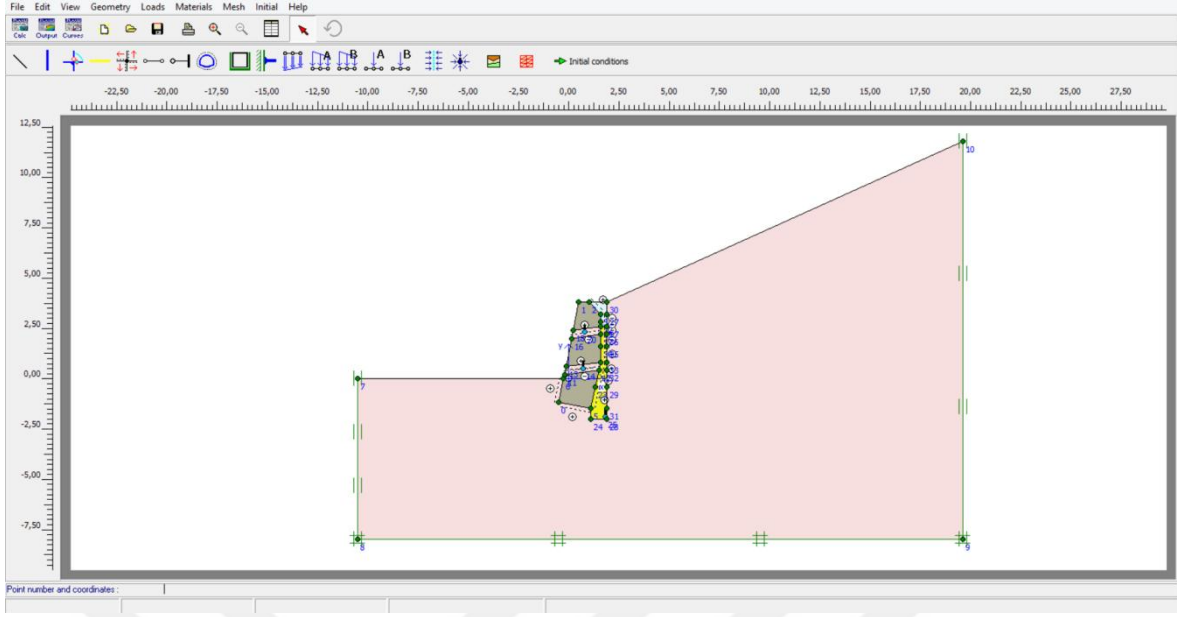
Şekil 114. Kil zemin-taş ( $h=300$  cm) ve kum ( $h=280$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



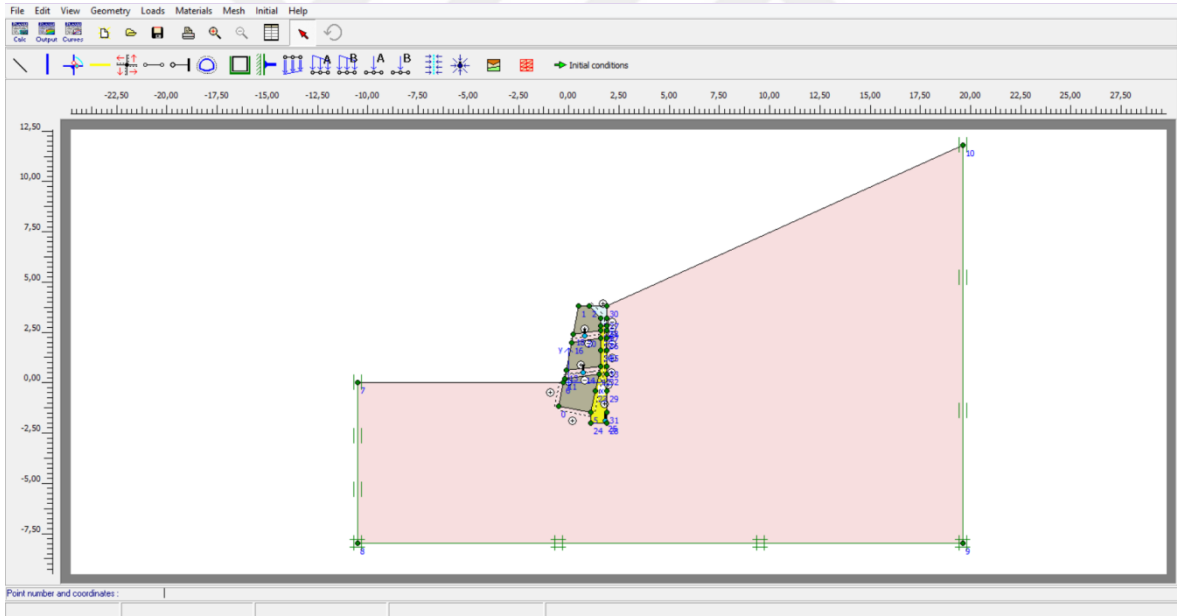
Şekil 115. Kil zemin-taş ( $h=220$  cm) ve kum ( $h=360$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



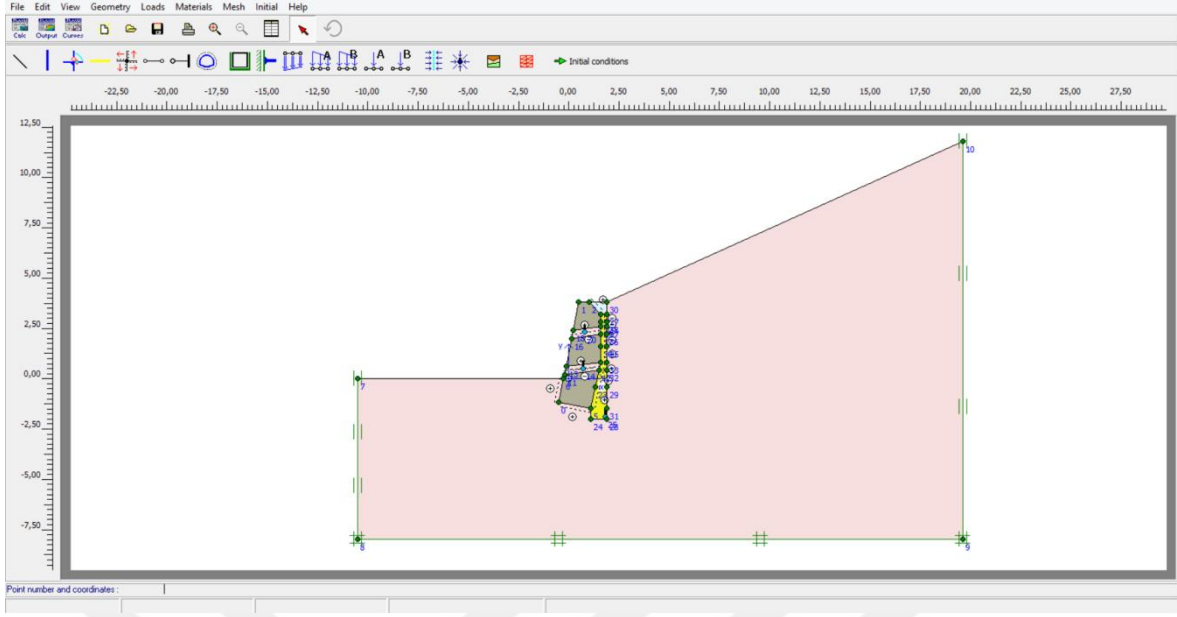
Şekil 116. Kil zemin-taş ( $h=160$  cm) ve kum ( $h=420$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



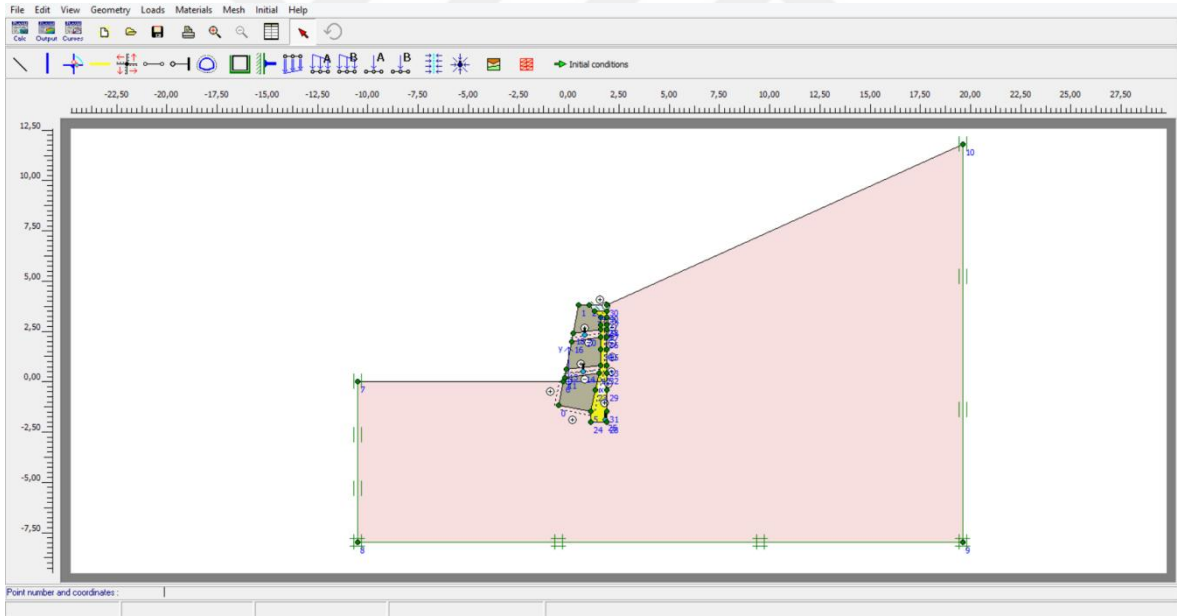
Şekil 117. Kil zemin-taş ( $h=120$  cm) ve kum ( $h=460$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



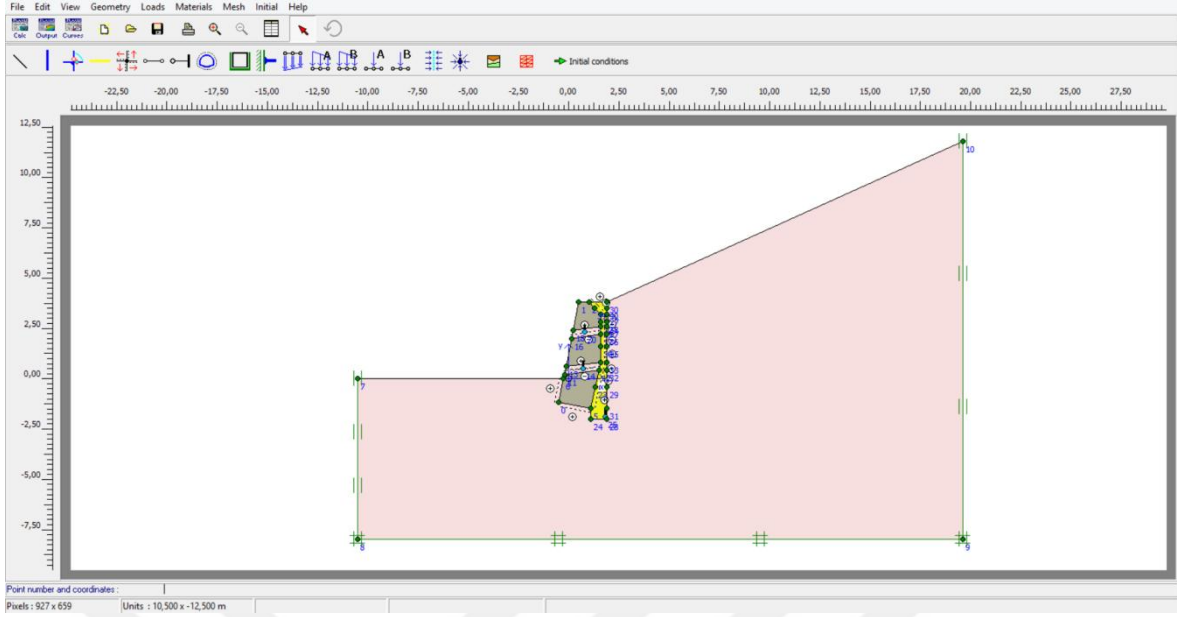
Şekil 118. Kil zemin-taş ( $h=100$  cm) ve kum ( $h=480$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



Şekil 119. Kil zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



Şekil 120. Kil zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm)

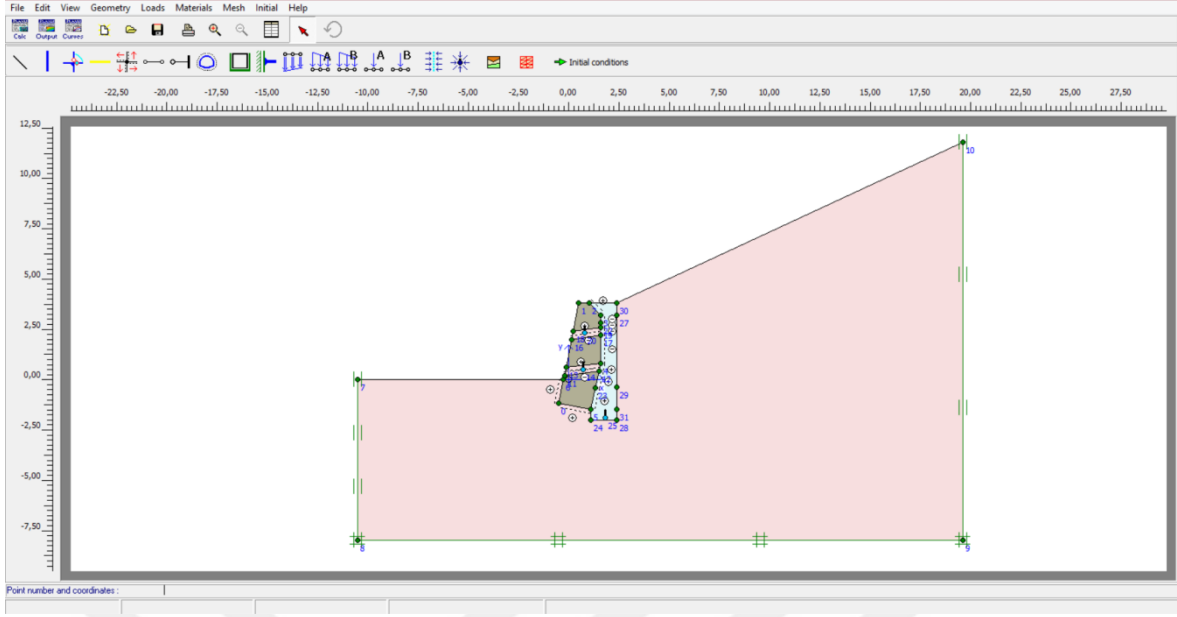


Şekil 121. Kil zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)

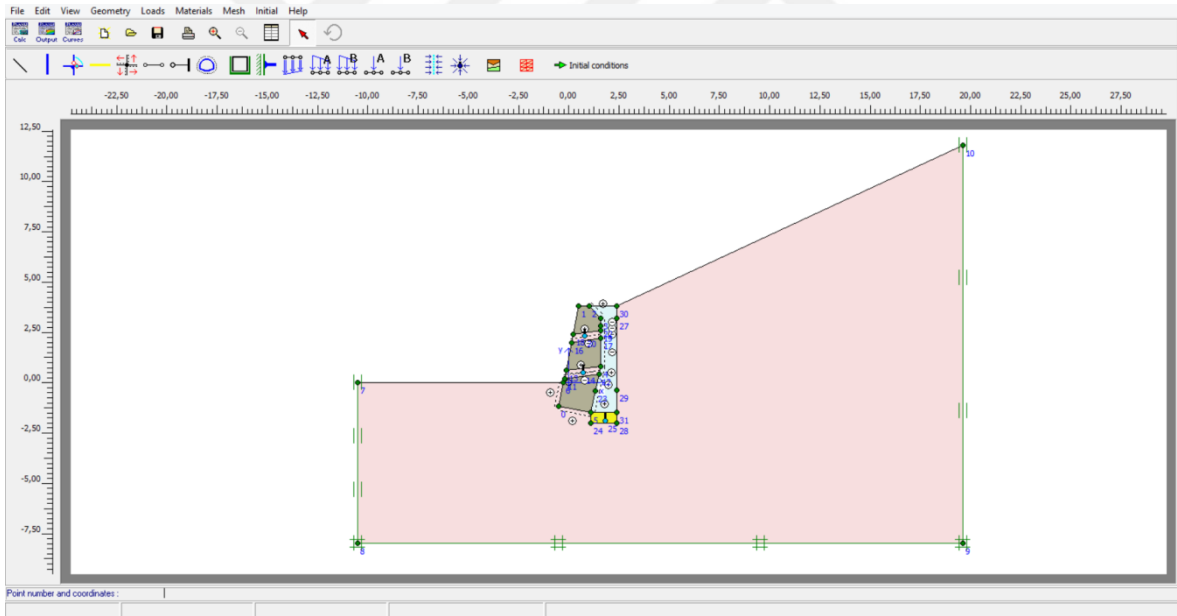
#### 2.4.2. Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 80-140 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

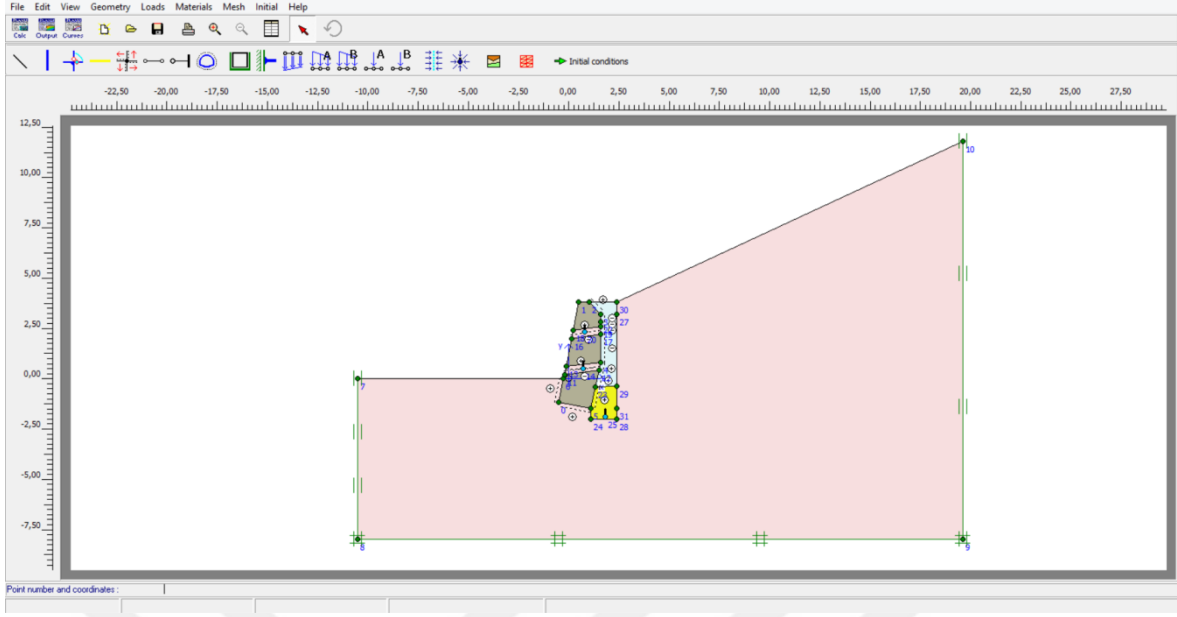
Analizi yapılan kesitler Şekil 122, Şekil 123, Şekil 124, Şekil 125, Şekil 126, Şekil 127, Şekil 128, Şekil 129, Şekil 130, Şekil 131, Şekil 132 ve Şekil 133'te gösterilmiştir.



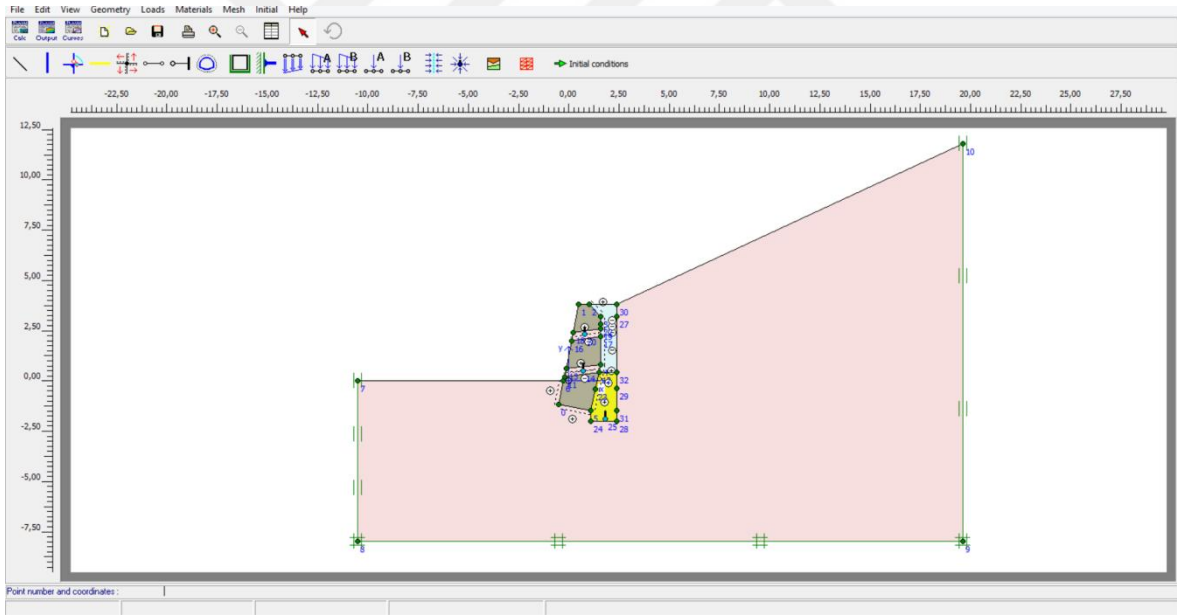
Şekil 122. Kil zemin-taş ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



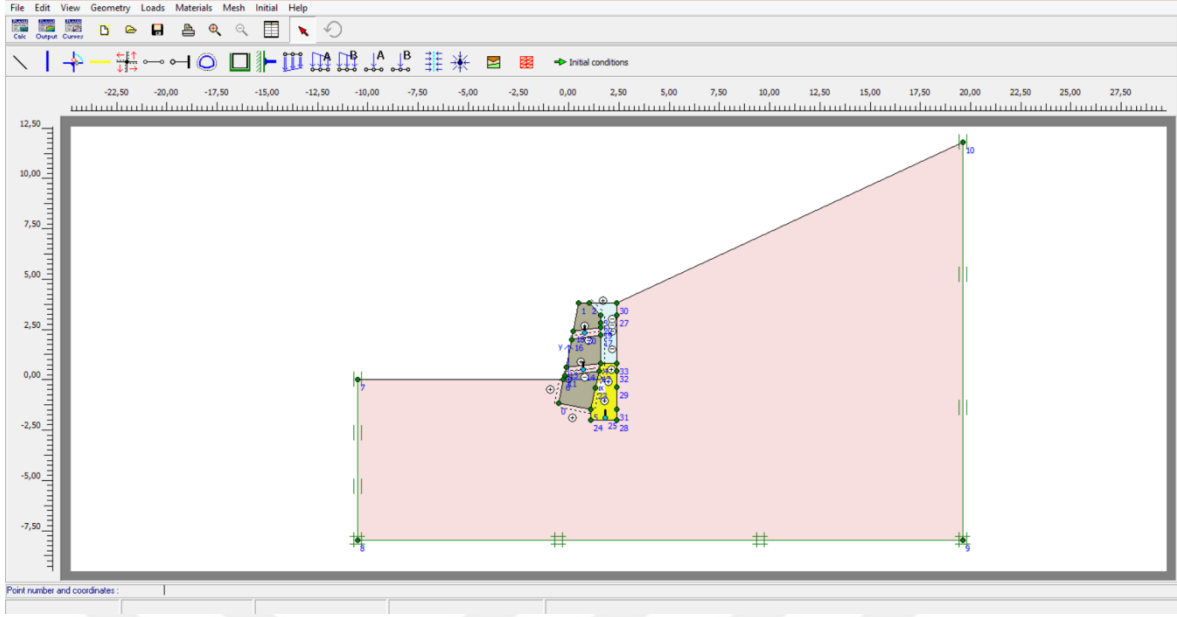
Şekil 123. Kil zemin-taş ( $h=530$  cm) ve kum ( $h=50$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



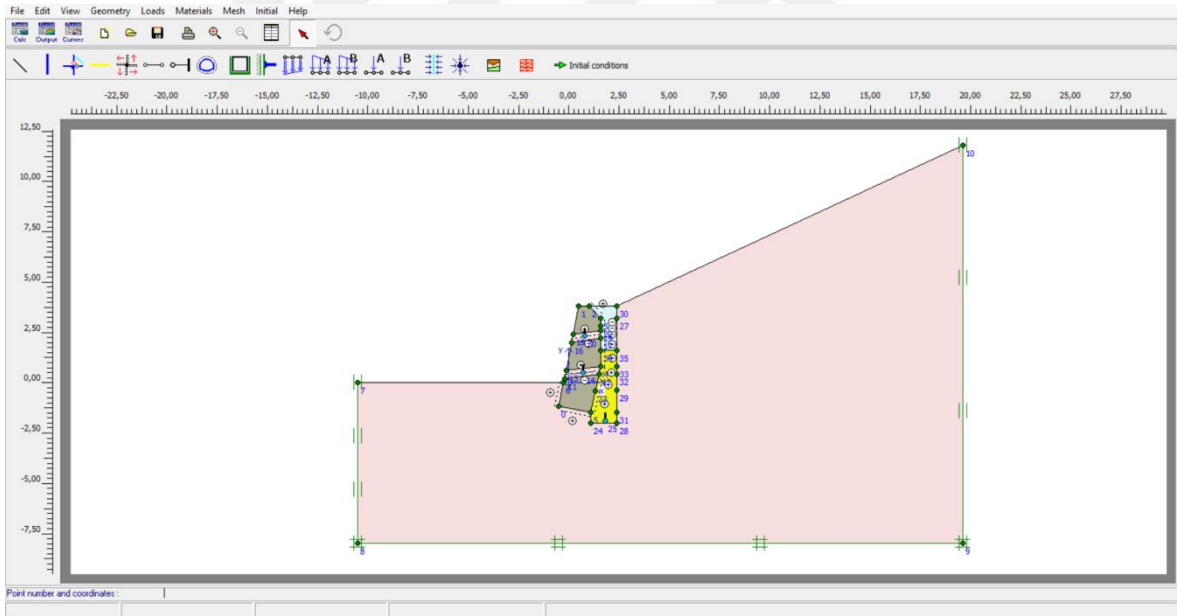
Şekil 124. Kil zemin-taş ( $h=420$  cm) ve kum ( $h=160$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



Şekil 125. Kil zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)

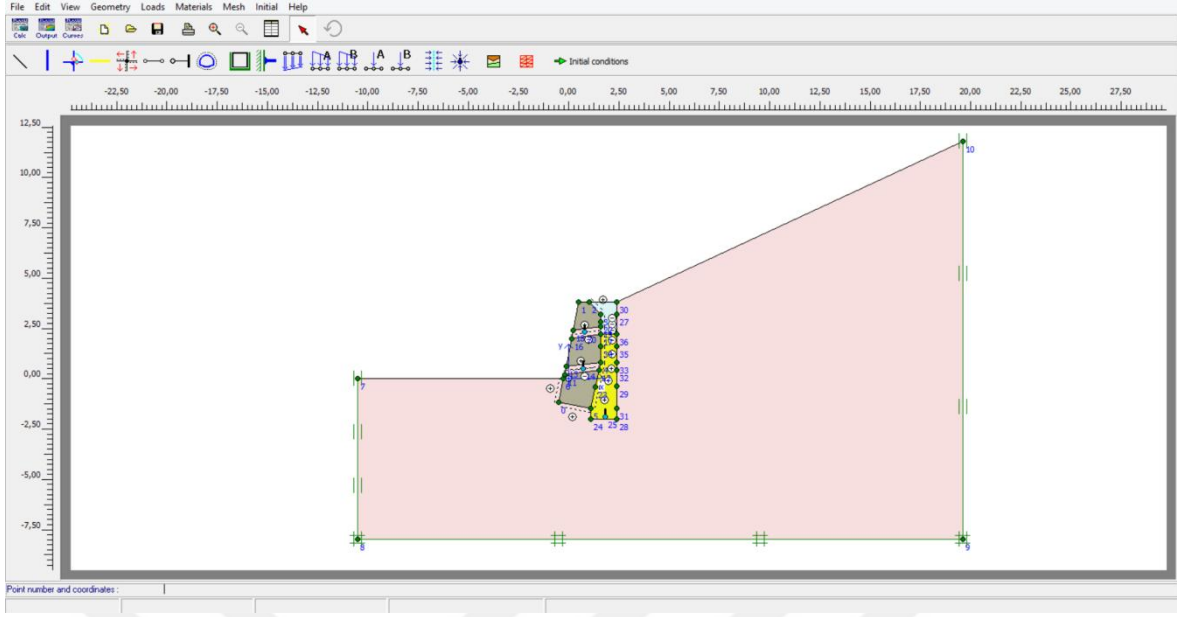


Şekil 126. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm)

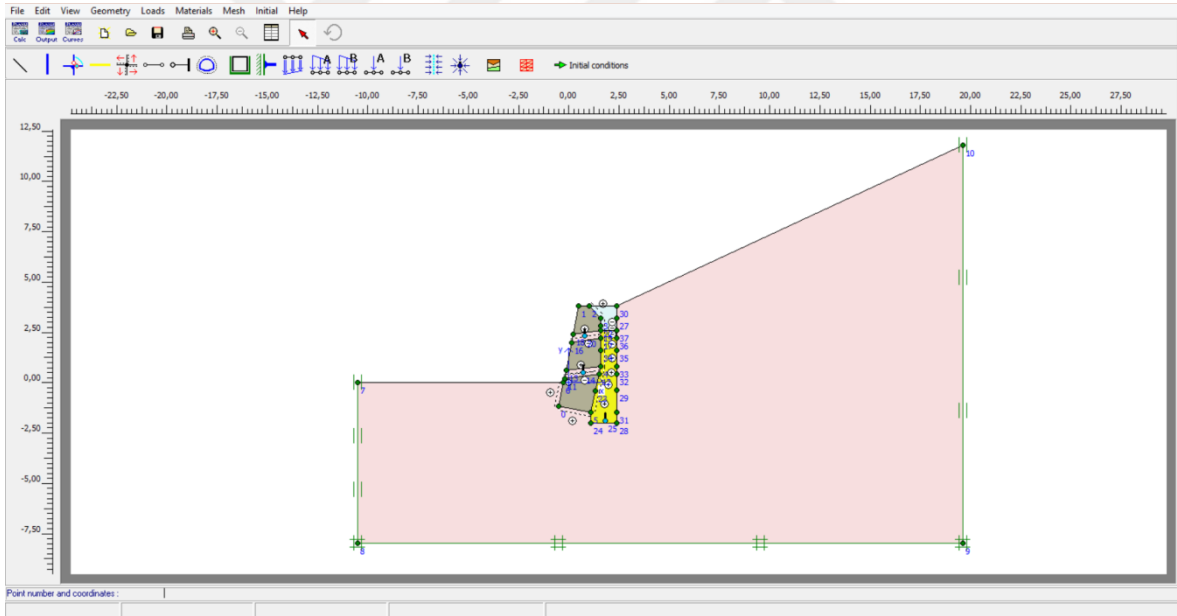


Şekil 127. Kil zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm)

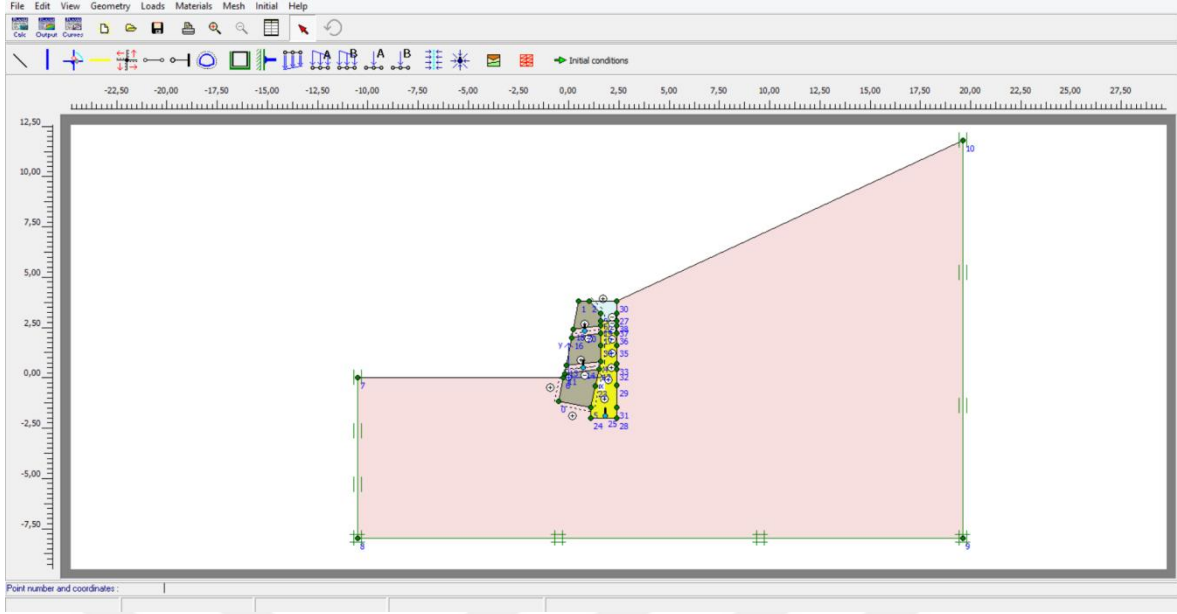




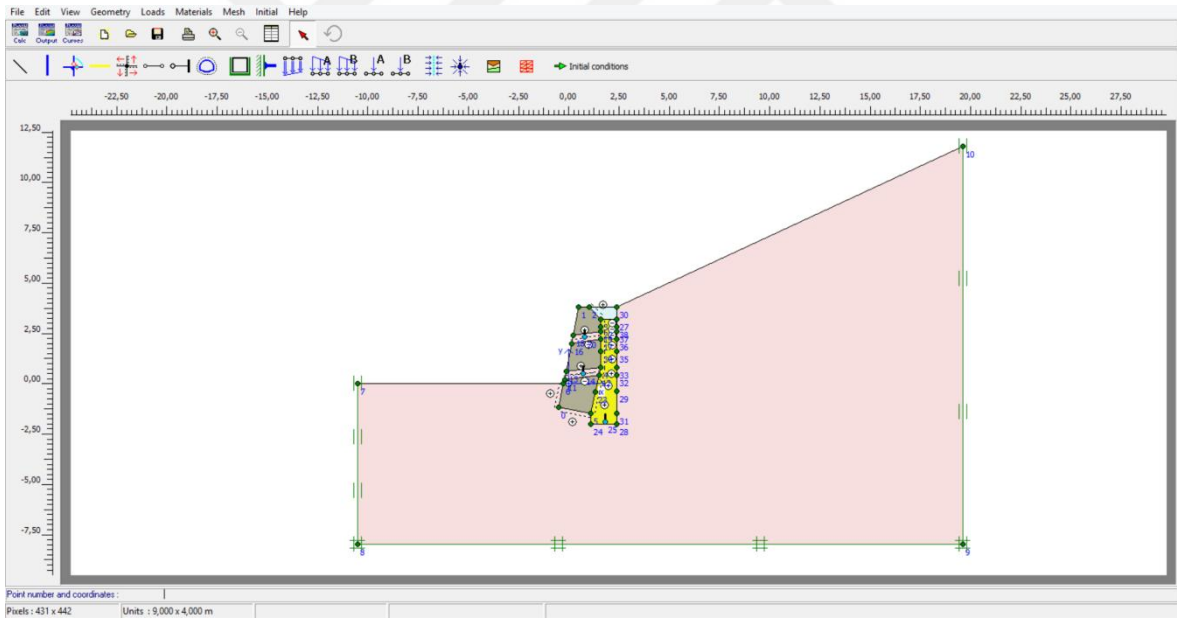
Şekil 128. Kil zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



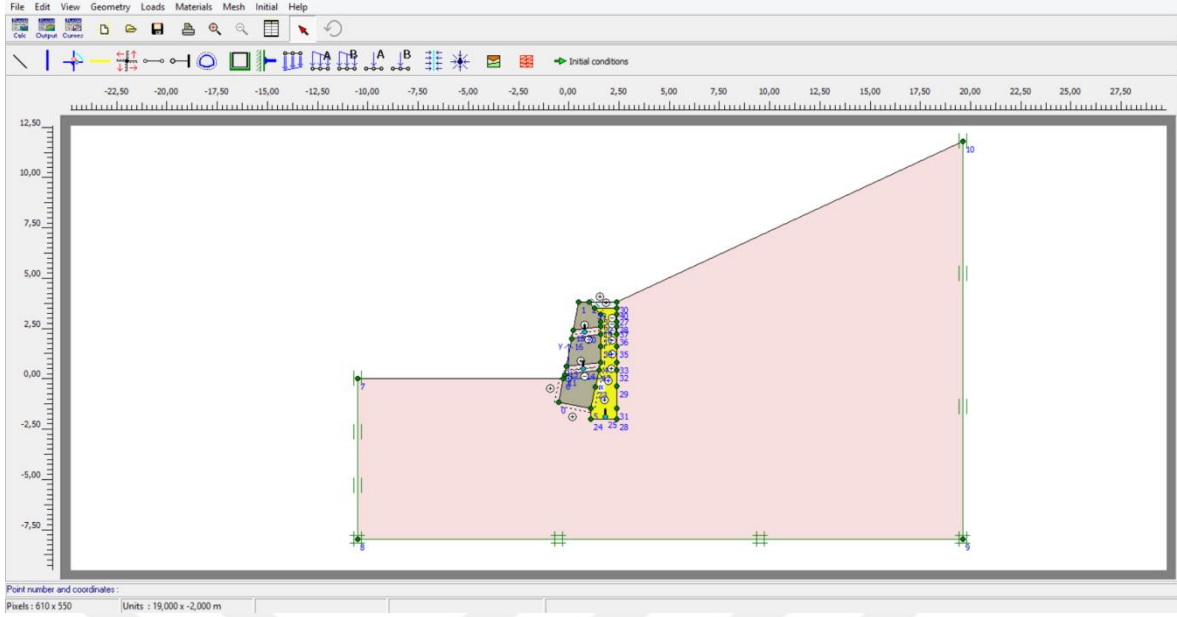
Şekil 129. Kil zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



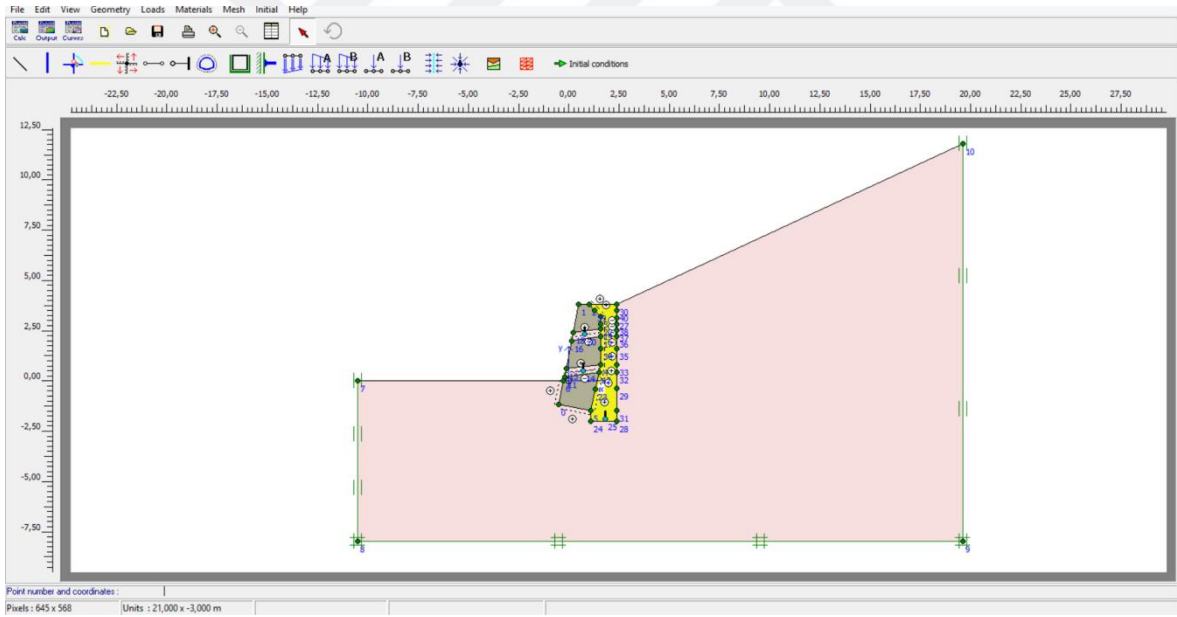
Şekil 130. Kil zemin-taş ( $h=100$  cm) ve kum ( $h=480$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



Şekil 131. Kil zemin-taş ( $h=60$  cm) ve kum ( $h=520$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



Şekil 132. Kil zemin-taş ( $h=30$  cm) ve kum ( $h=550$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)

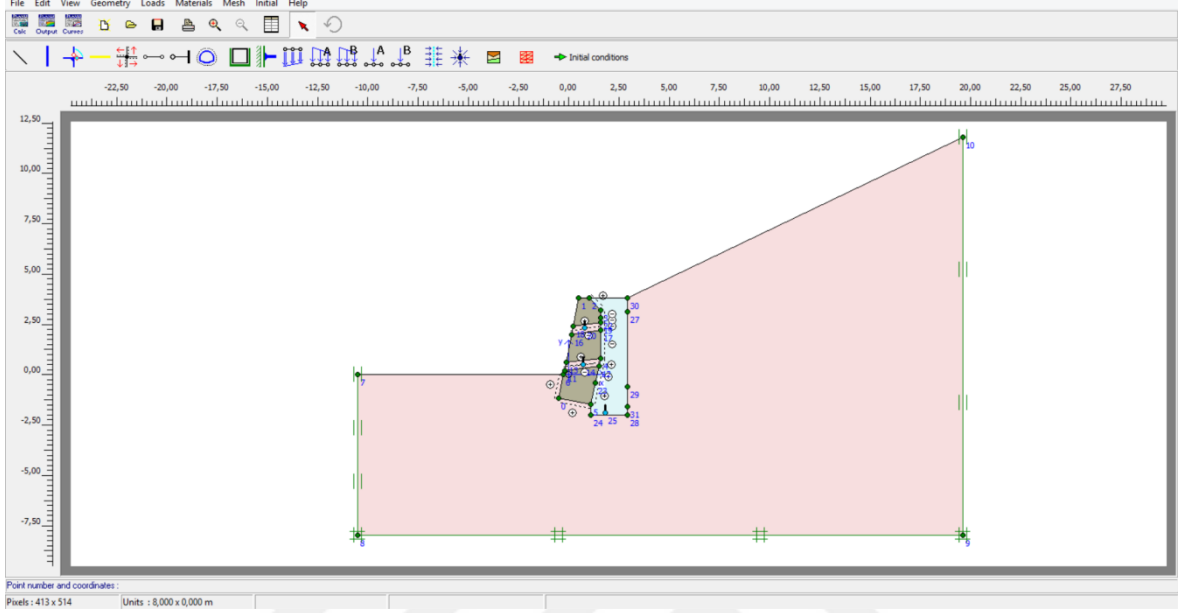


Şekil 133. Kil zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)

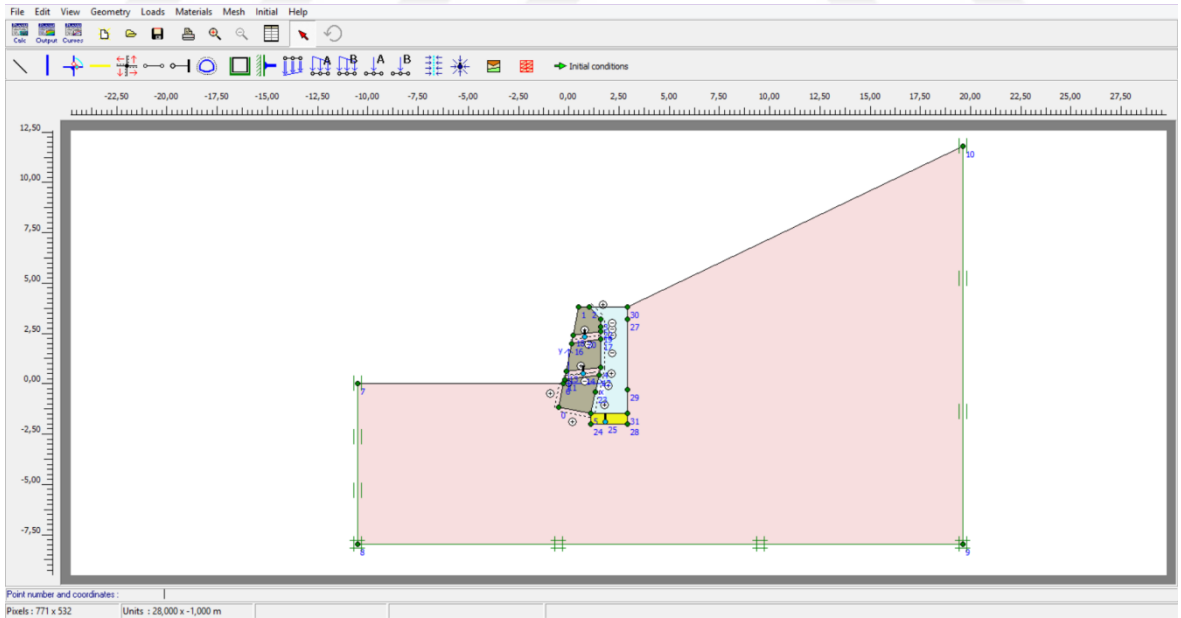
#### 2.4.3. Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 130-190 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

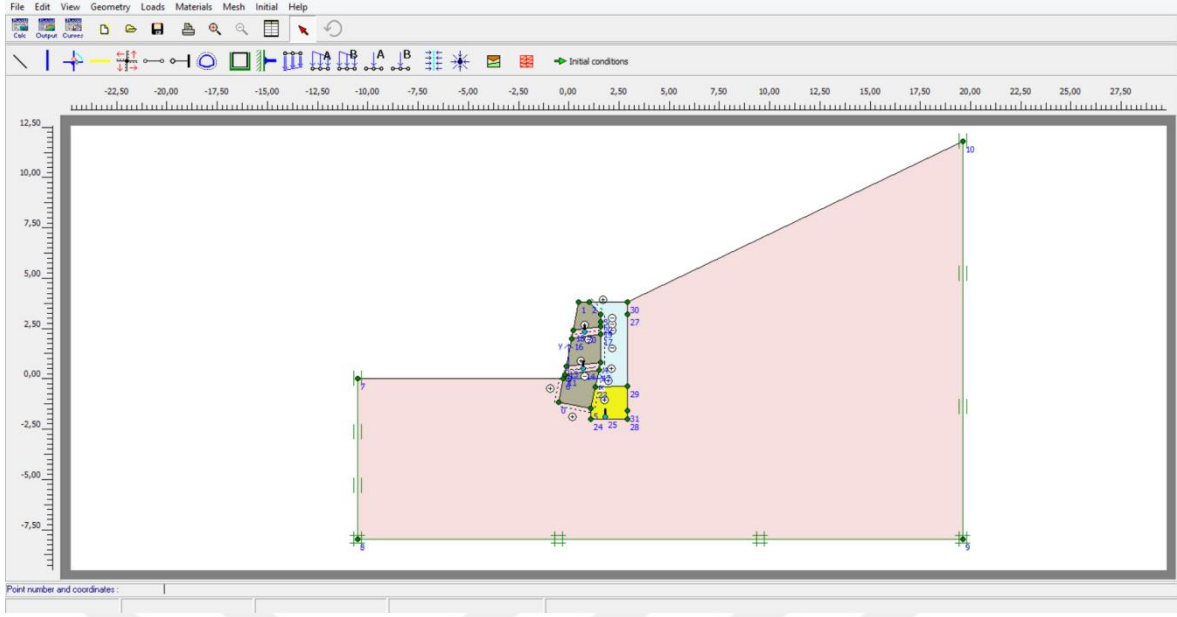
Analizi yapılan kesitler Şekil 134, Şekil 135, Şekil 136, Şekil 137, Şekil 138, Şekil 139, Şekil 140, Şekil 141, Şekil 142, Şekil 143, Şekil 144 ve Şekil 145'te gösterilmiştir.



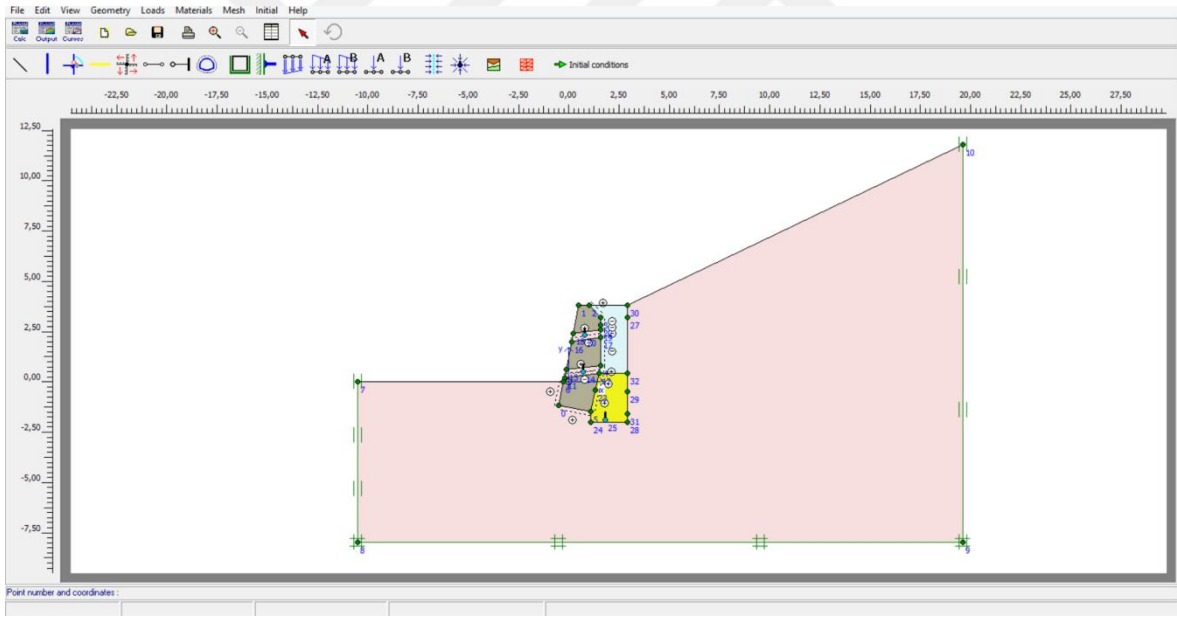
Şekil 134. Kil zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



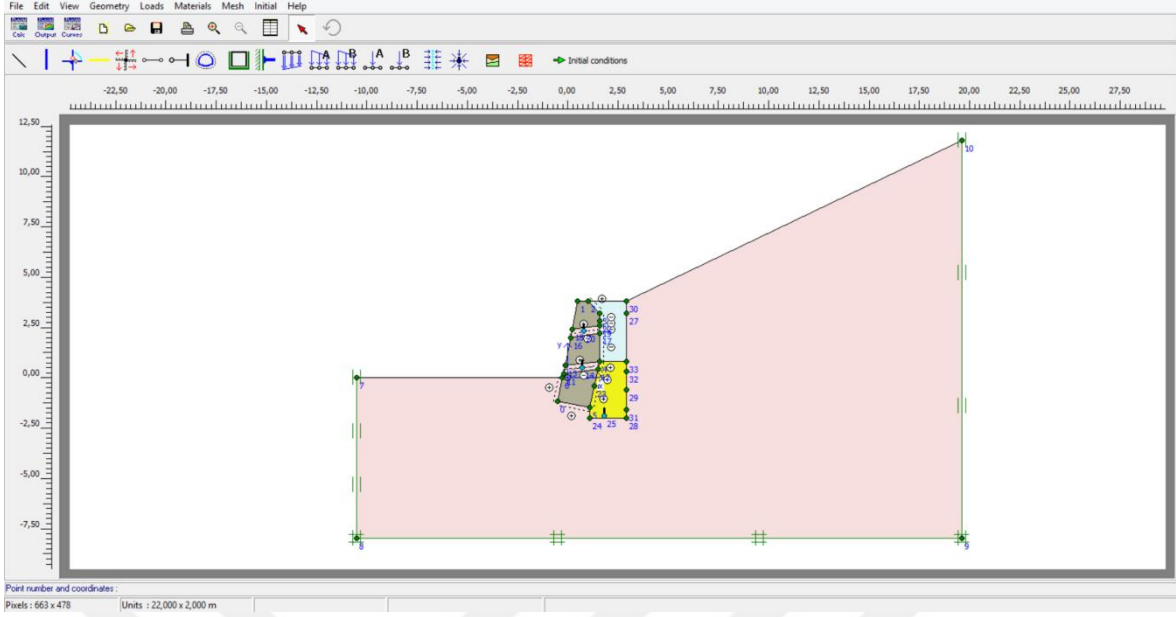
Şekil 135. Kil zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



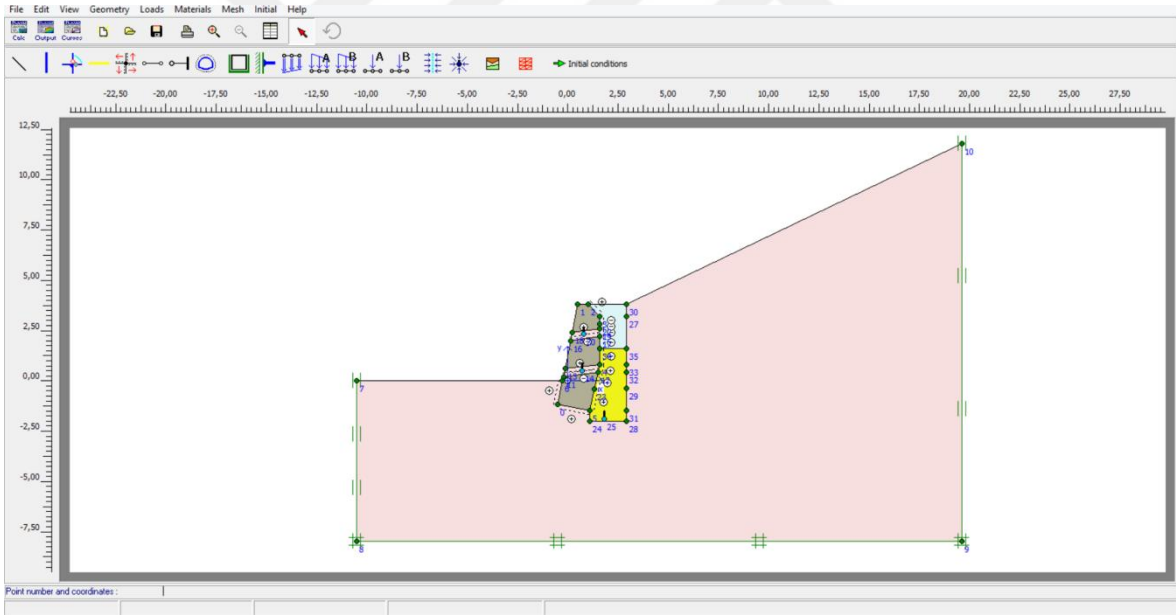
Şekil 136. Kil zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



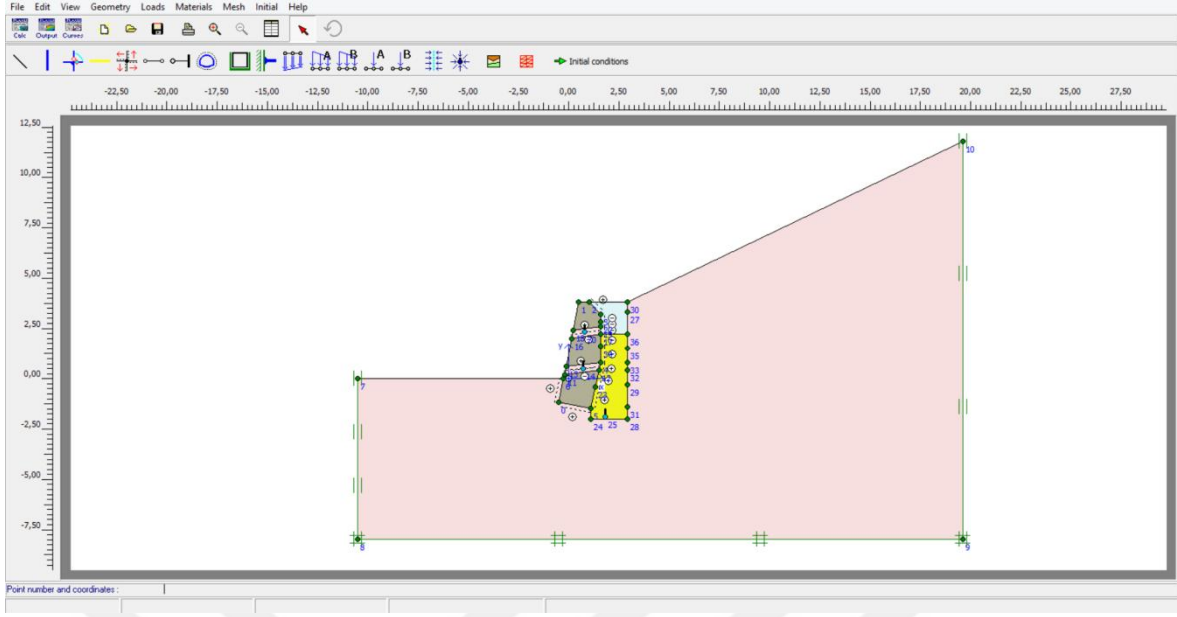
Şekil 137. Kil zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



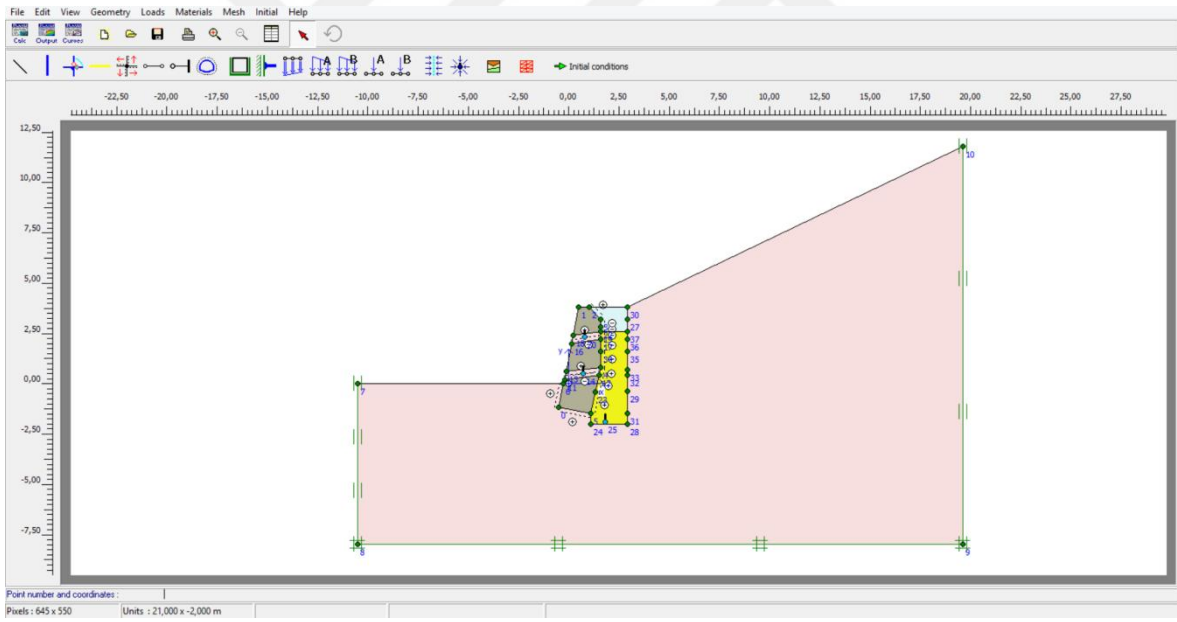
Şekil 138. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



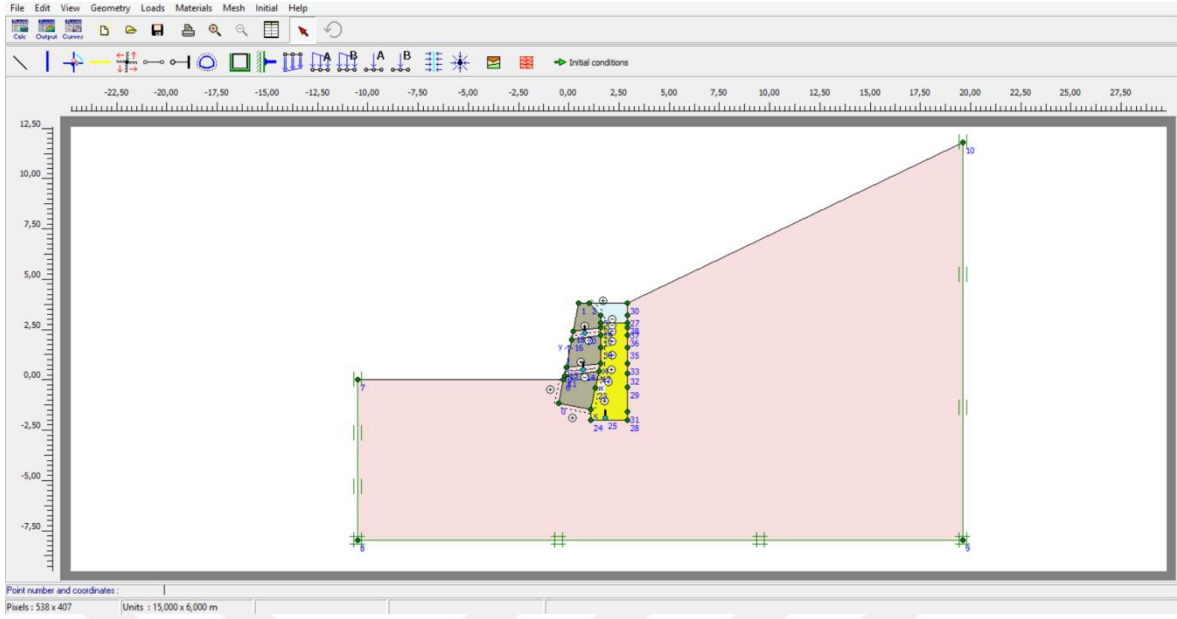
Şekil 139. Kil zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



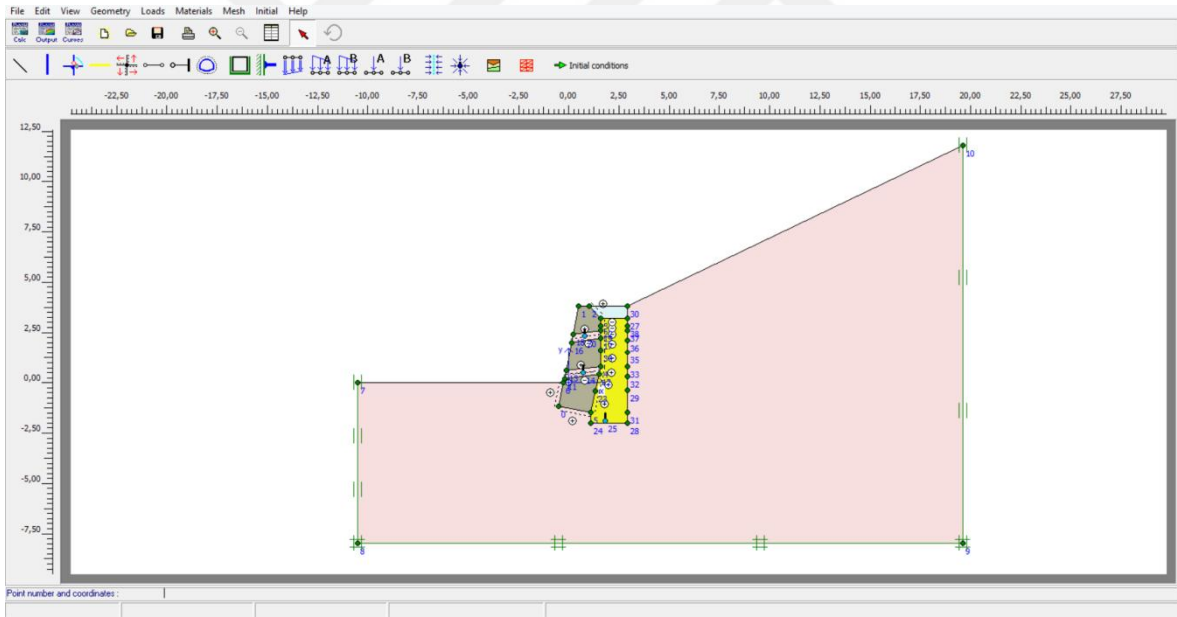
Şekil 140. Kil zemin-taş ( $h=160$  cm) ve kum ( $h=420$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



Şekil 141. Kil zemin-taş ( $h=120$  cm) ve kum ( $h=460$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



Şekil 142. Kil zemin-taş ( $h=100$  cm) ve kum ( $h=480$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



Şekil 143. Kil zemin-taş ( $h=60$  cm) ve kum ( $h=520$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)

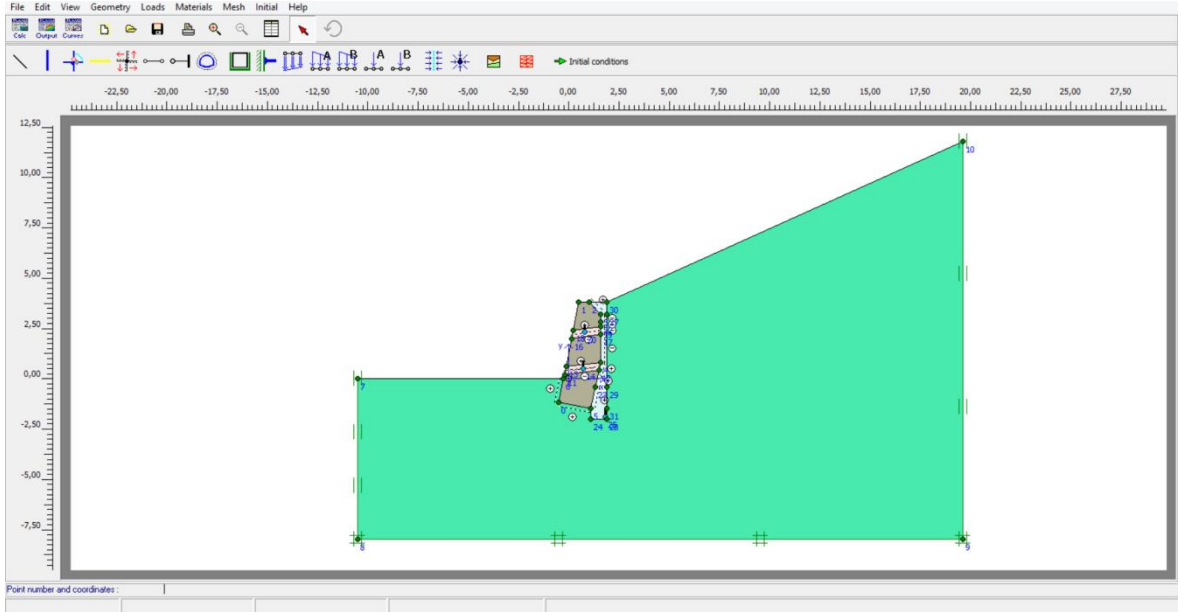


İstinat duvarının inşa edildiği zemin silt seçilerek ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayılarak yapılan analizler üç grupta toplanmıştır.

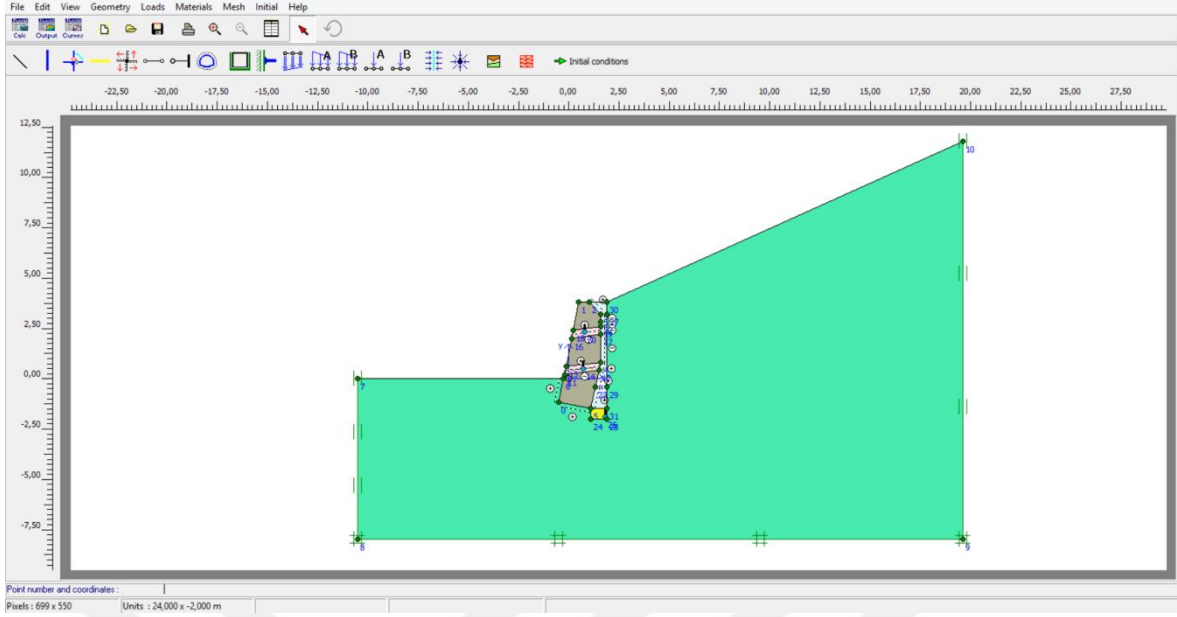
### 2.5.1. Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 30-90 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

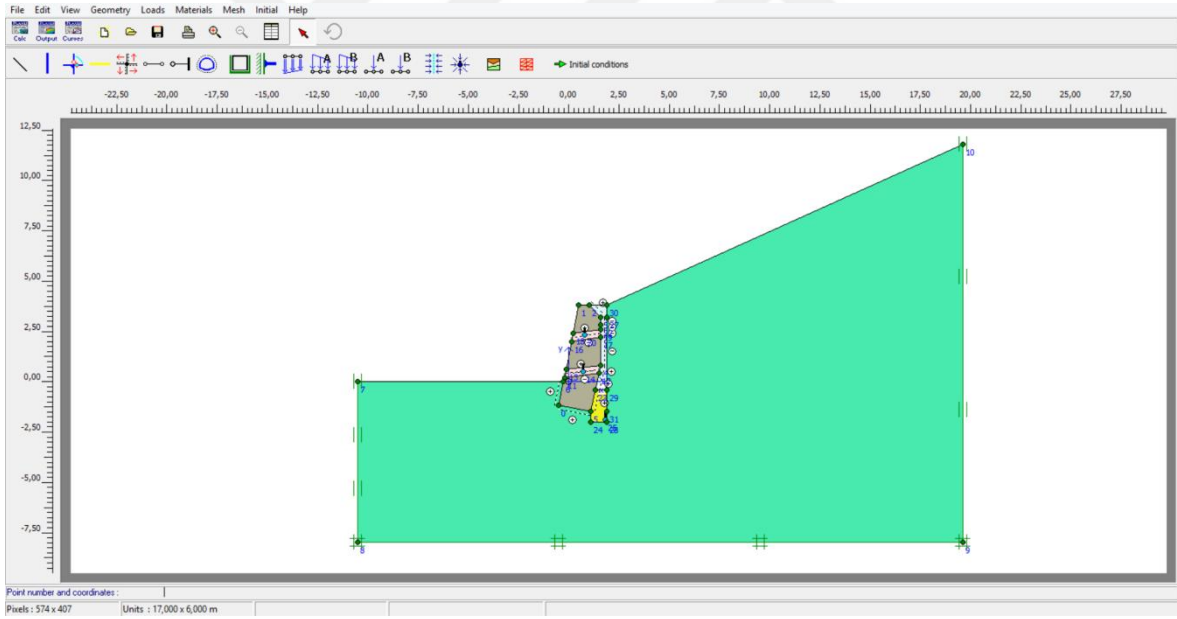
Analizi yapılan kesitler Şekil 146, Şekil 147, Şekil 148, Şekil 149, Şekil 150, Şekil 151, Şekil 152, Şekil 153, Şekil 154, Şekil 155, Şekil 156 ve Şekil 157'de gösterilmiştir.



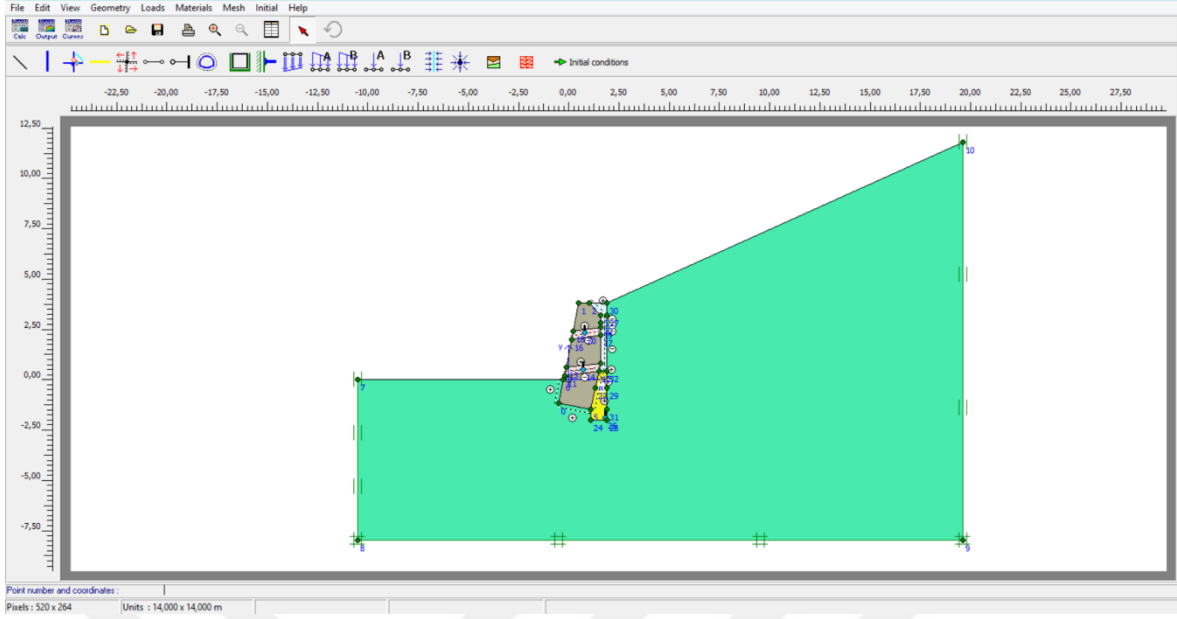
Şekil 146. Silt zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



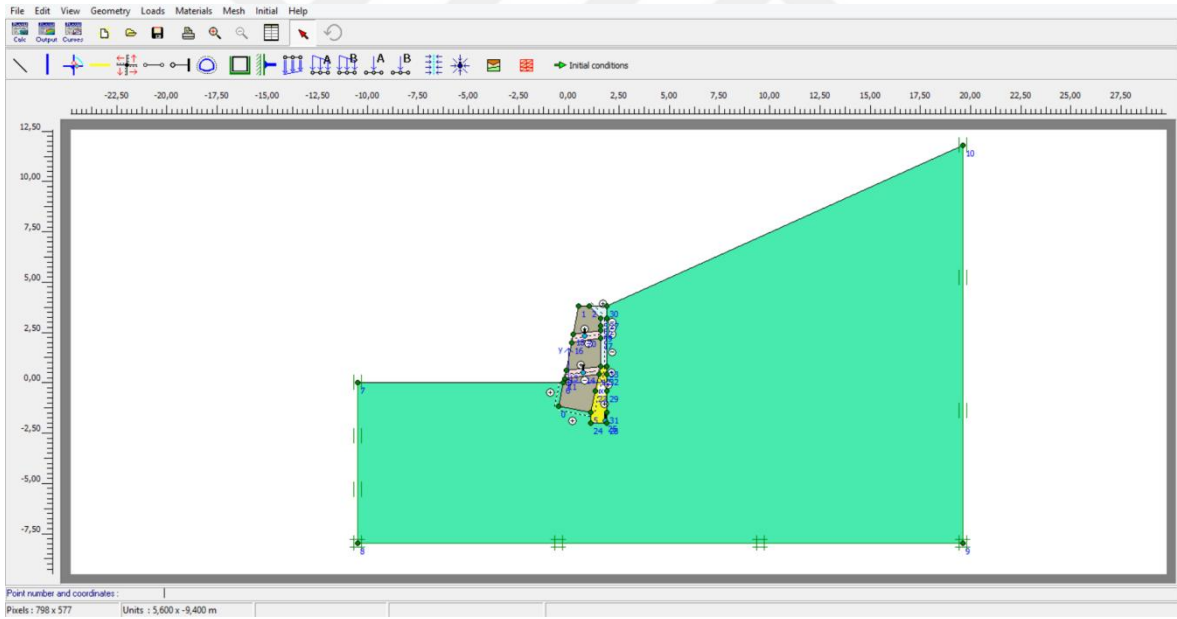
Şekil 147. Silt zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



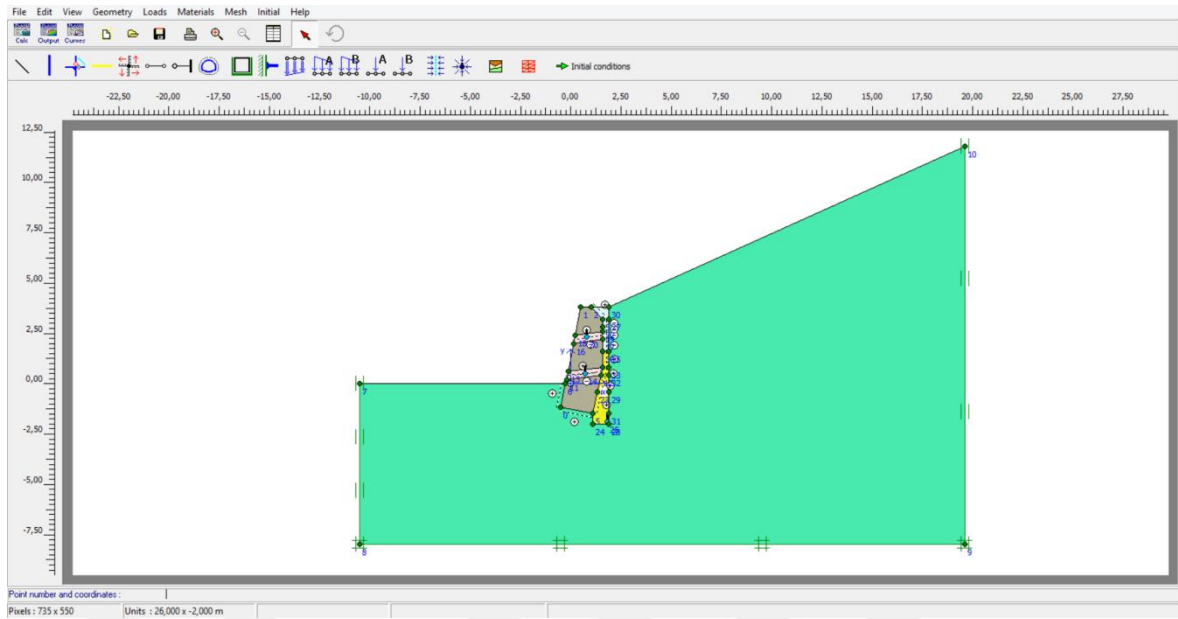
Şekil 148. Silt zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



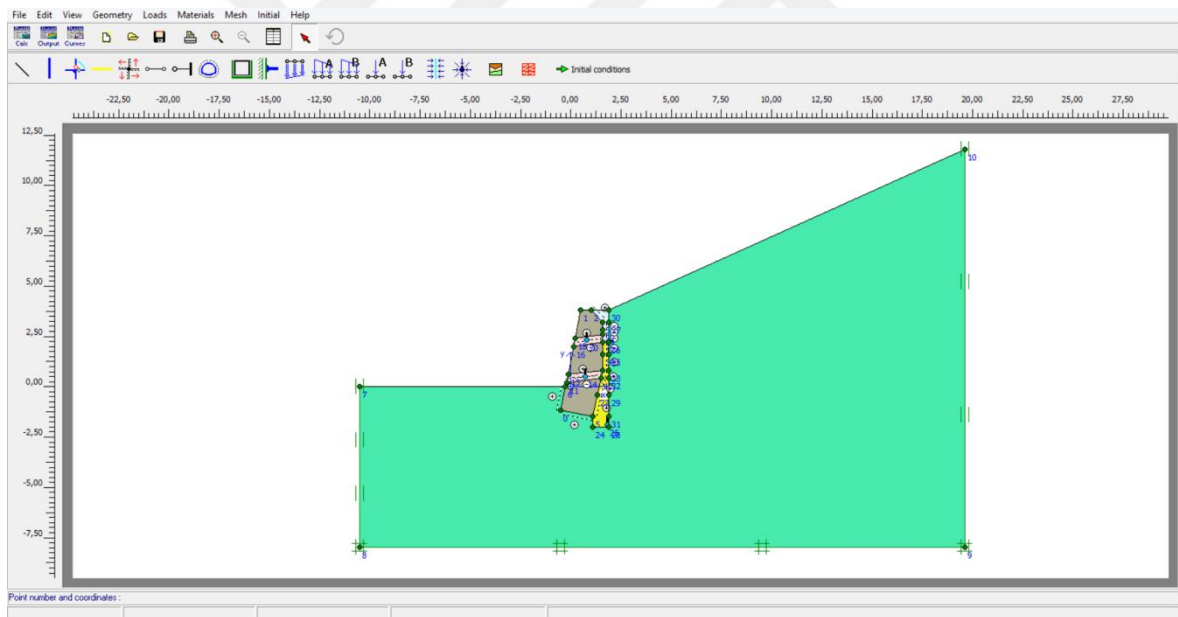
Şekil 149. Silt zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



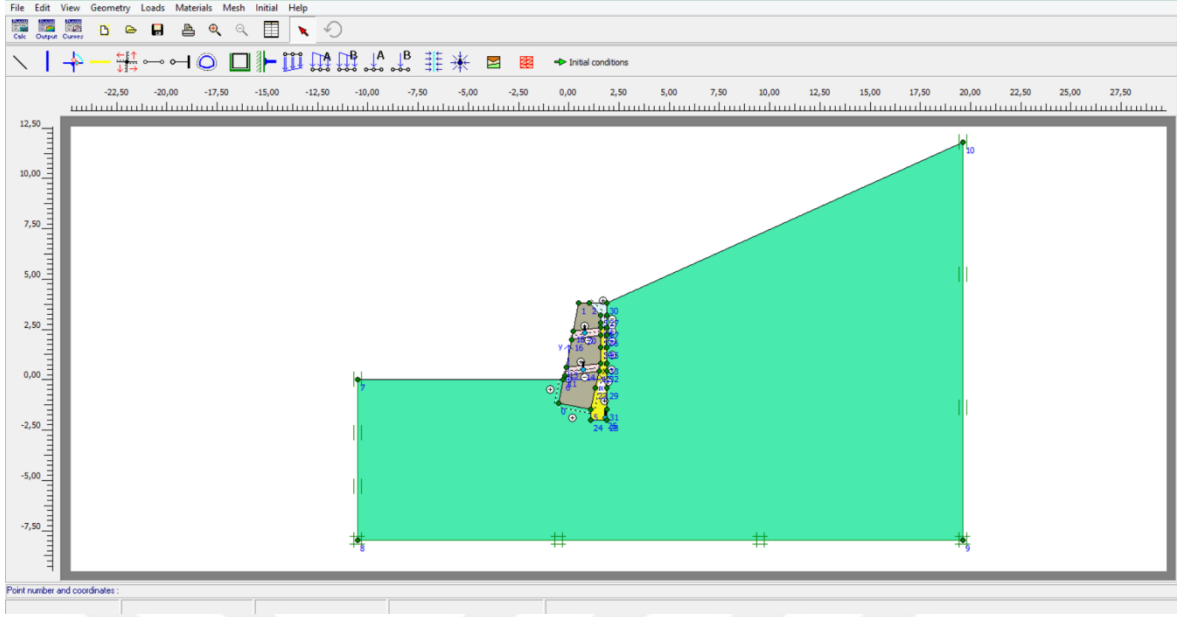
Şekil 150. Silt zemin-taş ( $h=300$  cm) ve kum ( $h=280$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



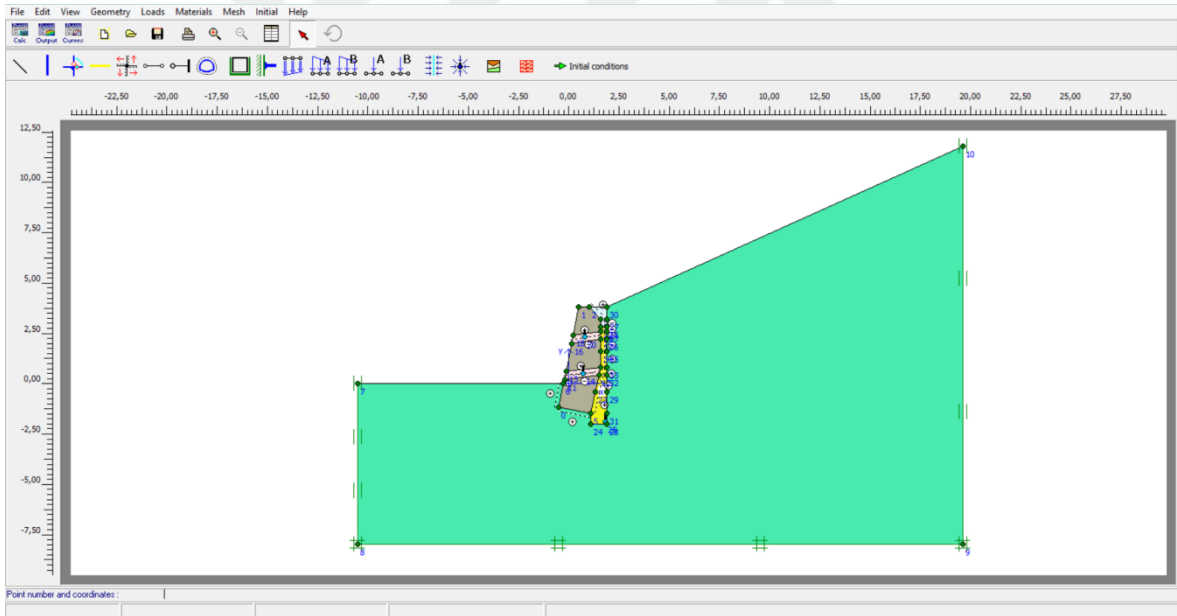
Şekil 151. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



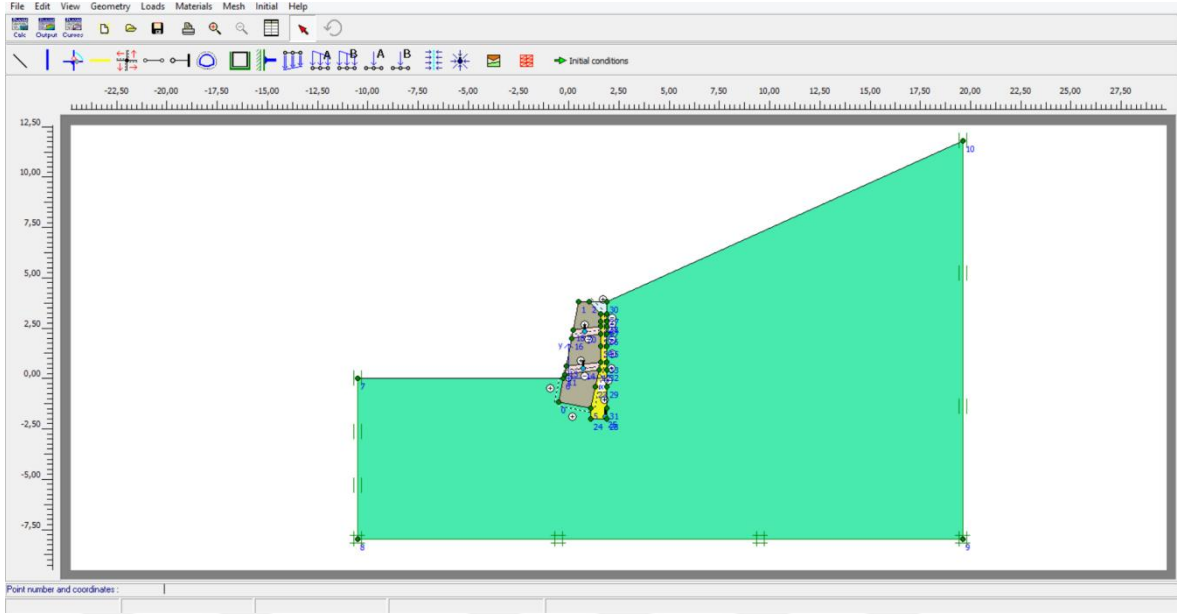
Şekil 152. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



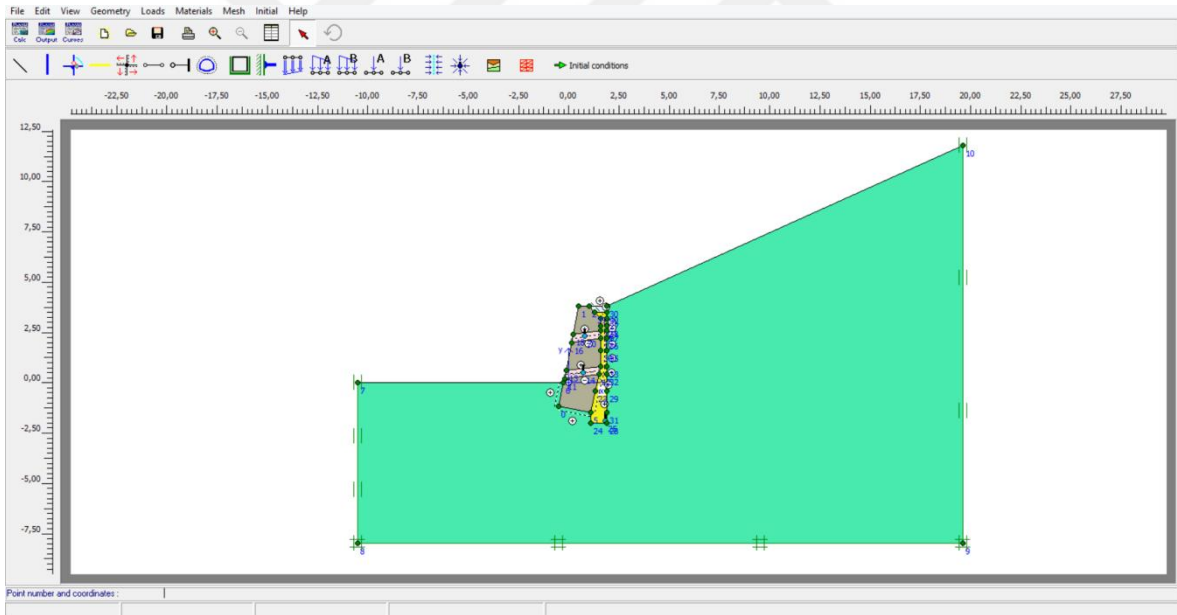
Şekil 153. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



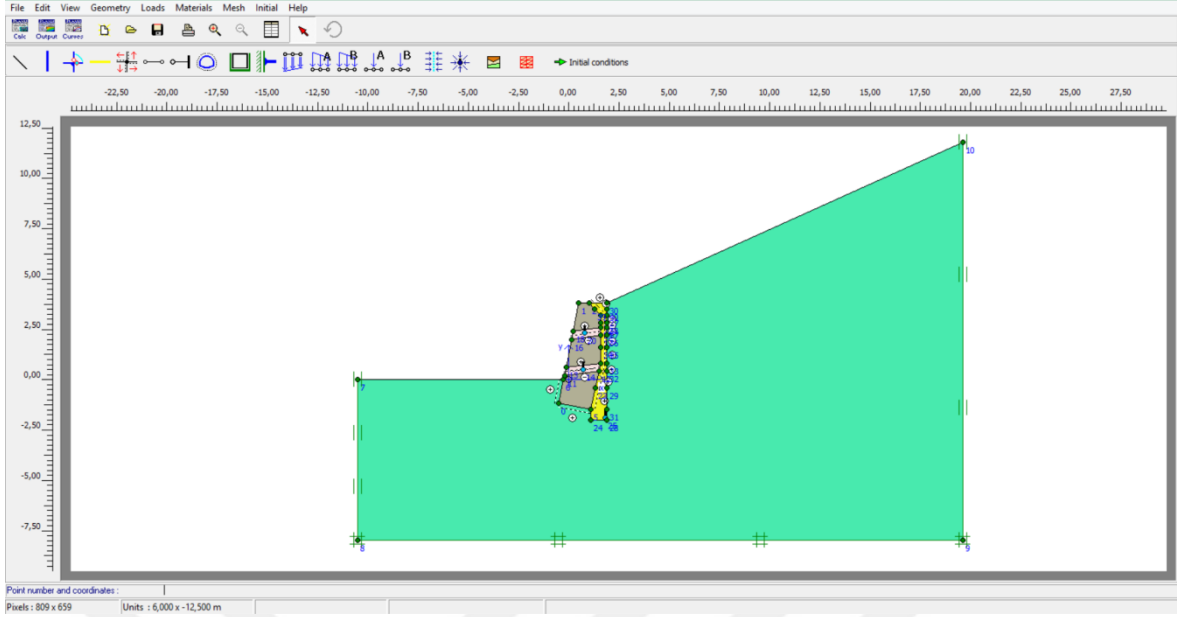
Şekil 154. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm)



Şekil 155. Silt zemin-taş ( $h=60$  cm) ve kum ( $h=520$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



Şekil 156. Silt zemin-taş ( $h=30$  cm) ve kum ( $h=550$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)



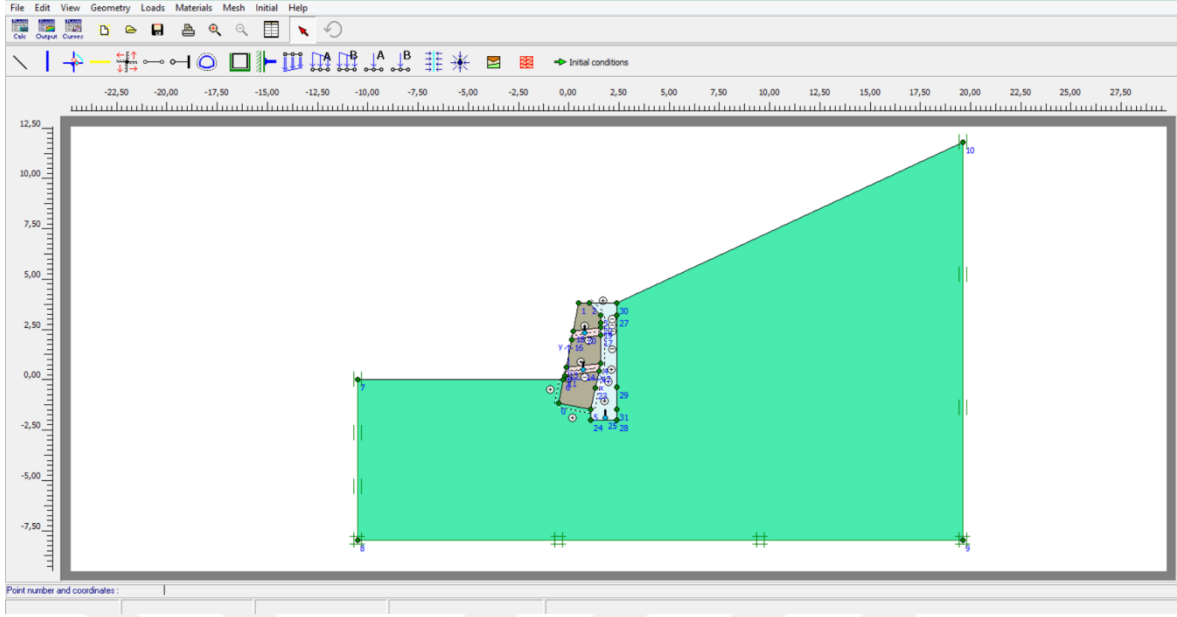
Şekil 157. Silt zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)

### 2.5.2. Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu

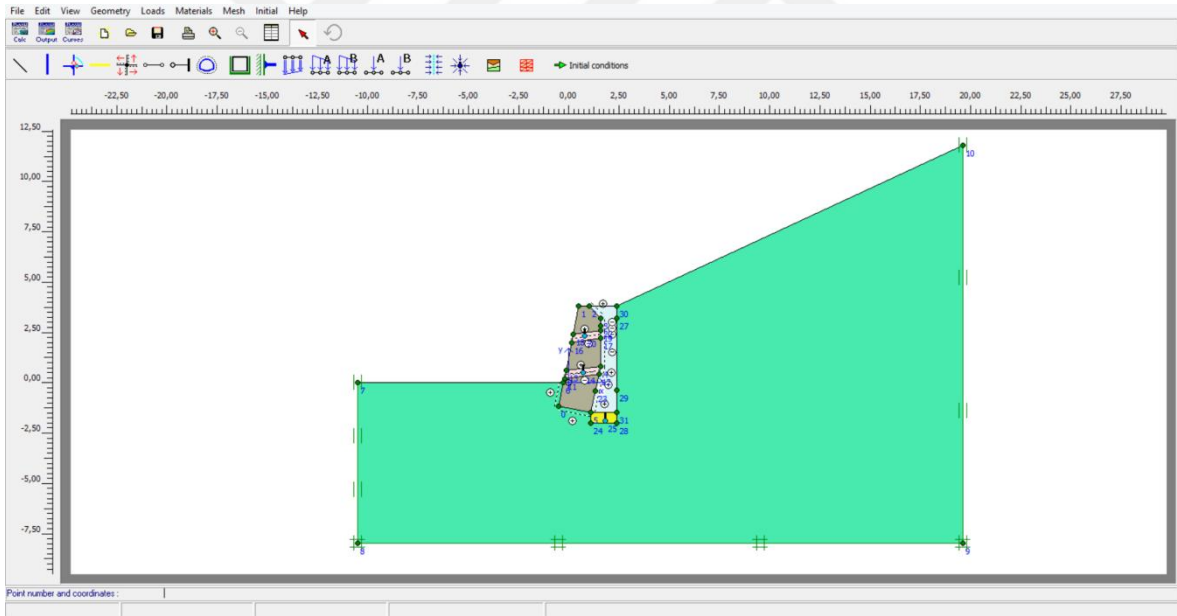
Dolgu genişliğinin 80-140 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

Analizi yapılan kesitler Şekil 158, Şekil 159, Şekil 160, Şekil 161, Şekil 162, Şekil 163, Şekil 164, Şekil 165, Şekil 166, Şekil 167, Şekil 168 ve Şekil 169'da gösterilmiştir.

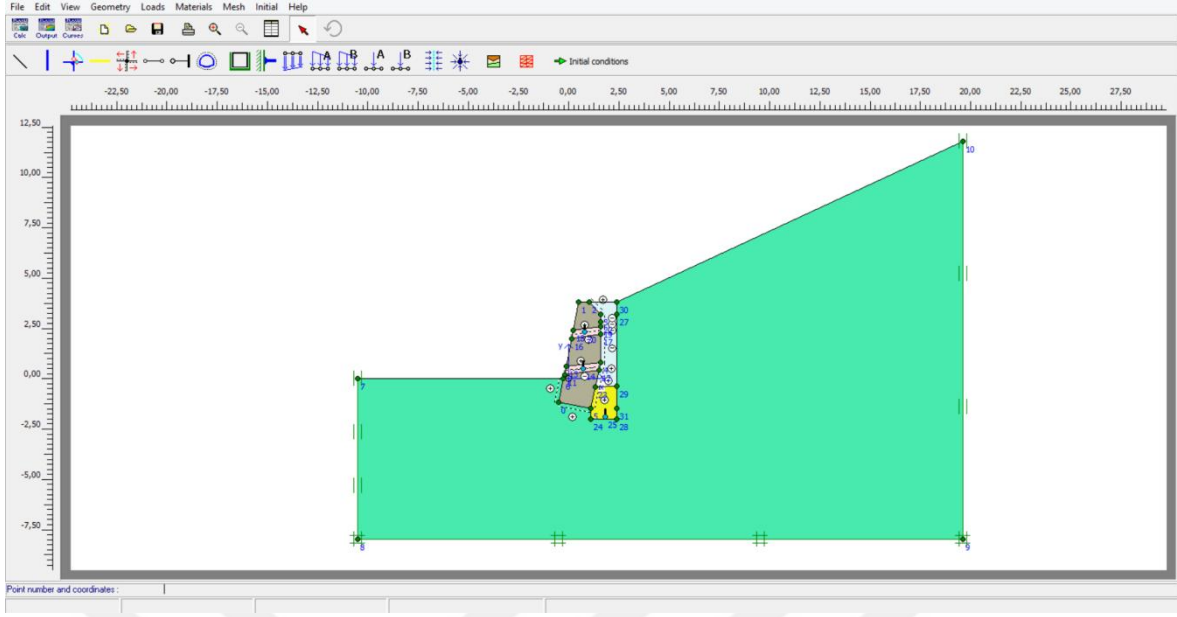




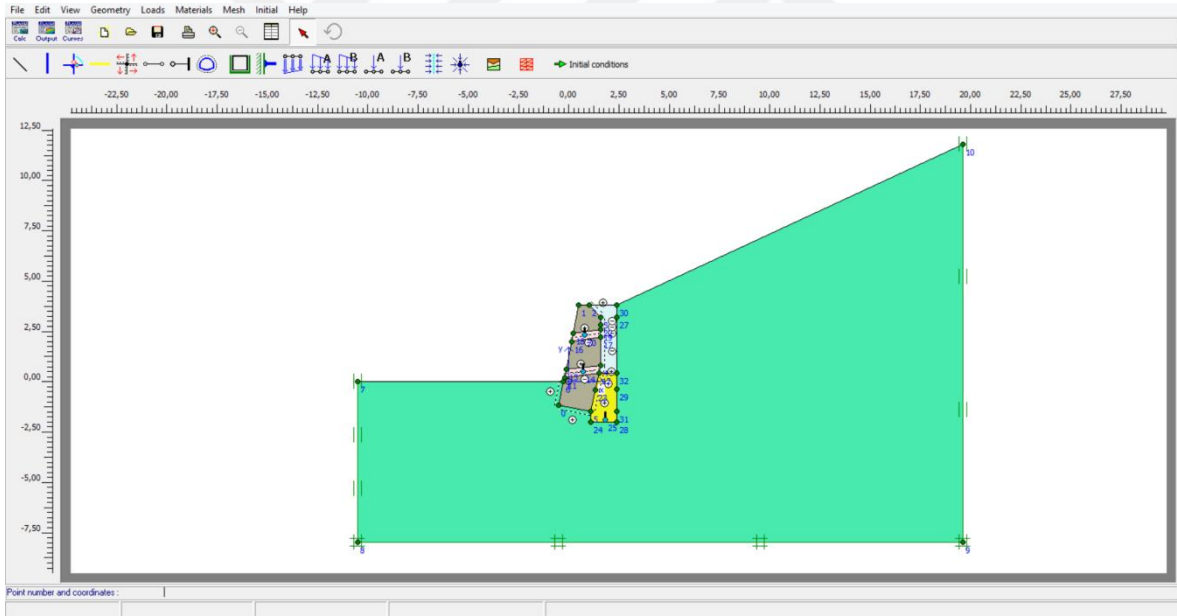
Şekil 158. Silt zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



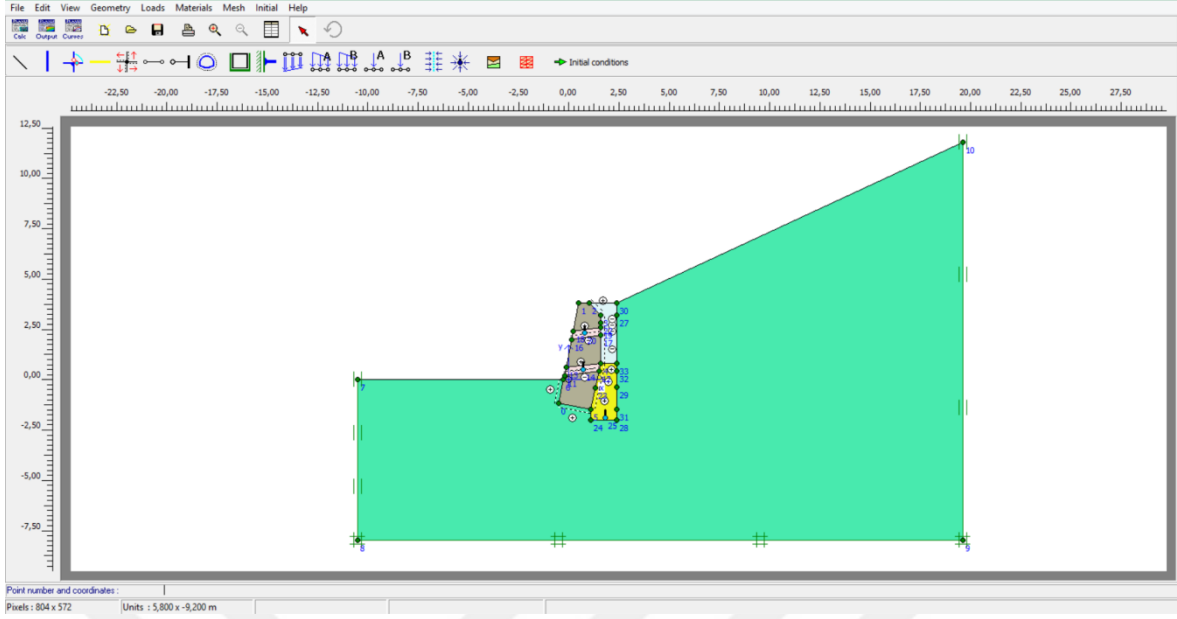
Şekil 159. Silt zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm)



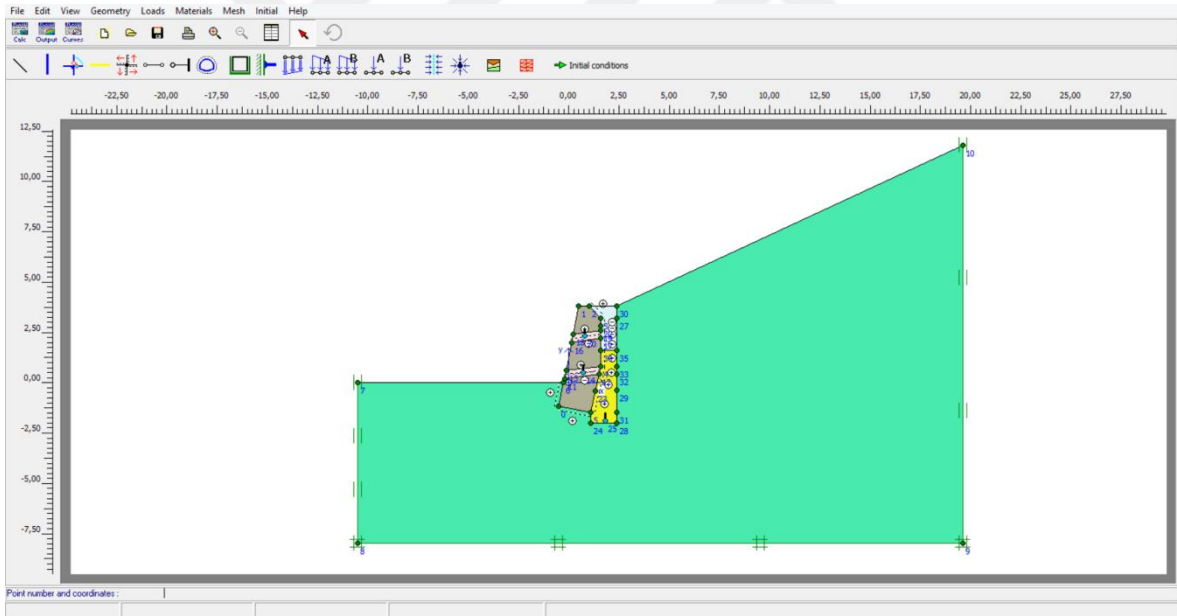
Şekil 160. Silt zemin-taş ( $h=420$  cm) ve kum ( $h=160$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



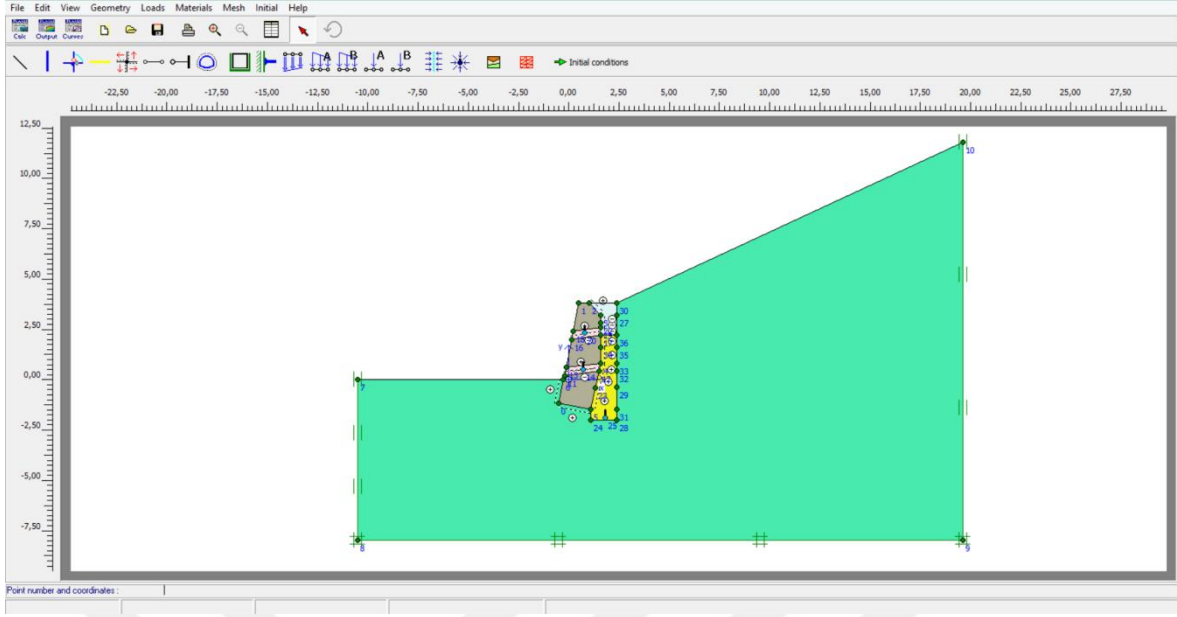
Şekil 161. Silt zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



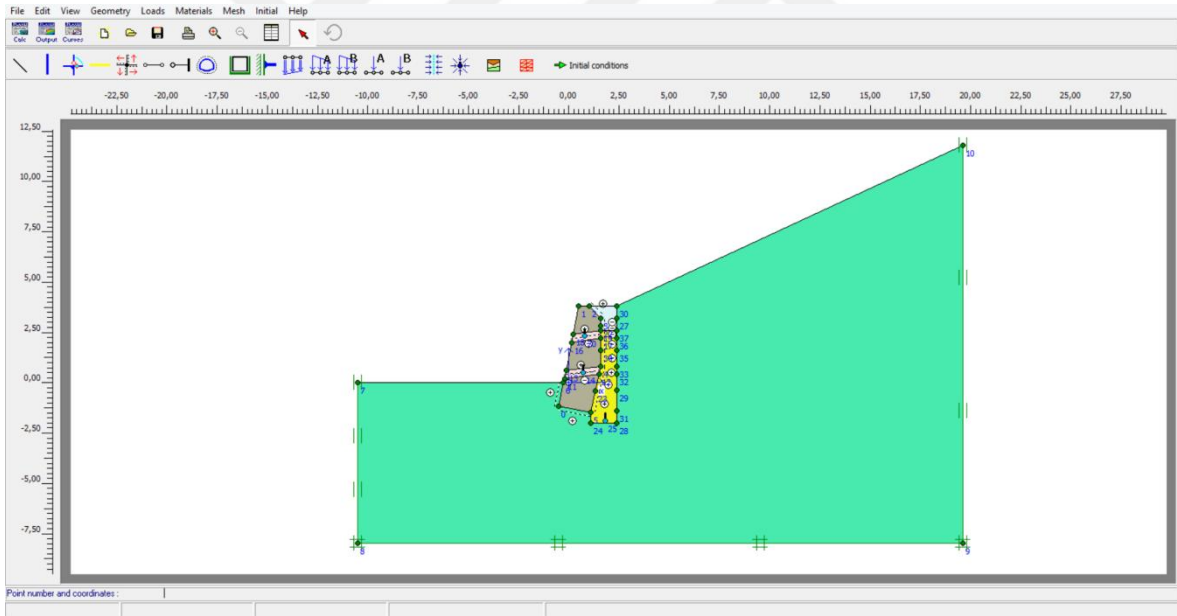
Şekil 162. Silt zemin-taş ( $h=300$  cm) ve kum ( $h=280$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



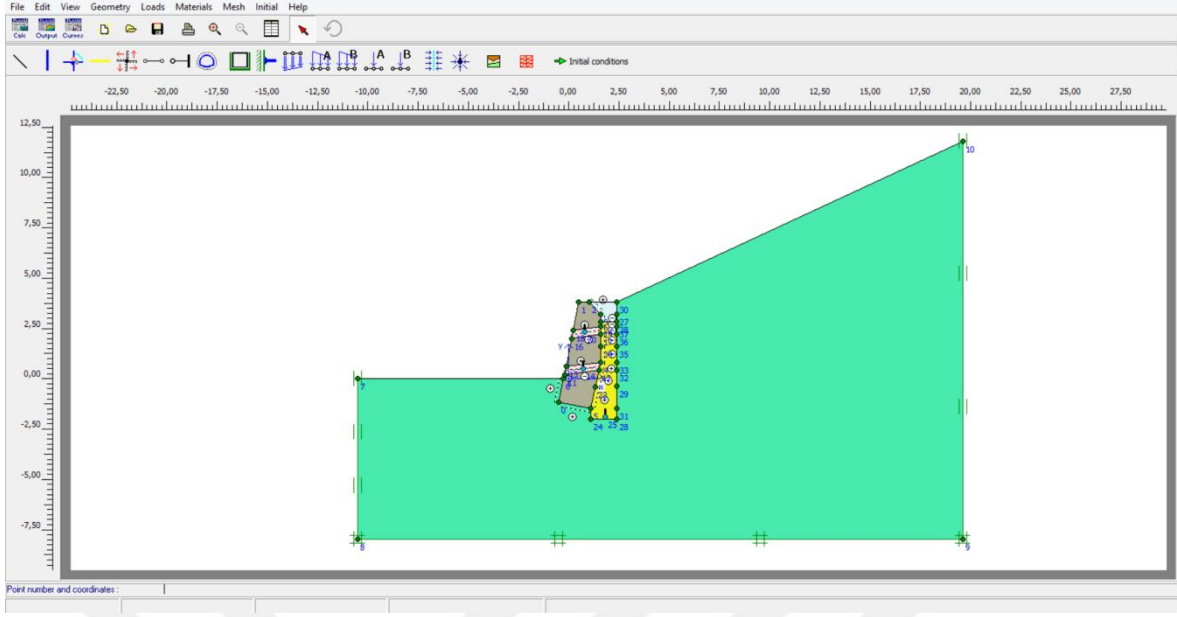
Şekil 163. Silt zemin-taş ( $h=220$  cm) ve kum ( $h=360$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



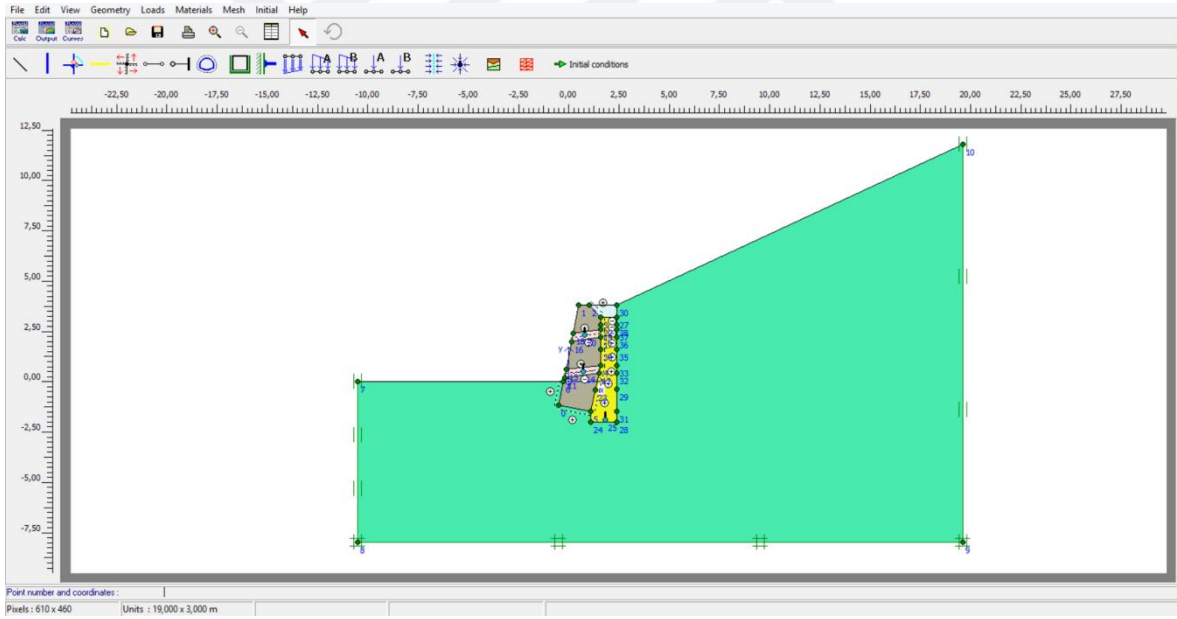
Şekil 164. Silt zemin-taş ( $h=160$  cm) ve kum ( $h=420$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



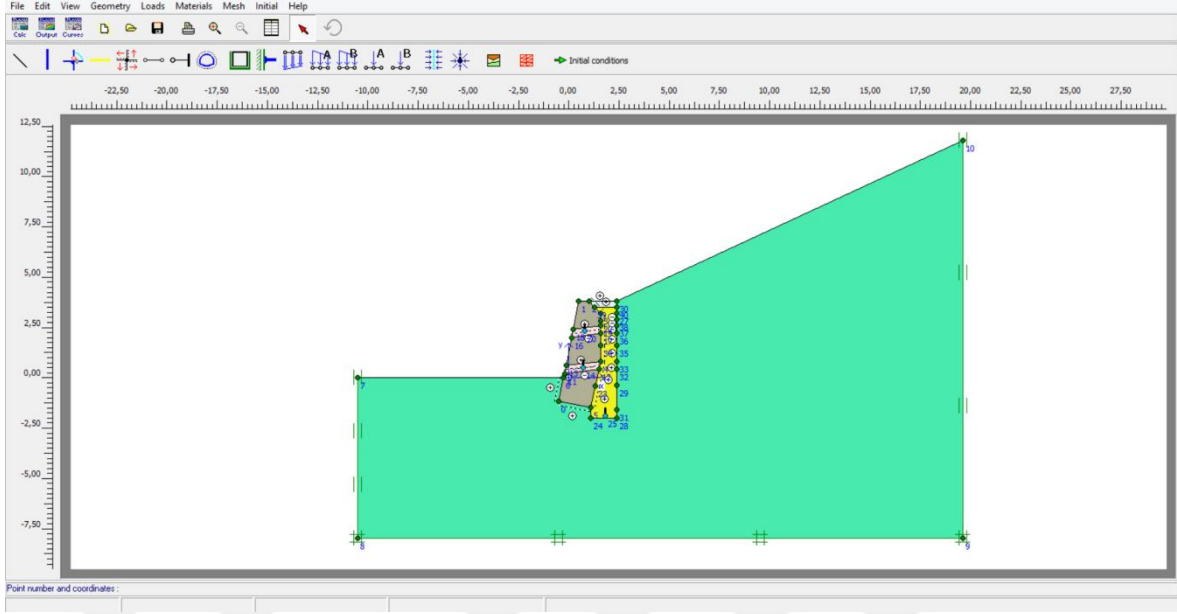
Şekil 165. Silt zemin-taş ( $h=120$  cm) ve kum ( $h=460$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



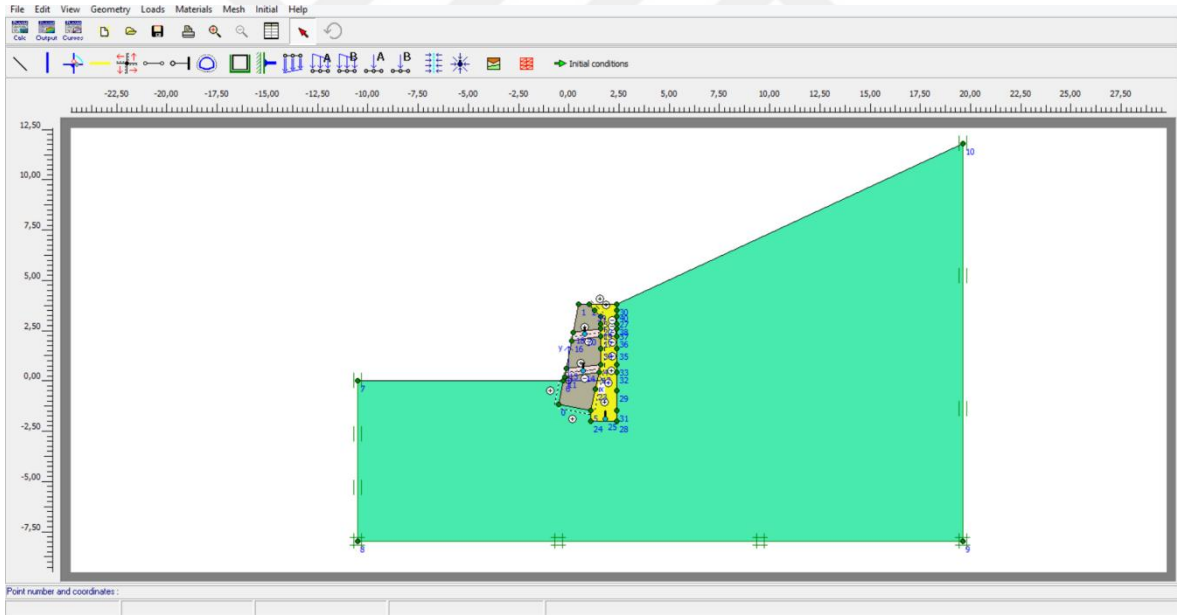
Şekil 166. Silt zemin-taş ( $h=100$  cm) ve kum ( $h=480$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



Şekil 167. Silt zemin-taş ( $h=60$  cm) ve kum ( $h=520$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)



Şekil 168. Silt zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm)

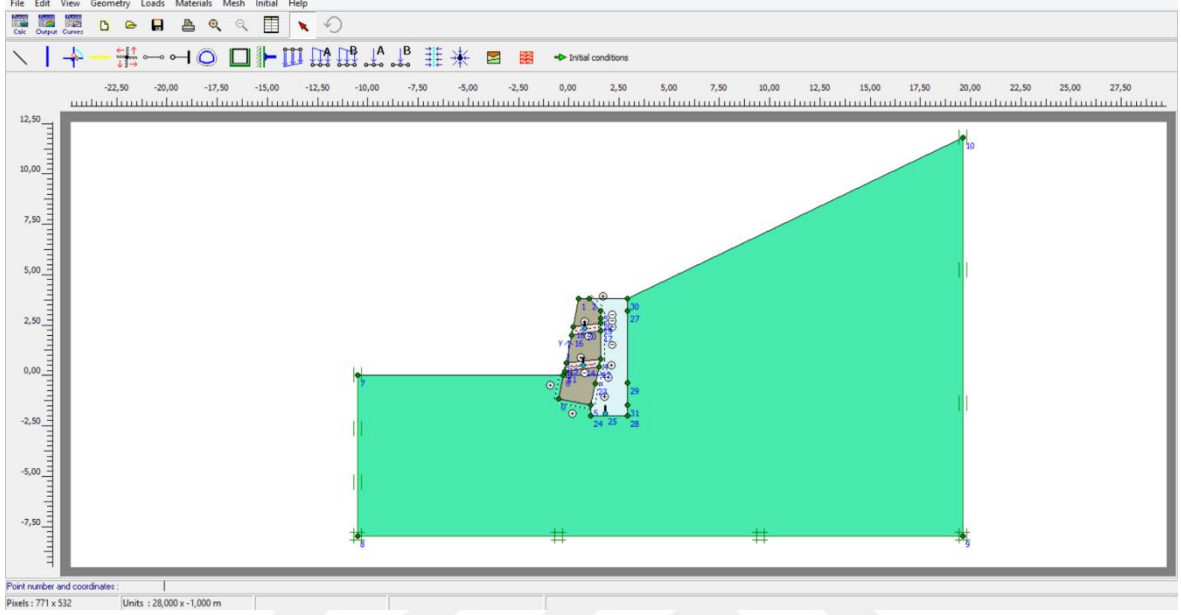


Şekil 169. Silt zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm)

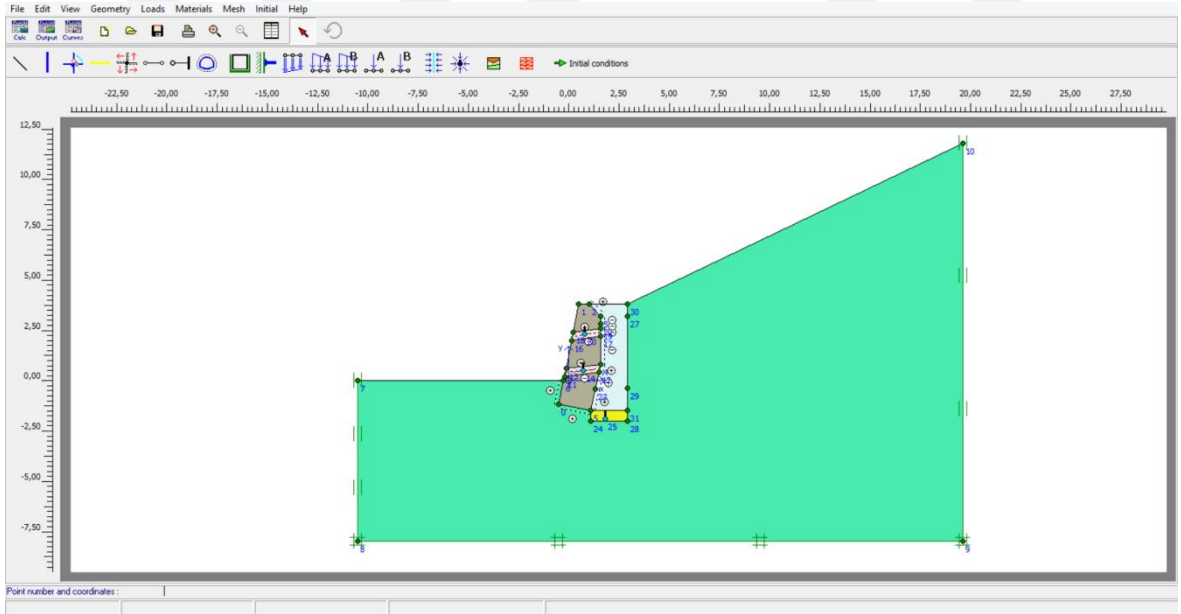
### 2.5.3. Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 130-190 cm olması halinde 12 farklı taş-kum dolgu şekli değerlendirilmiş olup her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmıştır.

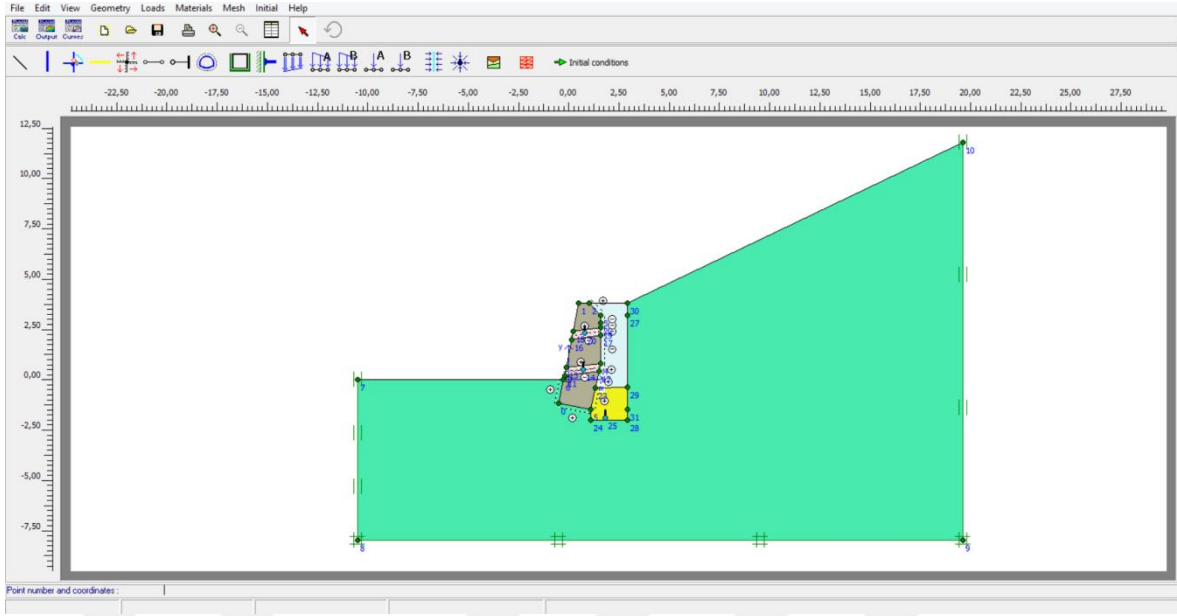
Analizi yapılan kesitler Şekil 170, Şekil 171, Şekil 172, Şekil 173, Şekil 174, Şekil 175, Şekil 176, Şekil 177, Şekil 178, Şekil 179, Şekil 180 ve Şekil 181'de gösterilmiştir.



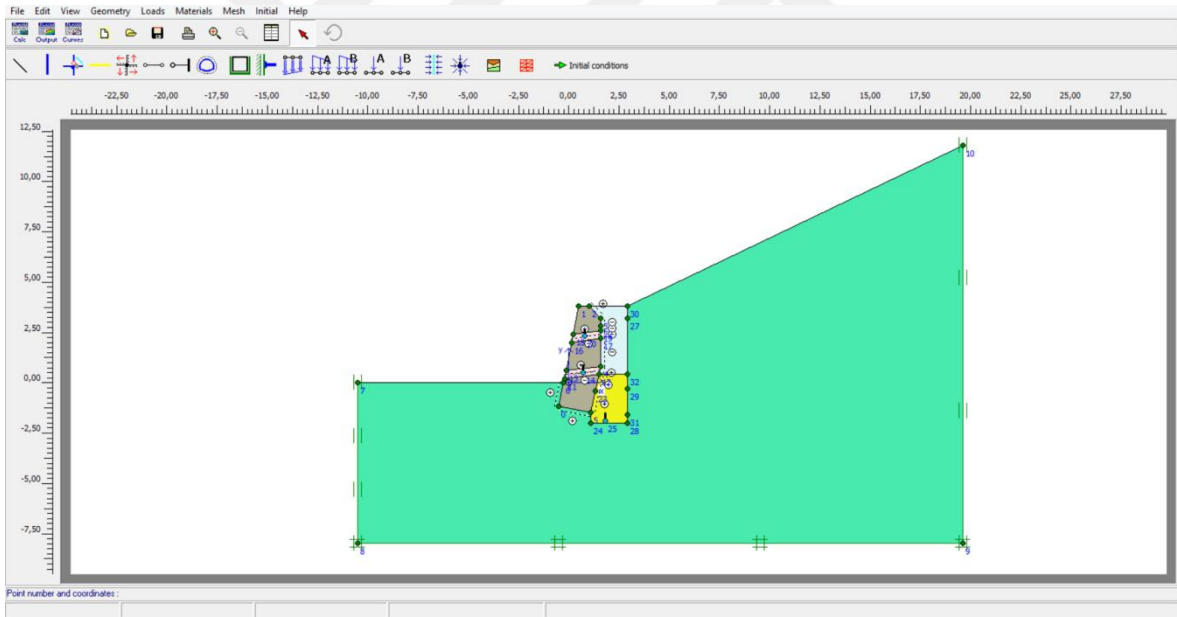
Şekil 170. Silt zemin-taş ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)



Şekil 171. Silt zemin-taş ( $h=530$  cm) ve kum ( $h=50$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)

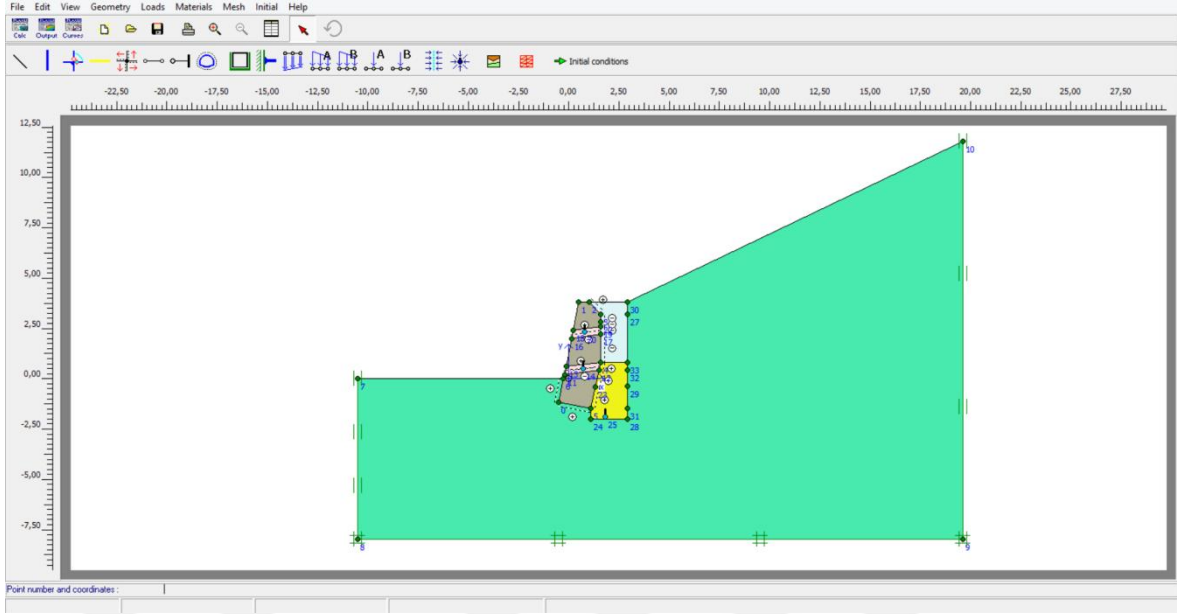


Şekil 172. Silt zemin-taş ( $h=420$  cm) ve kum ( $h=160$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)

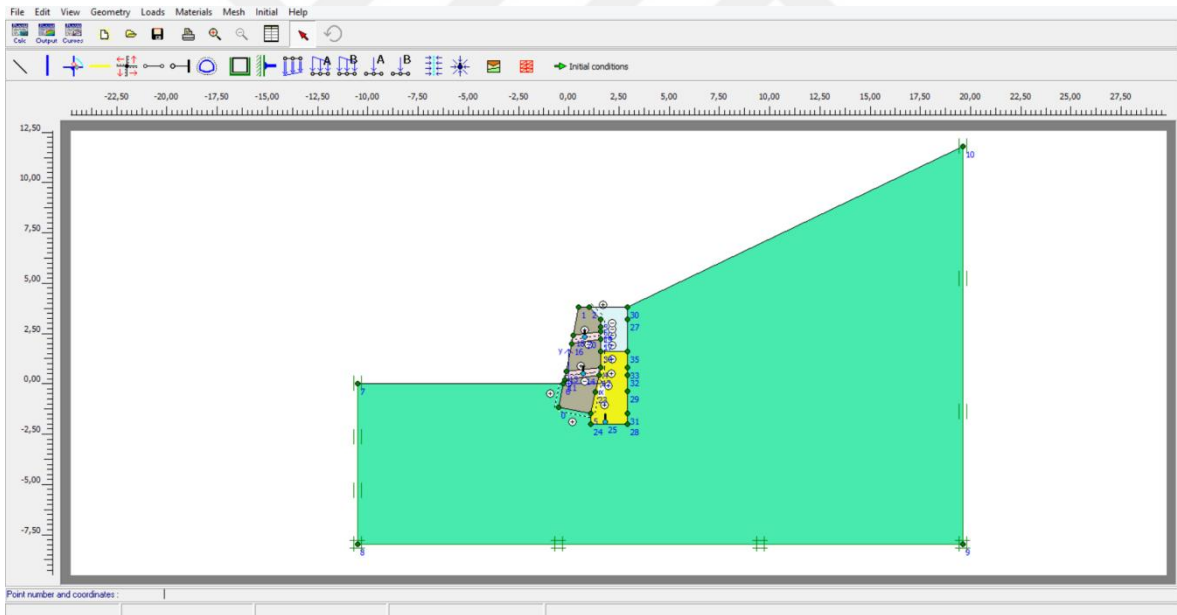


Şekil 173. Silt zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)

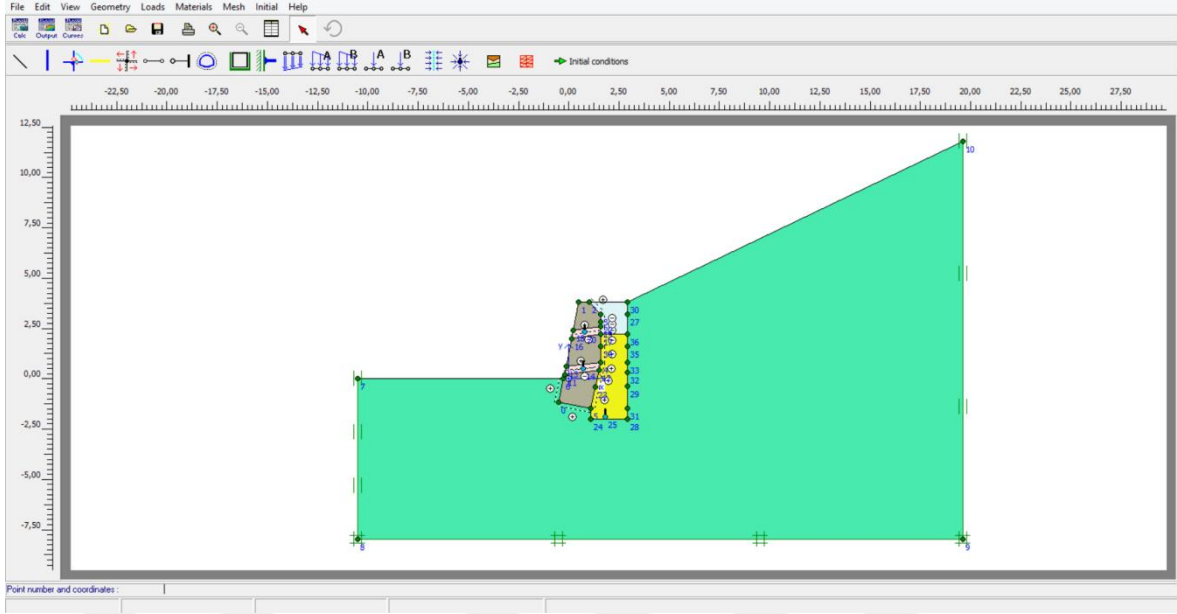




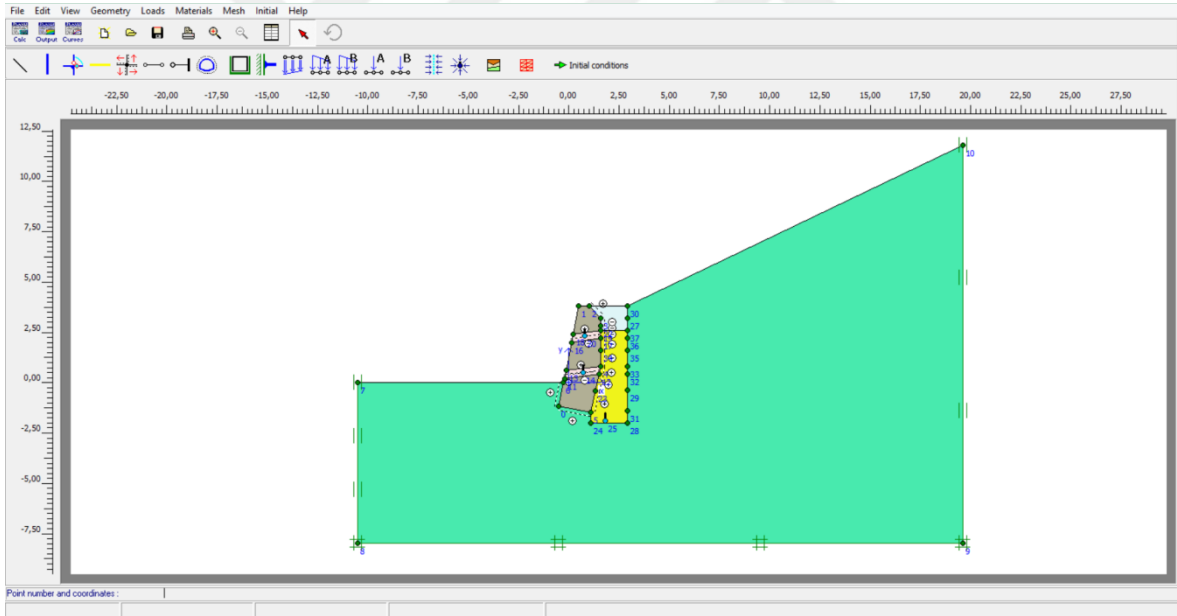
Şekil 174. Silt zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



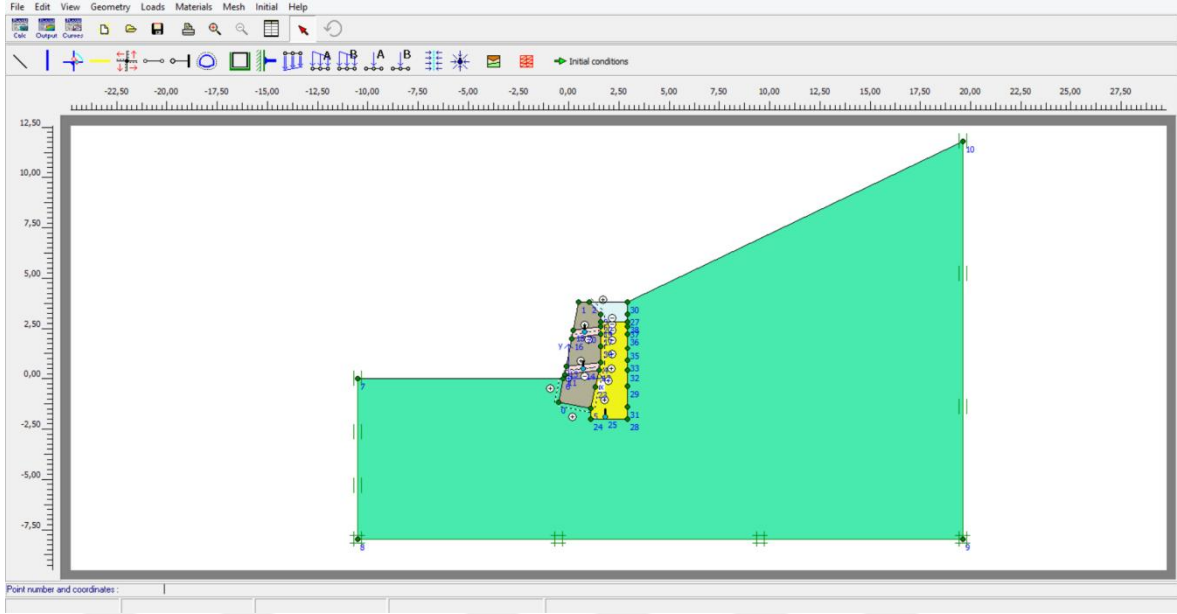
Şekil 175. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



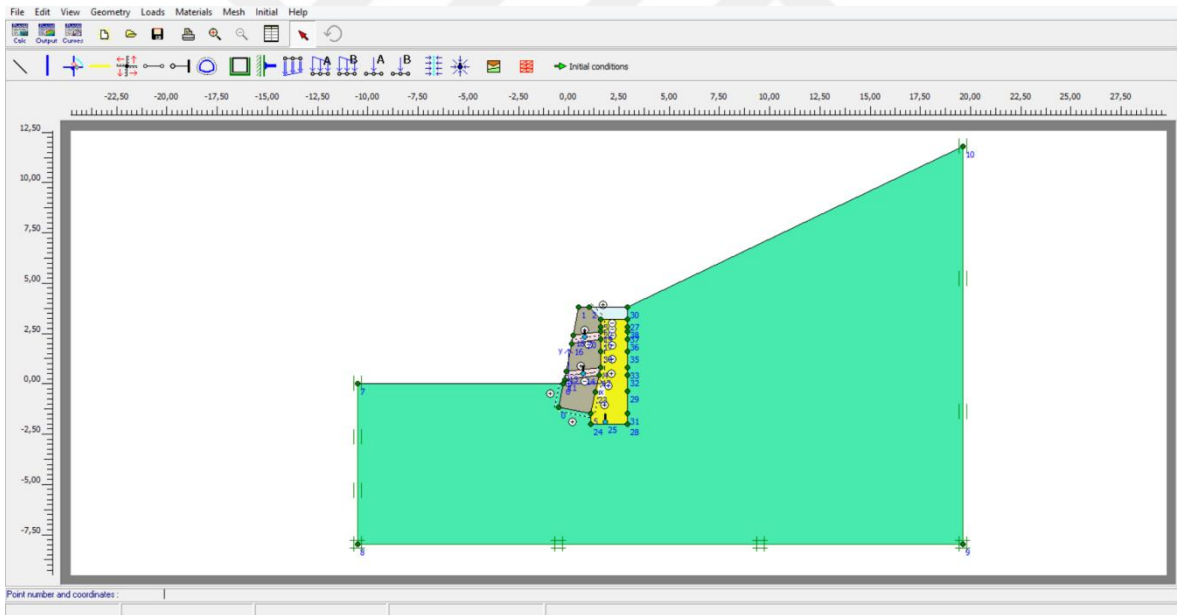
Şekil 176. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



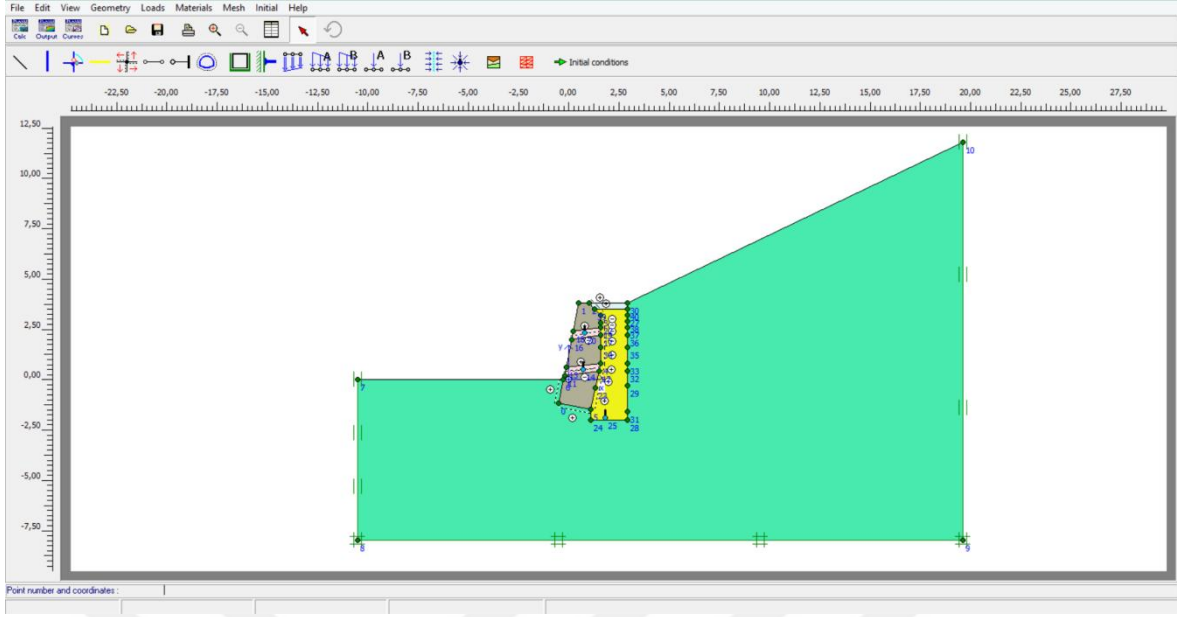
Şekil 177. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



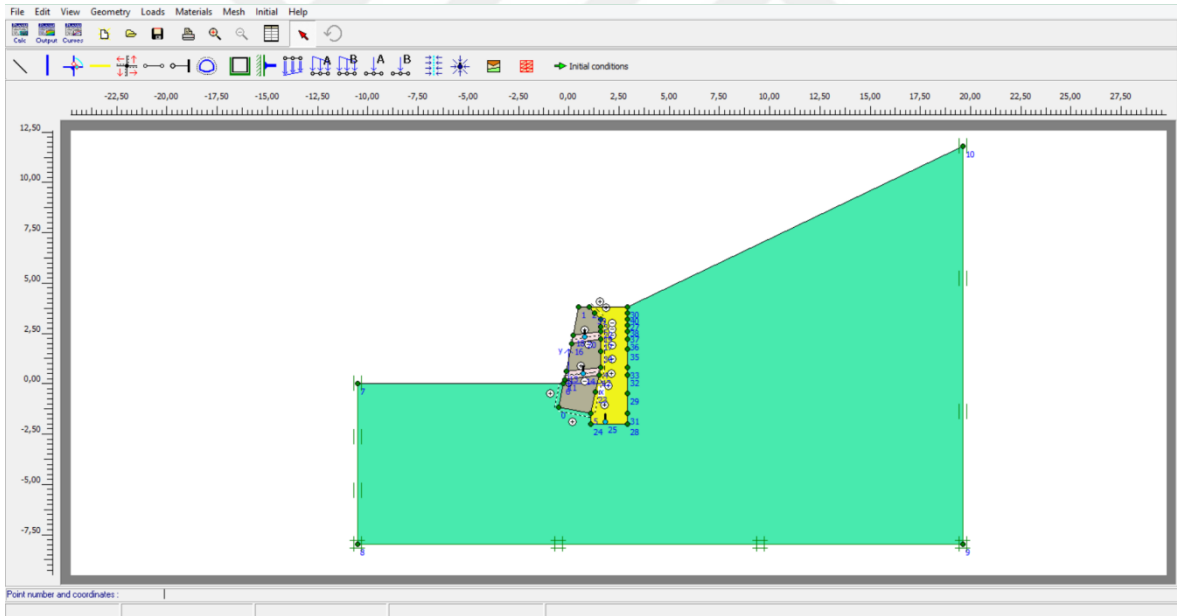
Şekil 178. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



Şekil 179. Silt zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



Şekil 180. Silt zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm)



Şekil 181. Silt zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm)

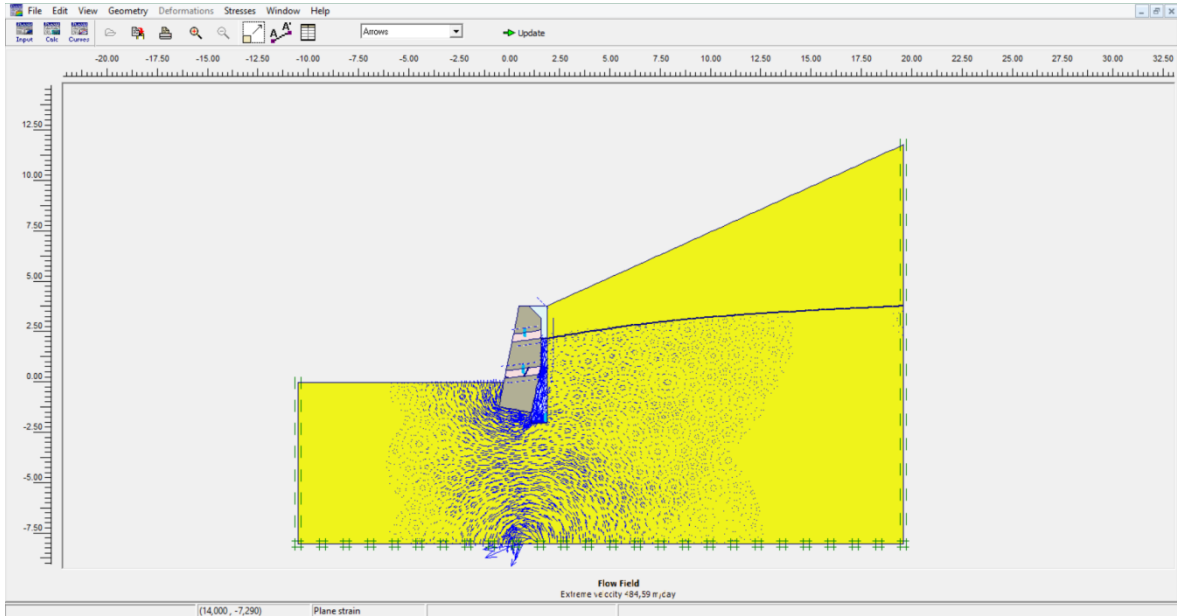
### 3. BULGULAR

#### 3.1. Zeminin Kum Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi

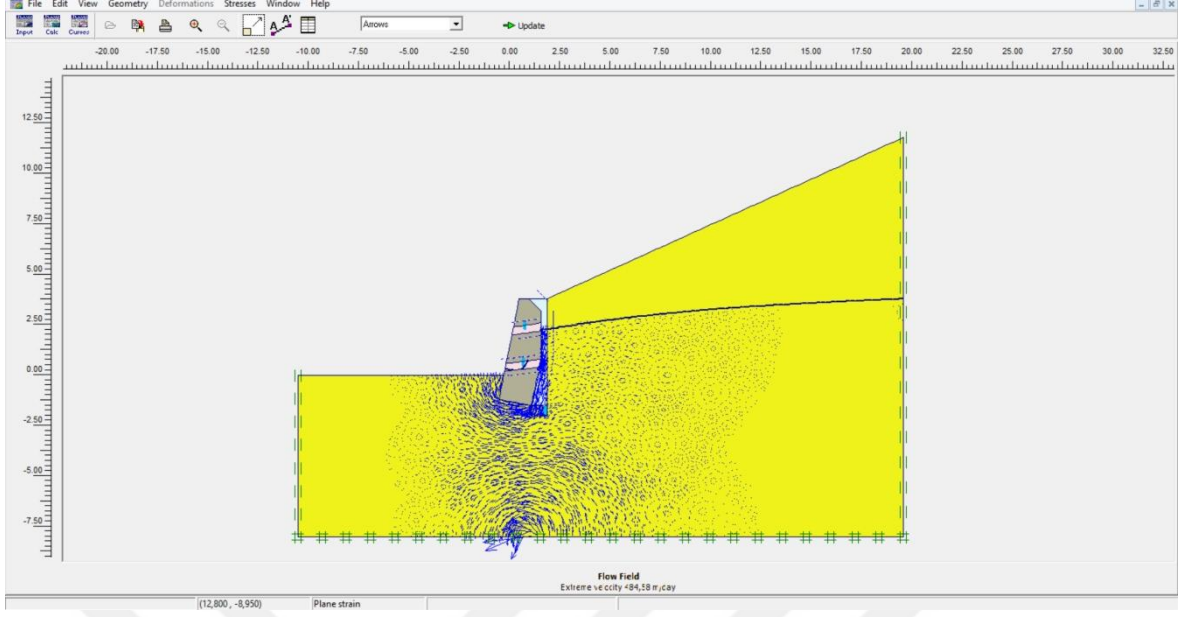
İstinat duvarının inşa edildiği zemin kum seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayıldığında yapılan analizler sonucunda elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri ile ilgili veriler üç grupta toplanmıştır.

##### 3.1.1. Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu

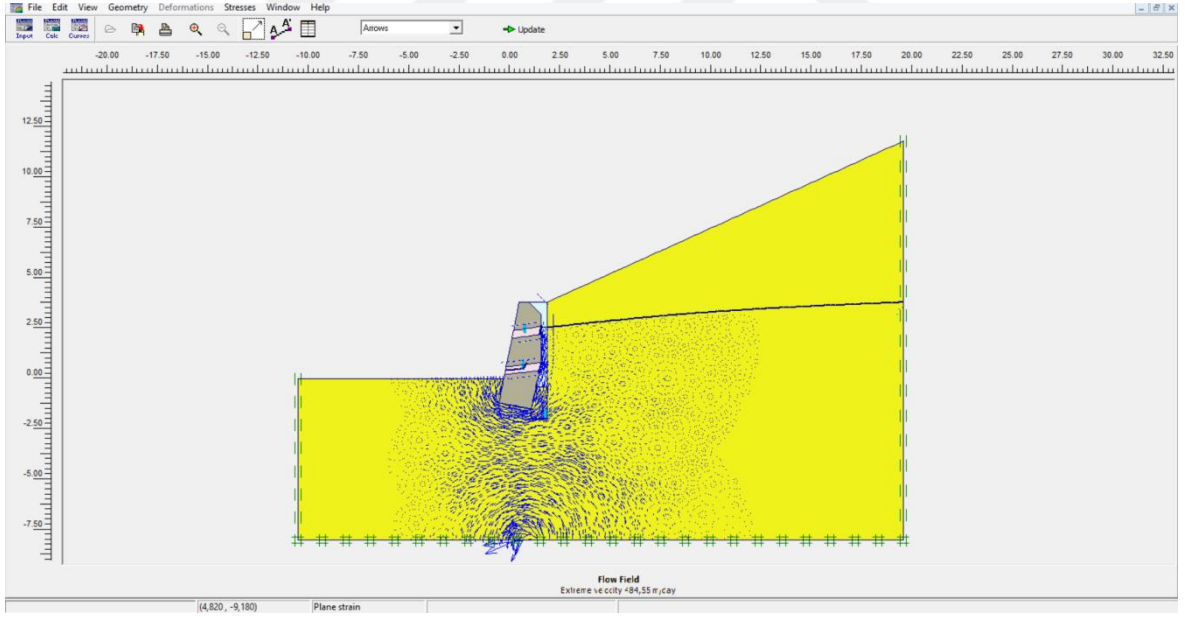
Dolgu genişliğinin 30-90 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 182, Şekil 183, Şekil 184, Şekil 185, Şekil 186, Şekil 187, Şekil 188, Şekil 189, Şekil 190, Şekil 191, Şekil 192 ve Şekil 193'te gösterilmiştir.



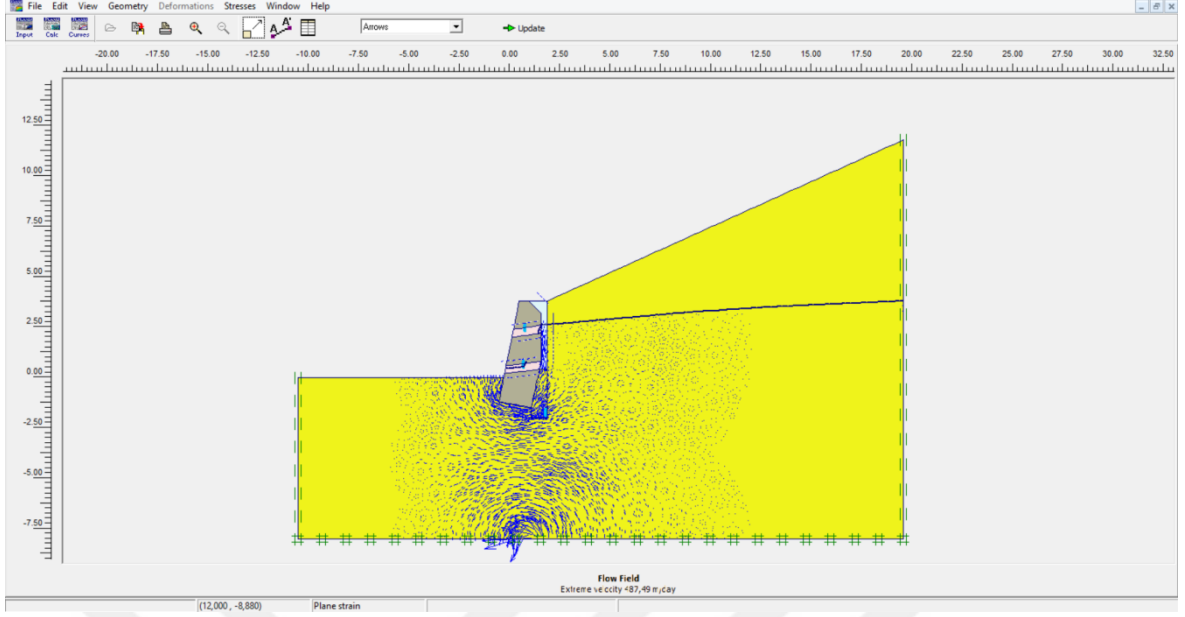
Şekil 182. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



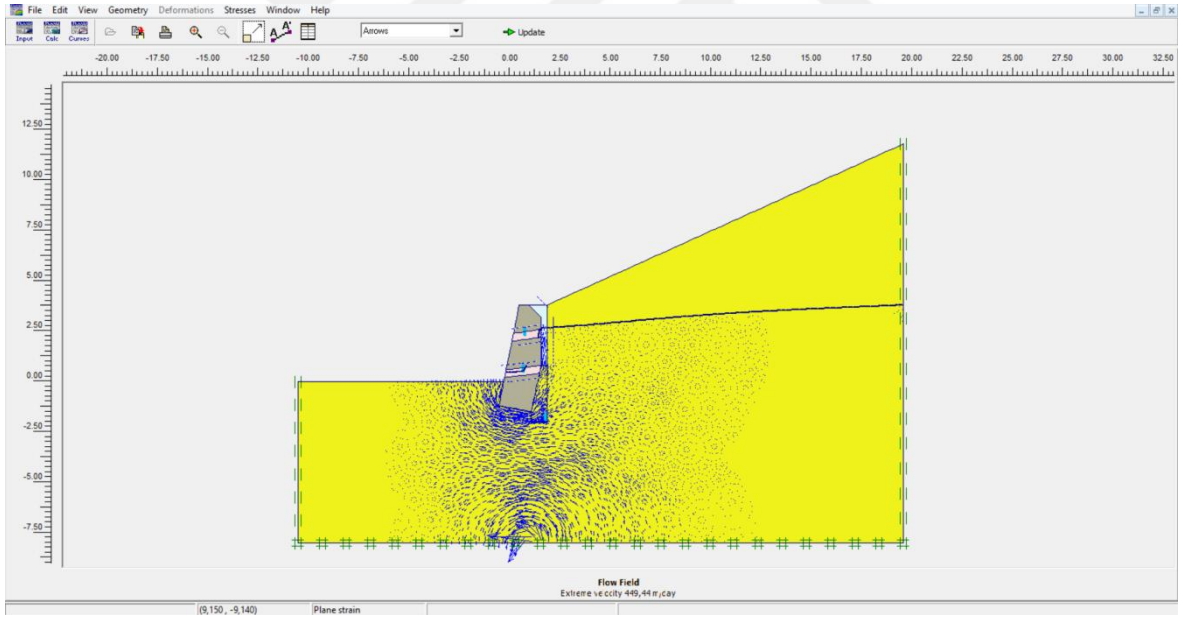
Şekil 183. Kum zemin-taş ( $h=530$  cm) ve kum ( $h=50$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 184. Kum zemin-taş ( $h=420$  cm) ve kum ( $h=160$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

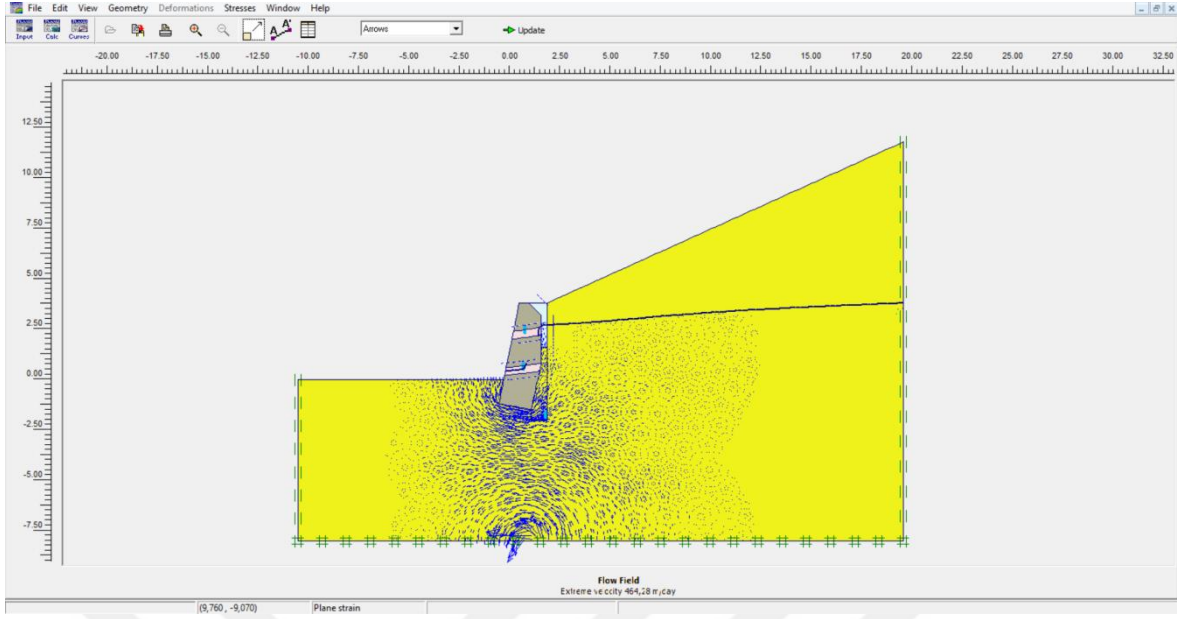


Şekil 185. Kum zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

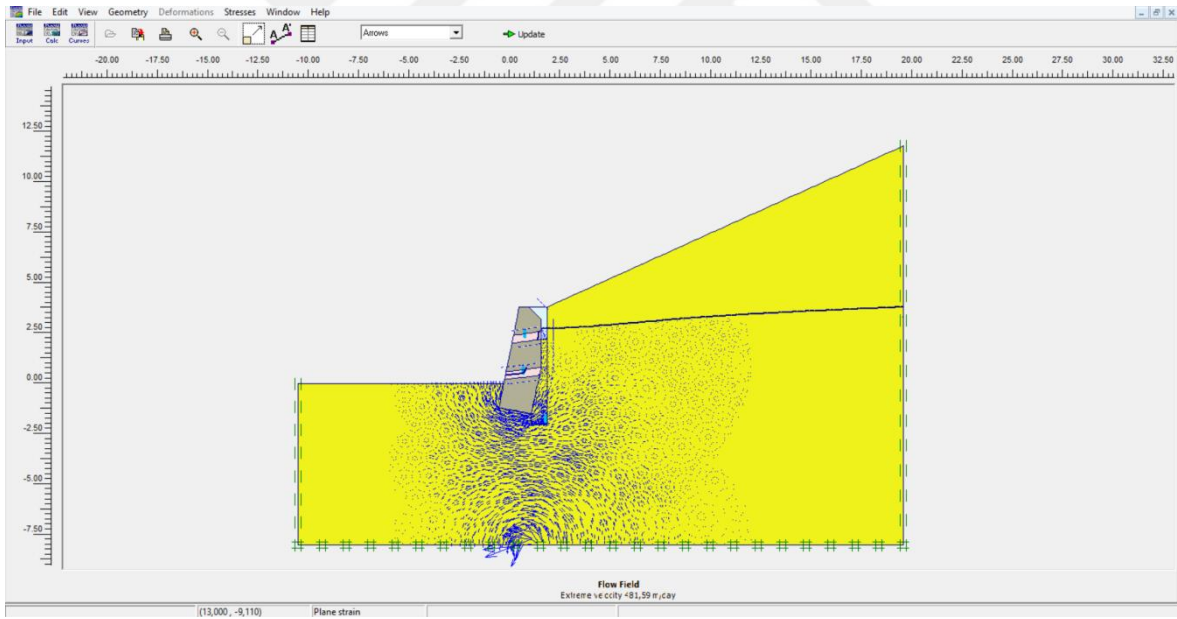


Şekil 186. Kum zemin-taş ( $h=300$  cm) ve kum ( $h=280$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



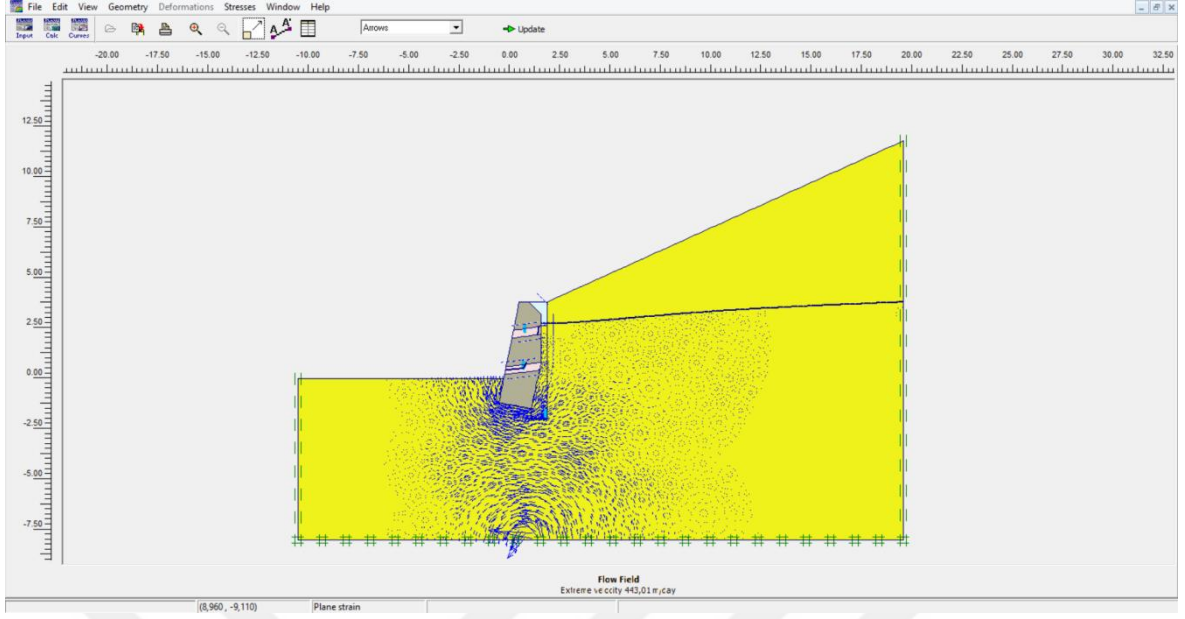


Şekil 187. Kum zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

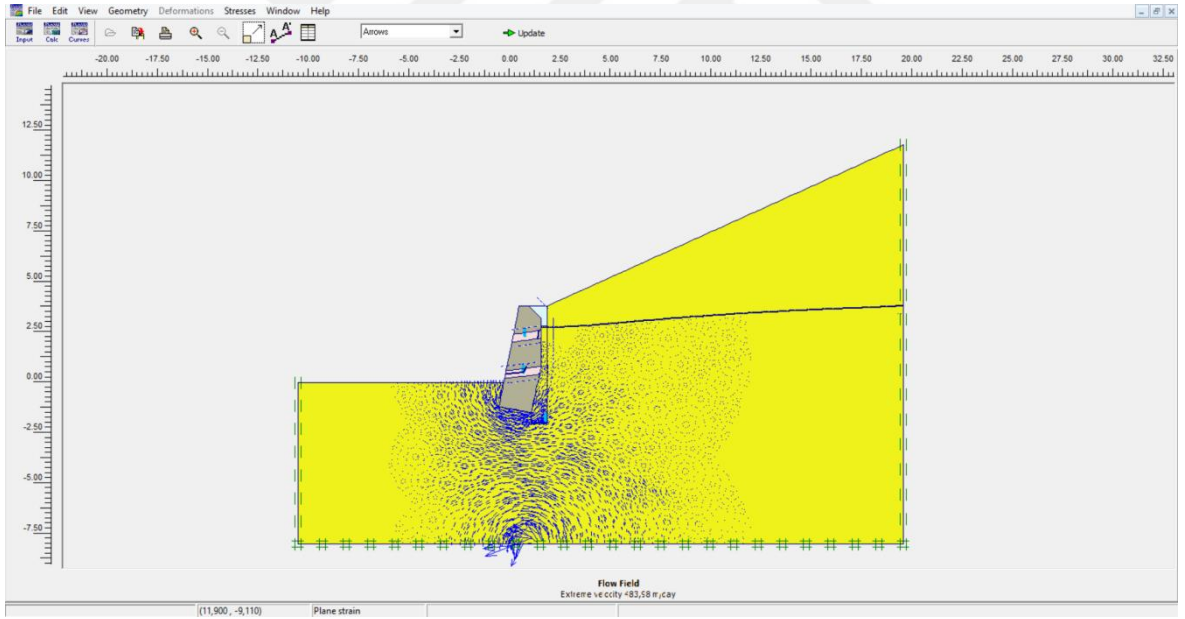


Şekil 188. Kum zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

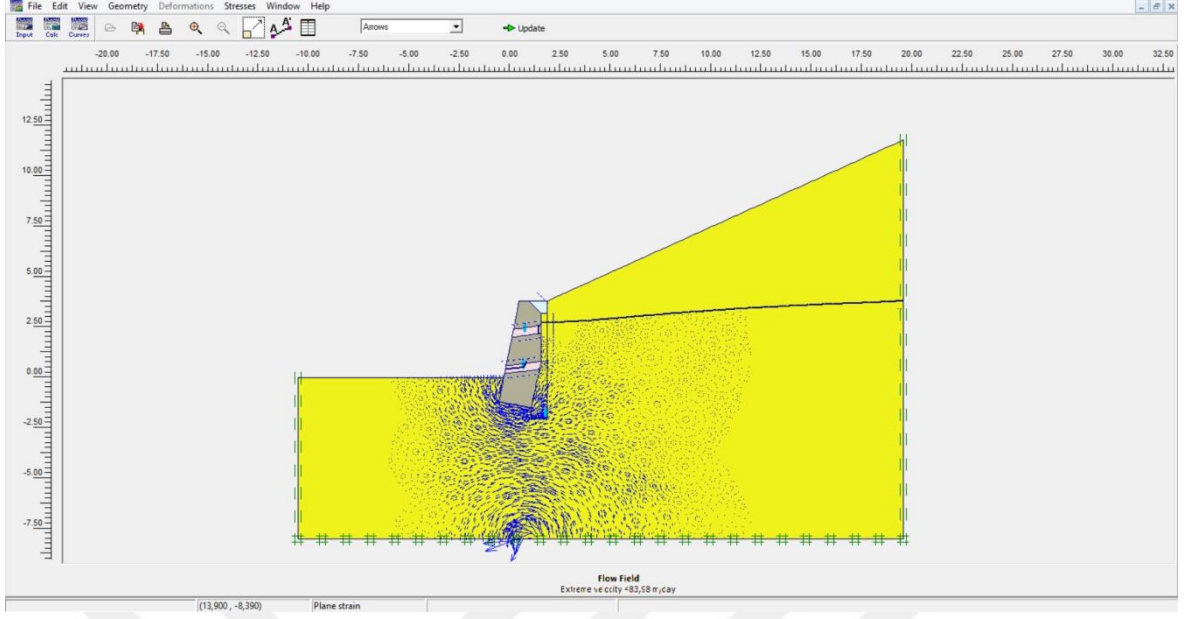




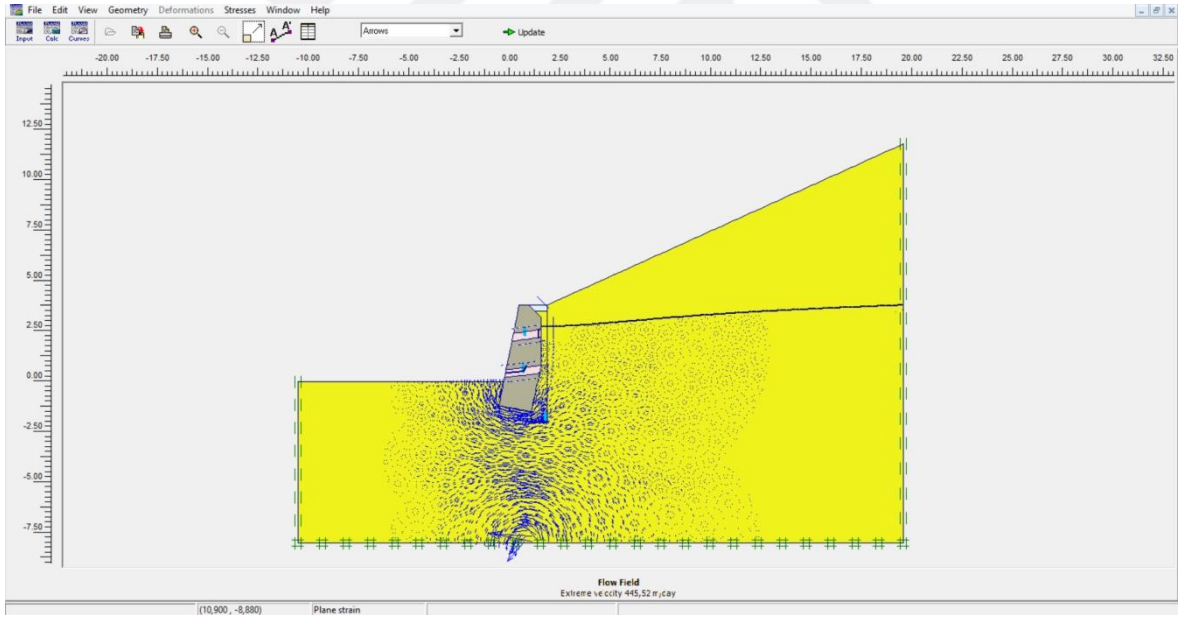
Şekil 189. Kum zemin-taş ( $h=120$  cm) ve kum ( $h=460$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



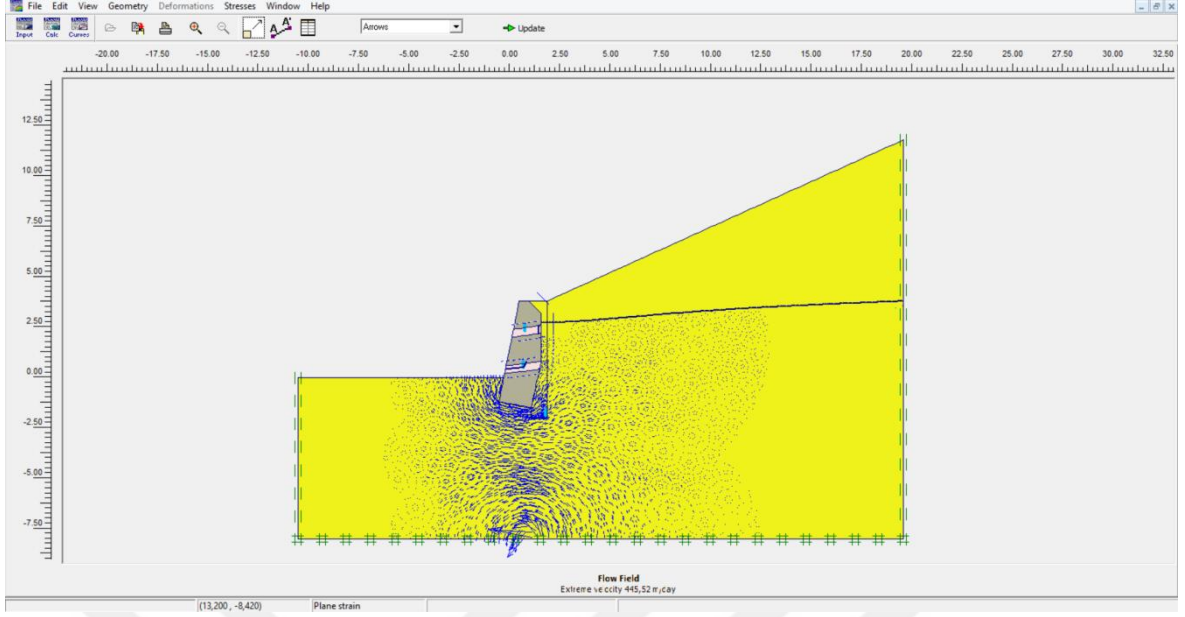
Şekil 190. Kum zemin-taş ( $h=100$  cm) ve kum ( $h=480$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 191. Kum zemin-taş ( $h=60$  cm) ve kum ( $h=520$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



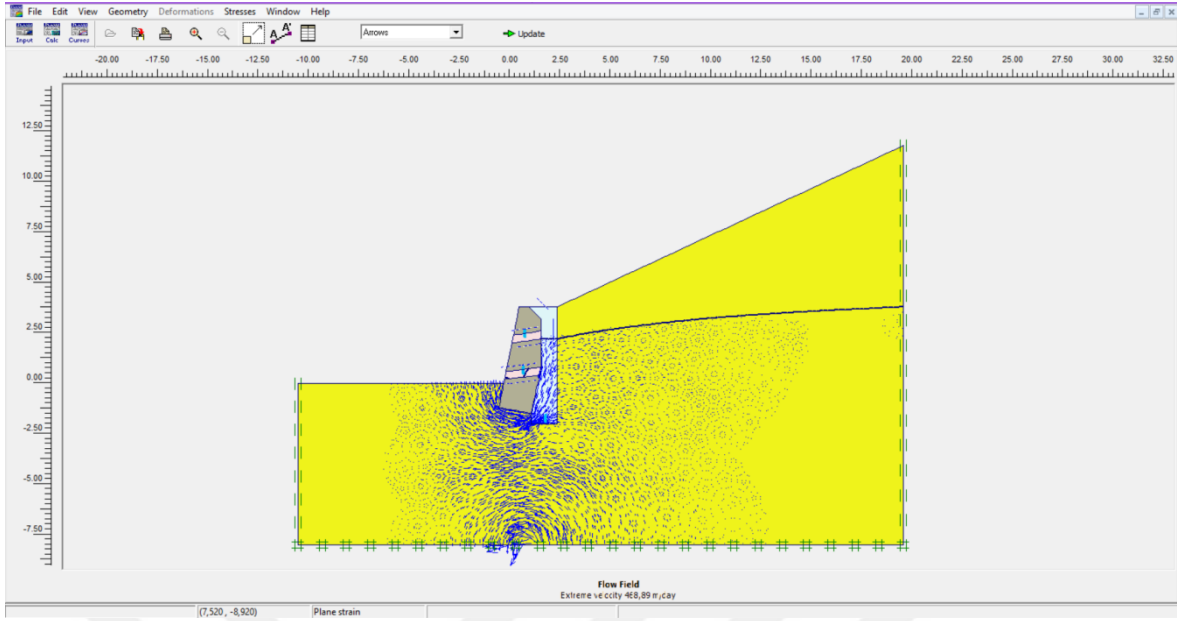
Şekil 192. Kum zemin-taş ( $h=30$  cm) ve kum ( $h=550$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



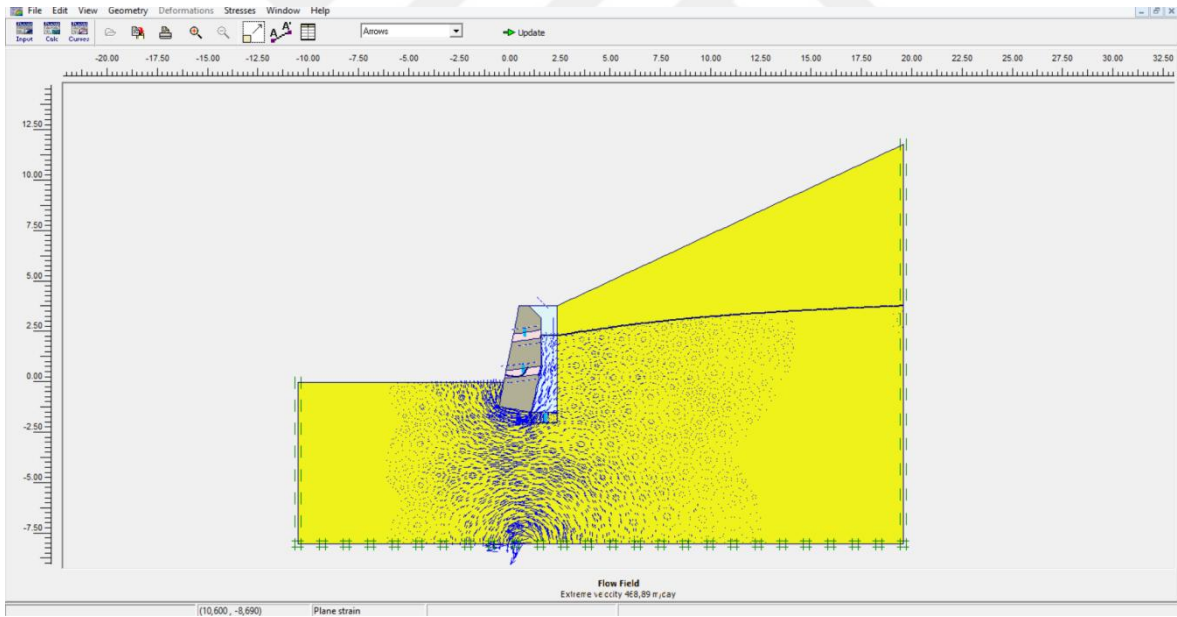
Şekil 193. Kum zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

### 3.1.2. Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu

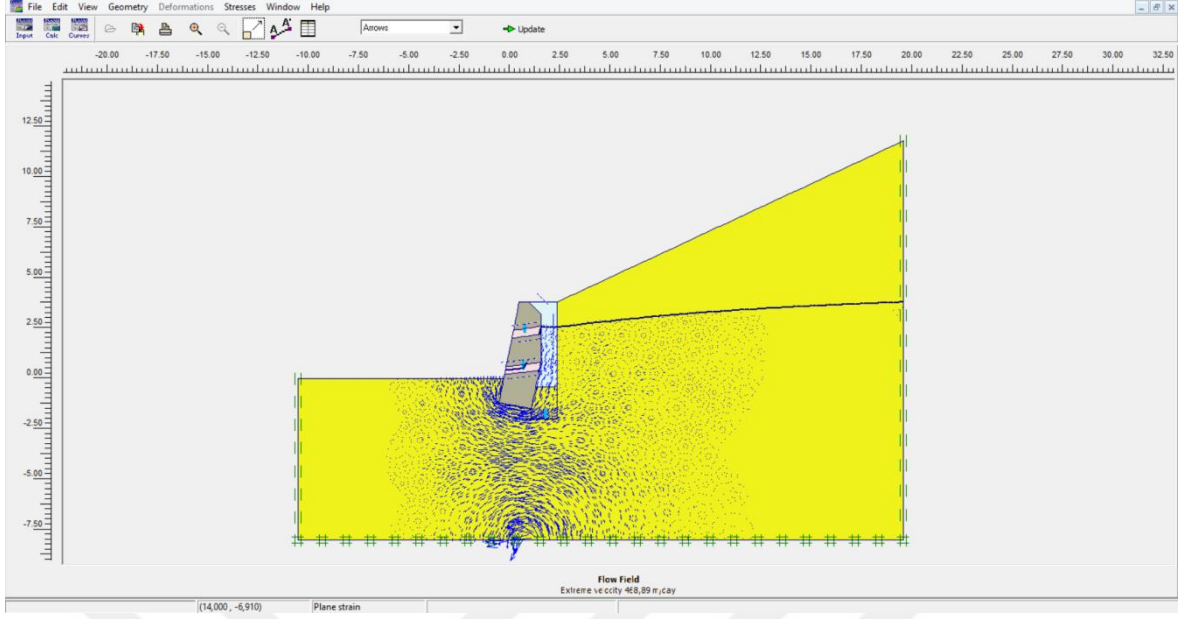
Dolgu genişliğinin 80-140 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 194, Şekil 195, Şekil 196, Şekil 197, Şekil 198, Şekil 199, Şekil 200, Şekil 201, Şekil 202, Şekil 203, Şekil 204 ve Şekil 205'te gösterilmiştir.



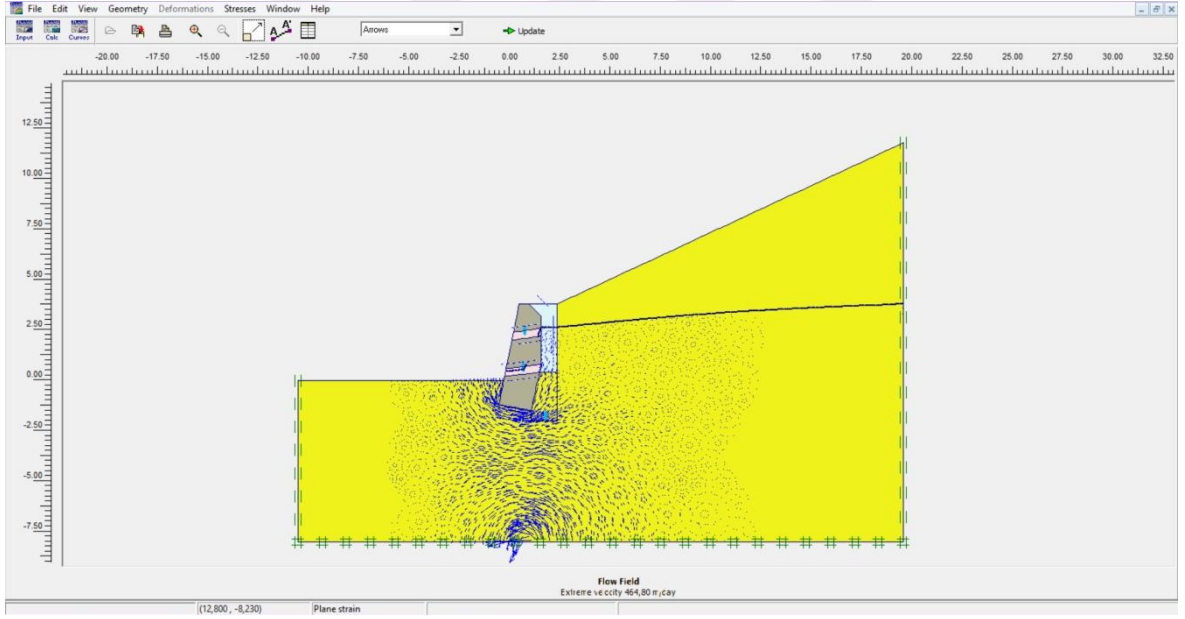
Şekil 194. Kum zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 195. Kum zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

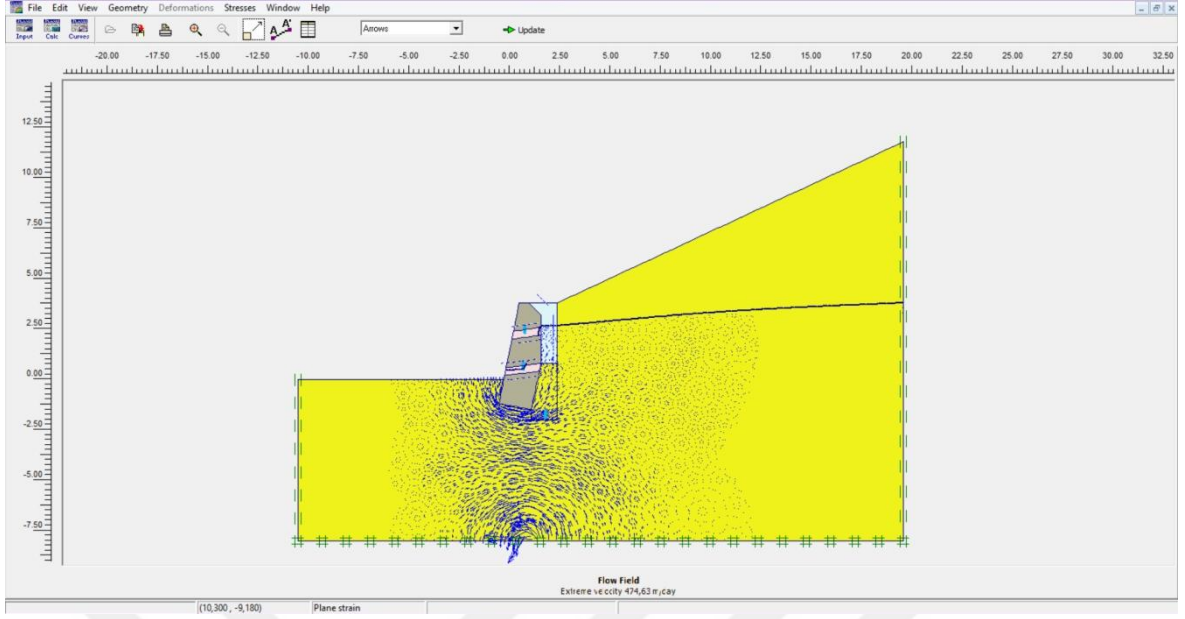


Şekil 196. Kum zemin-taş ( $h=420$  cm) ve kum ( $h=160$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

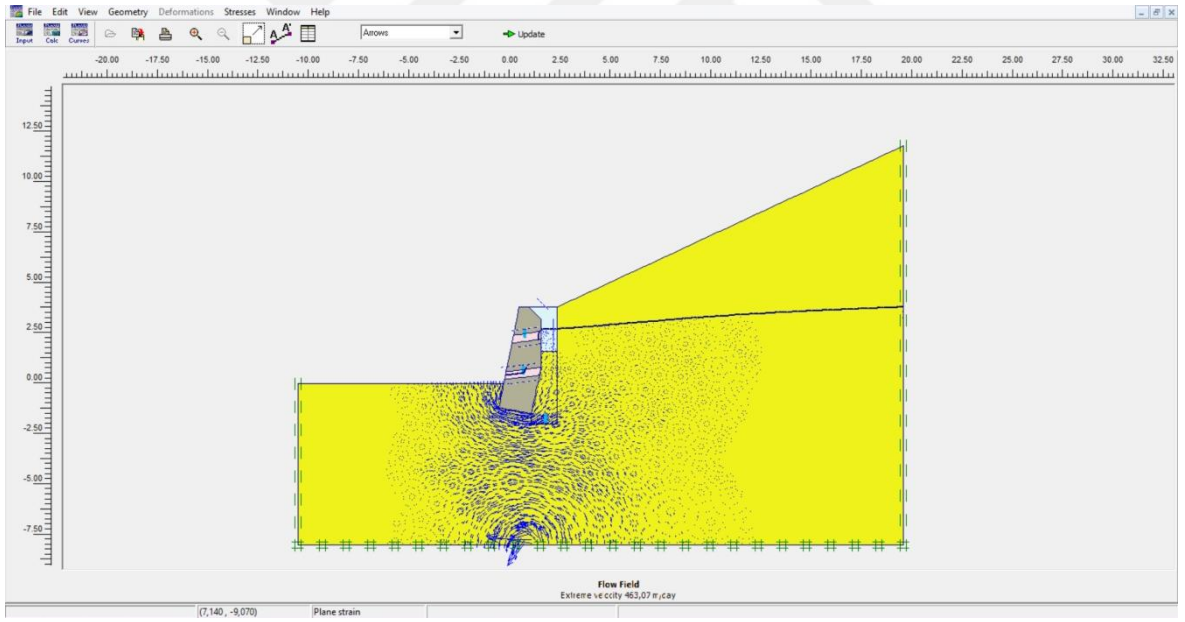


Şekil 197. Kum zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

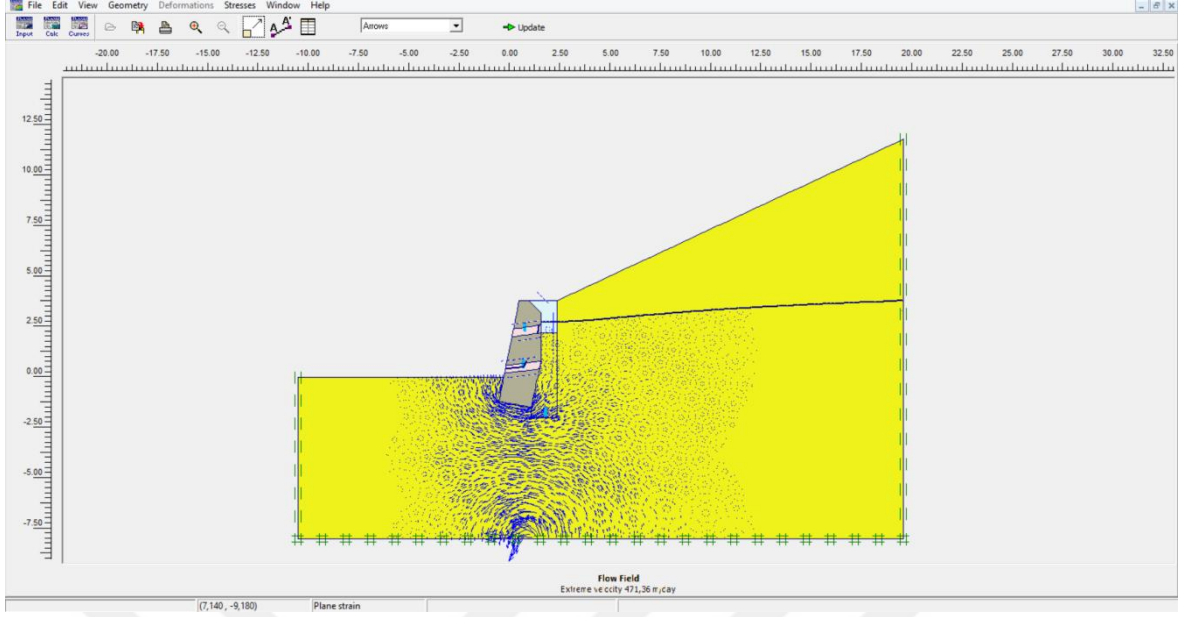




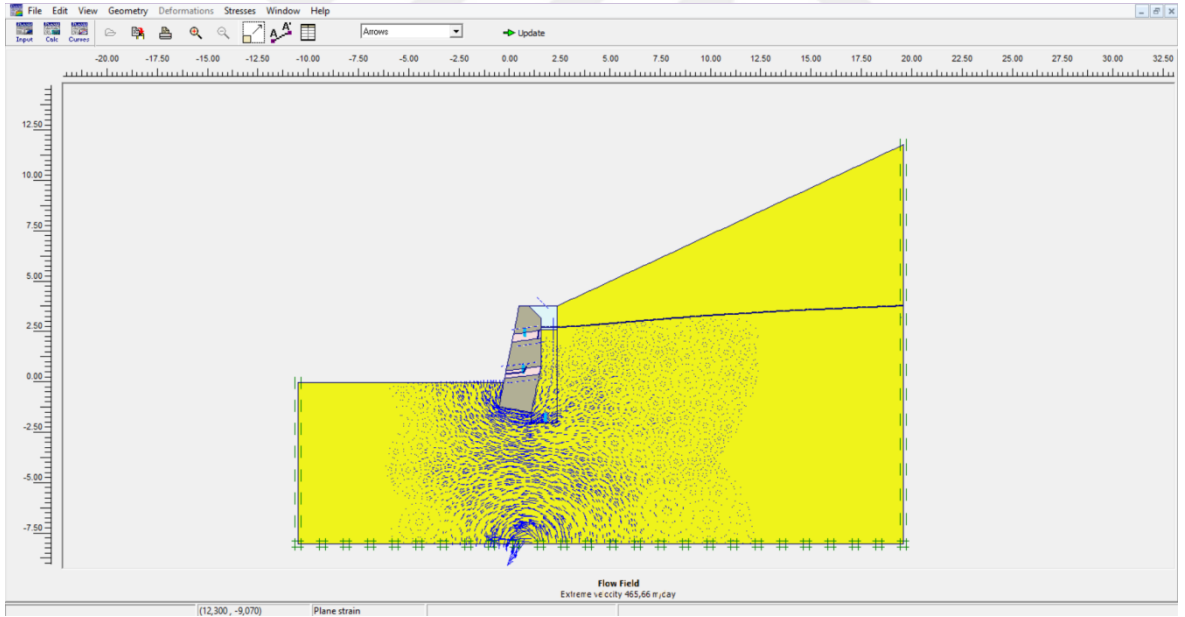
Şekil 198. Kum zemin-taş ( $h=300$  cm) ve kum ( $h=280$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



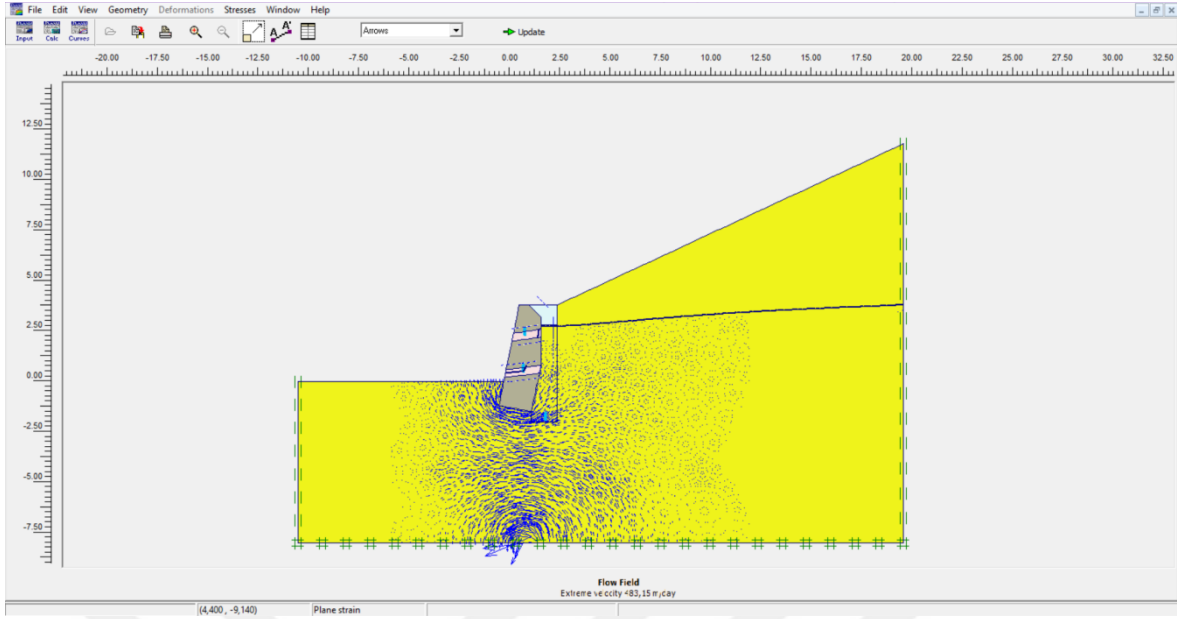
Şekil 199. Kum zemin-taş ( $h=220$  cm) ve kum ( $h=360$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



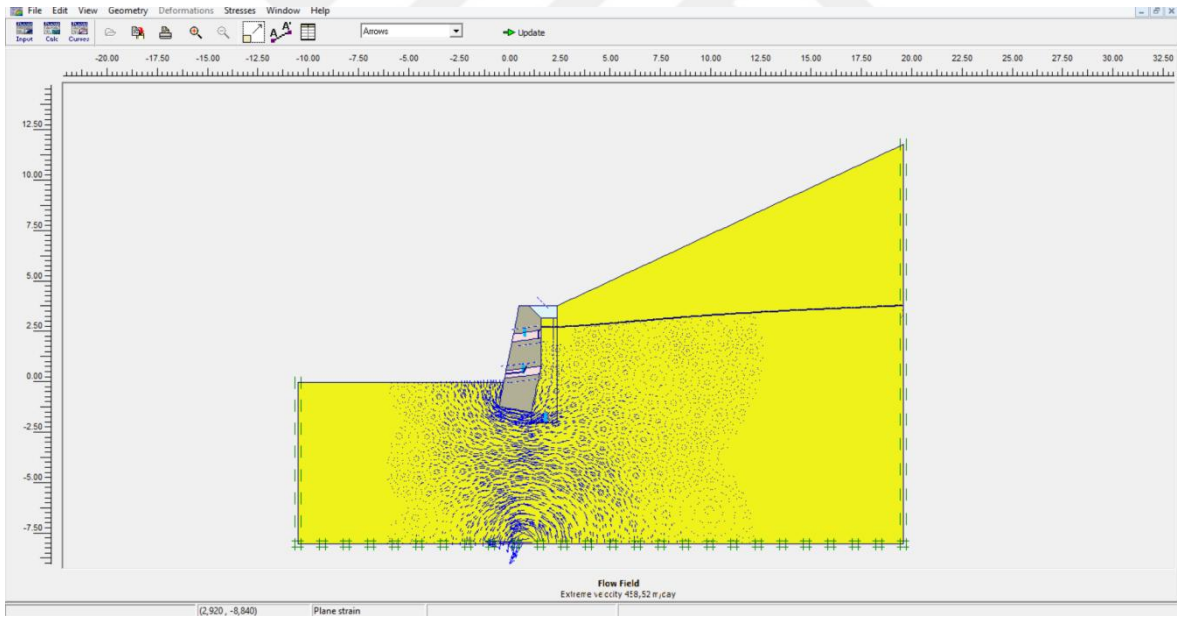
Şekil 200. Kum zemin-taş ( $h=160$  cm) ve kum ( $h=420$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 201. Kum zemin-taş ( $h=120$  cm) ve kum ( $h=460$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

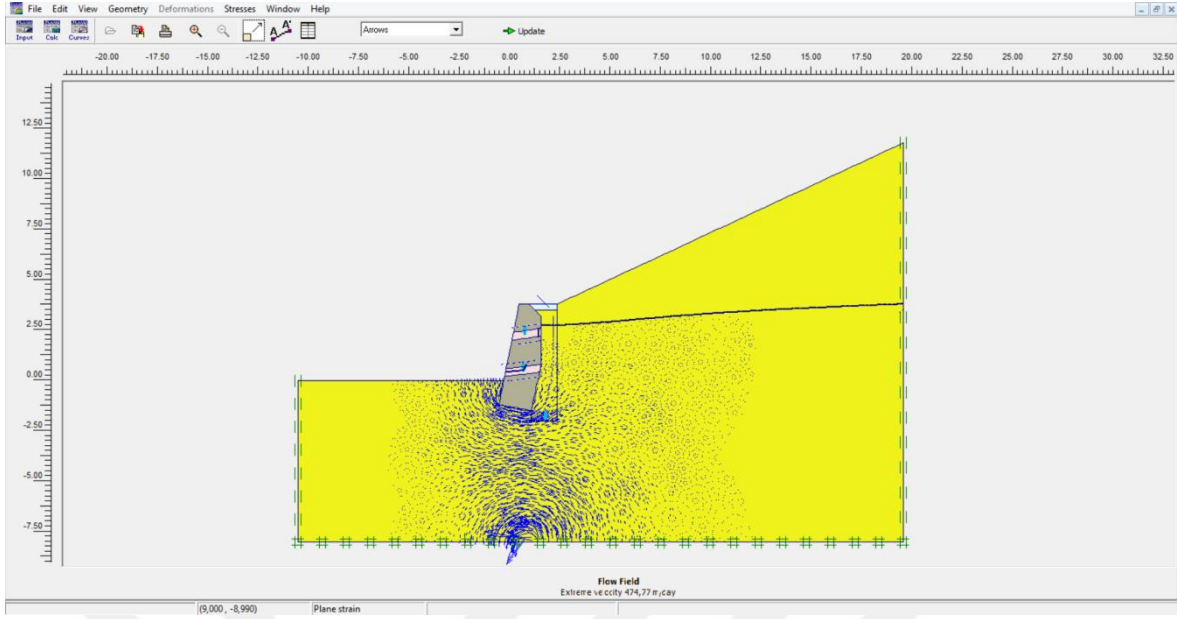


Şekil 202. Kum zemin-taş ( $h=100$  cm) ve kum ( $h=480$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

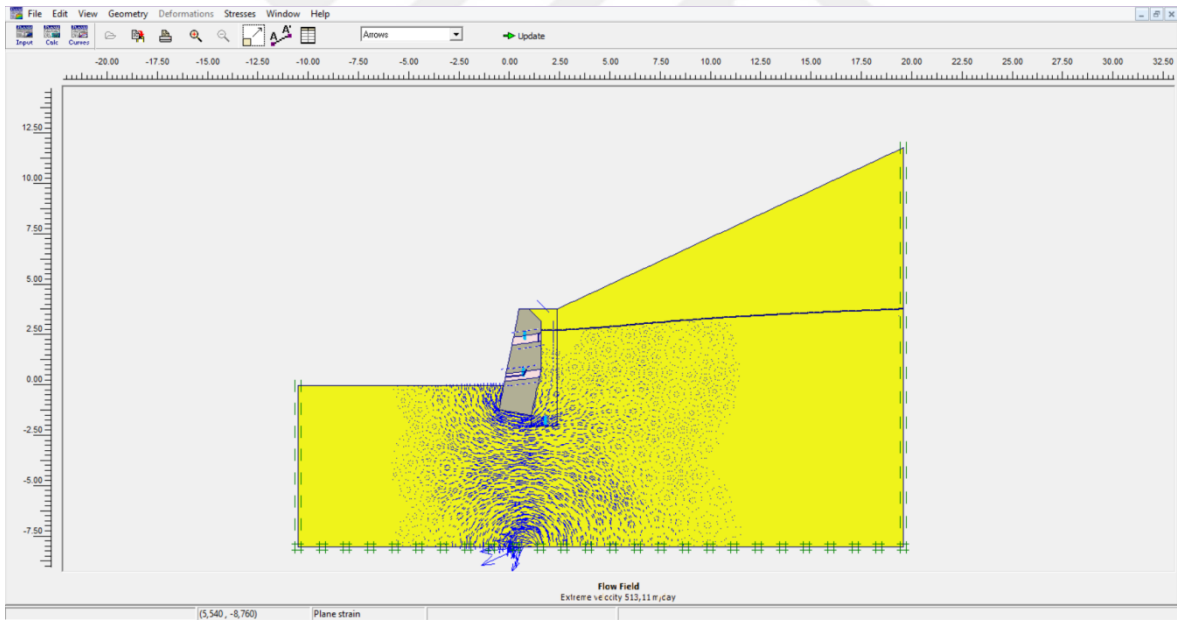


Şekil 203. Kum zemin-taş ( $h=60$  cm) ve kum ( $h=520$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)





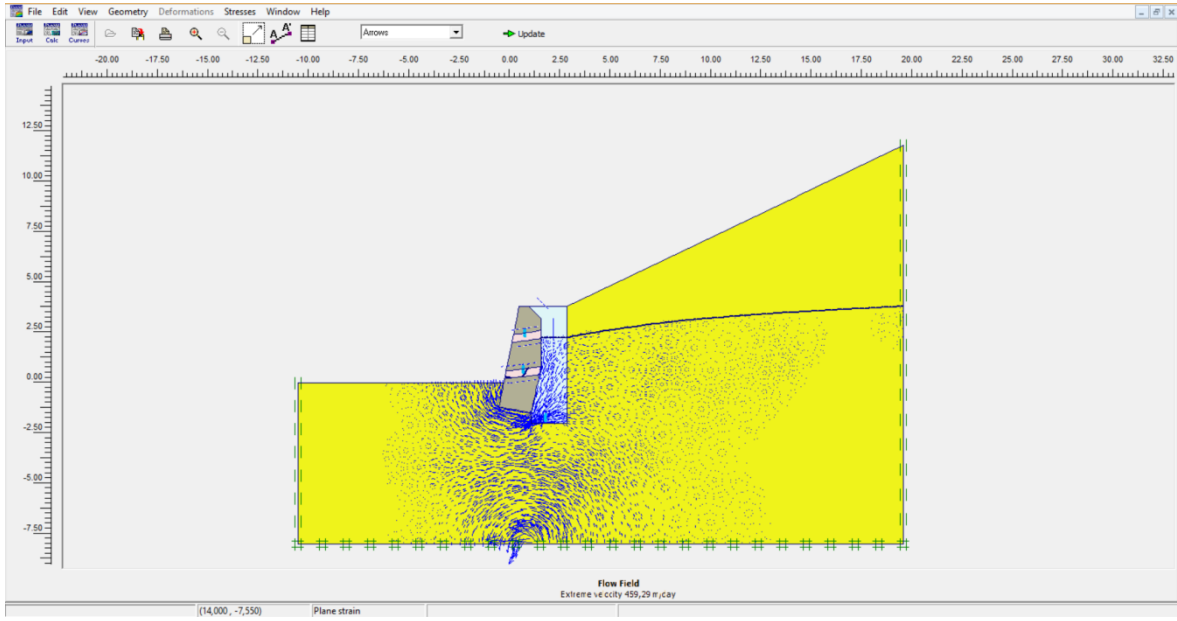
Şekil 204. Kum zemin-taş ( $h=30$  cm) ve kum ( $h=550$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



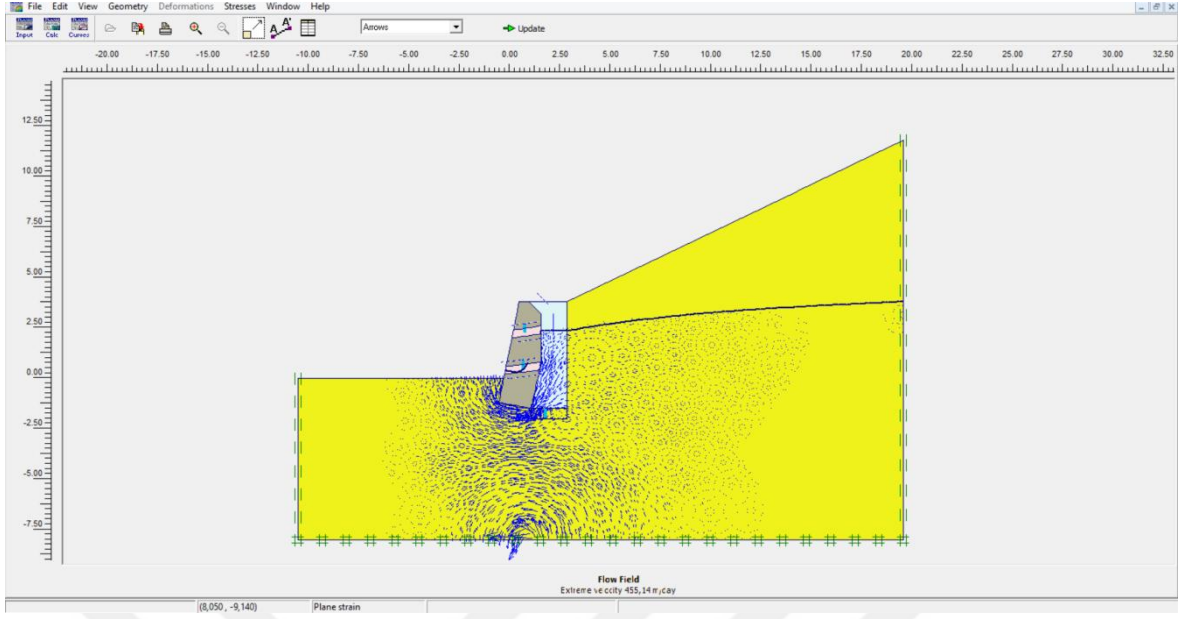
Şekil 205. Kum zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=80-140$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

### 3.1.3. Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu

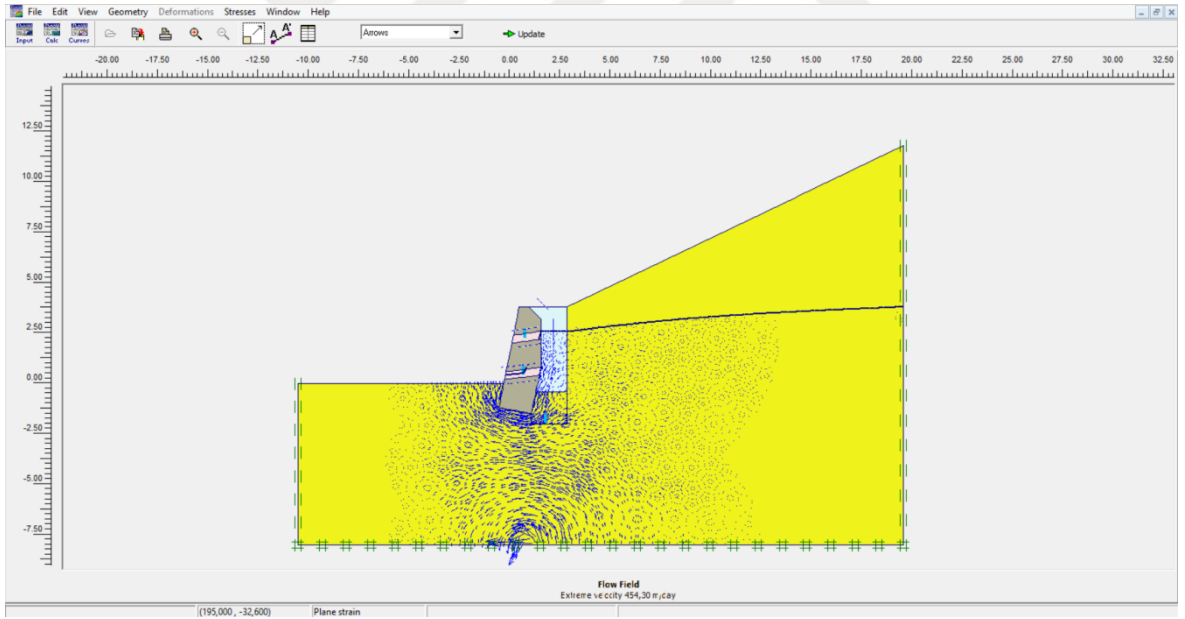
Dolgu genişliğinin 130-190 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 206, Şekil 207, Şekil 208, Şekil 209, Şekil 210, Şekil 211, Şekil 212, Şekil 213, Şekil 214, Şekil 215, Şekil 216 ve Şekil 217'de gösterilmiştir.



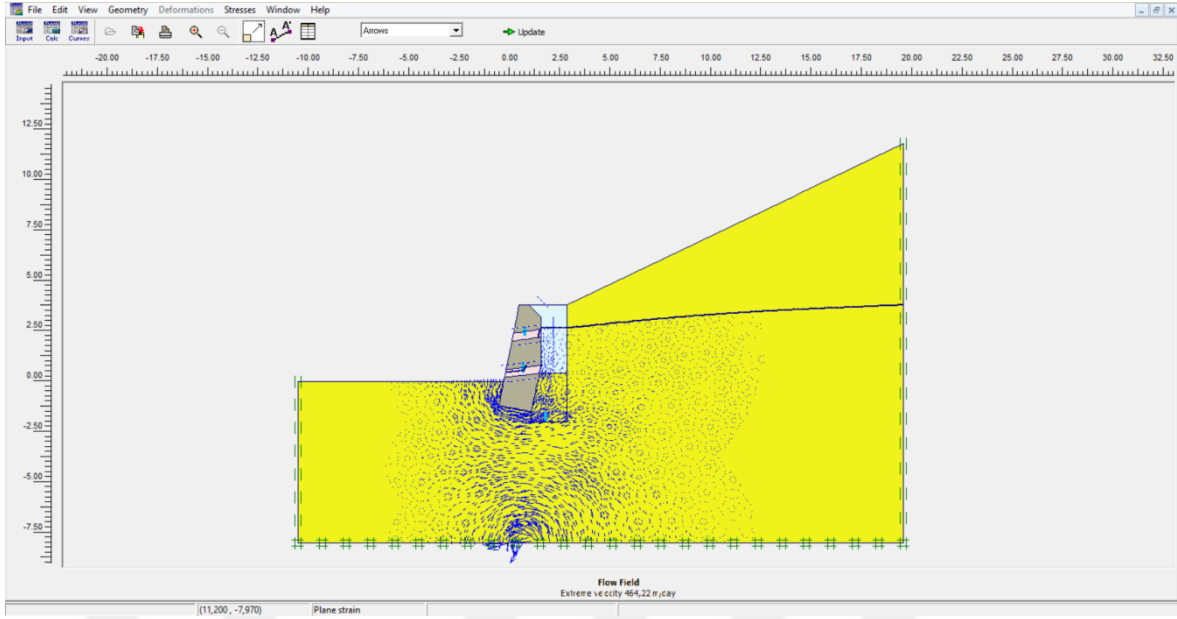
Şekil 206. Kum zemin-taş ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



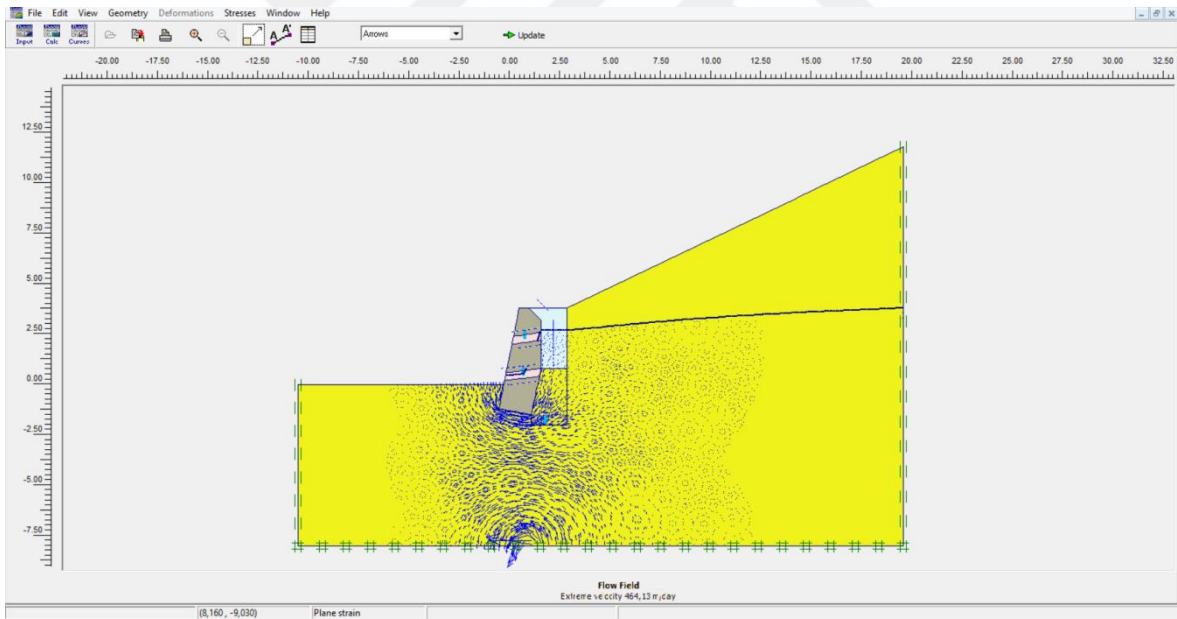
Şekil 207. Kum zemin-taş ( $h=530$  cm) ve kum ( $h=50$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



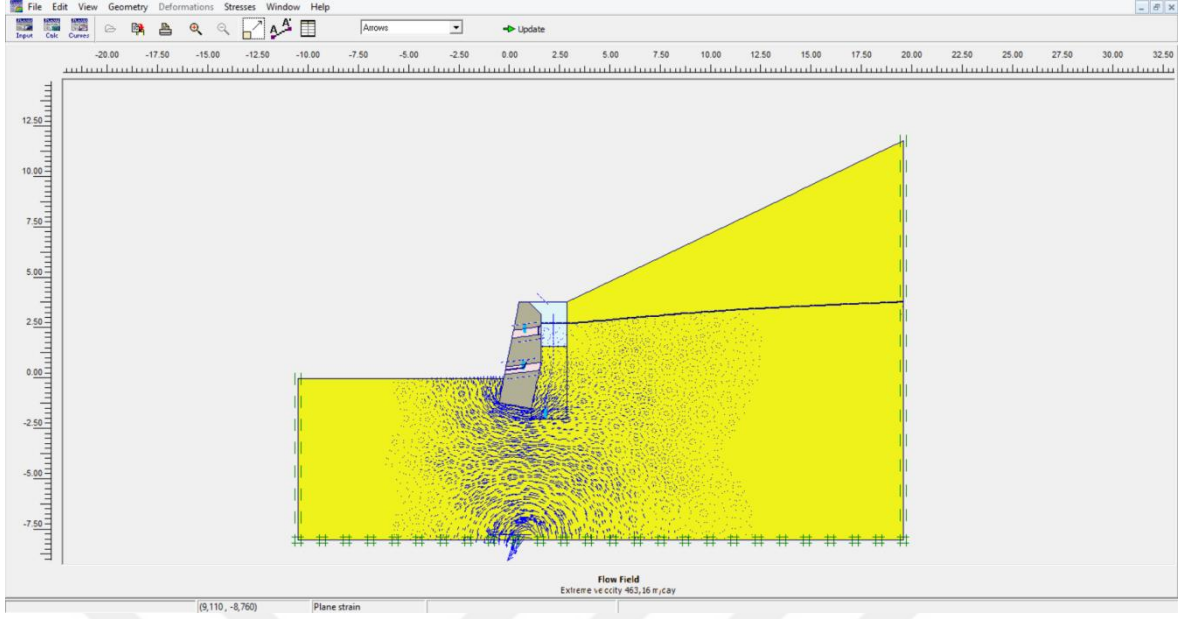
Şekil 208. Kum zemin-taş ( $h=420$  cm) ve kum ( $h=160$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



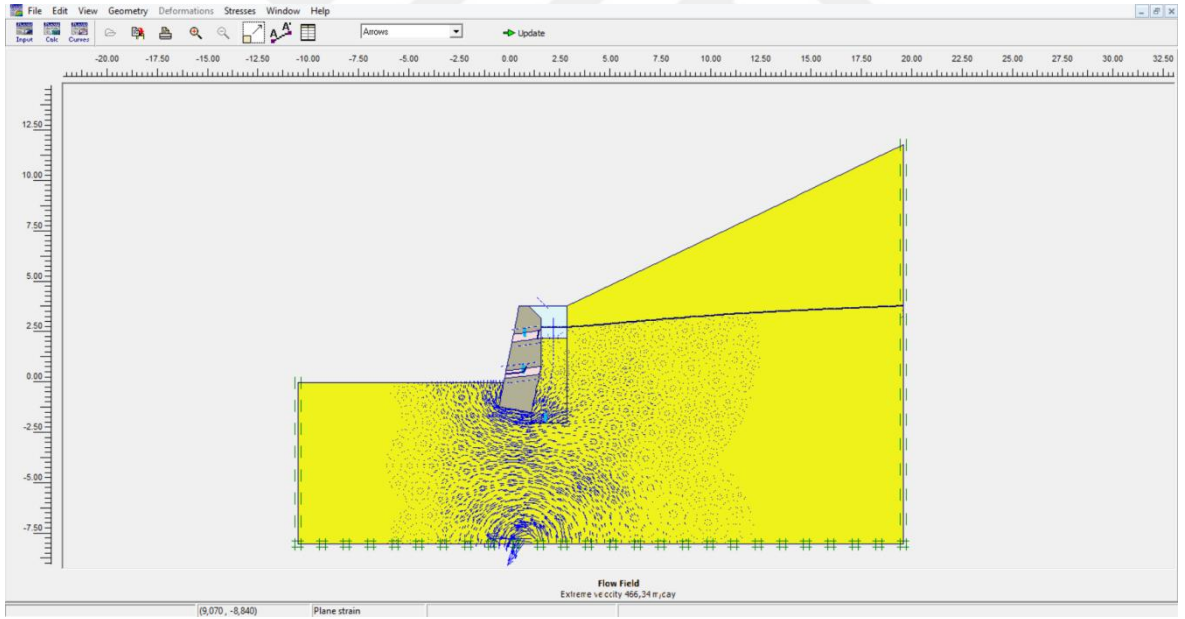
Şekil 209. Kum zemin-taş ( $h=340$  cm) ve kum ( $h=240$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



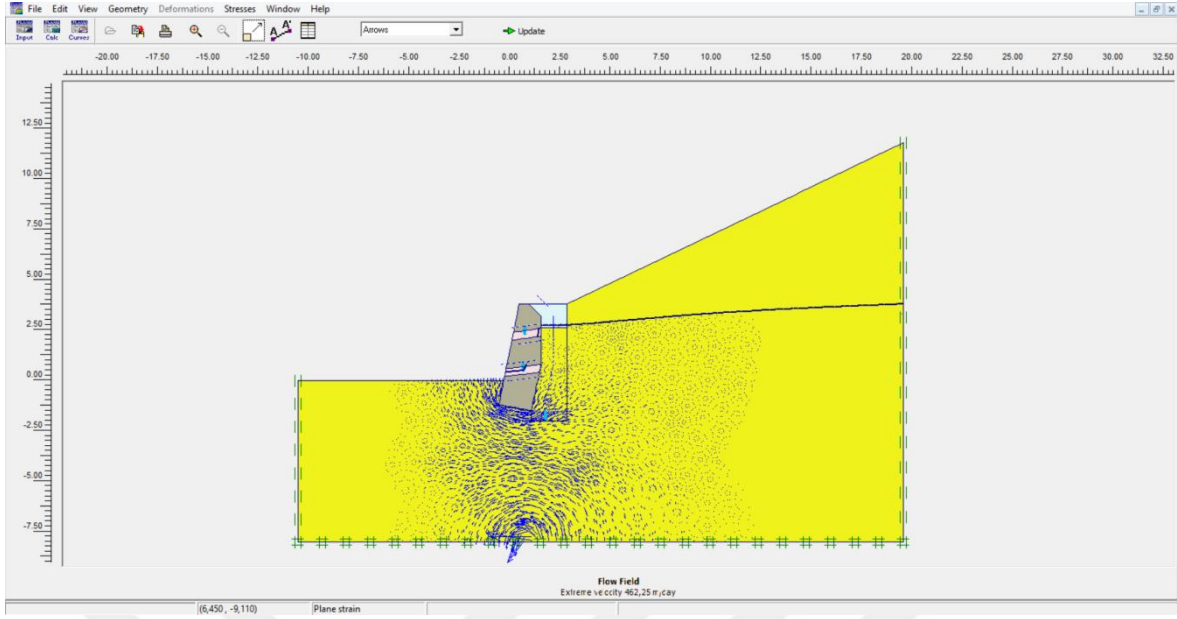
Şekil 210. Kum zemin-taş ( $h=300$  cm) ve kum ( $h=280$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



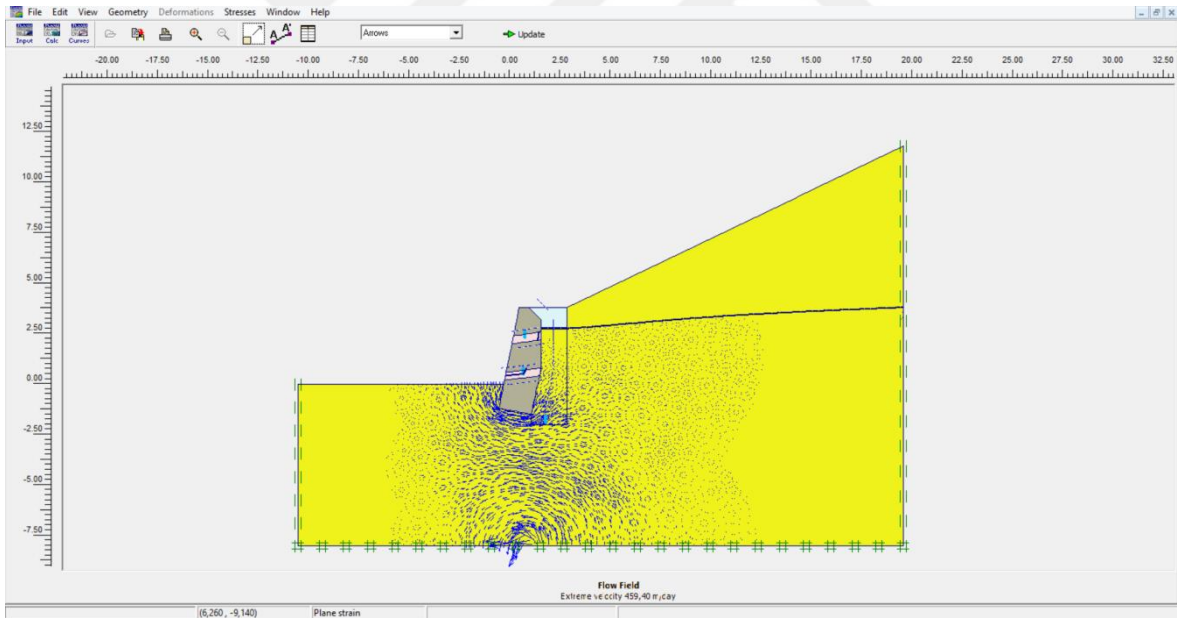
Şekil 211. Kum zemin-taş ( $h=220$  cm) ve kum ( $h=360$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 212. Kum zemin-taş ( $h=160$  cm) ve kum ( $h=420$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

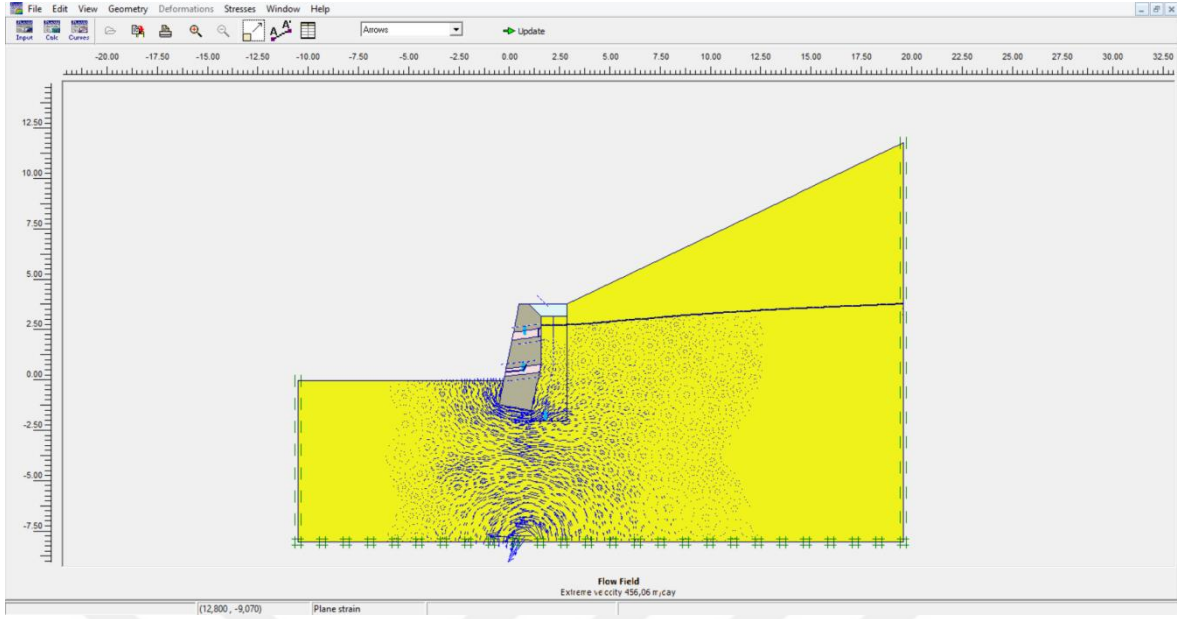


Şekil 213. Kum zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

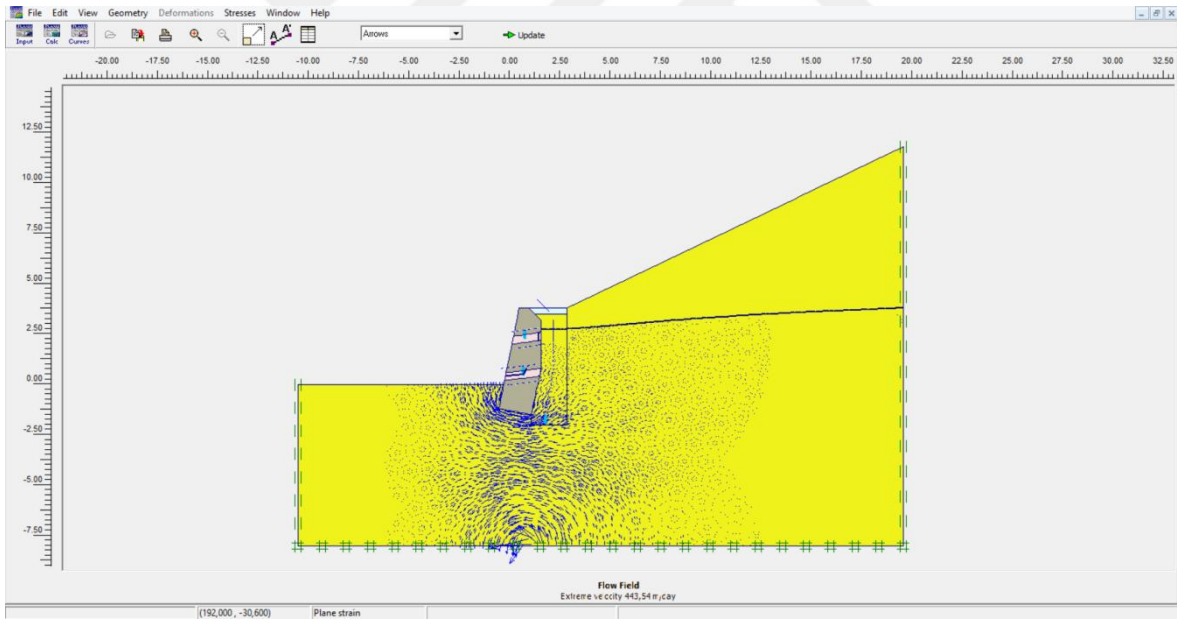


Şekil 214. Kum zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

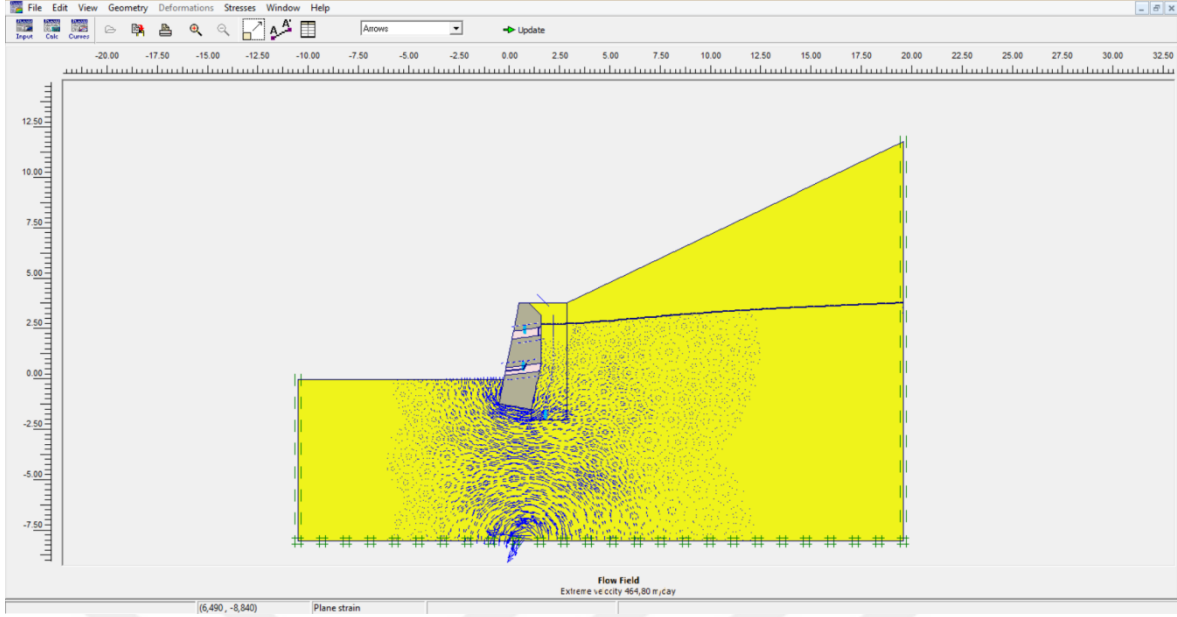




Şekil 215. Kum zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 216. Kum zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 217. Kum zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

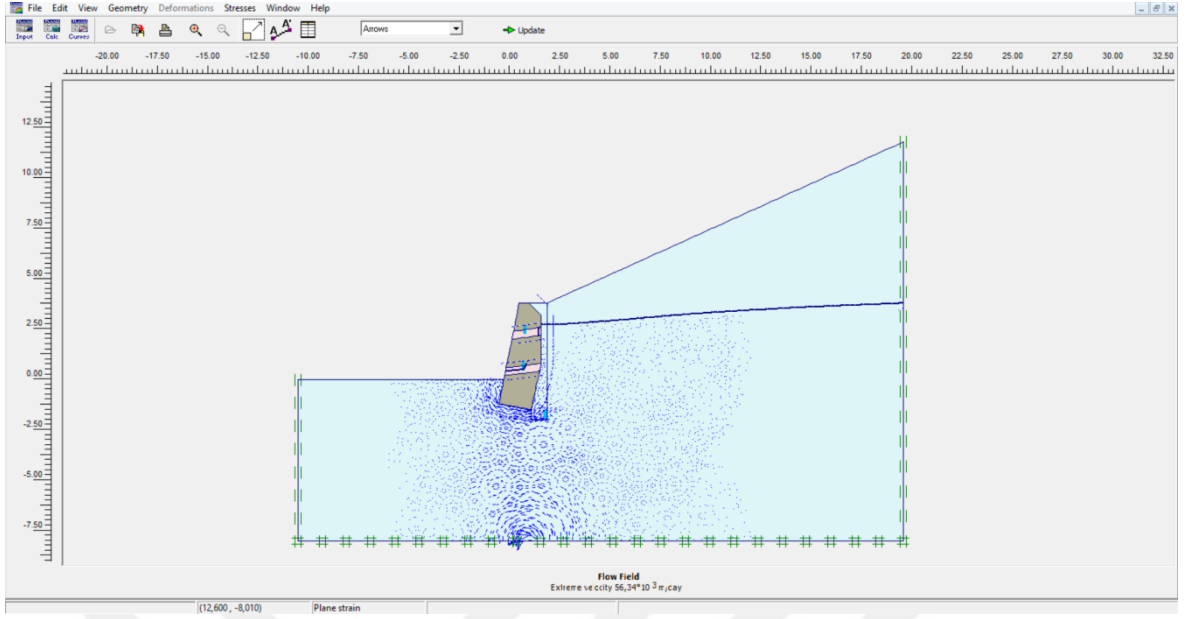
### 3.2. Zeminin Çakıl Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi

İstinat duvarının inşa edildiği zemin çakıl seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayıldığında yapılan analizler sonucunda elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri ile ilgili veriler üç grupta toplanmıştır.

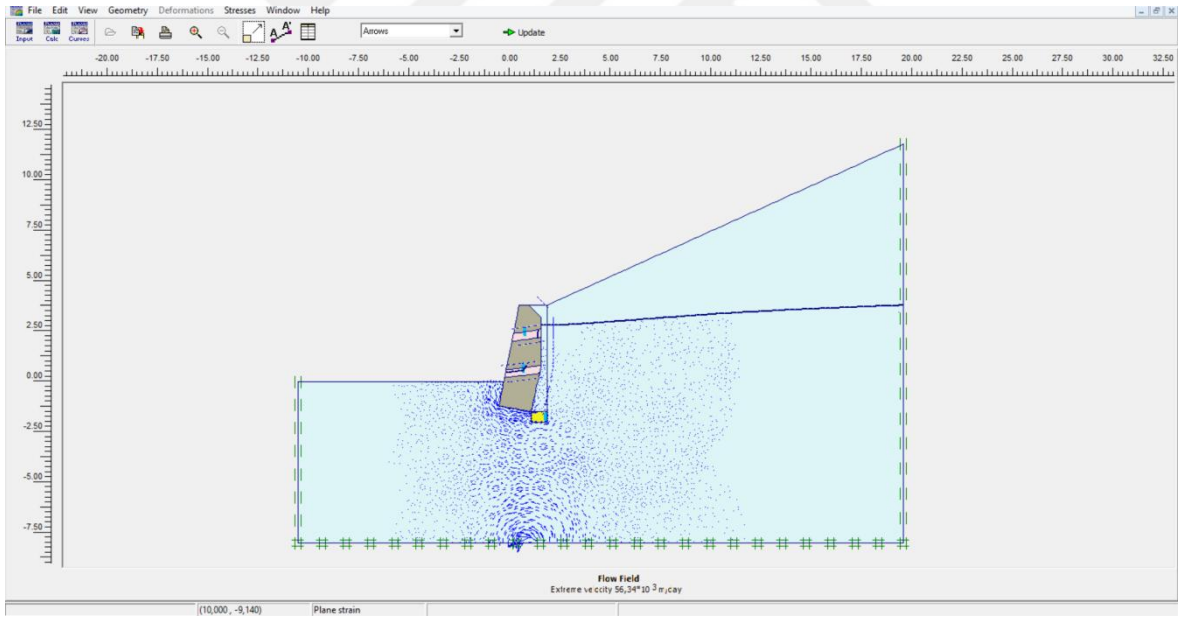
#### 3.2.1. Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 30-90 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 218, Şekil 219, Şekil 220, Şekil 221, Şekil 222, Şekil 223, Şekil 224, Şekil 225, Şekil 226, Şekil 227, Şekil 228 ve Şekil 229'da gösterilmiştir.

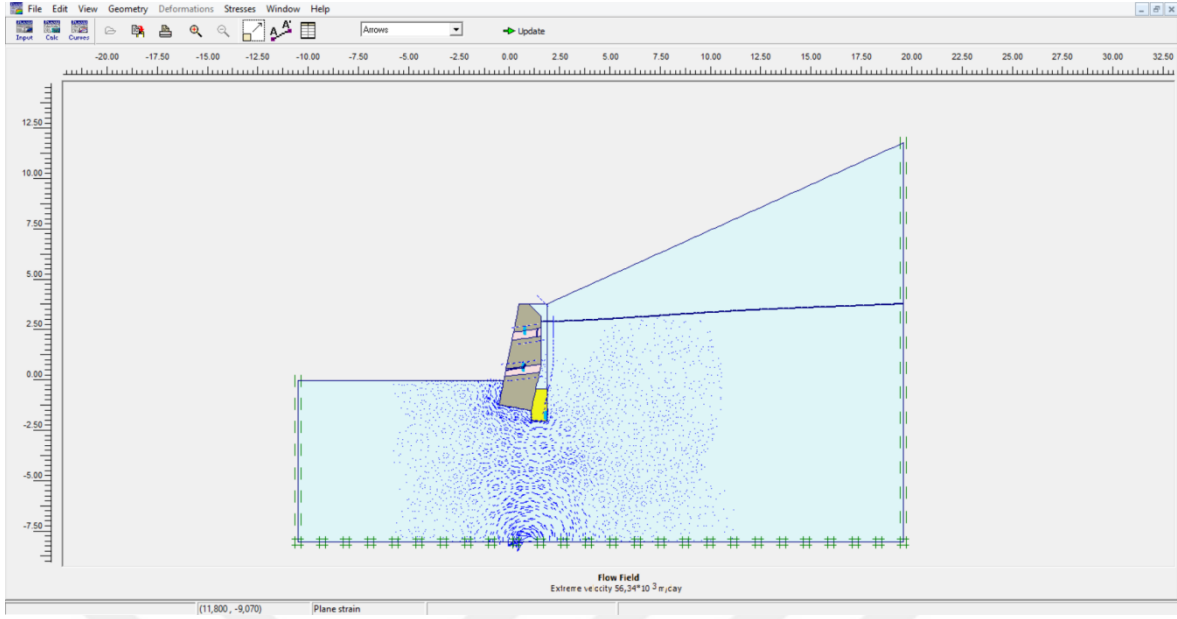




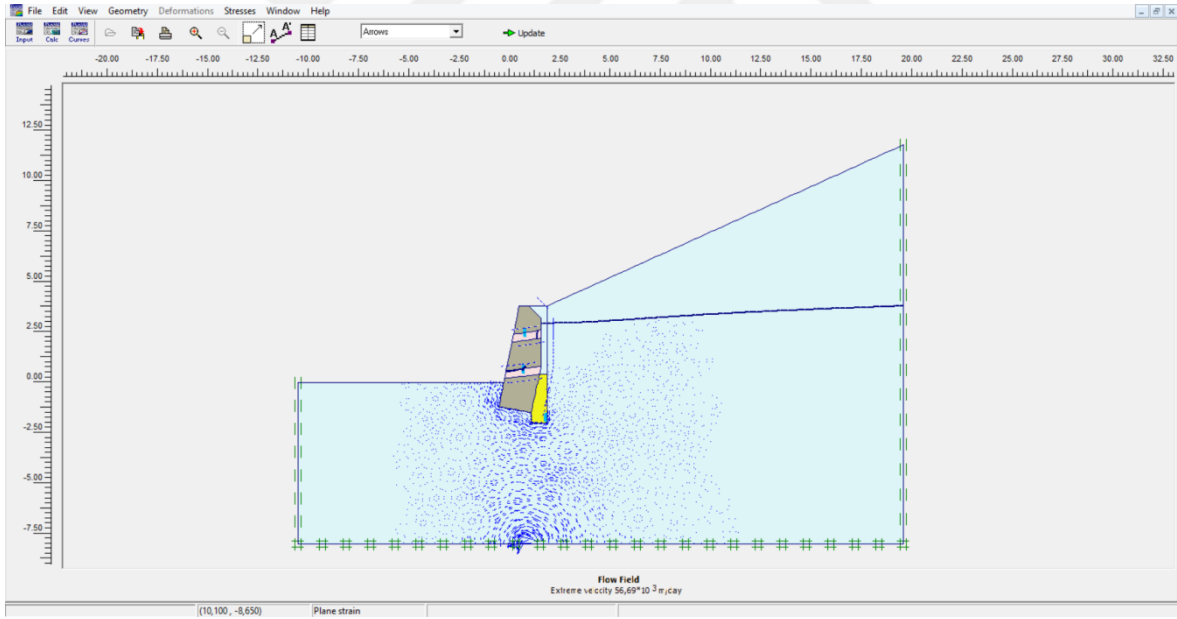
Şekil 218. Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



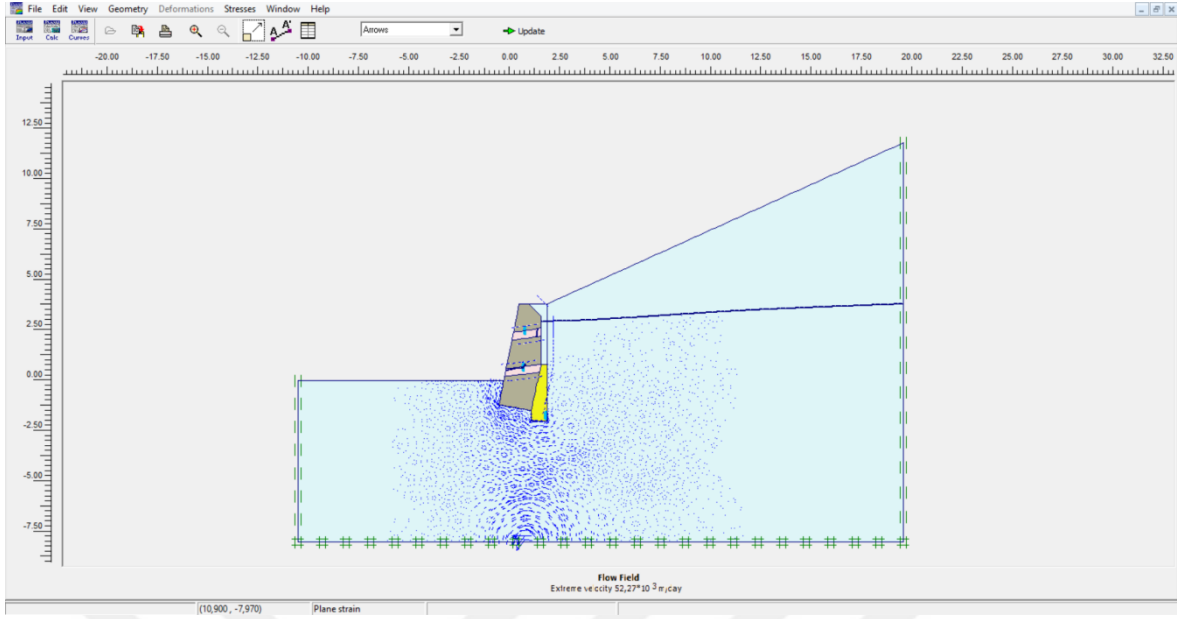
Şekil 219. Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



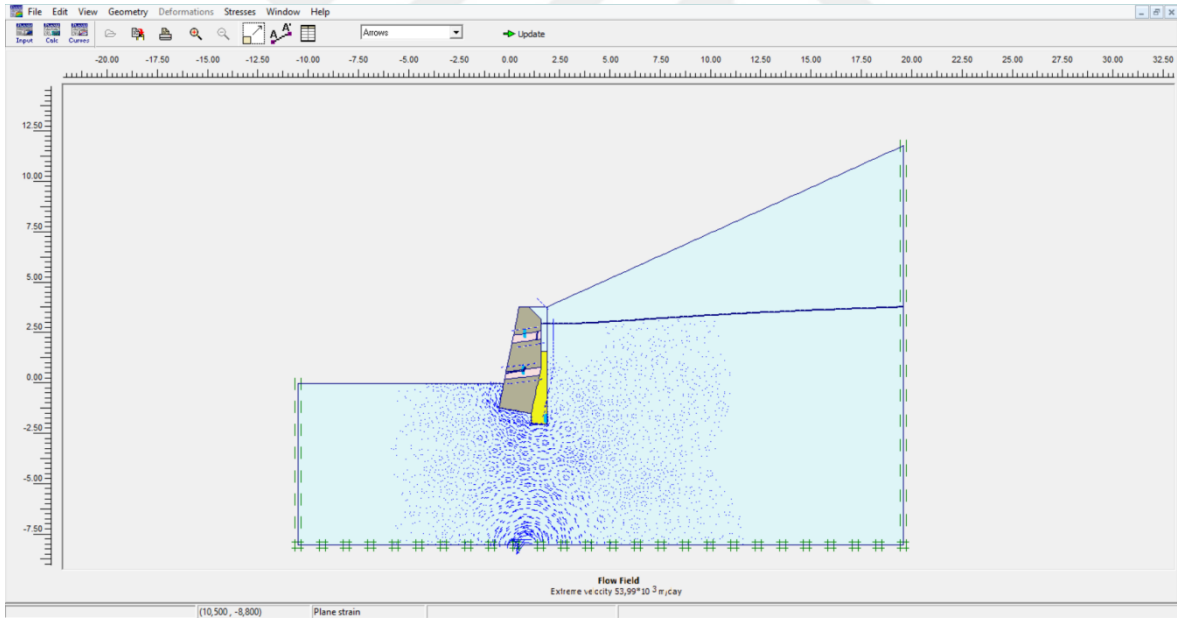
Şekil 220. Çakıl zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



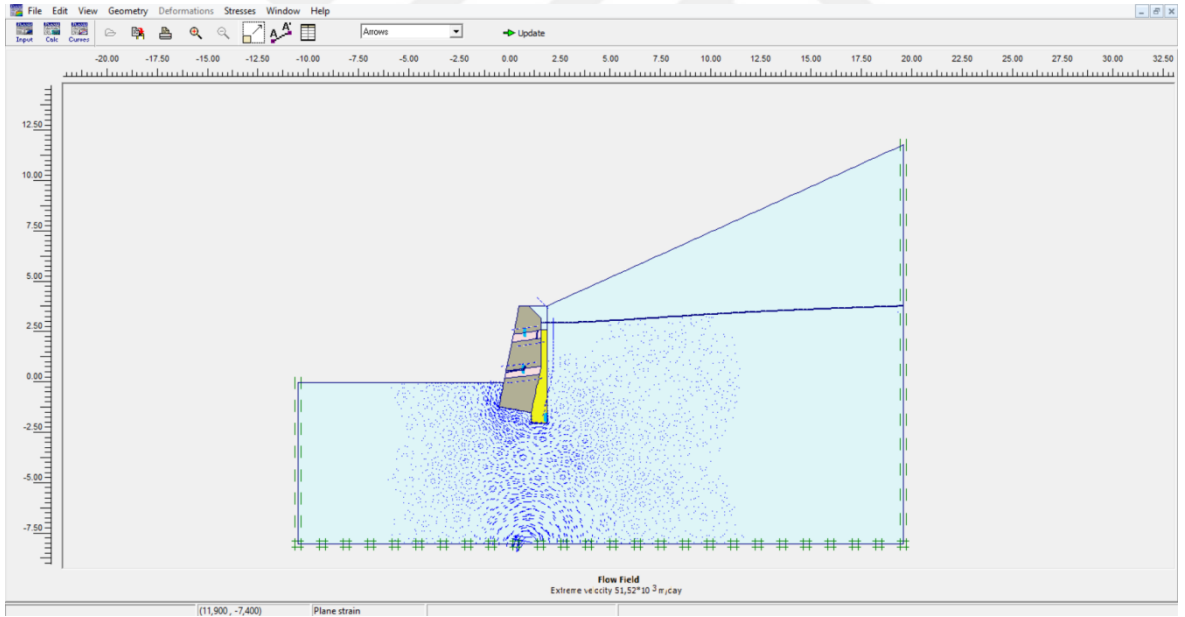
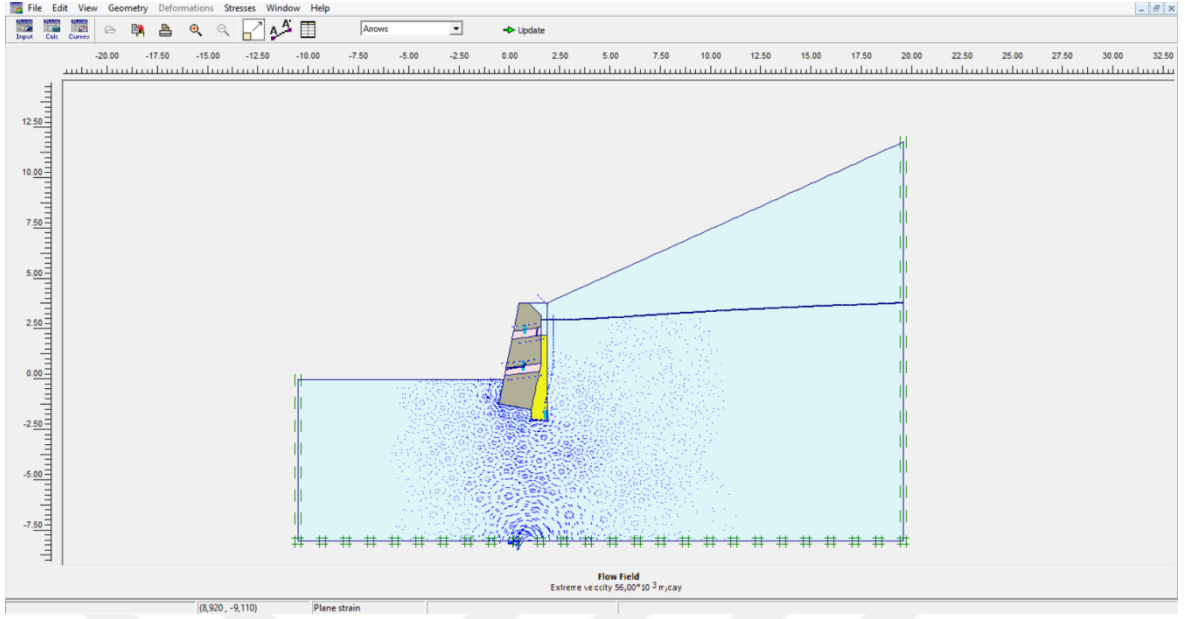
Şekil 221. Çakıl zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

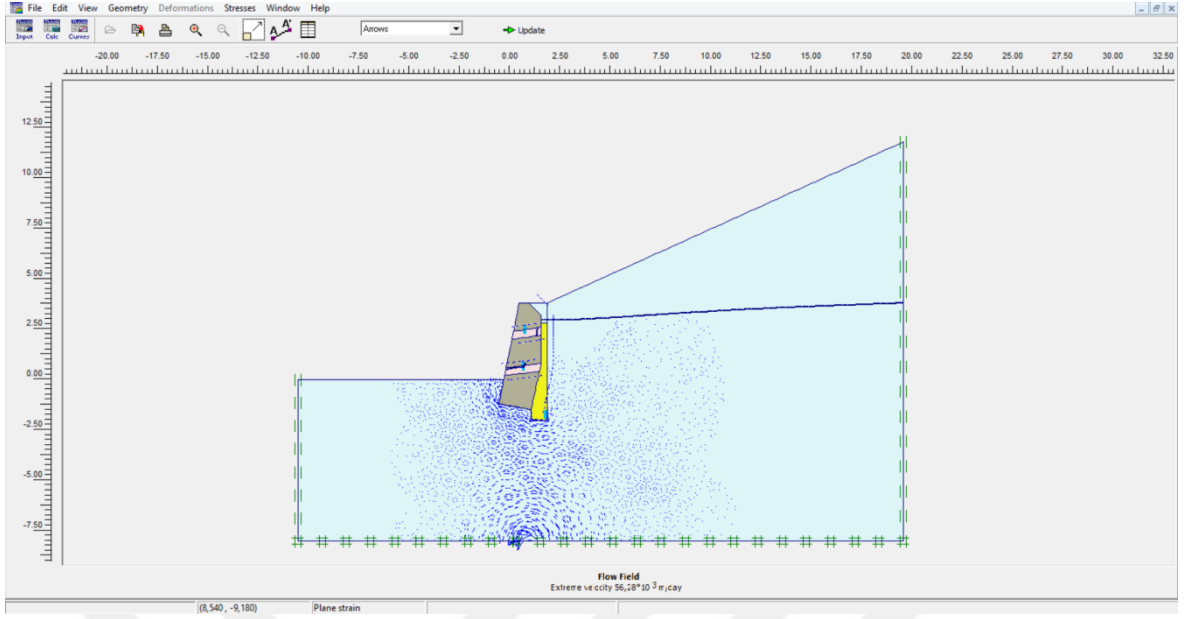


Şekil 222. Çakıl zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

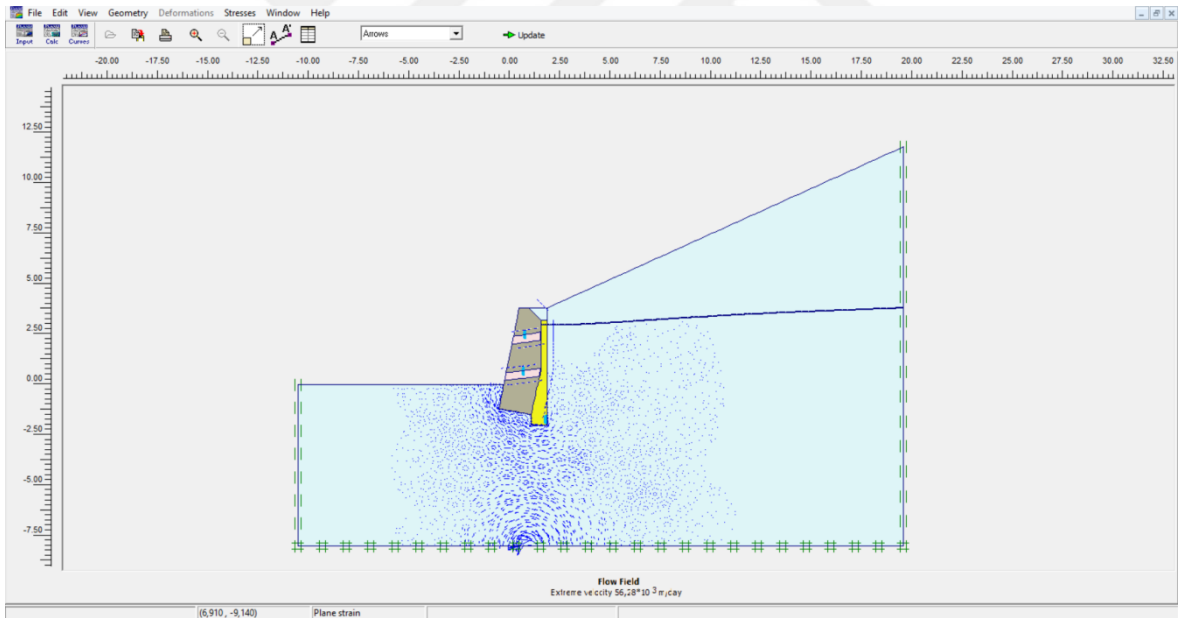


Şekil 223. Çakıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

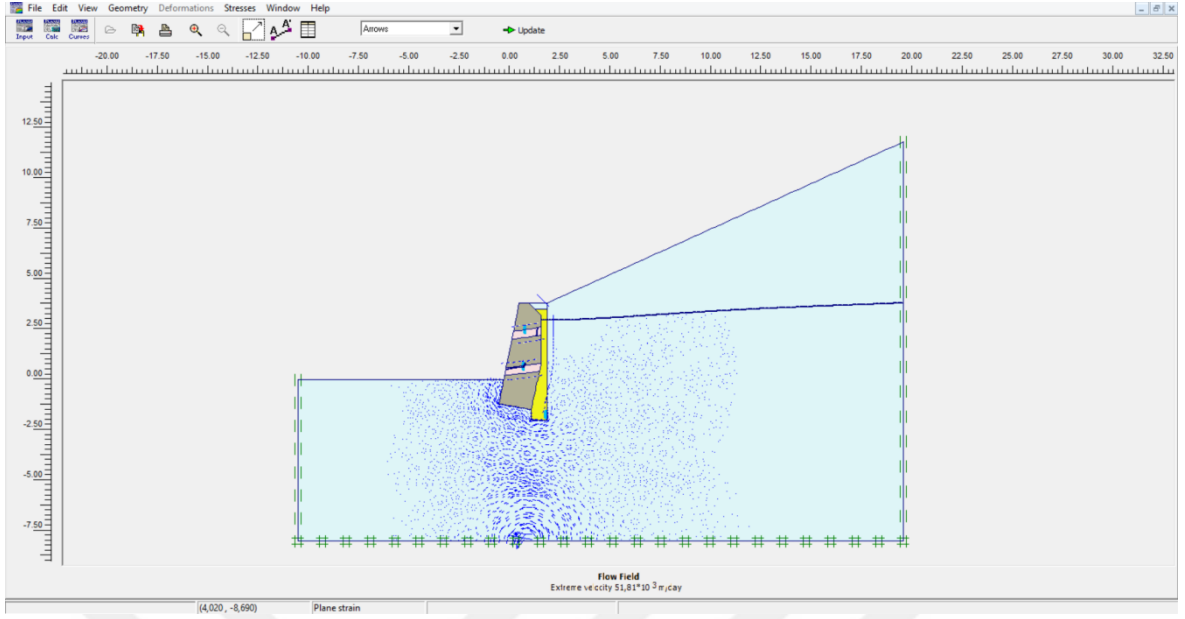




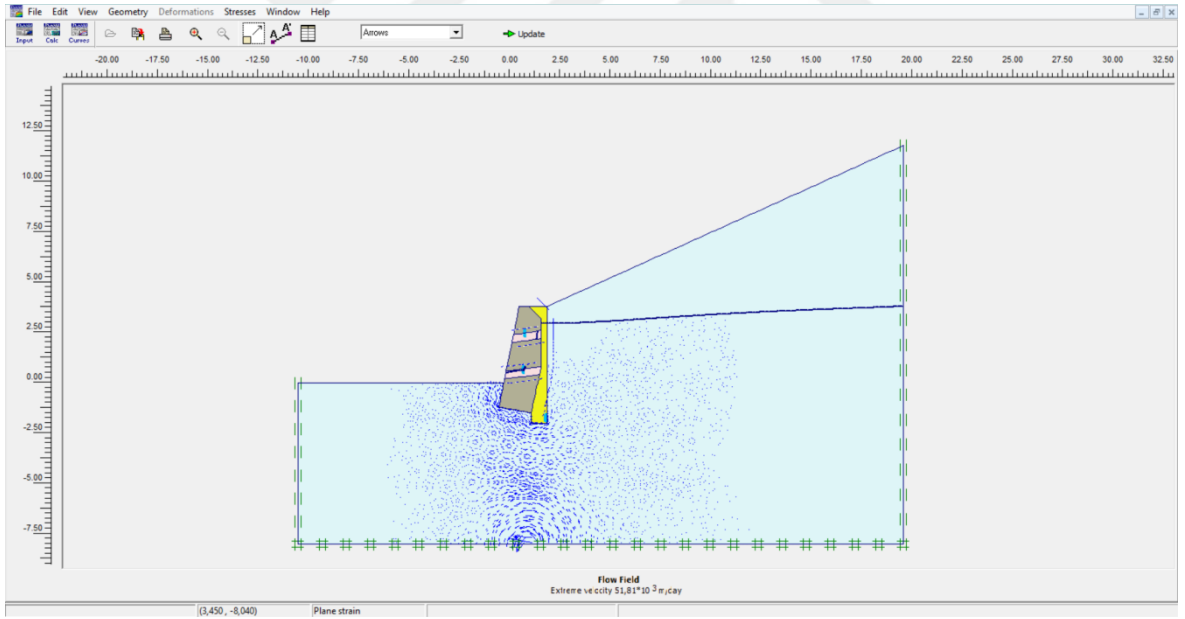
Şekil 226. Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 227. Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



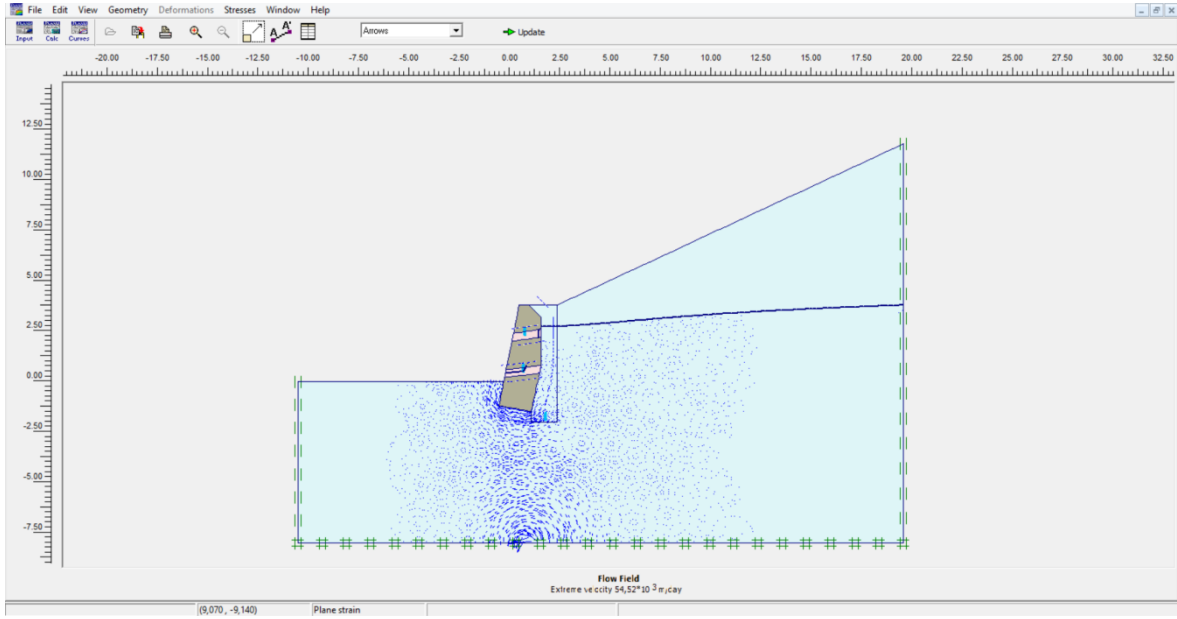
Şekil 228. Çakıl zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



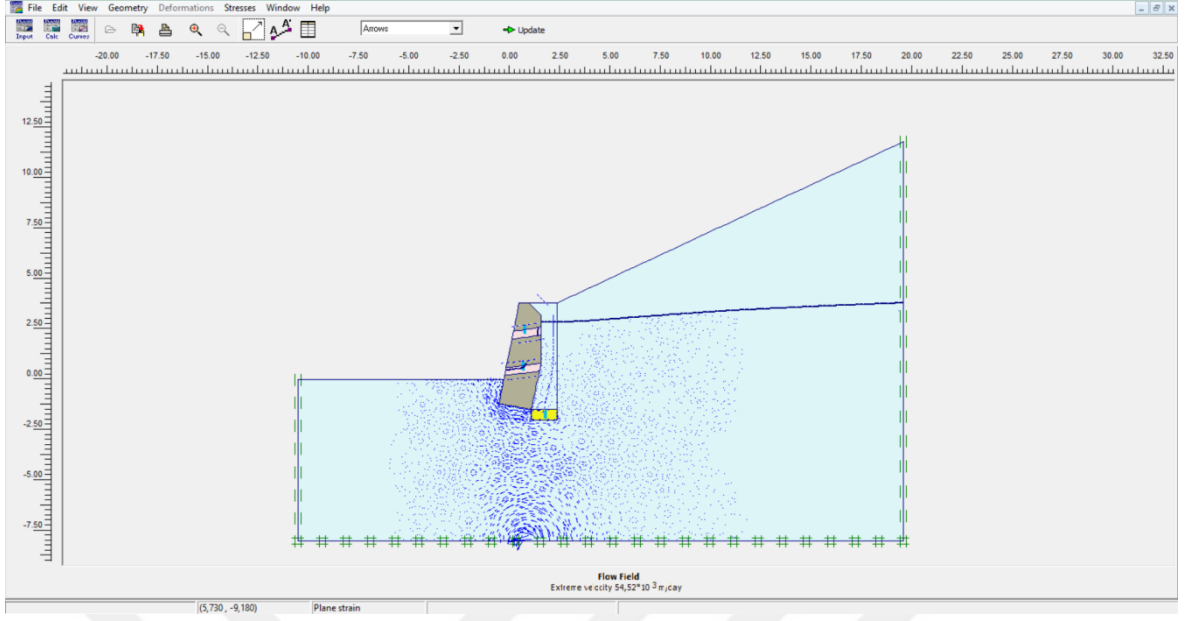
Şekil 229. Çakıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

### 3.2.2. Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu

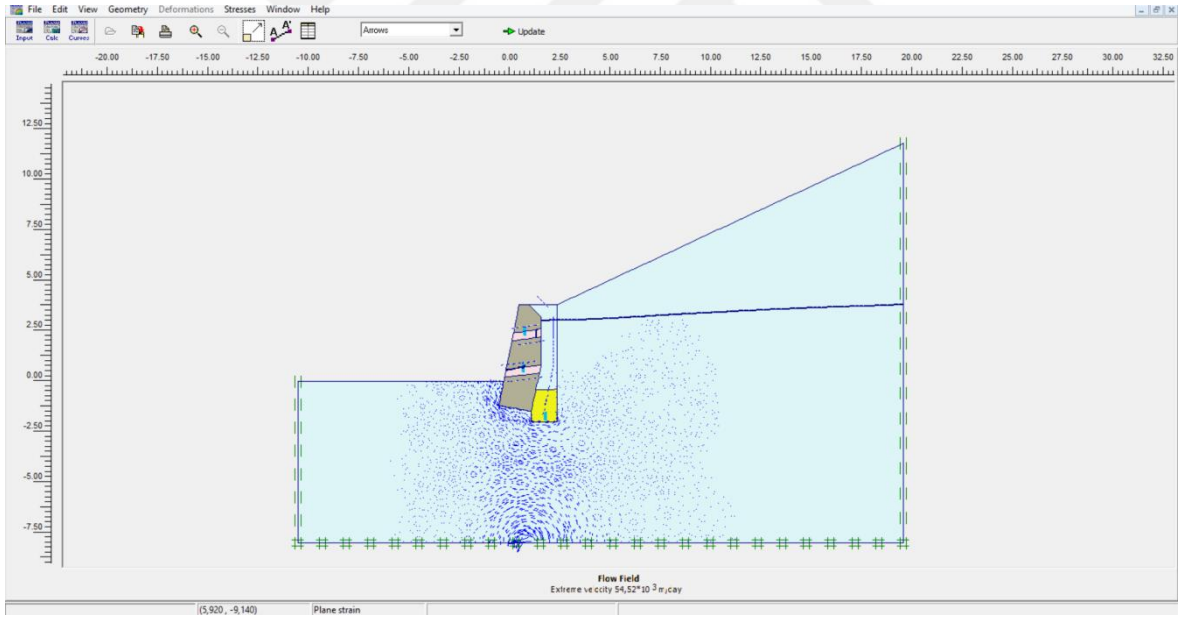
Dolgu genişliğinin 80-140 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 230, Şekil 231, Şekil 232, Şekil 233, Şekil 234, Şekil 235, Şekil 236, Şekil 237, Şekil 238, Şekil 239, Şekil 240 ve Şekil 241'de gösterilmiştir.



Şekil 230. Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

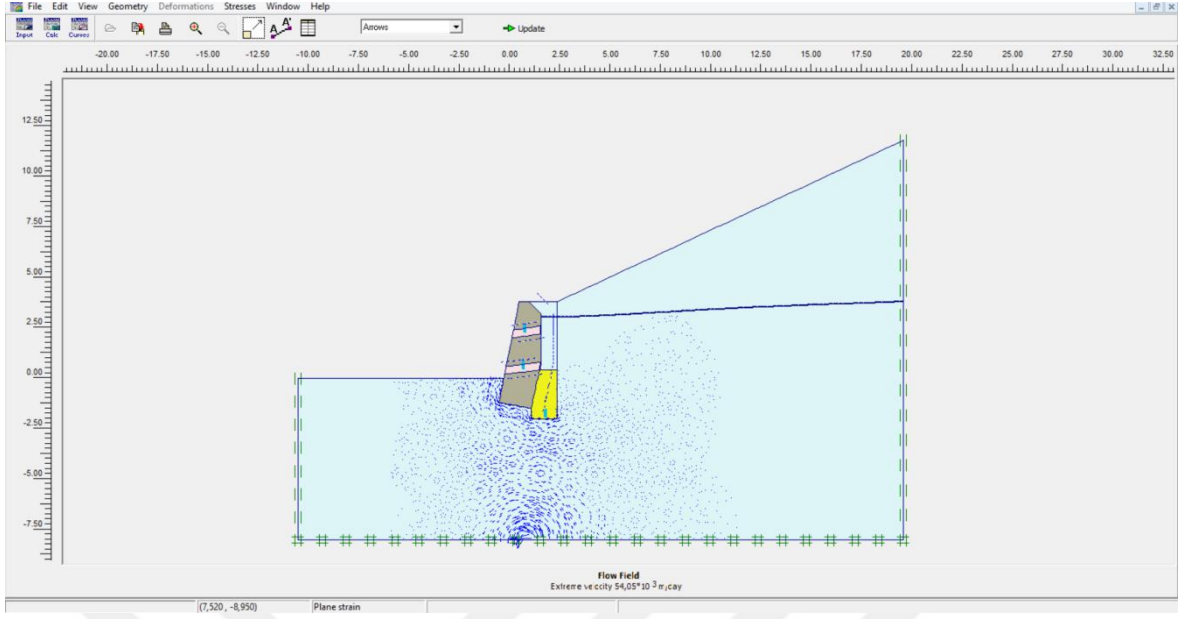


Şekil 231. Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

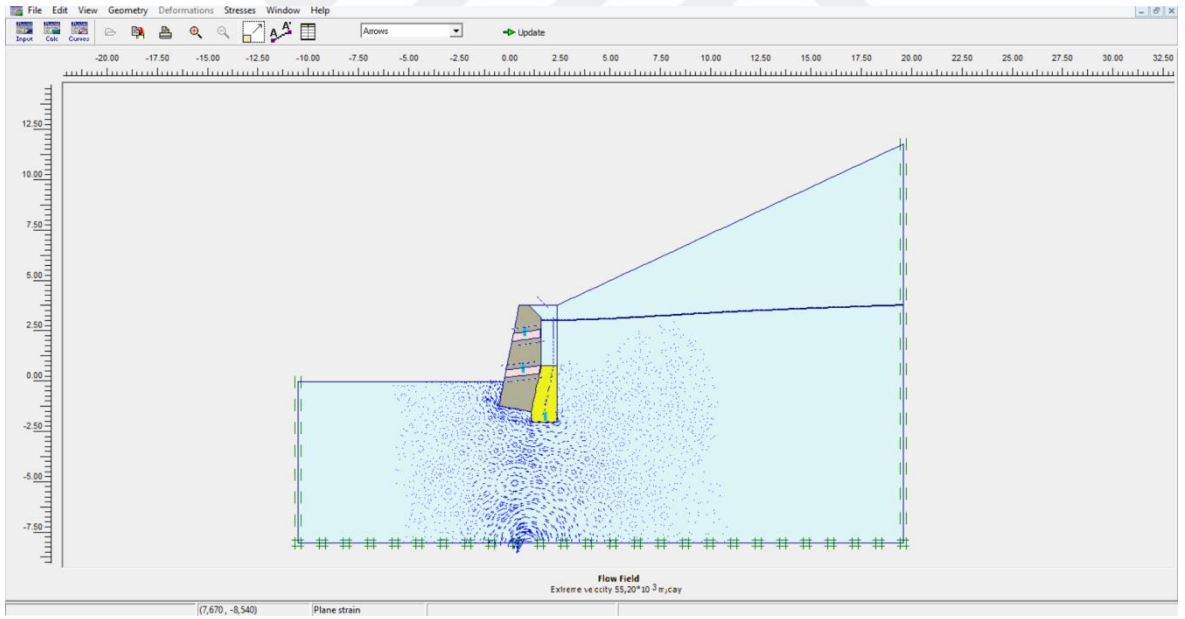


Şekil 232. Çakıl zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

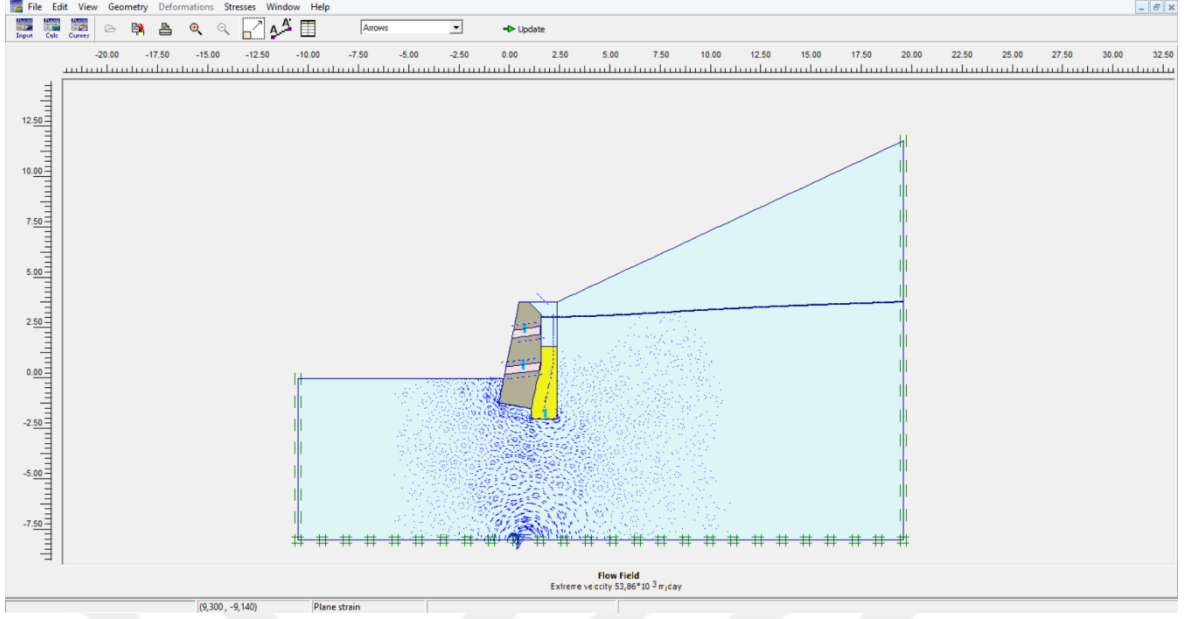




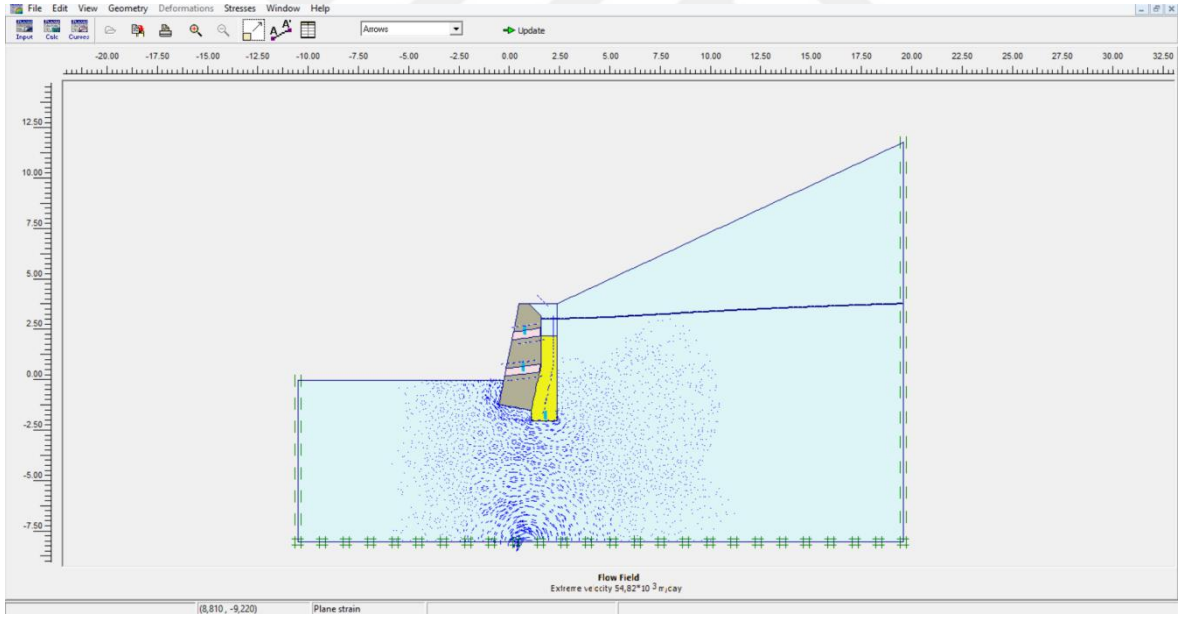
Şekil 233. Çakıl zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



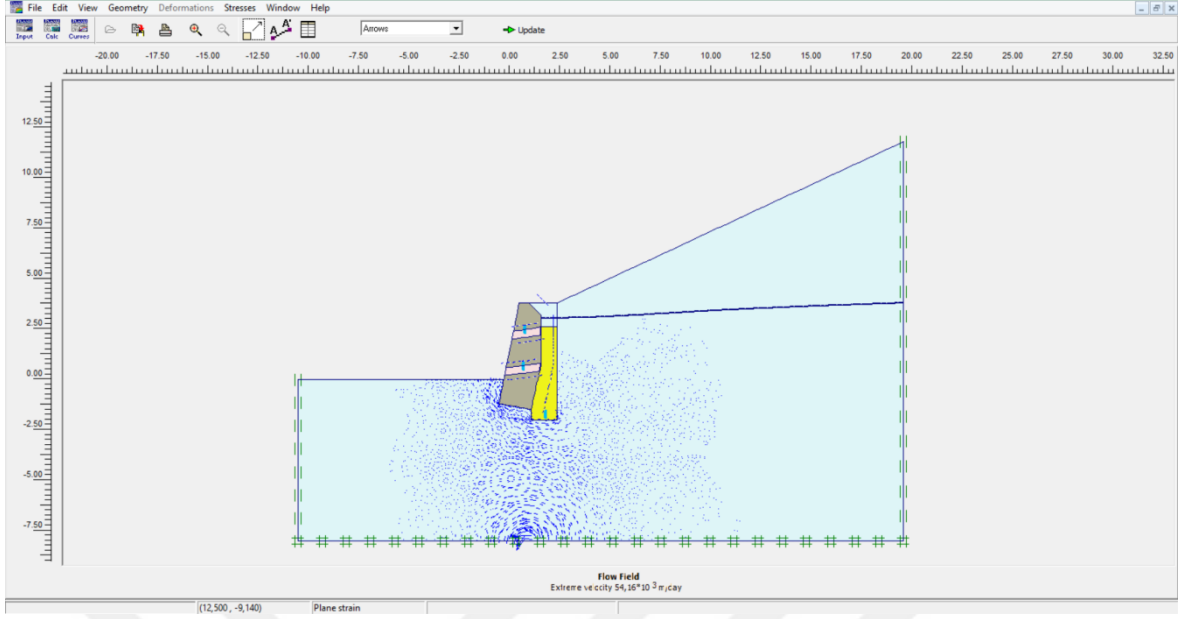
Şekil 234. Çakıl zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



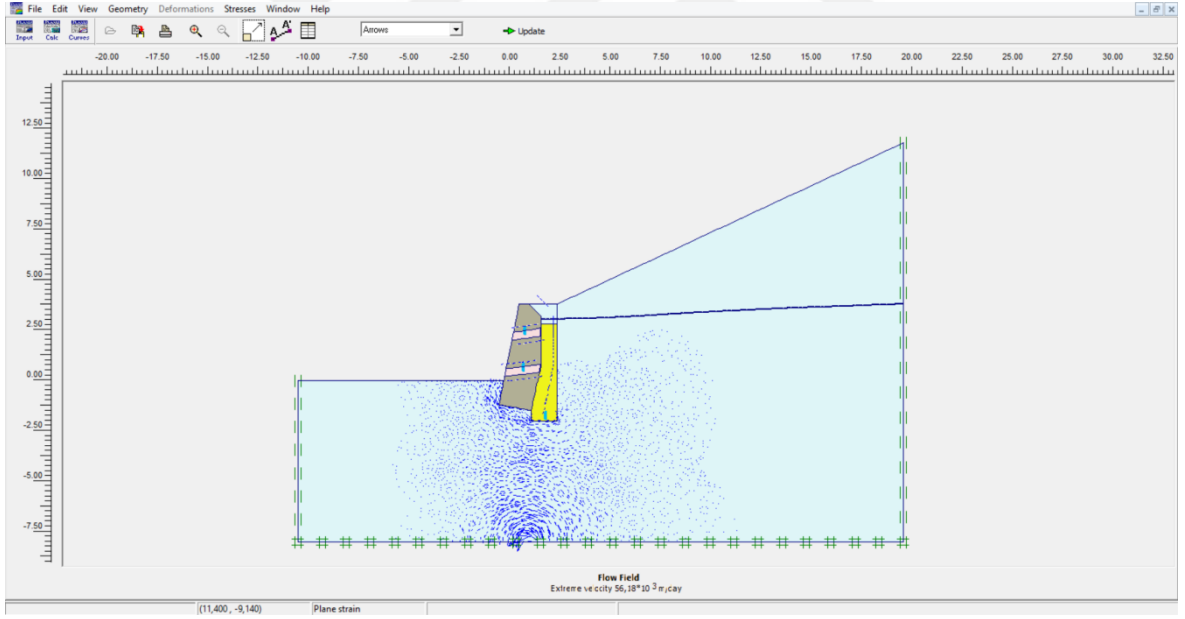
Şekil 235. Çakıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



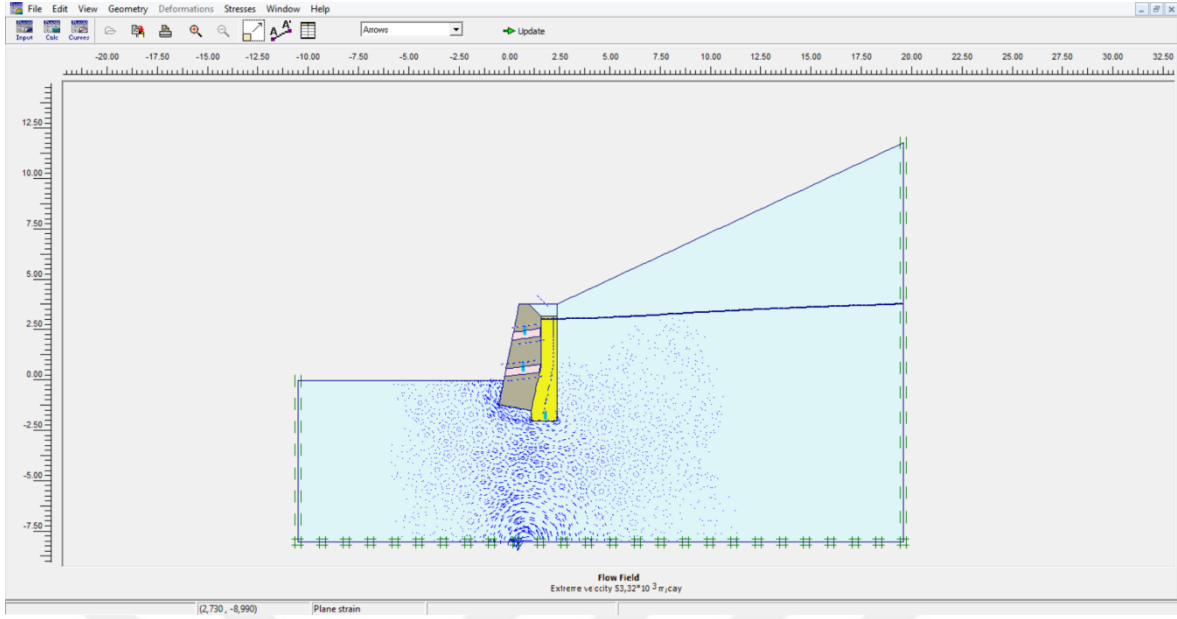
Şekil 236. Çakıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



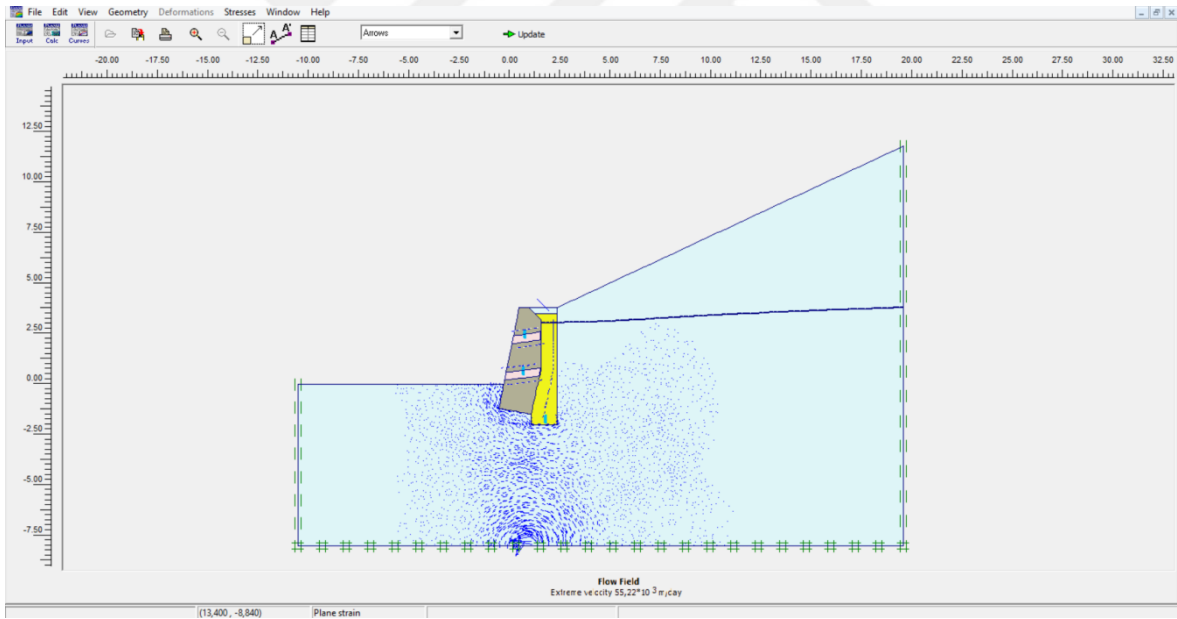
Şekil 237. Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



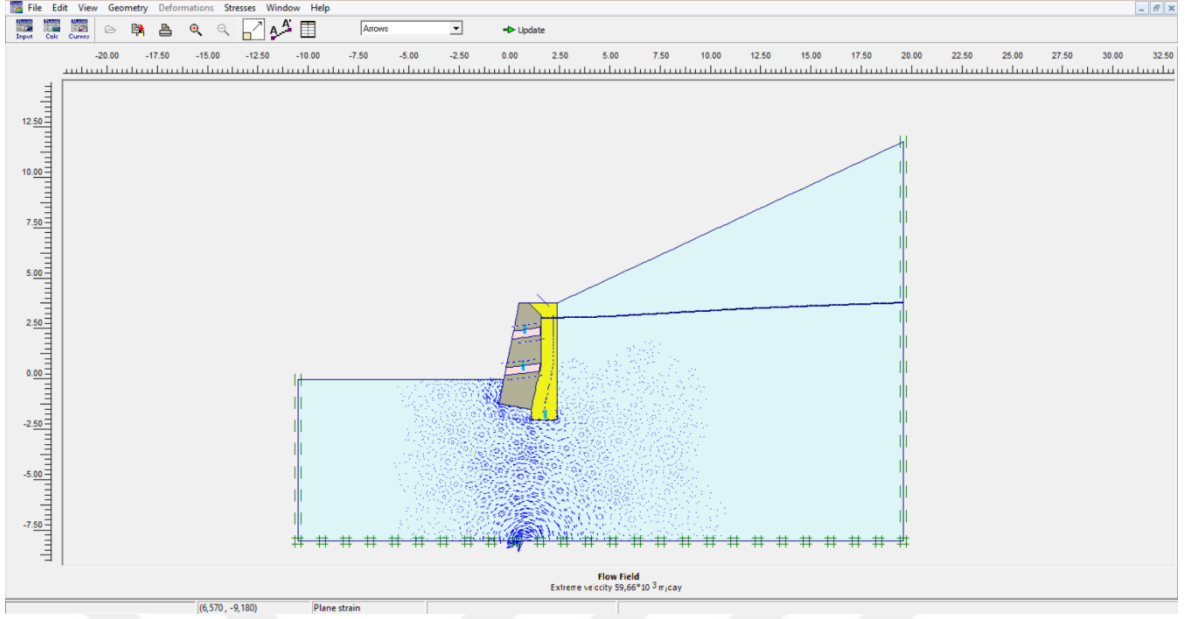
Şekil 238. Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 239. Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



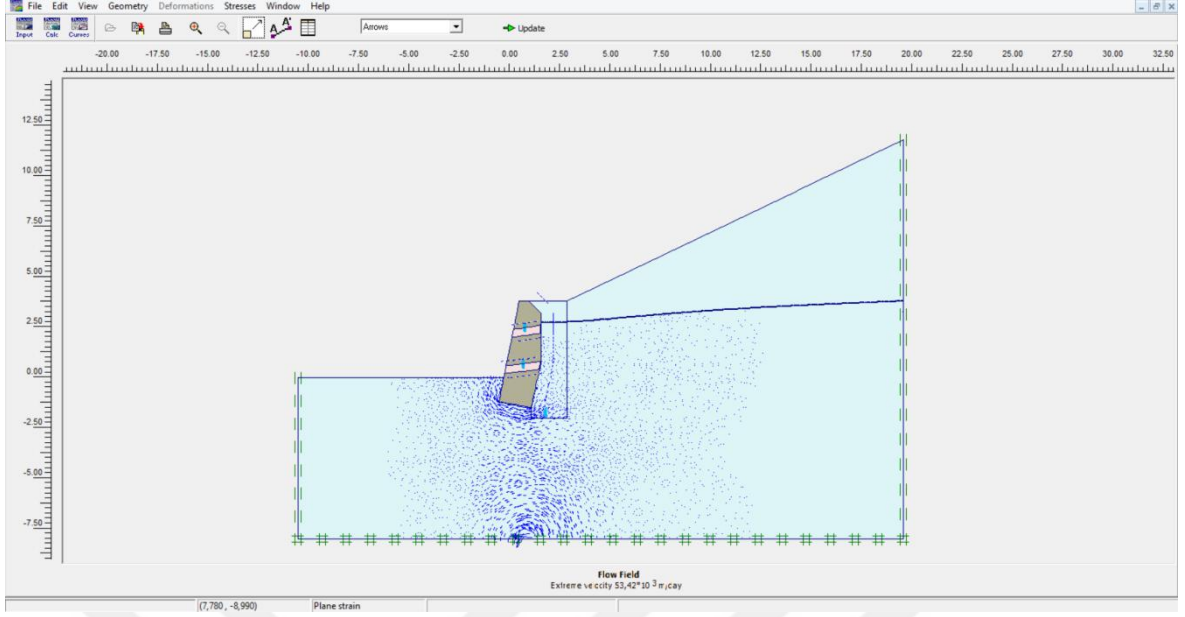
Şekil 240. Çakıl zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



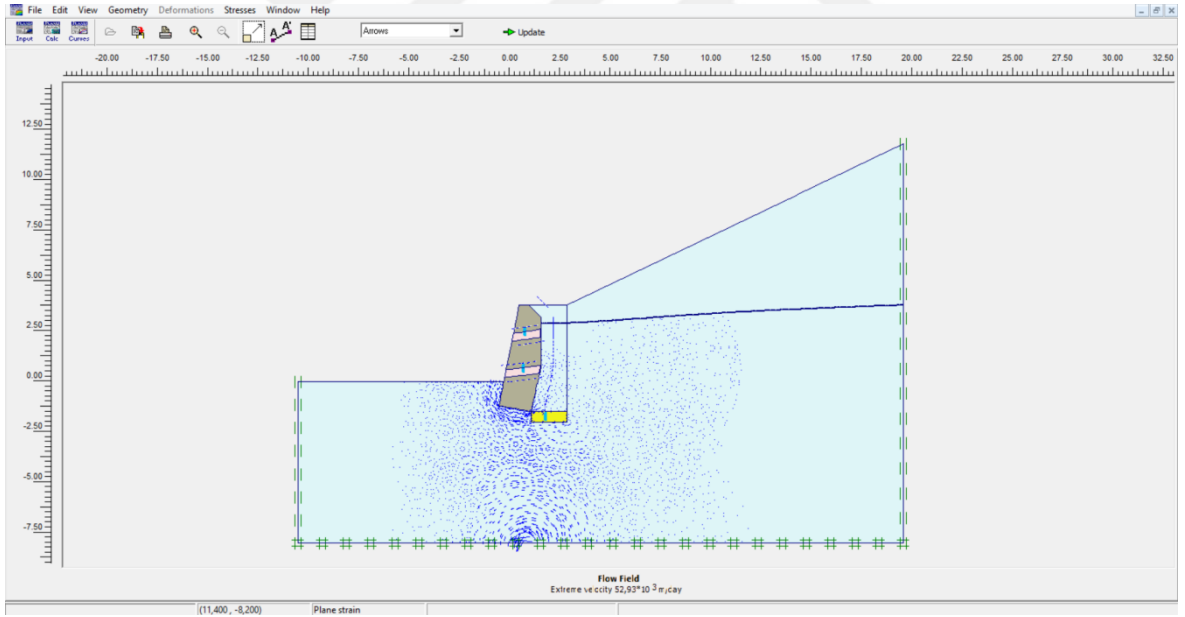
Şekil 241. Çakıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

### 3.2.3. Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu

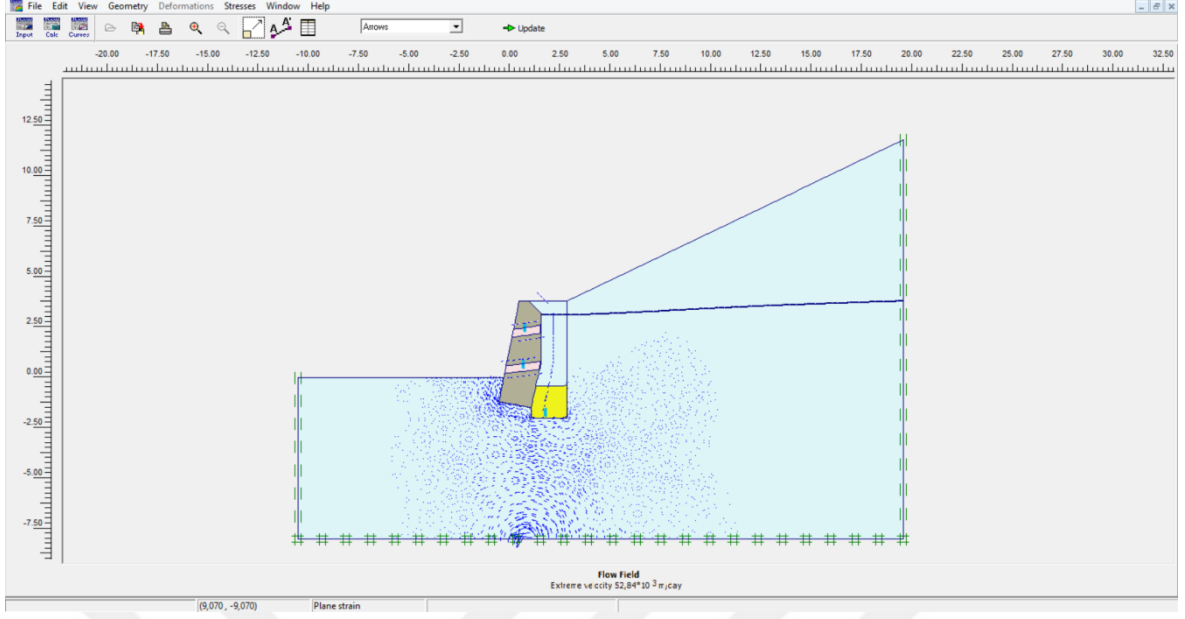
Dolgu genişliğinin 130-190 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 242, Şekil 243, Şekil 244, Şekil 245, Şekil 246, Şekil 247, Şekil 248, Şekil 249, Şekil 250, Şekil 251, Şekil 252 ve Şekil 253'te gösterilmiştir.



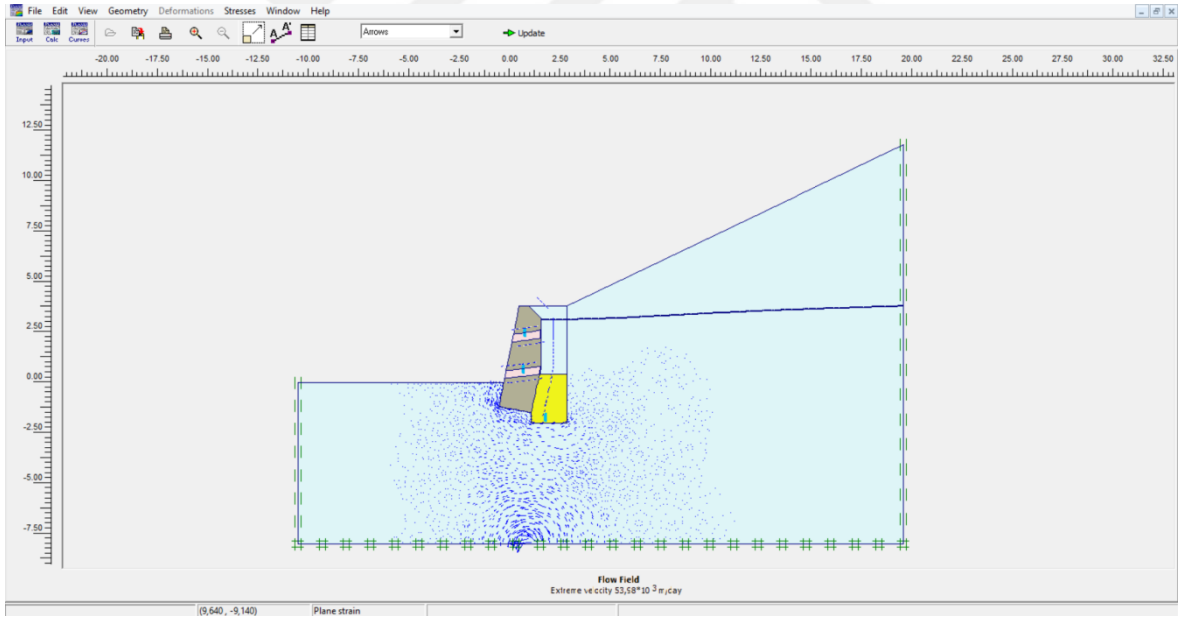
Şekil 242. Çakıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



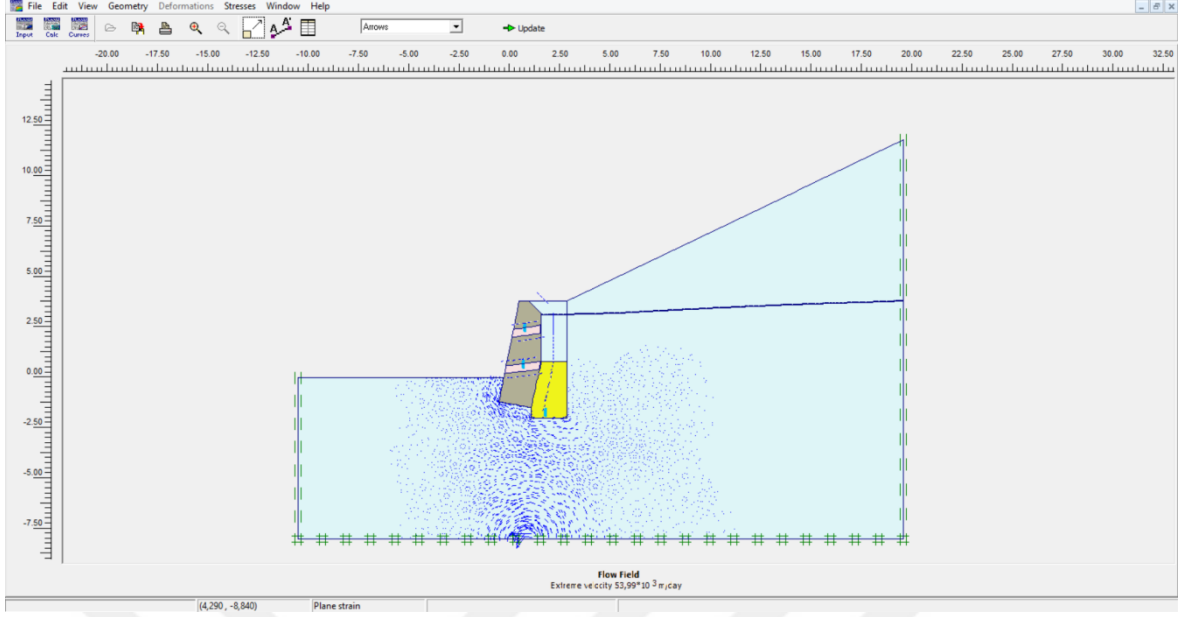
Şekil 243. Çakıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



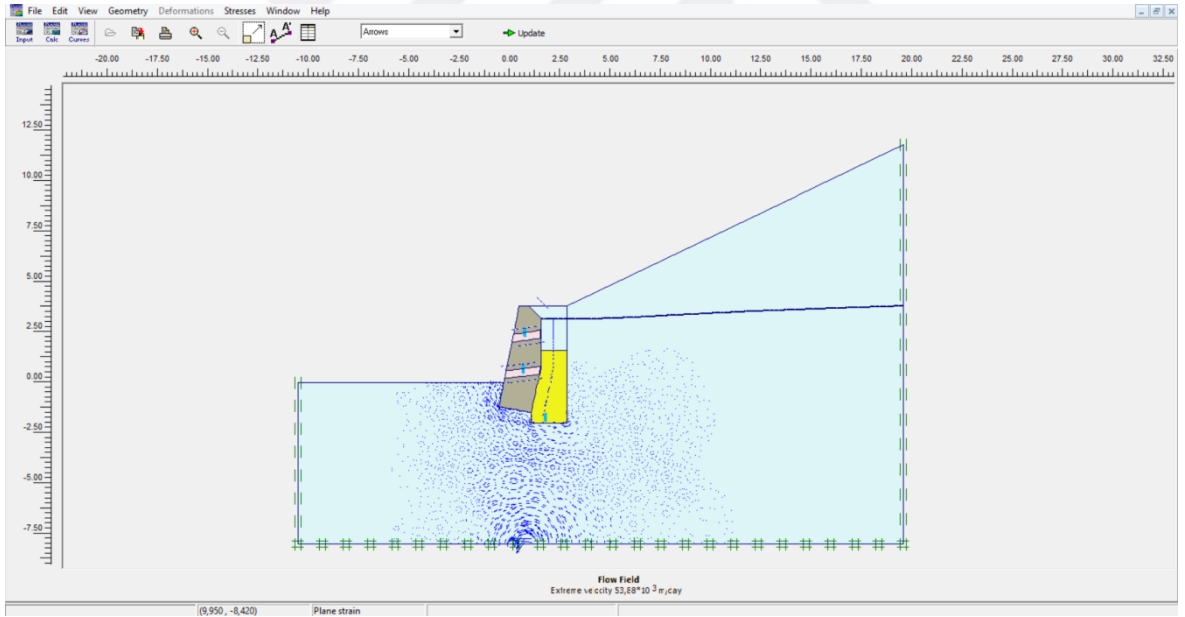
Şekil 244. Çakıl zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 245. Çakıl zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

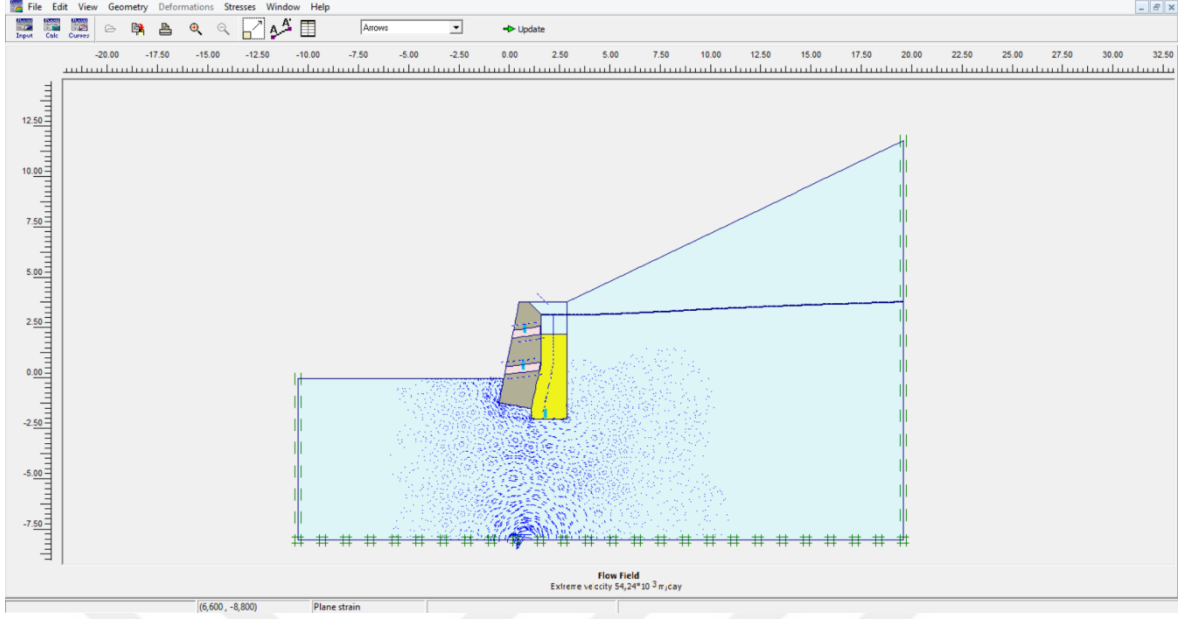


Şekil 246. Çakıl zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

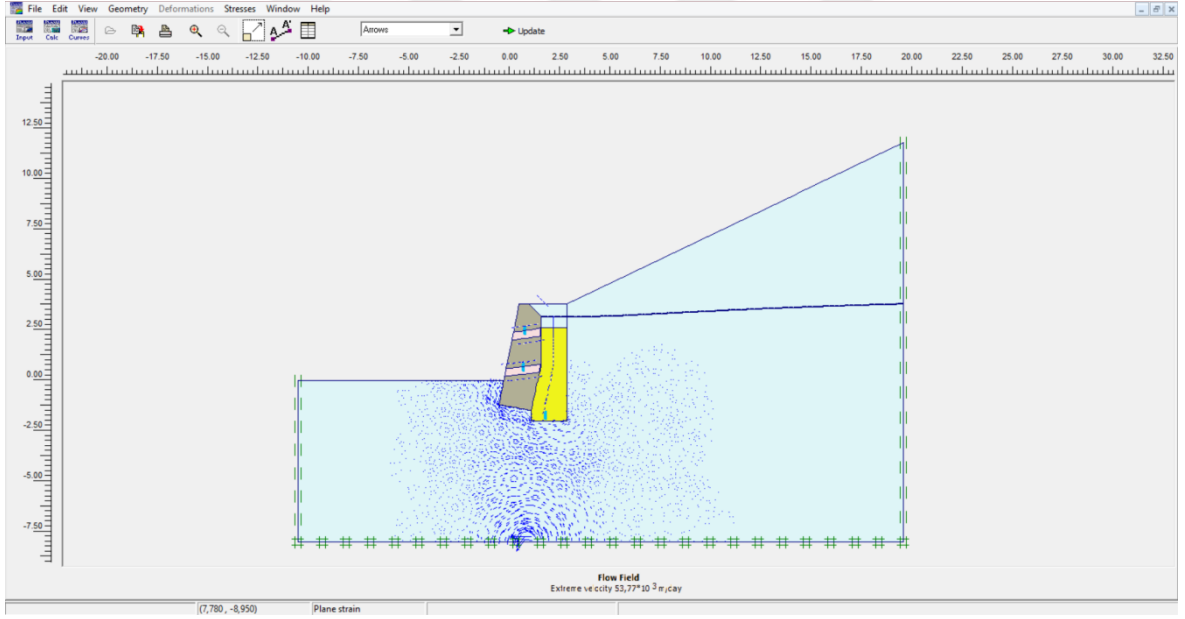


Şekil 247. Çakıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

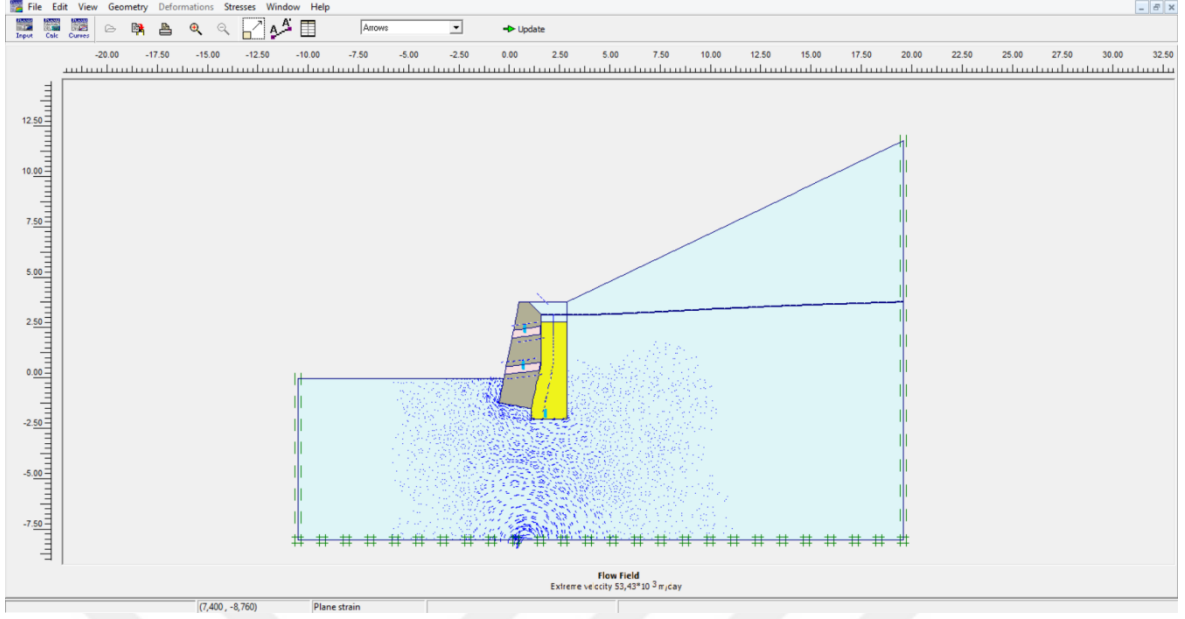




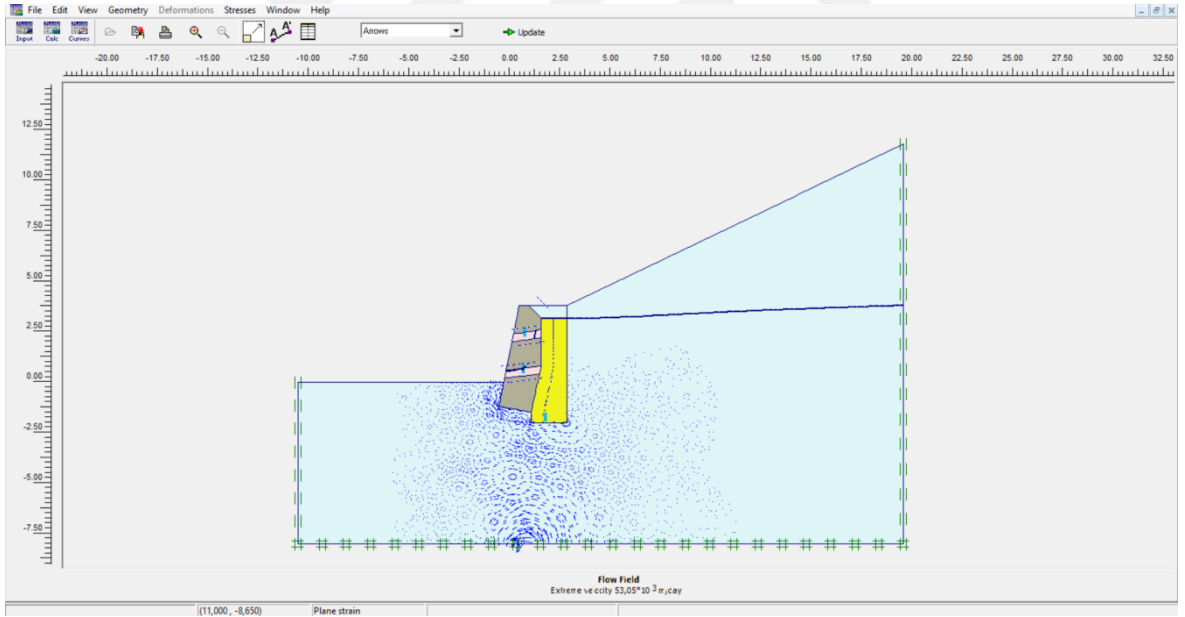
Şekil 248. Çakıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



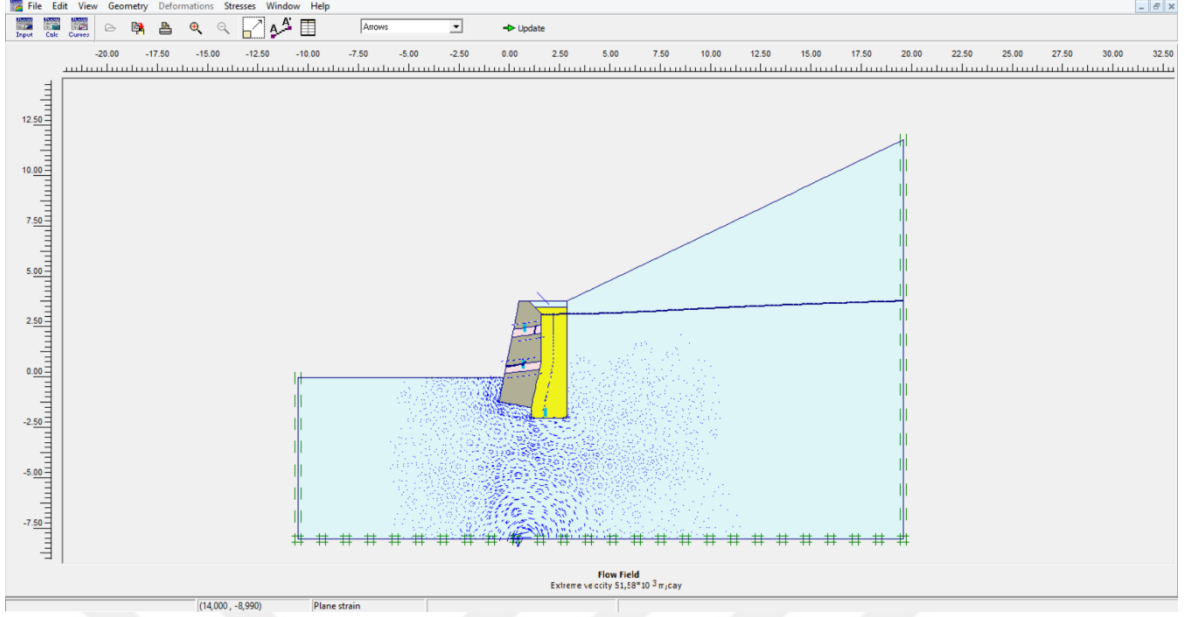
Şekil 249. Çakıl zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



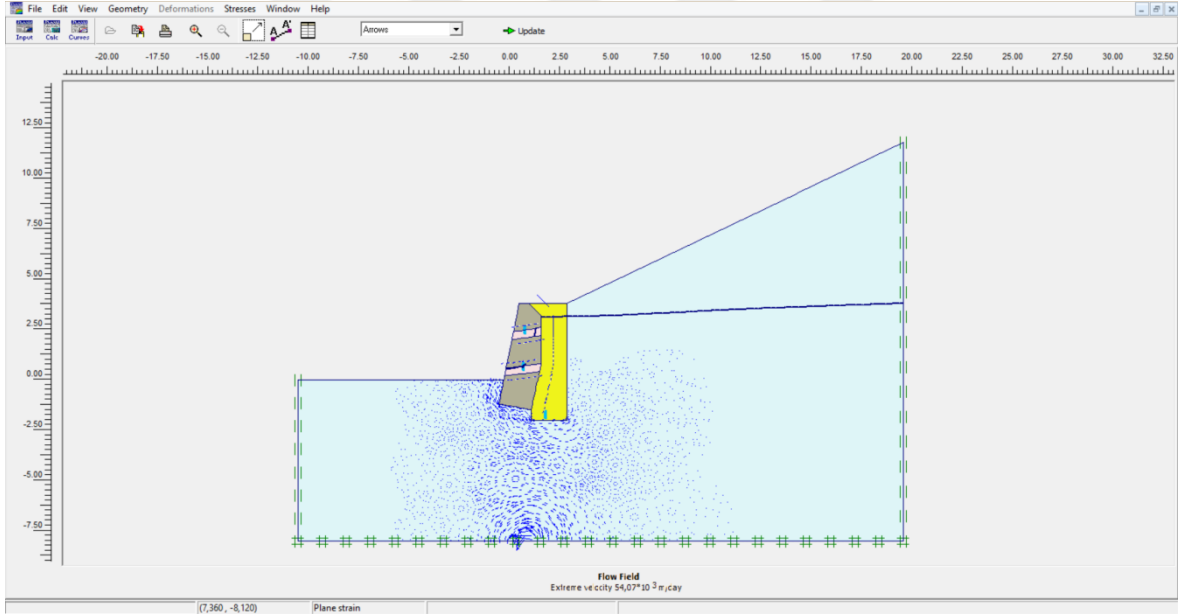
Şekil 250. Çakıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 251. Çakıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 252. Çakıl zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



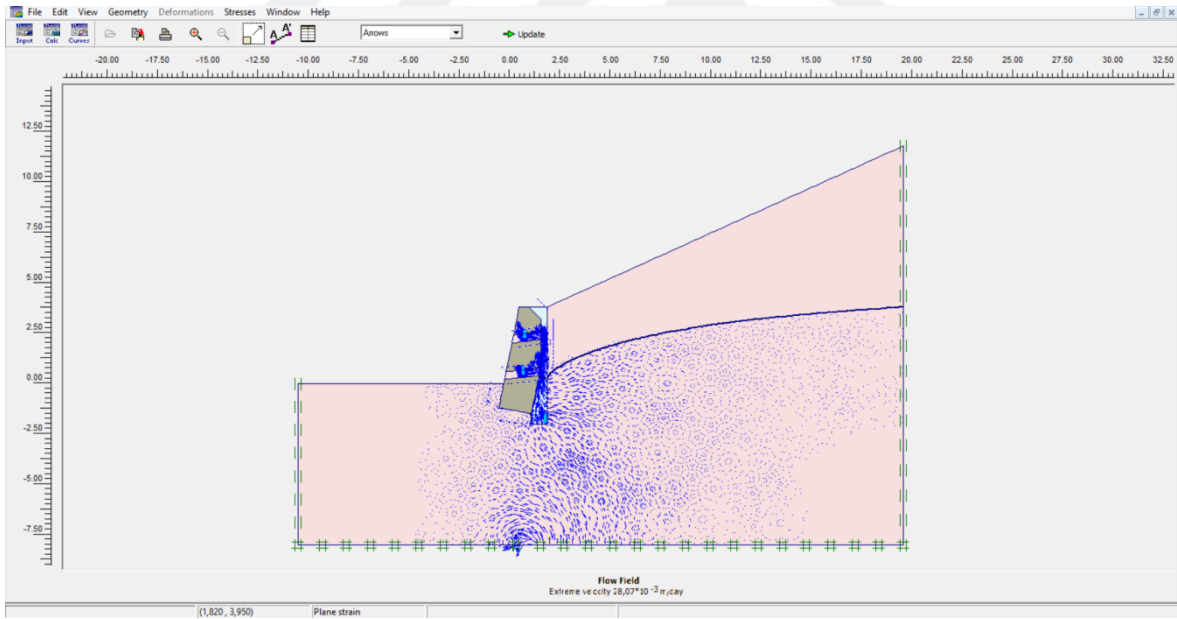
Şekil 253. Çakıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

### 3.3. Zeminin Kil Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi

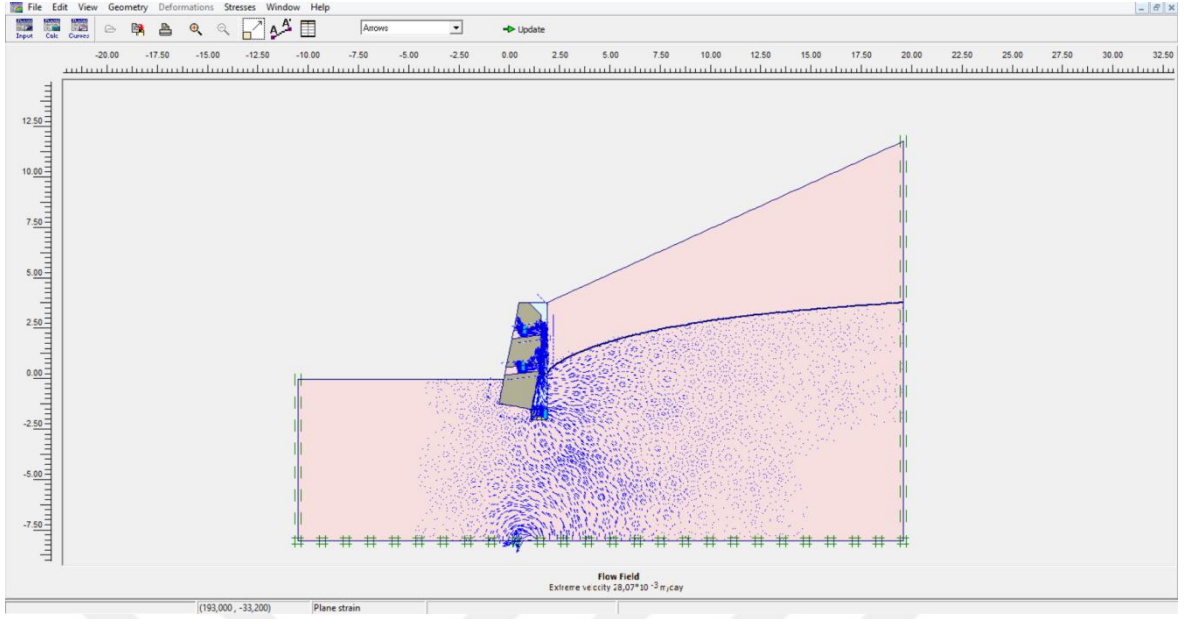
İstinat duvarının inşa edildiği zemin kil seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayıldığında yapılan analizler sonucunda elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri ile ilgili veriler üç grupta toplanmıştır.

#### 3.3.1. Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu

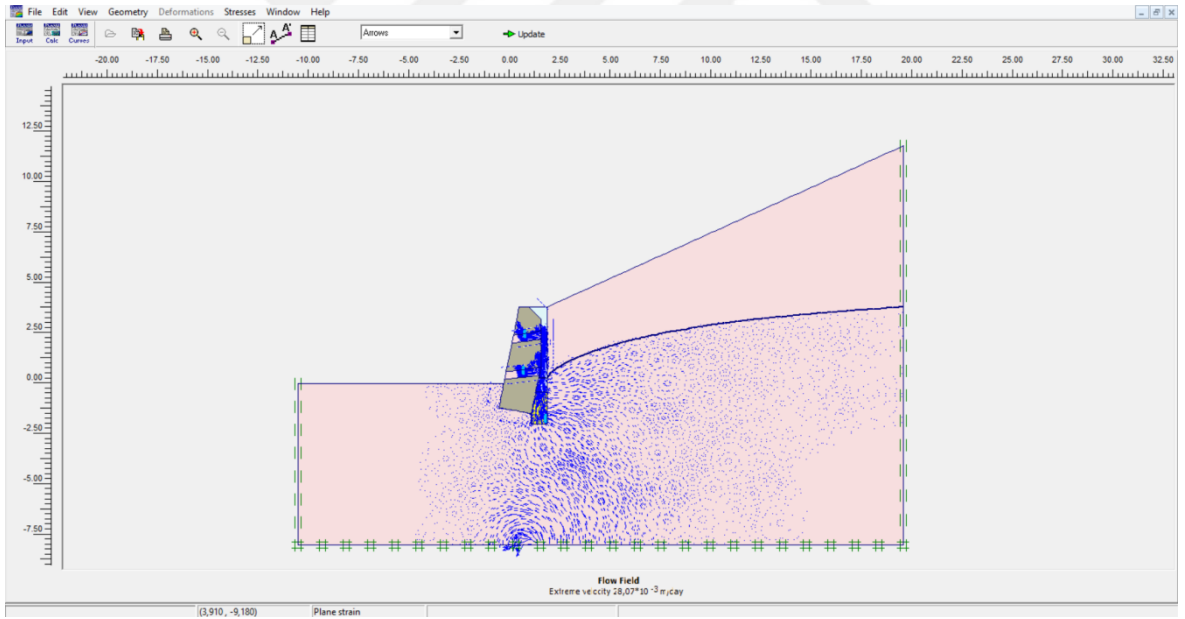
Dolgu genişliğinin 30-90 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 254, Şekil 255, Şekil 256, Şekil 257, Şekil 258, Şekil 259, Şekil 260, Şekil 261, Şekil 262, Şekil 263, Şekil 264 ve Şekil 265'te gösterilmiştir.



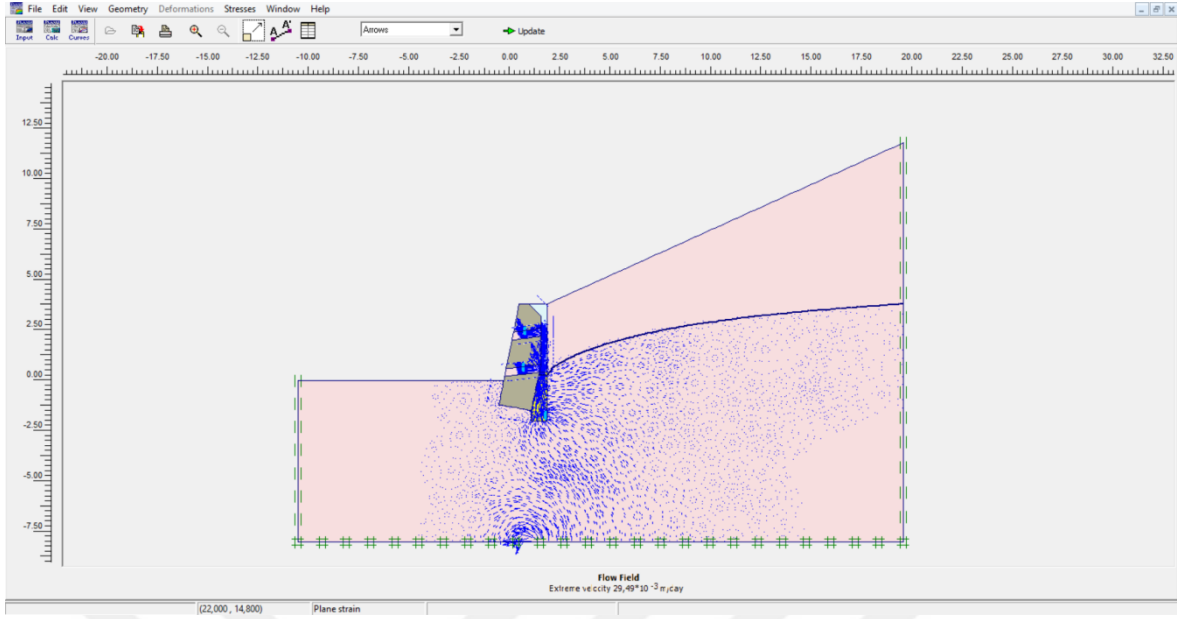
Şekil 254. Kil zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



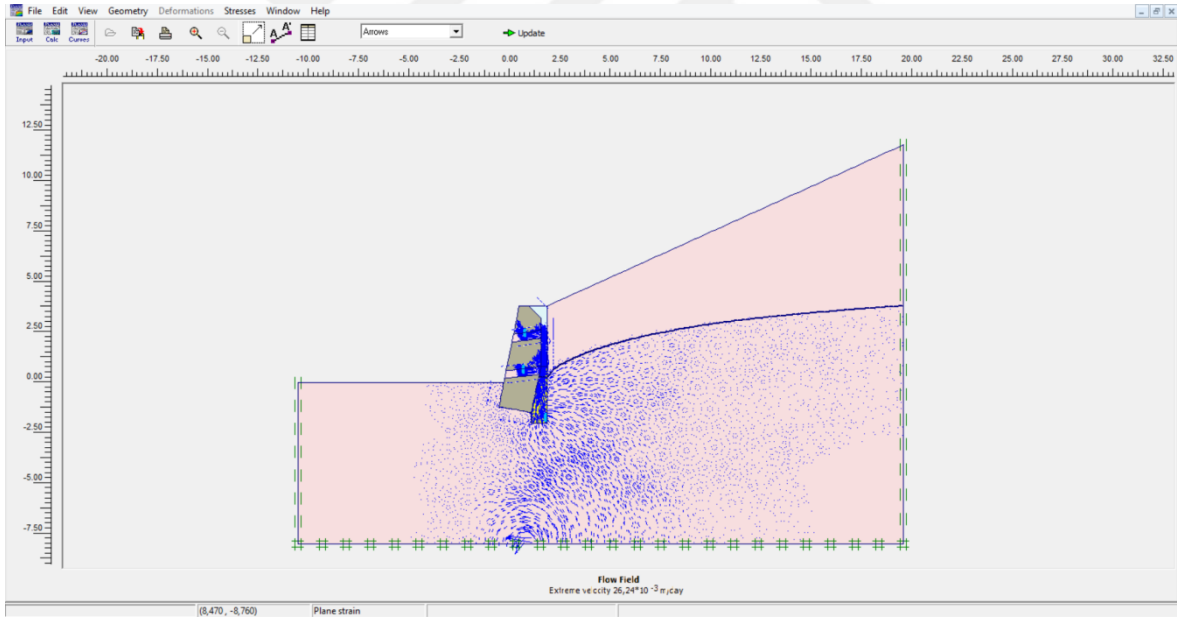
Şekil 255. Kil zemin-taş ( $h=530 \text{ cm}$ ) ve kum ( $h=50 \text{ cm}$ ) dolgu / ( $w=30-90 \text{ cm}$ )  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



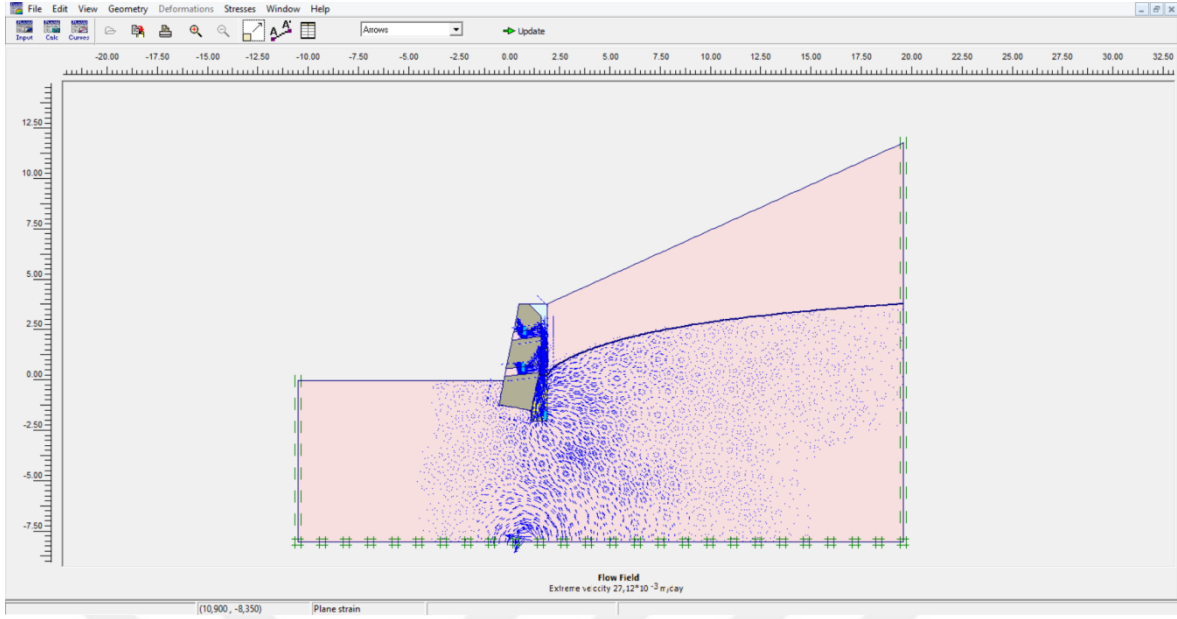
Şekil 256. Kil zemin-taş ( $h=420 \text{ cm}$ ) ve kum ( $h=160 \text{ cm}$ ) dolgu / ( $w=30-90 \text{ cm}$ )  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



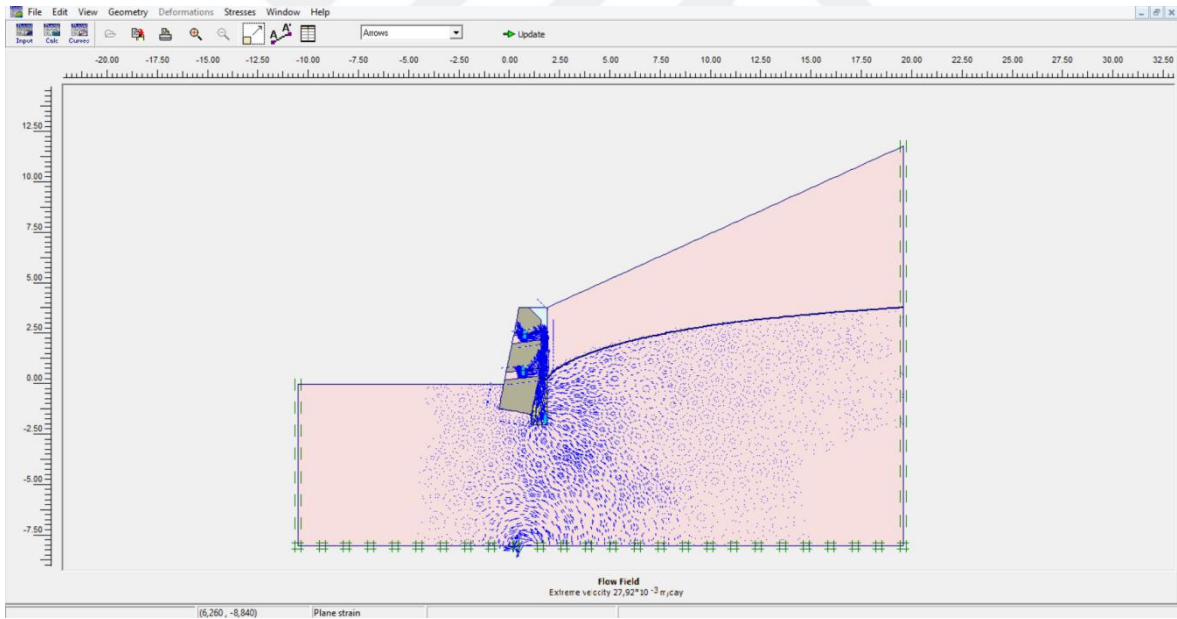
Şekil 257. Kil zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 258. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

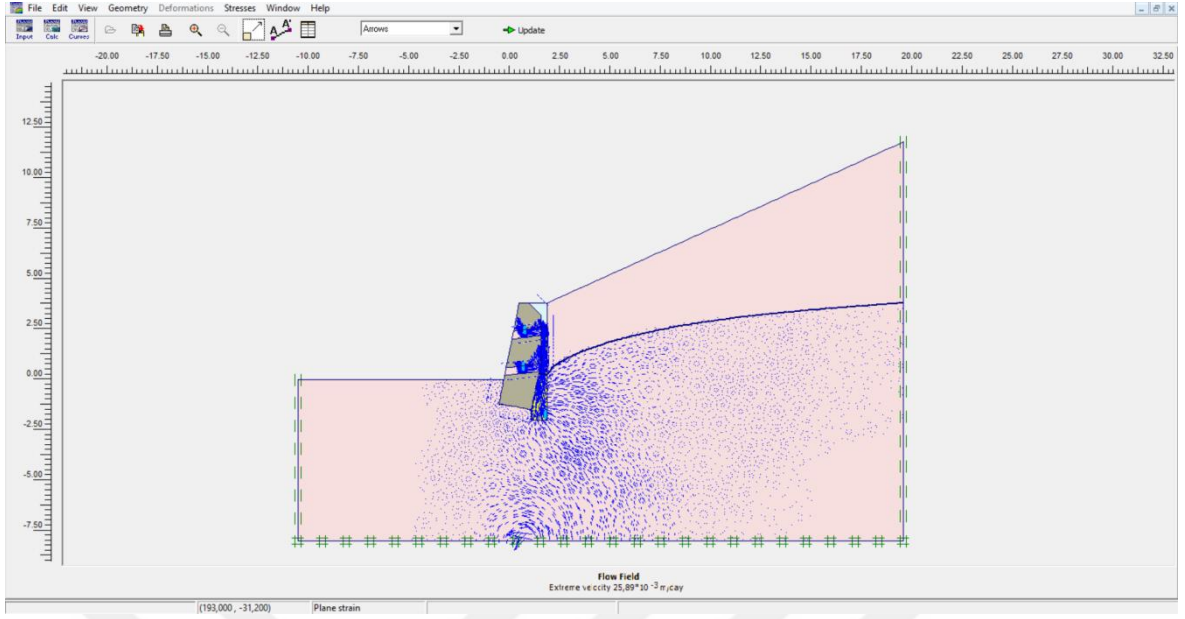


Şekil 259. Kıl zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

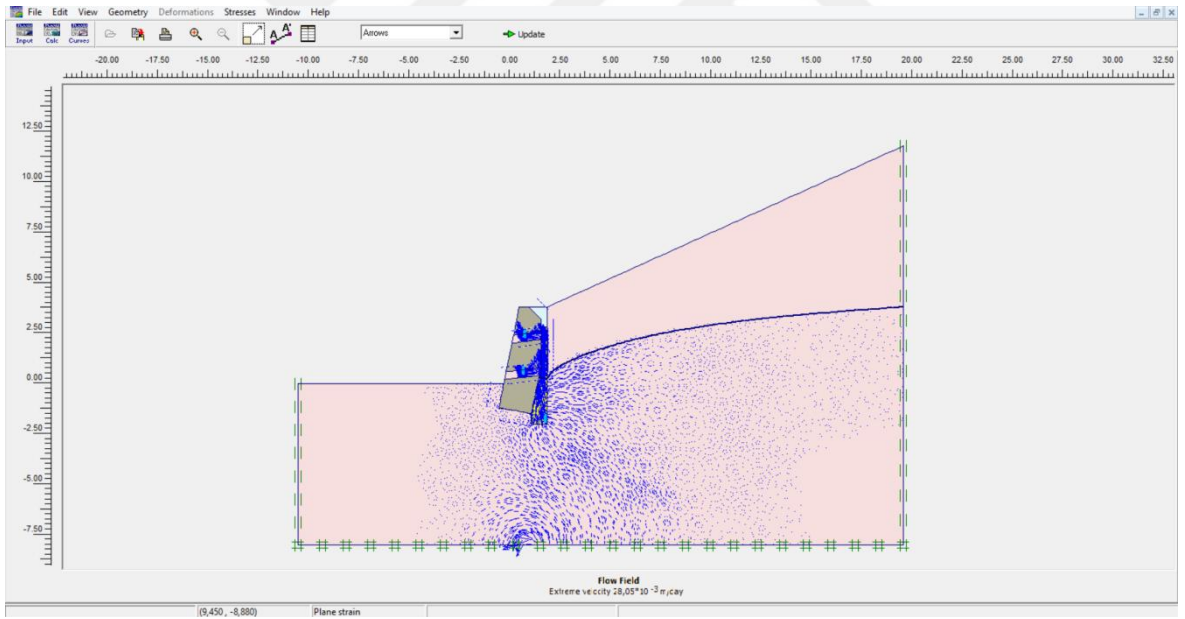


Şekil 260. Kıl zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



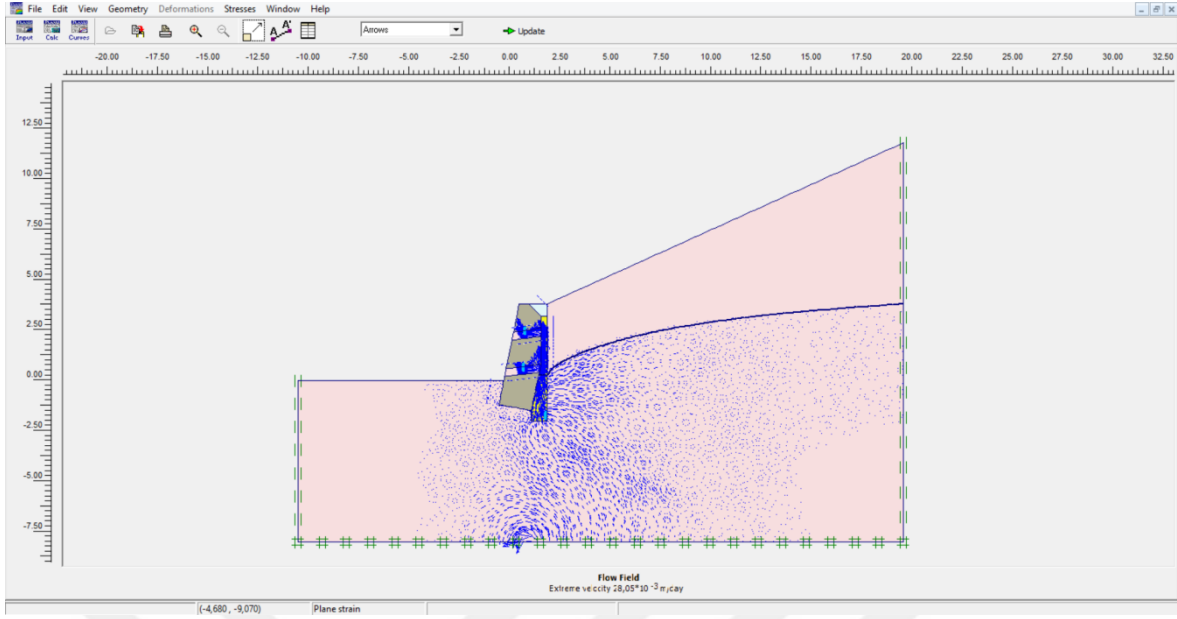


Şekil 261. Kil zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

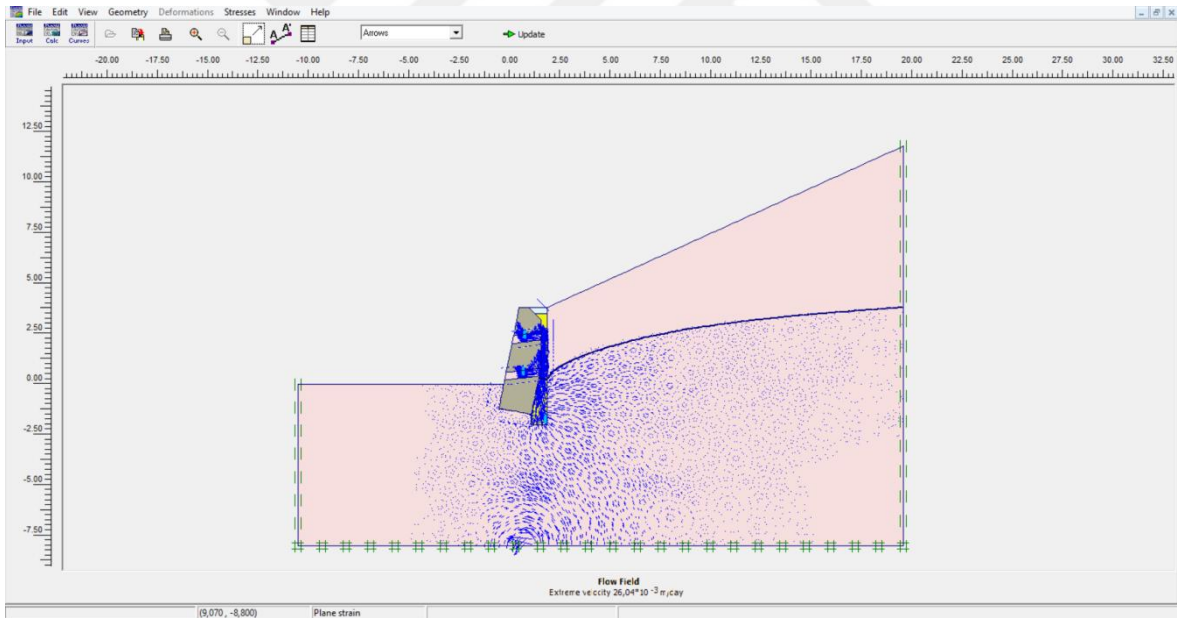


Şekil 262. Kil zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

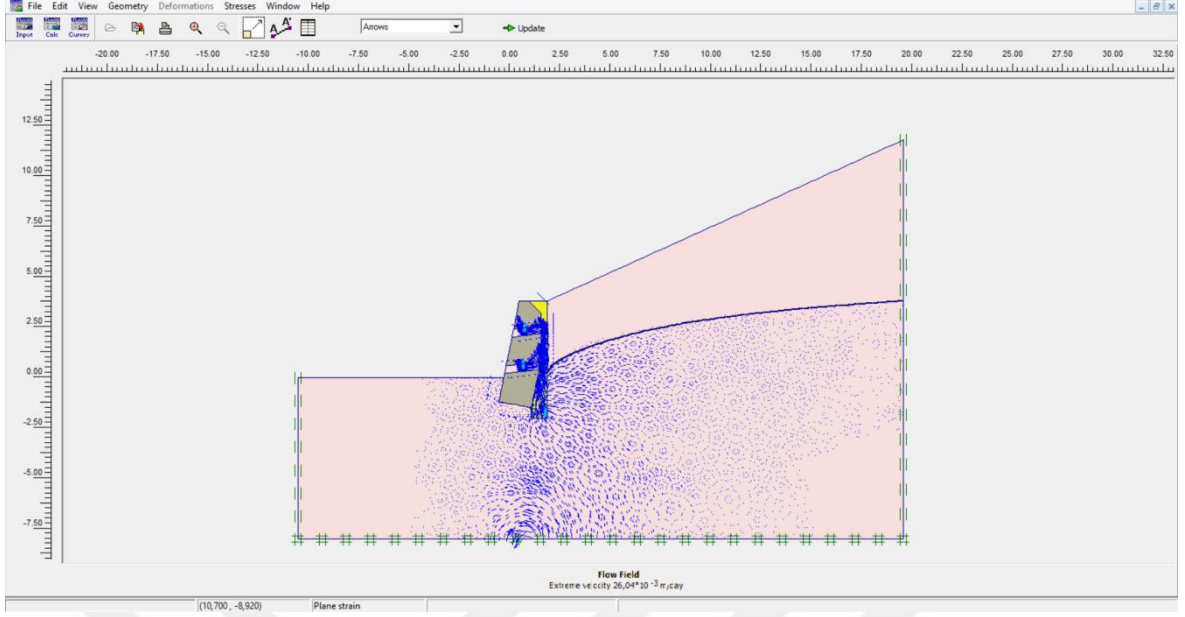




Şekil 263. Kıl zemin-taş ( $h=60 \text{ cm}$ ) ve kum ( $h=520 \text{ cm}$ ) dolgu / ( $w=30-90 \text{ cm}$ ) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



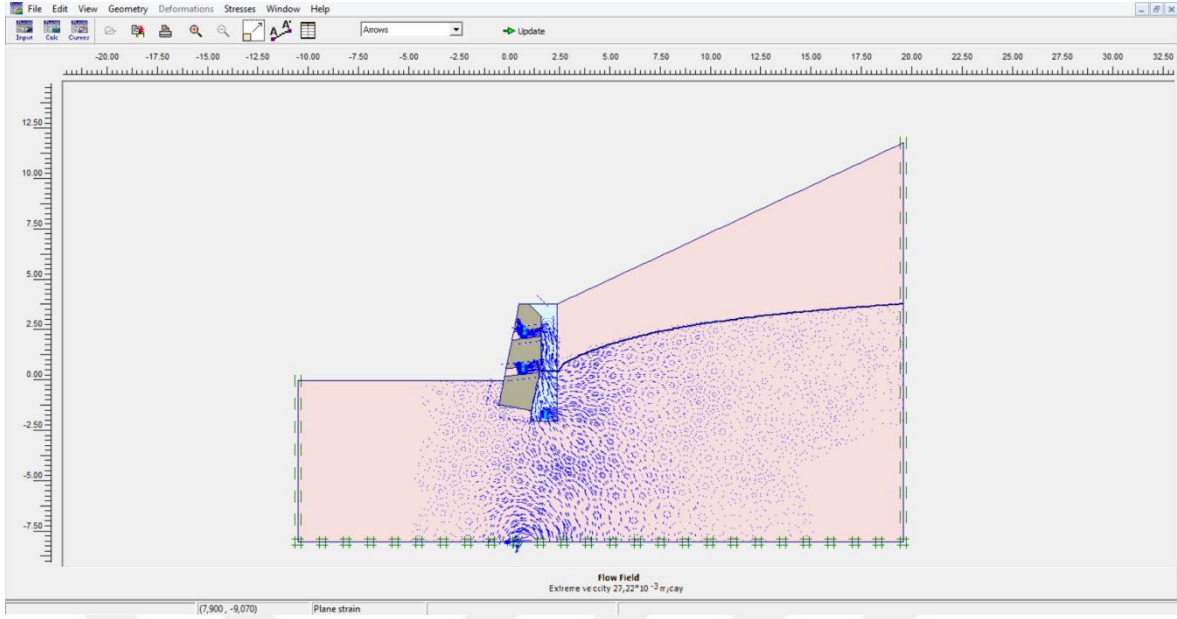
Şekil 264. Kıl zemin-taş ( $h=30 \text{ cm}$ ) ve kum ( $h=550 \text{ cm}$ ) dolgu / ( $w=30-90 \text{ cm}$ ) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



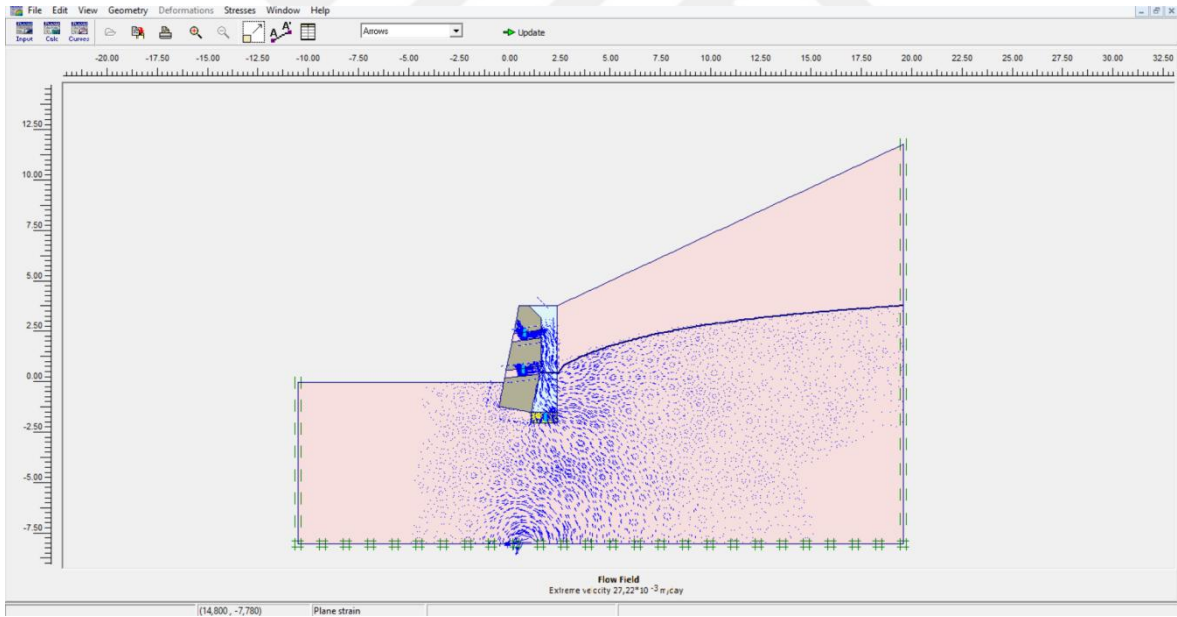
Şekil 265. Kıl zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

### 3.3.2. Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu

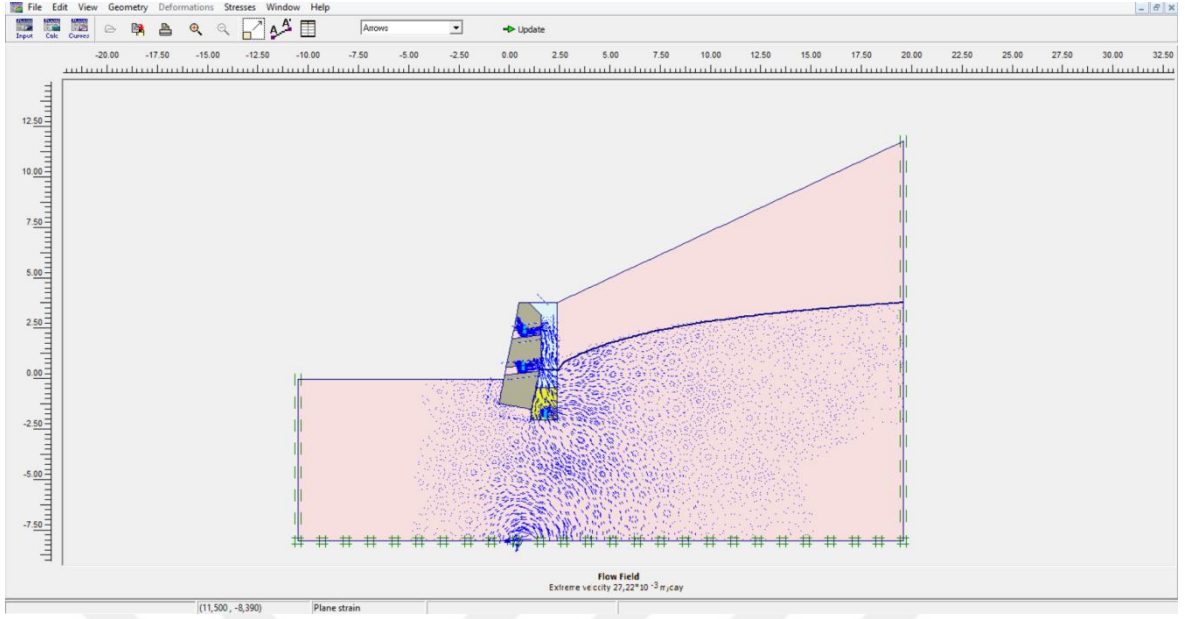
Dolgu genişliğinin 80-140 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 266, Şekil 267, Şekil 268, Şekil 269, Şekil 270, Şekil 271, Şekil 272, Şekil 273, Şekil 274, Şekil 275, Şekil 276 ve Şekil 277'de gösterilmiştir.



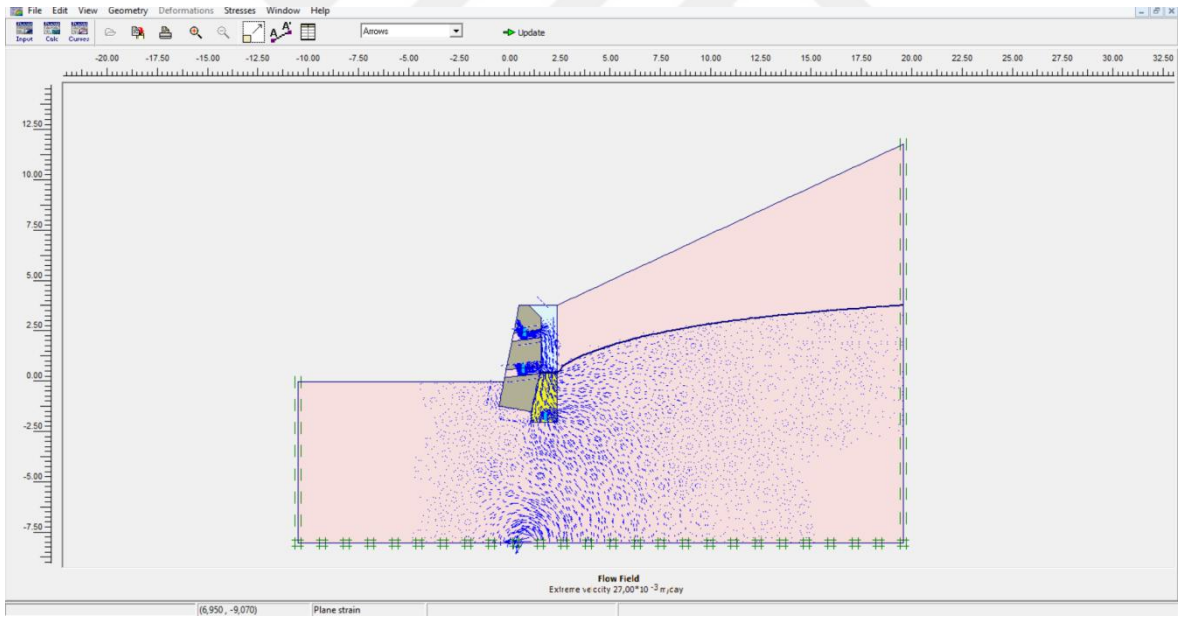
Şekil 266. Kıl zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



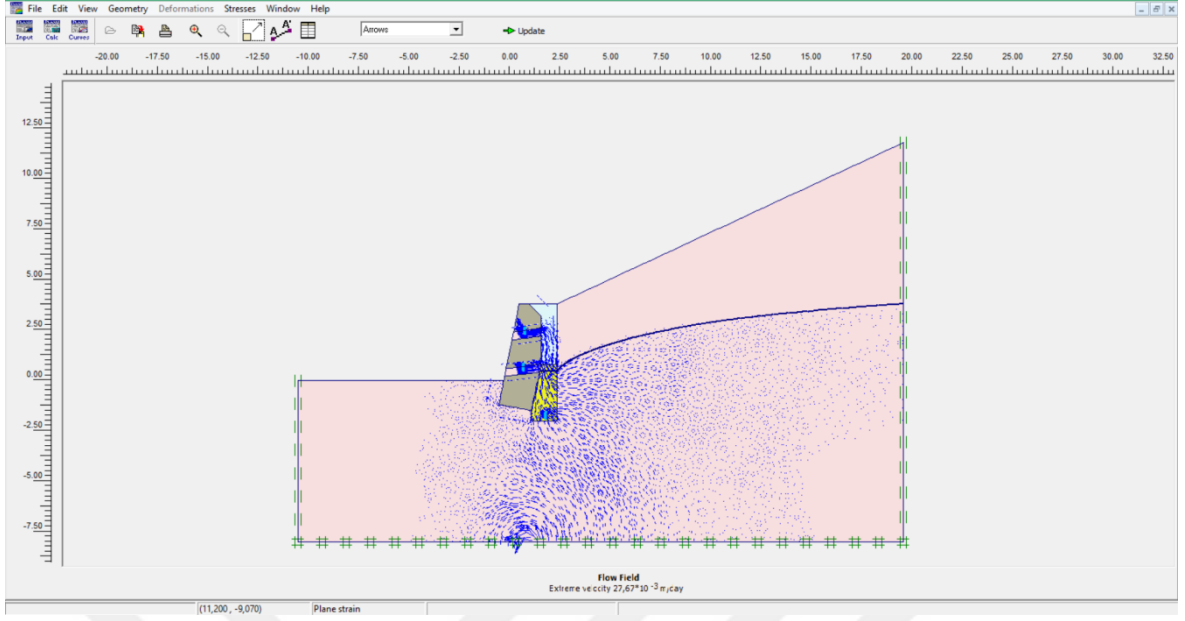
Şekil 267. Kıl zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



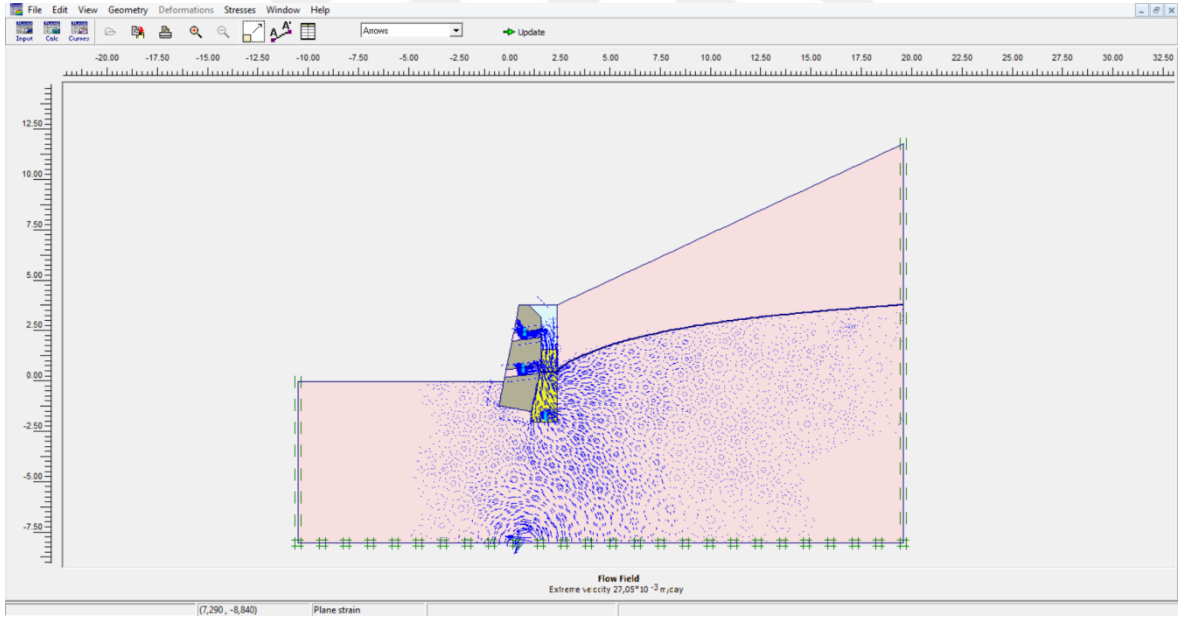
Şekil 268. Kil zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



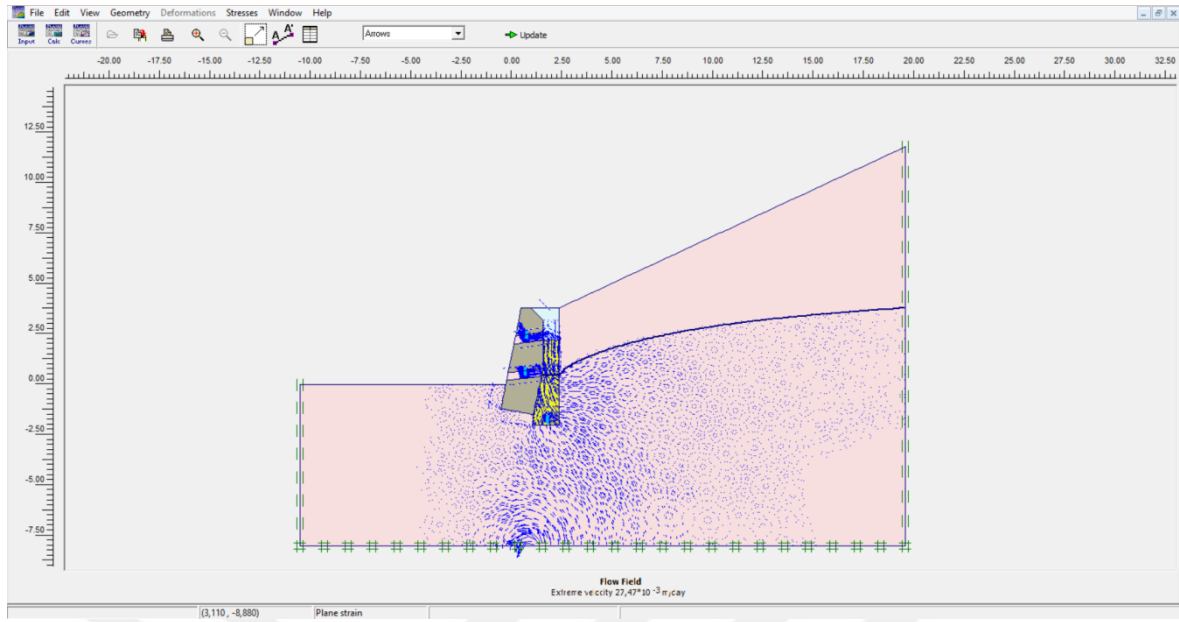
Şekil 269. Kil zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



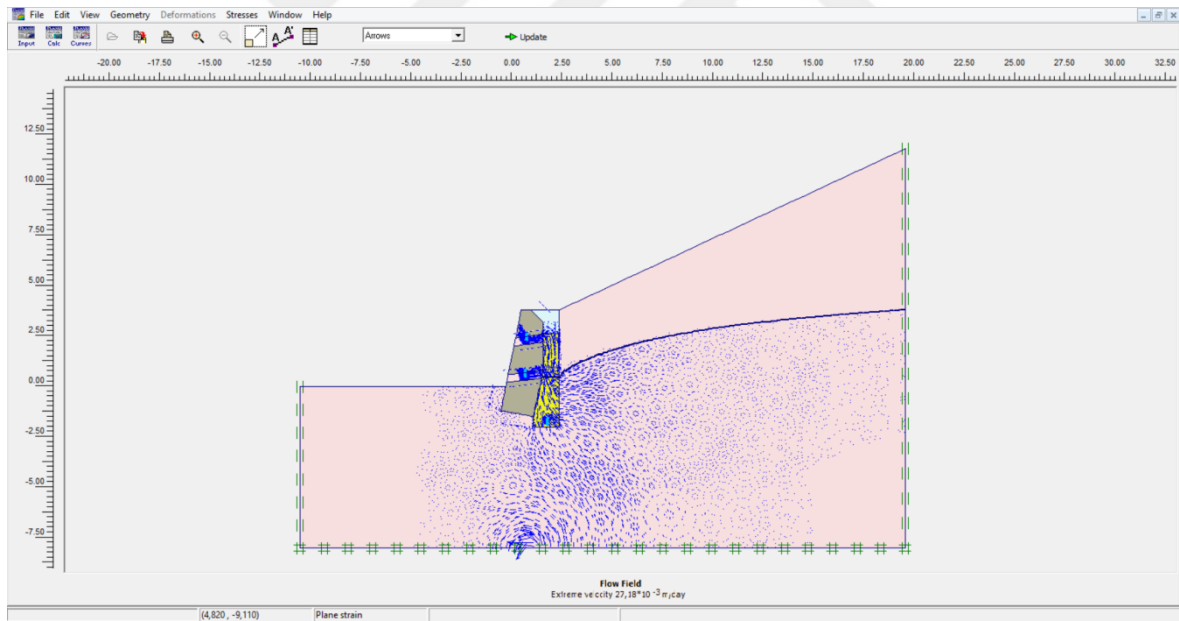
Şekil 270. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 271. Kil zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

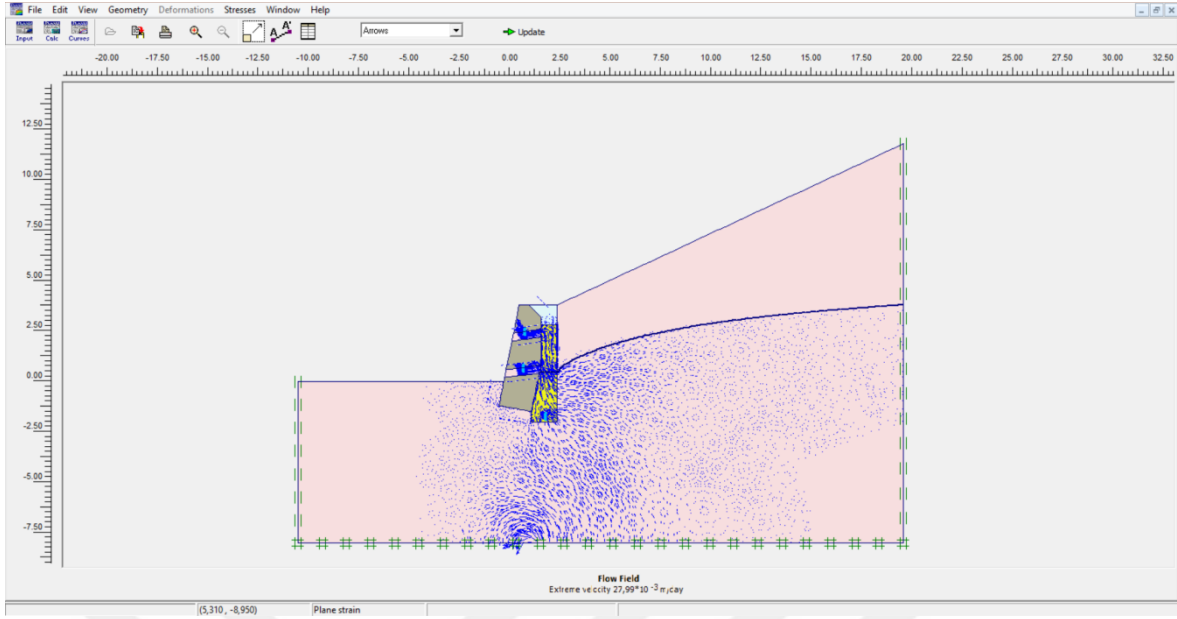


Şekil 272. Kil zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

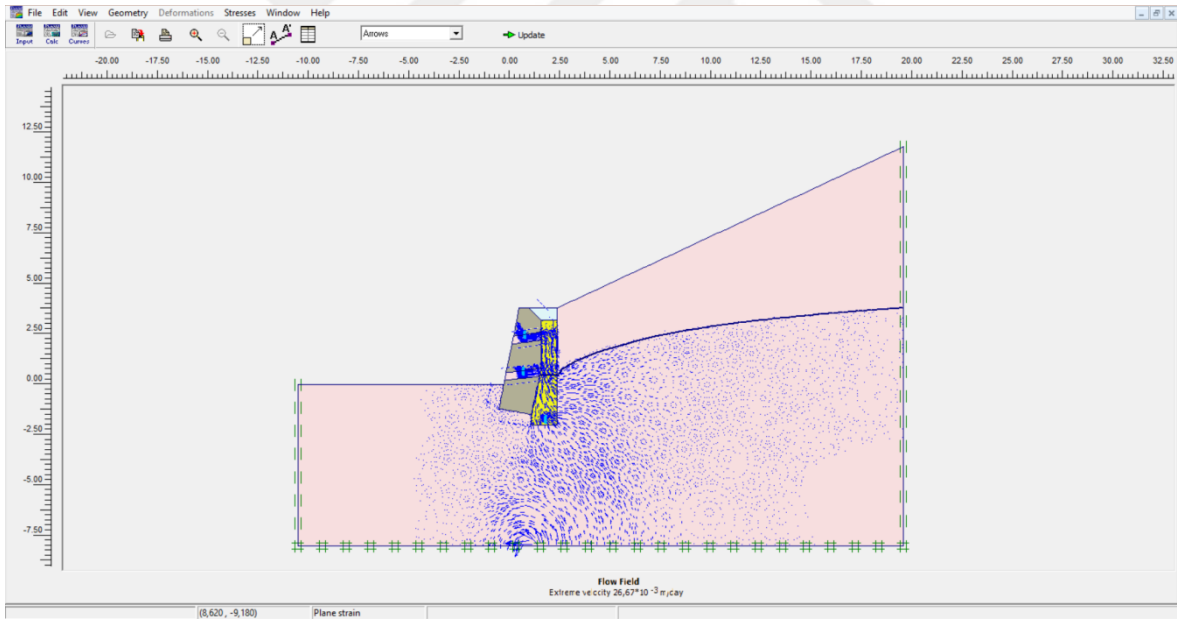


Şekil 273. Kil zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

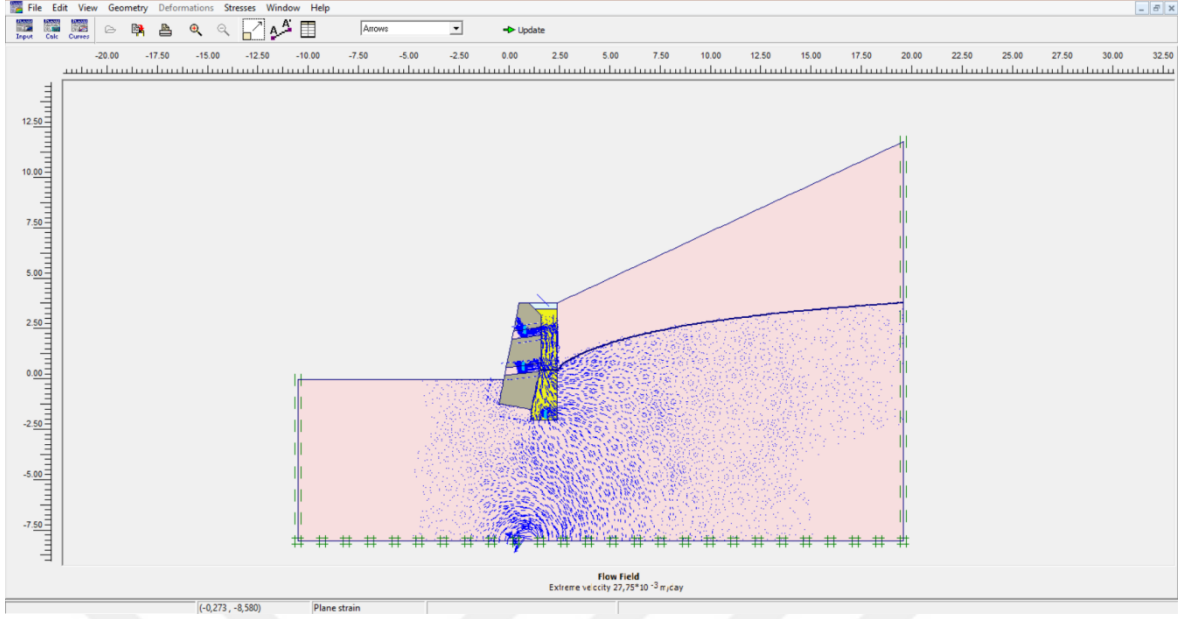




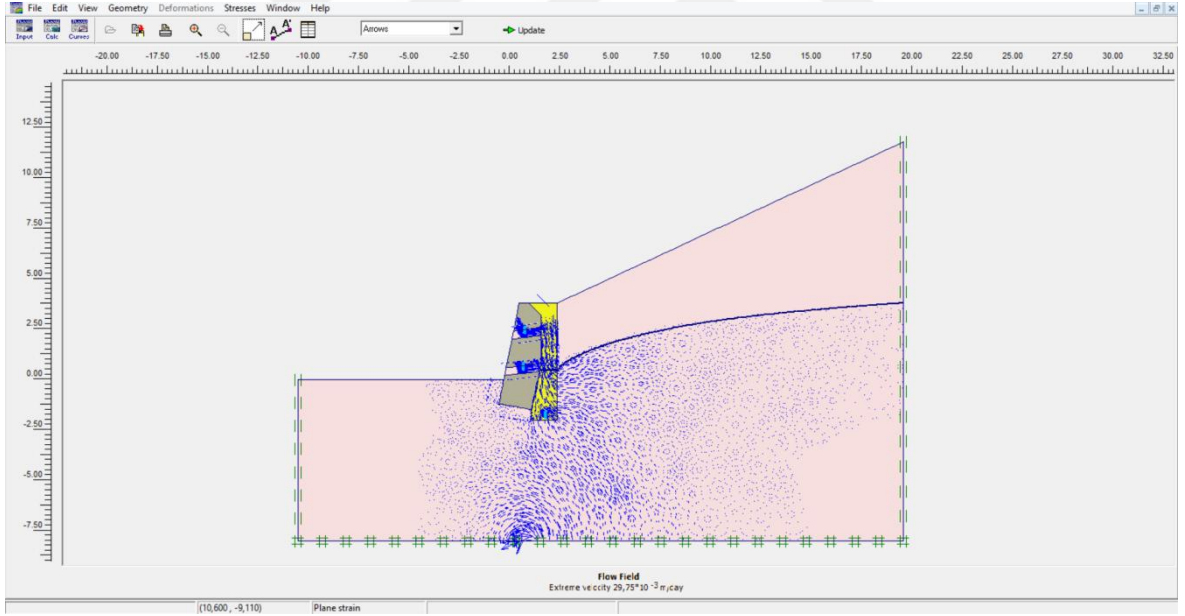
Şekil 274. Kıl zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 275. Kıl zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 276. Kil zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



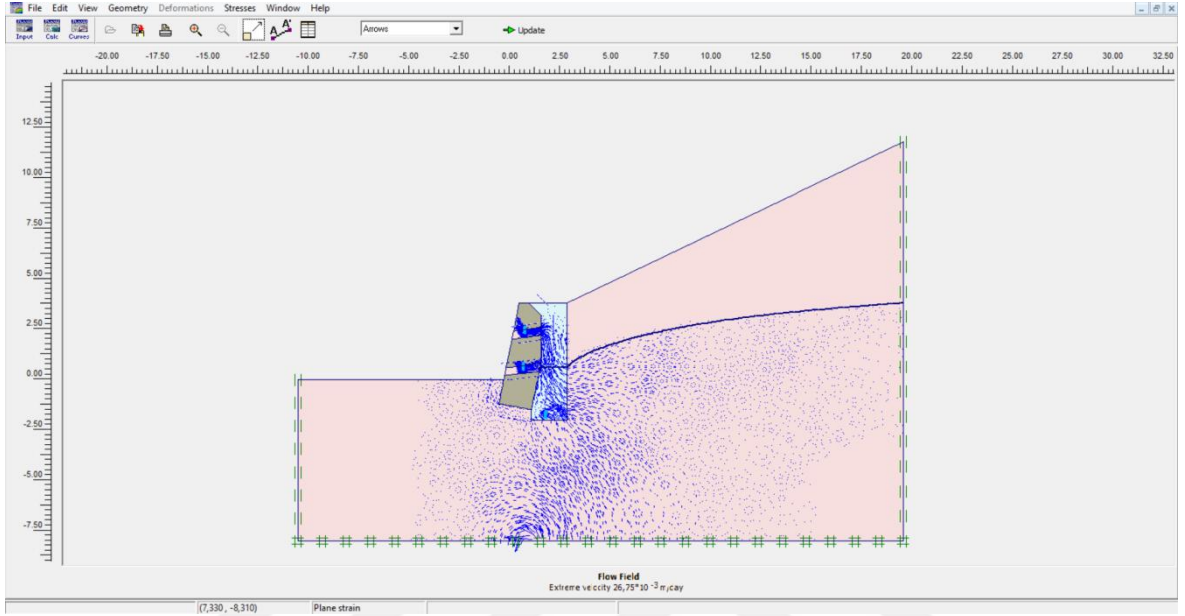
Şekil 277. Kil zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

### 3.3.3. Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu

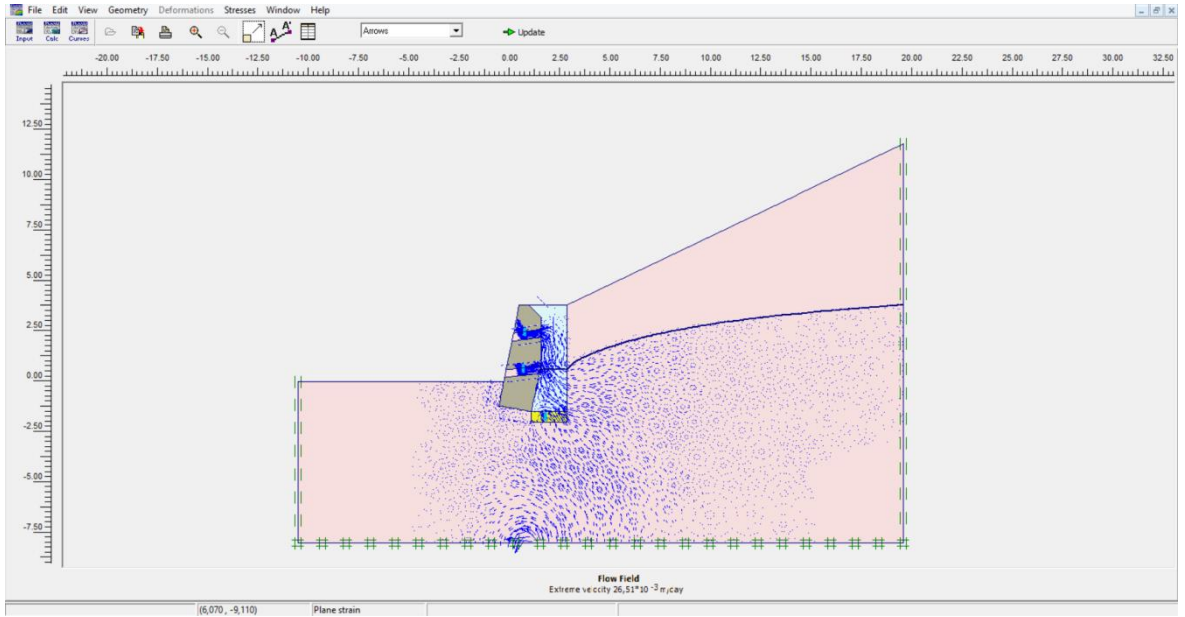
Dolgu genişliğinin 130-190 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri



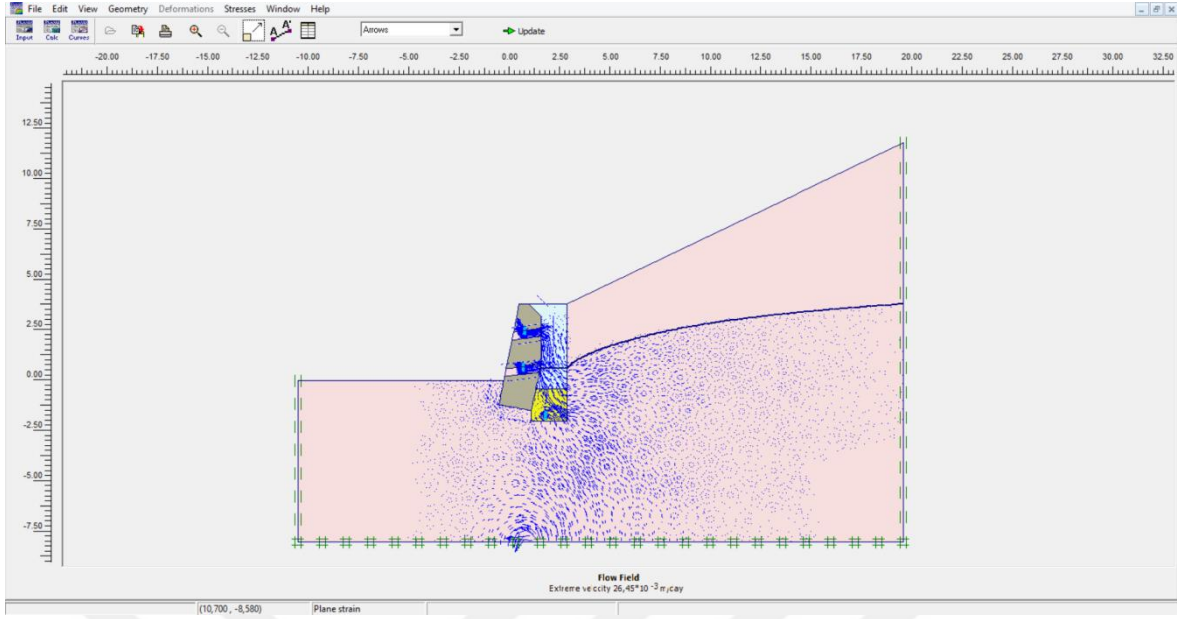
alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 278, Şekil 279, Şekil 280, Şekil 281, Şekil 282, Şekil 283, Şekil 284, Şekil 285, Şekil 286, Şekil 287, Şekil 288 ve Şekil 289'da gösterilmiştir.



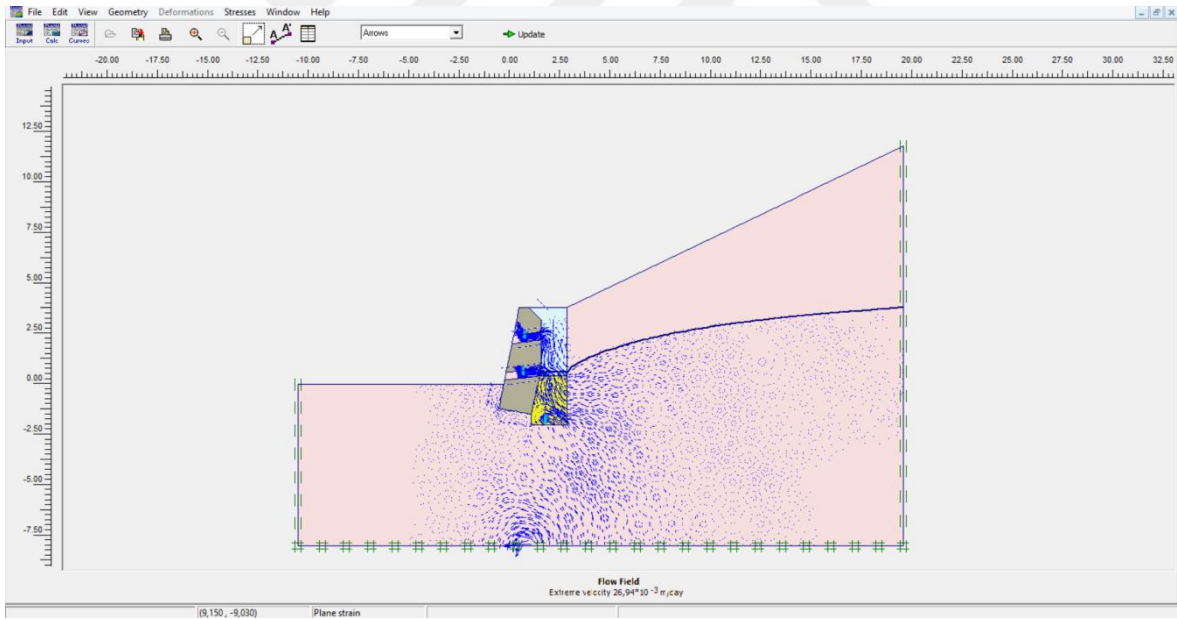
Şekil 278. Kil zemin-taş ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



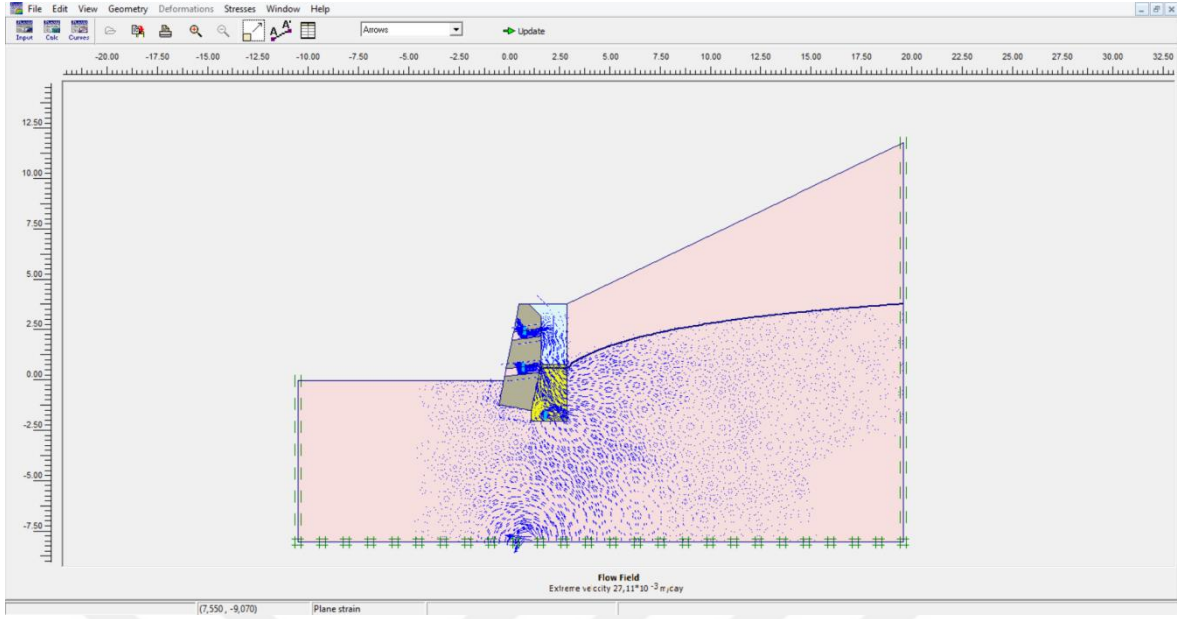
Şekil 279. Kil zemin-taş ( $h=530$  cm) ve kum ( $h=50$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



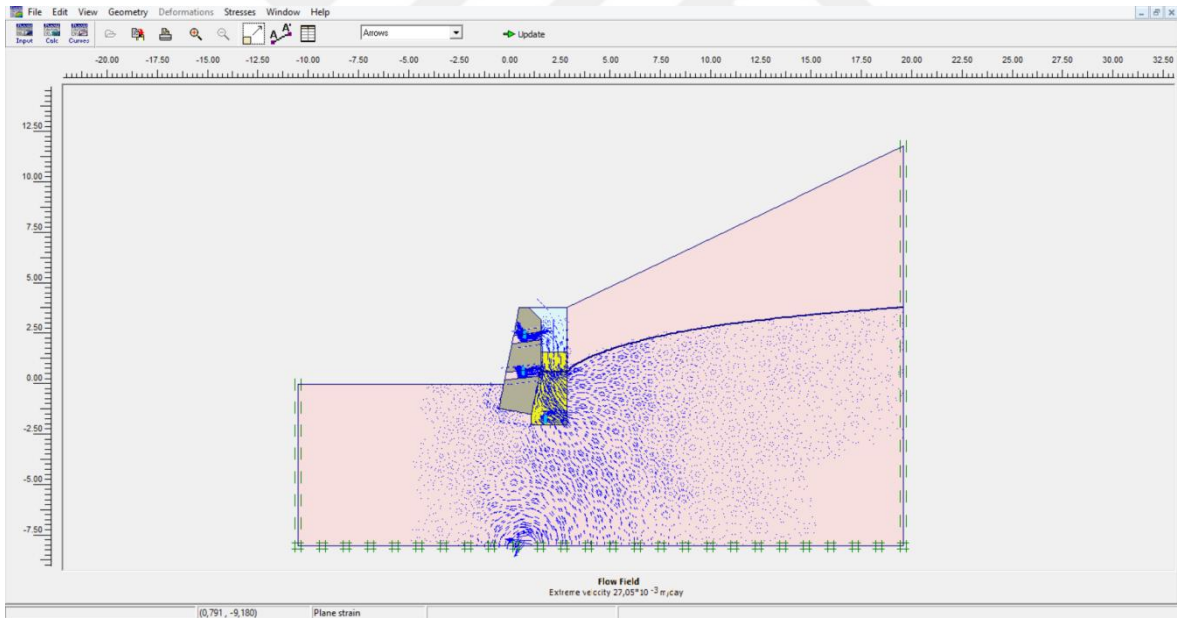
Şekil 280. Kil zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



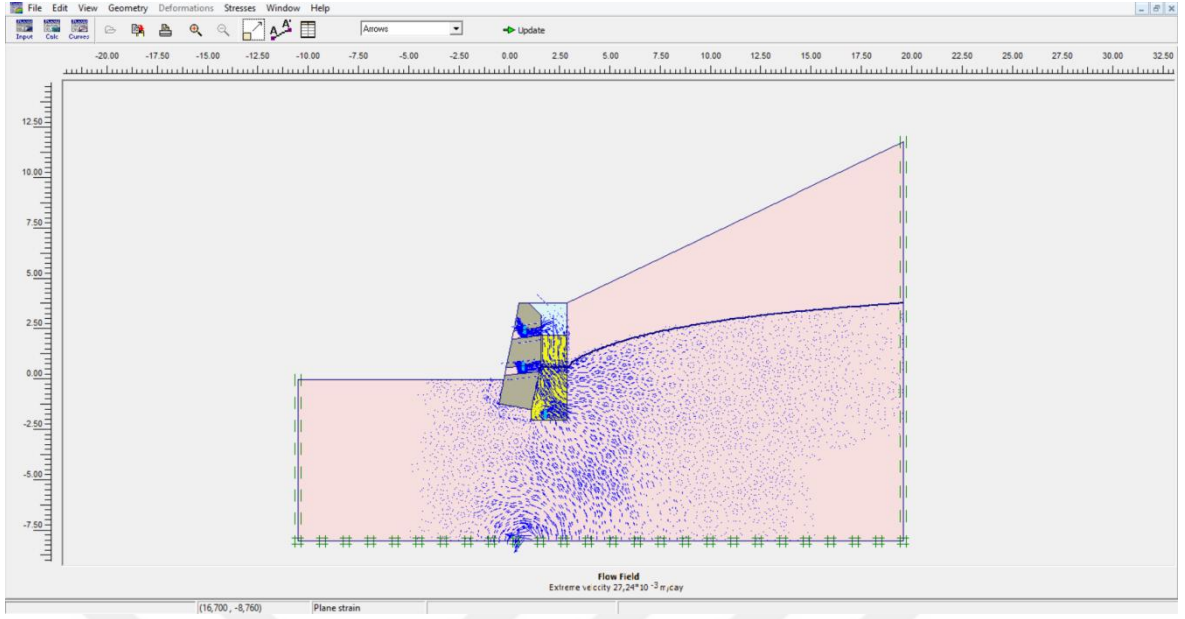
Şekil 281. Kil zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



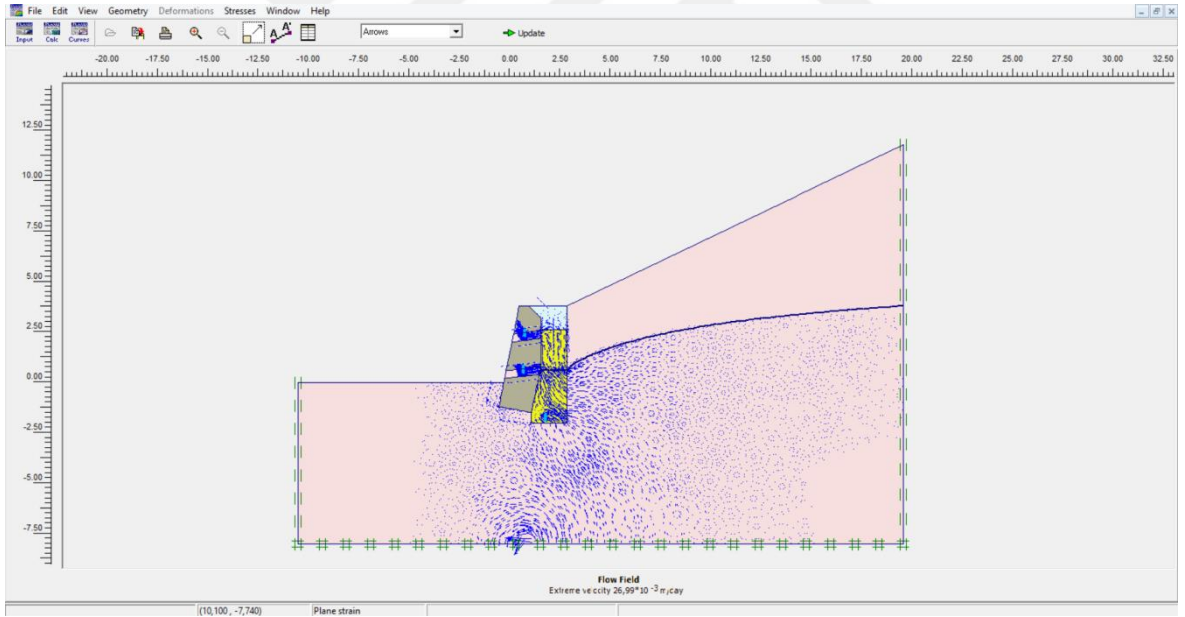
Şekil 282. Kil zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 283. Kil zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

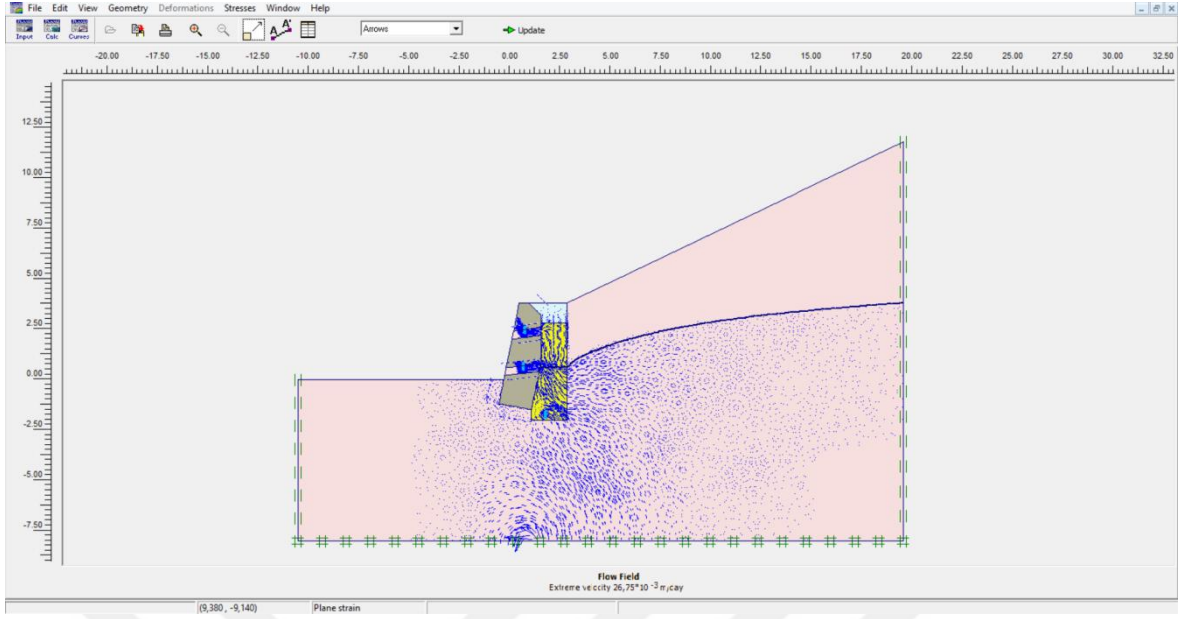


Şekil 284. Kil zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

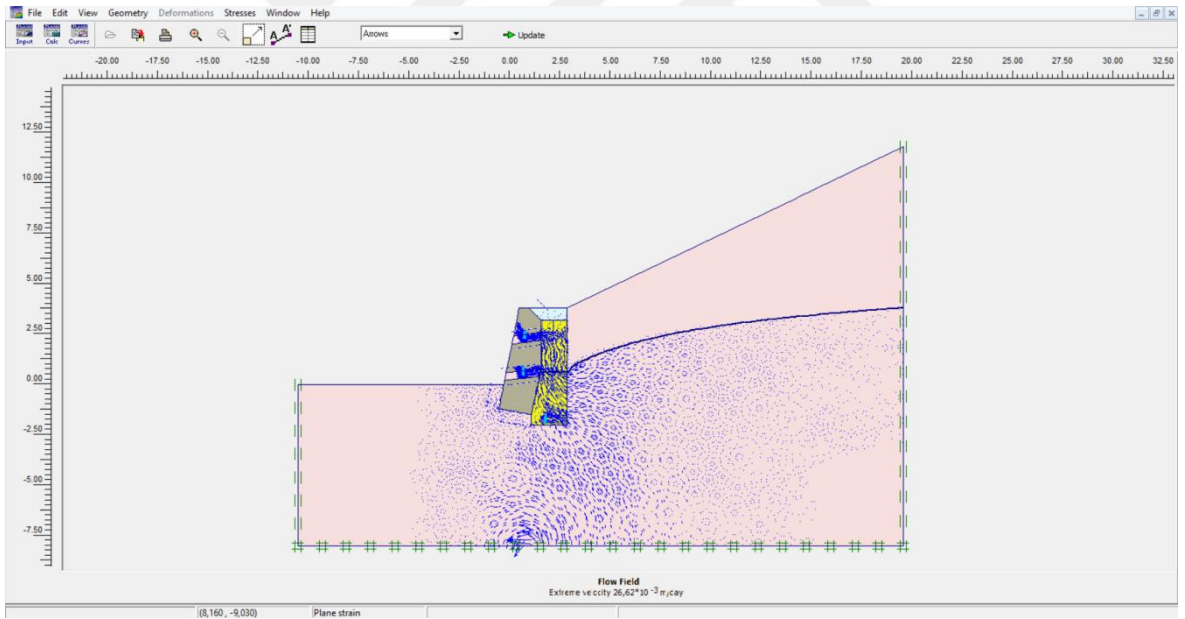


Şekil 285. Kil zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

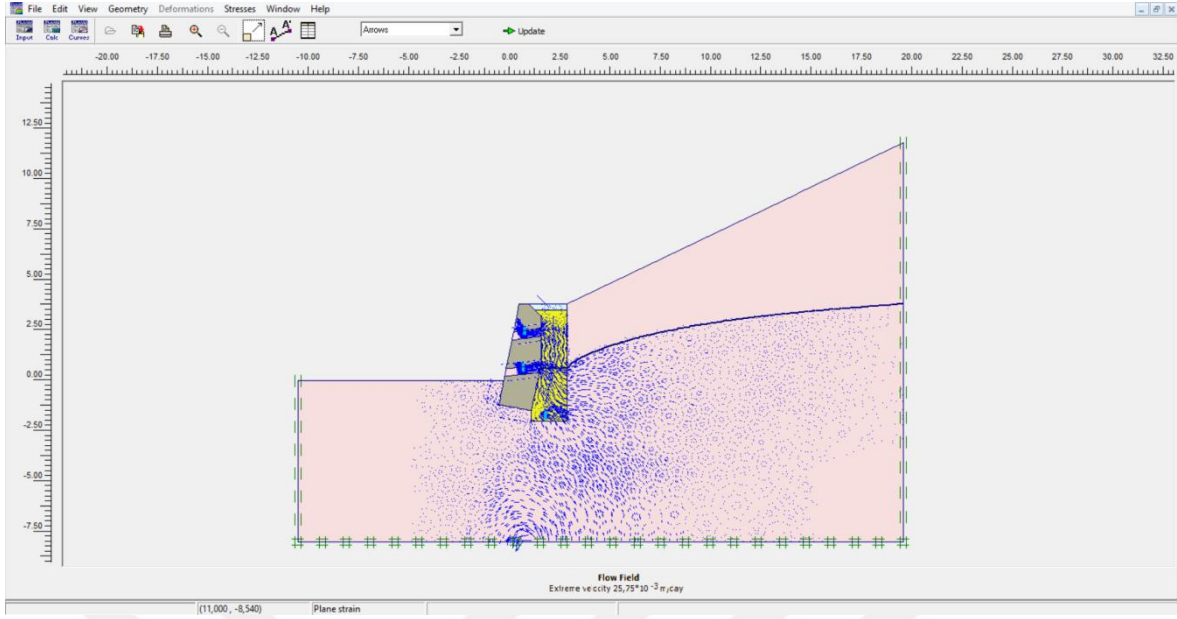




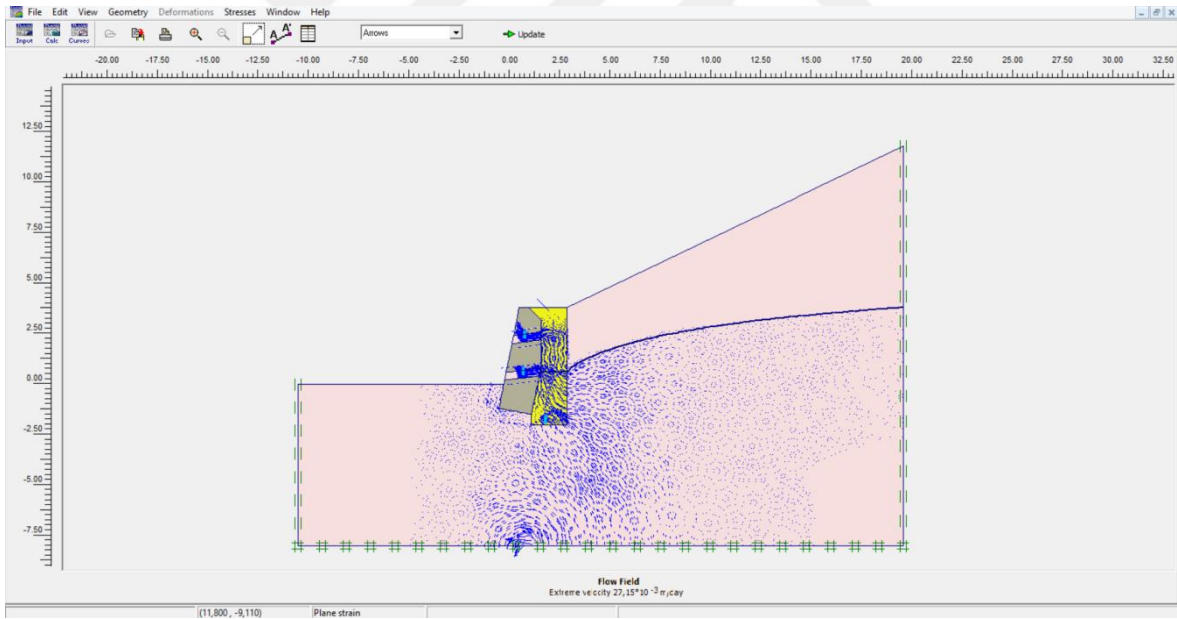
Şekil 286. Kil zemin-taş ( $h=100 \text{ cm}$ ) ve kum ( $h=480 \text{ cm}$ ) dolgu / ( $w=130-190 \text{ cm}$ ) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 287. Kil zemin-taş ( $h=60 \text{ cm}$ ) ve kum ( $h=520 \text{ cm}$ ) dolgu / ( $w=130-190 \text{ cm}$ ) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 288. Kıl zemin-taş ( $h=30$  cm) ve kum ( $h=550$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



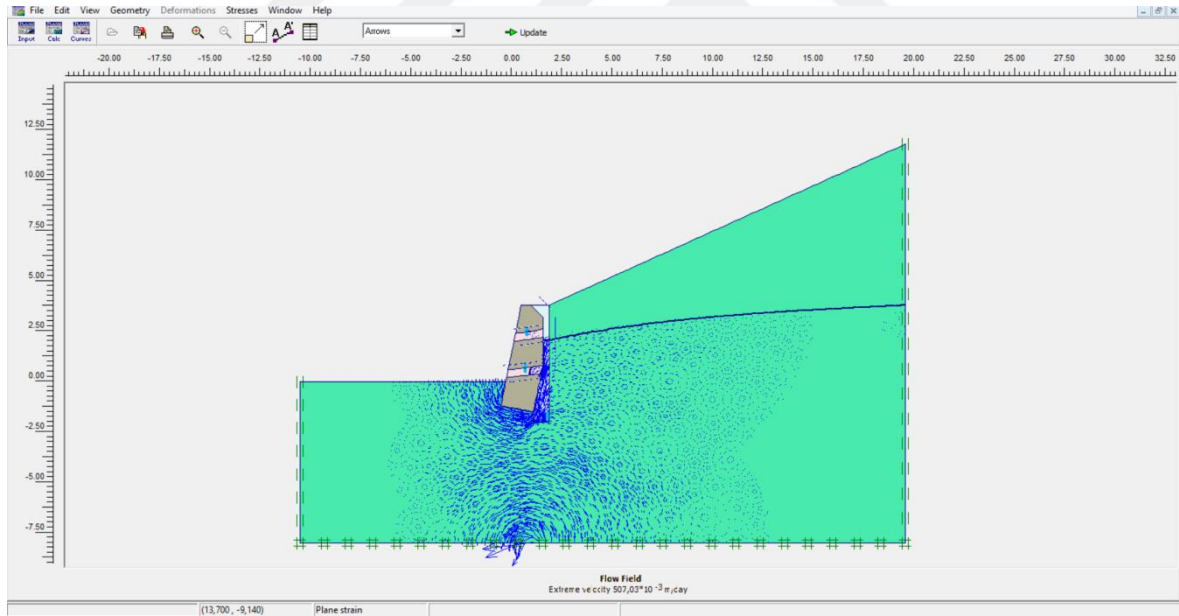
Şekil 289. Kıl zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

### 3.4. Zeminin Silt Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi

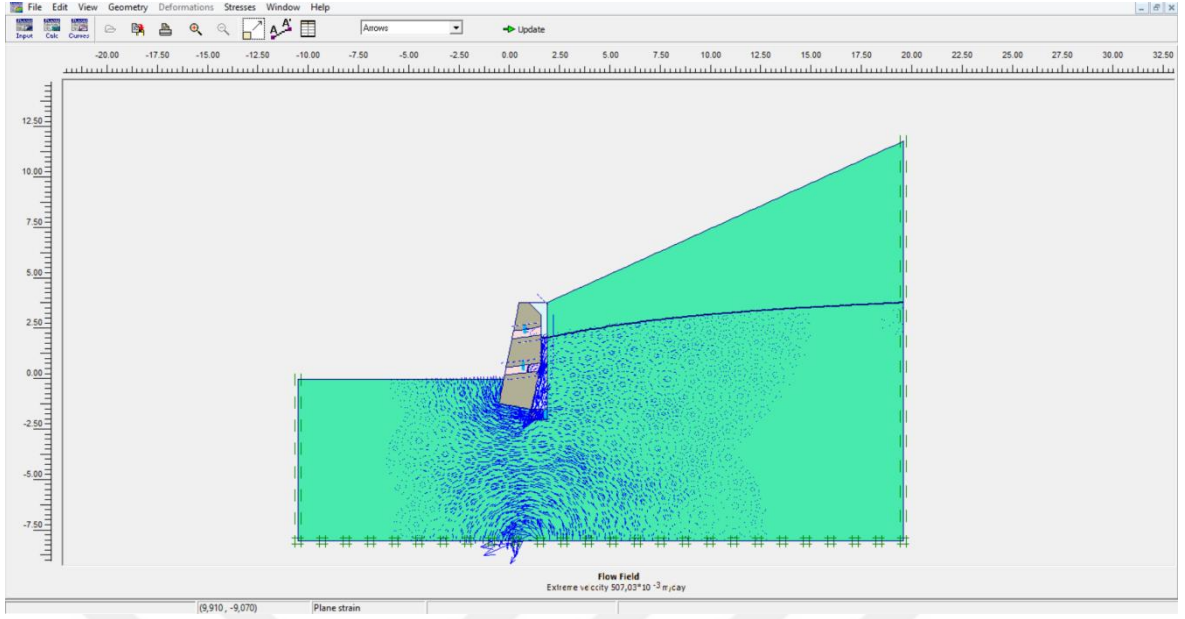
İstinat duvarının inşa edildiği zemin silt seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayıldığında yapılan analizler sonucunda elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri ile ilgili veriler üç grupta toplanmıştır.

#### 3.4.1. Dolgu Genişliğinin 30-90 cm Olması Durumu

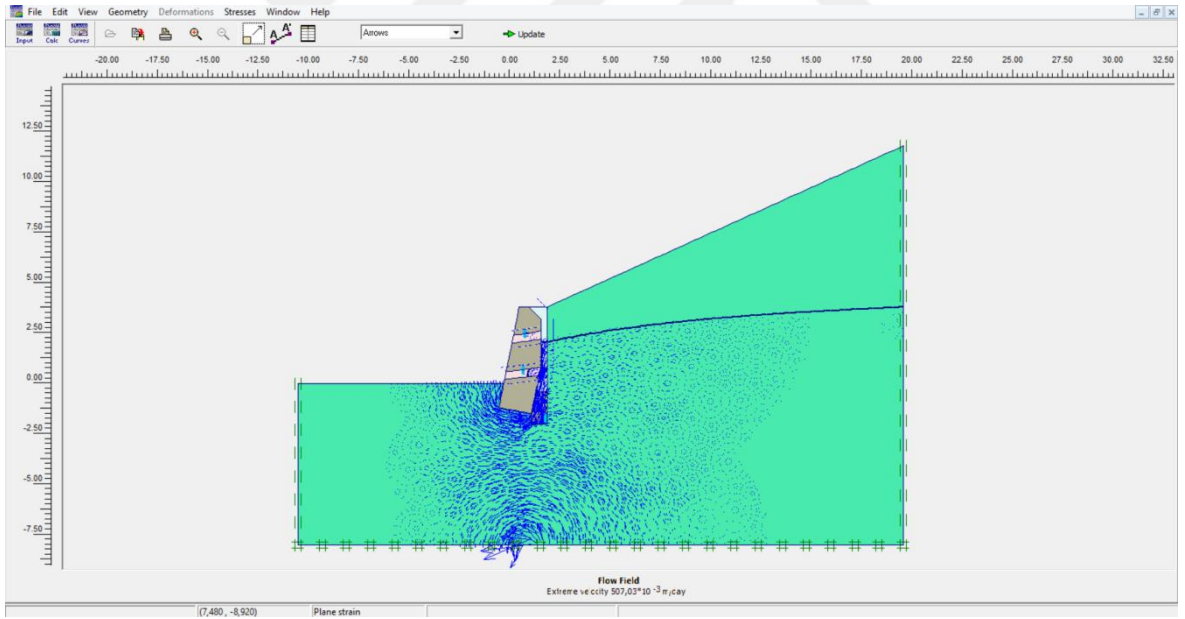
Dolgu genişliğinin 30-90 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 290, Şekil 291, Şekil 292, Şekil 293, Şekil 294, Şekil 295, Şekil 296, Şekil 297, Şekil 298, Şekil 299, Şekil 300 ve Şekil 301'de gösterilmiştir.



Şekil 290. Silt zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=30-90 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

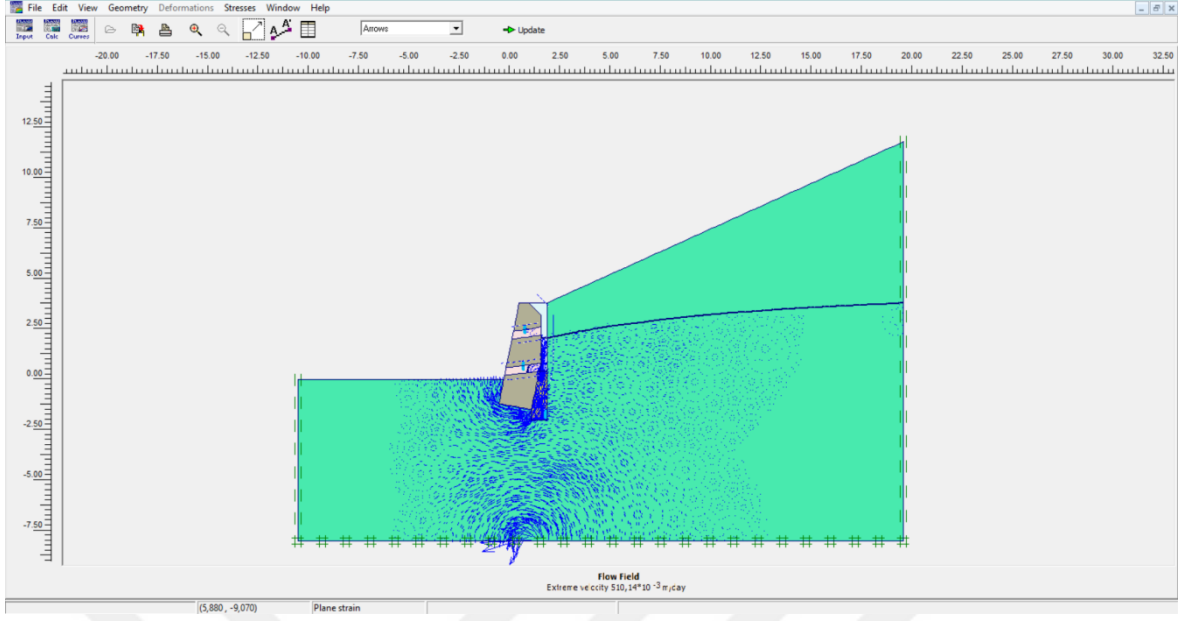


Şekil 291. Silt zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

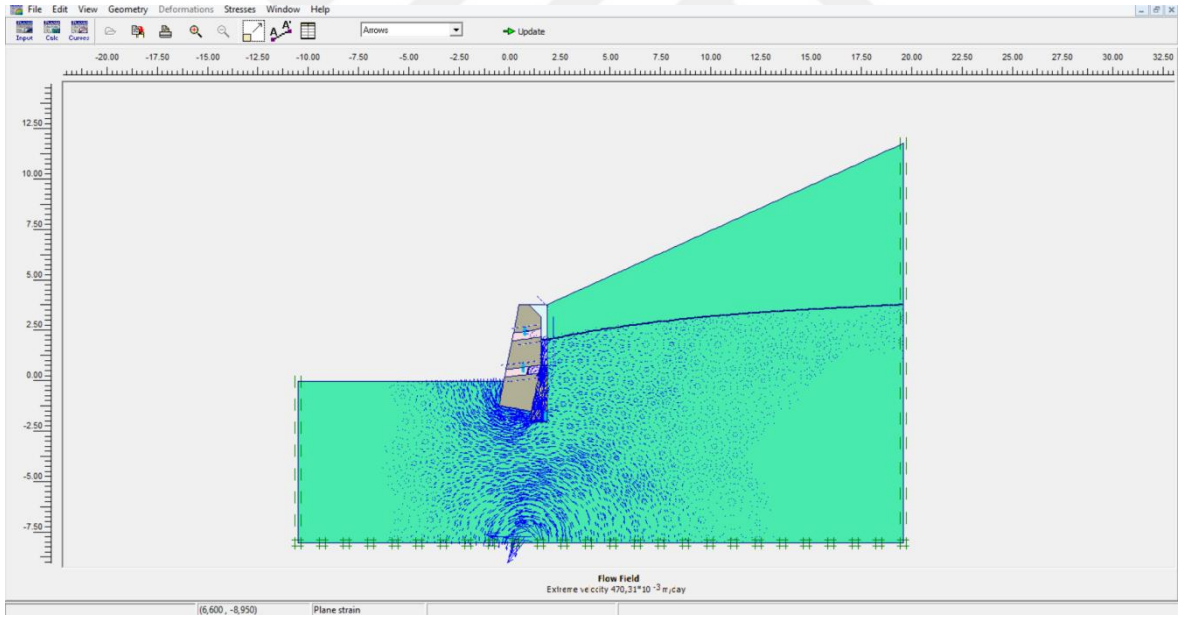


Şekil 292. Silt zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

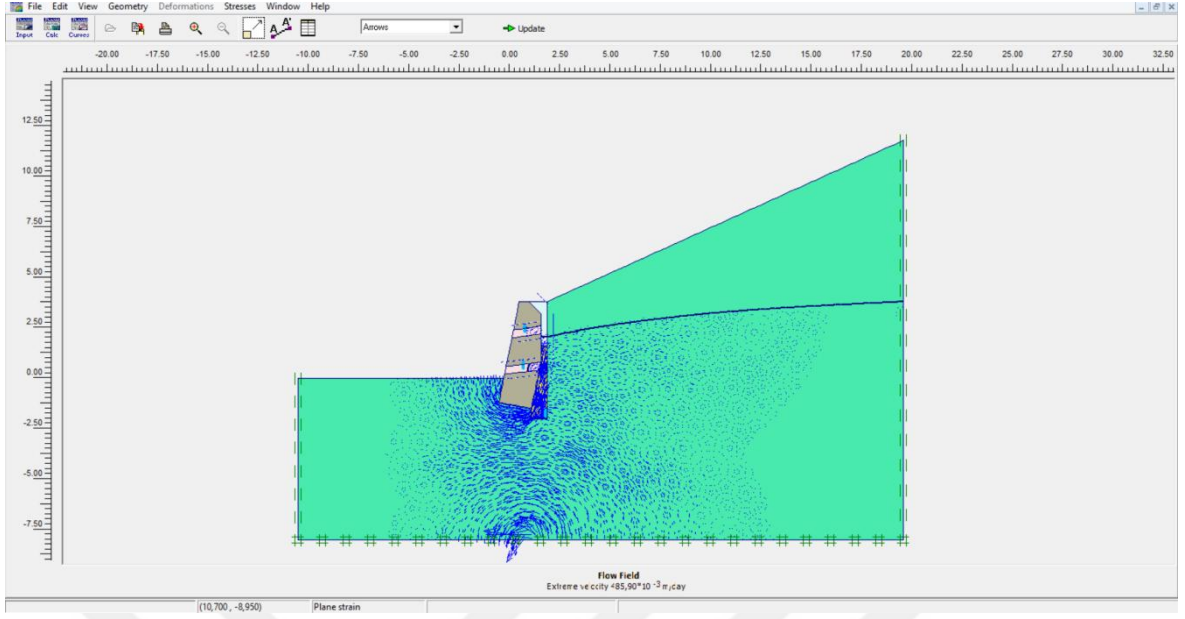




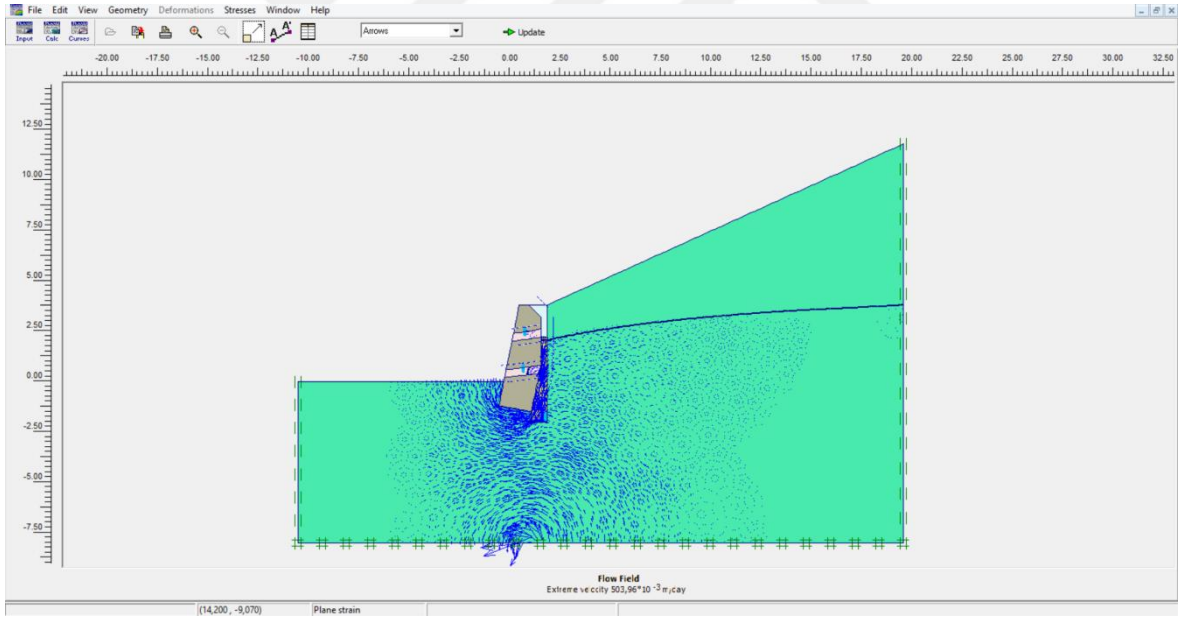
Şekil 293. Silt zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



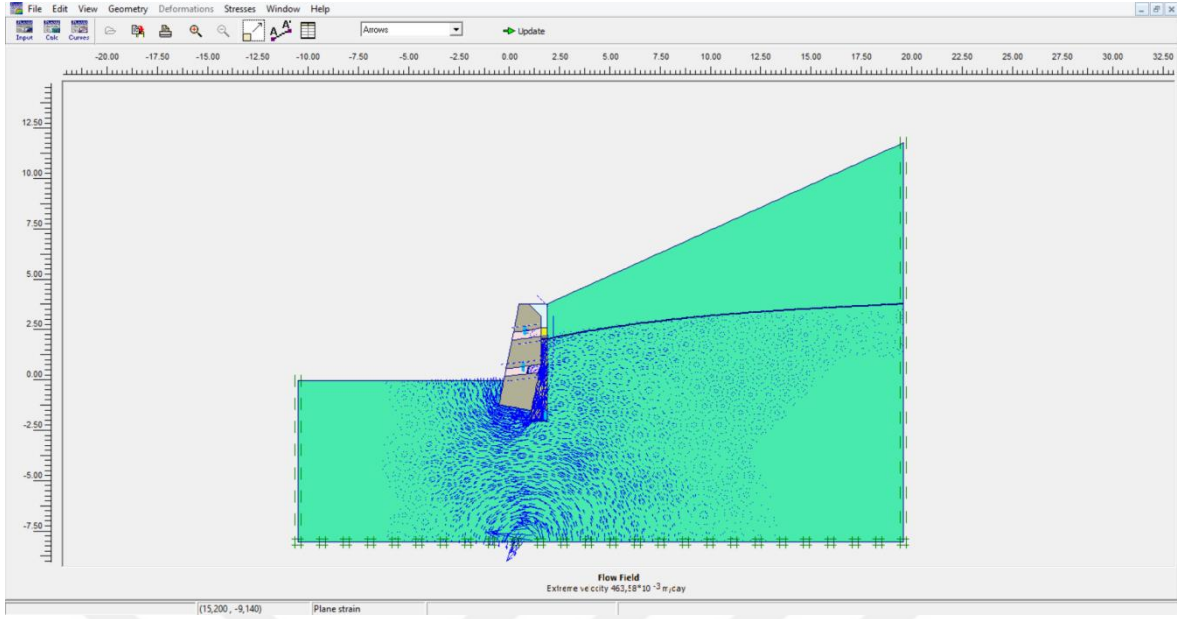
Şekil 294. Silt zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



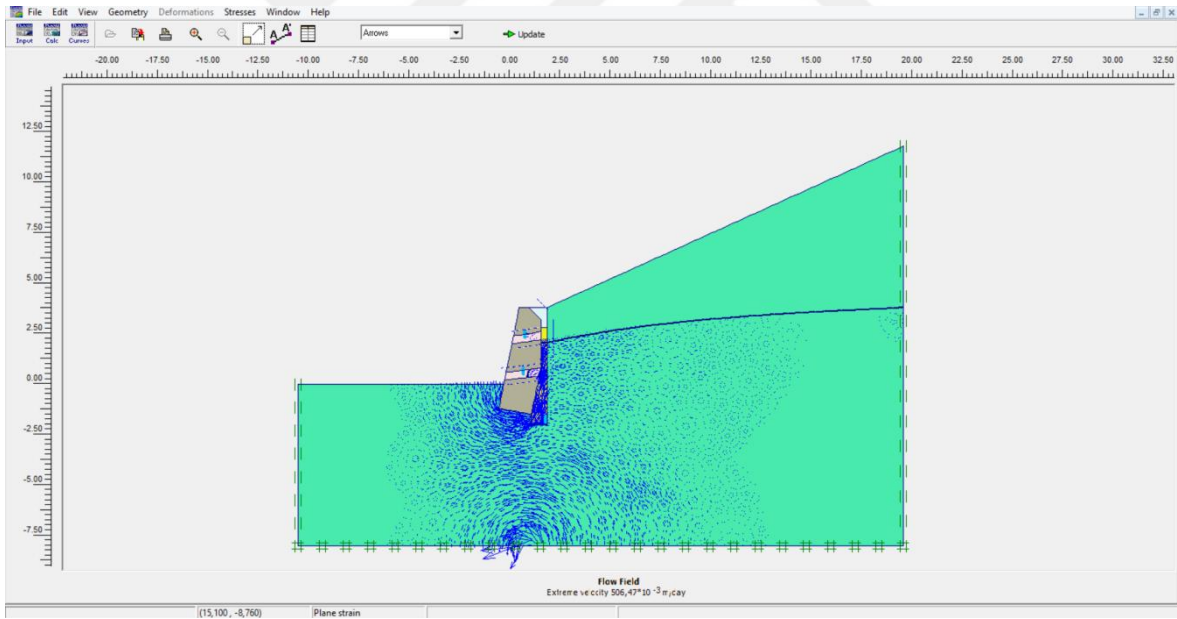
Şekil 295. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



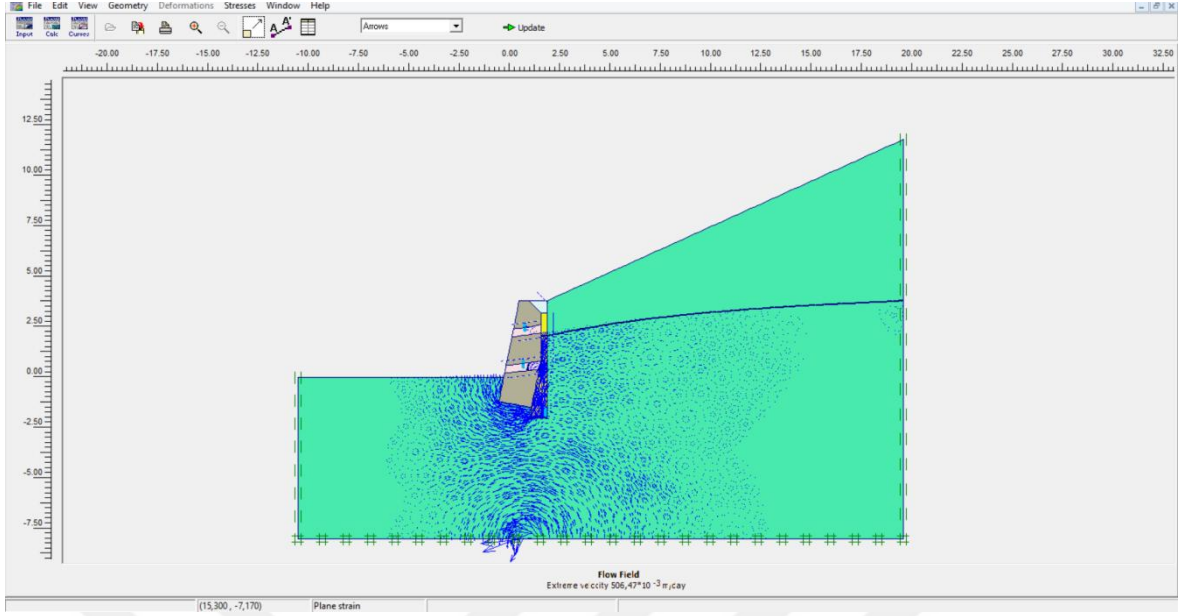
Şekil 296. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



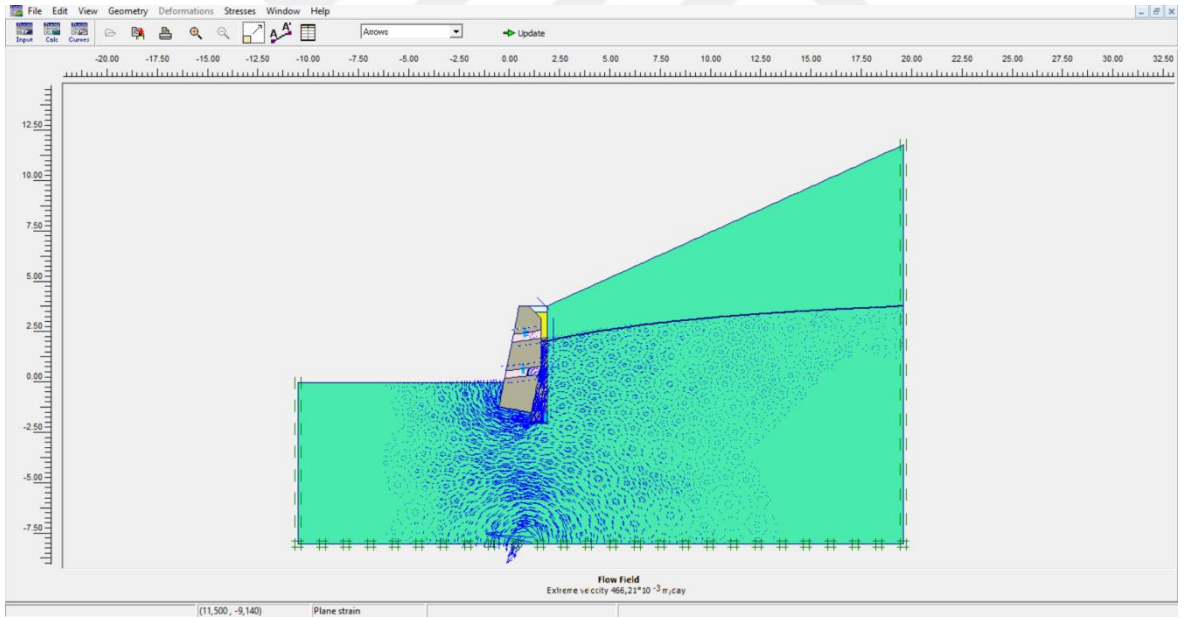
Şekil 297. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



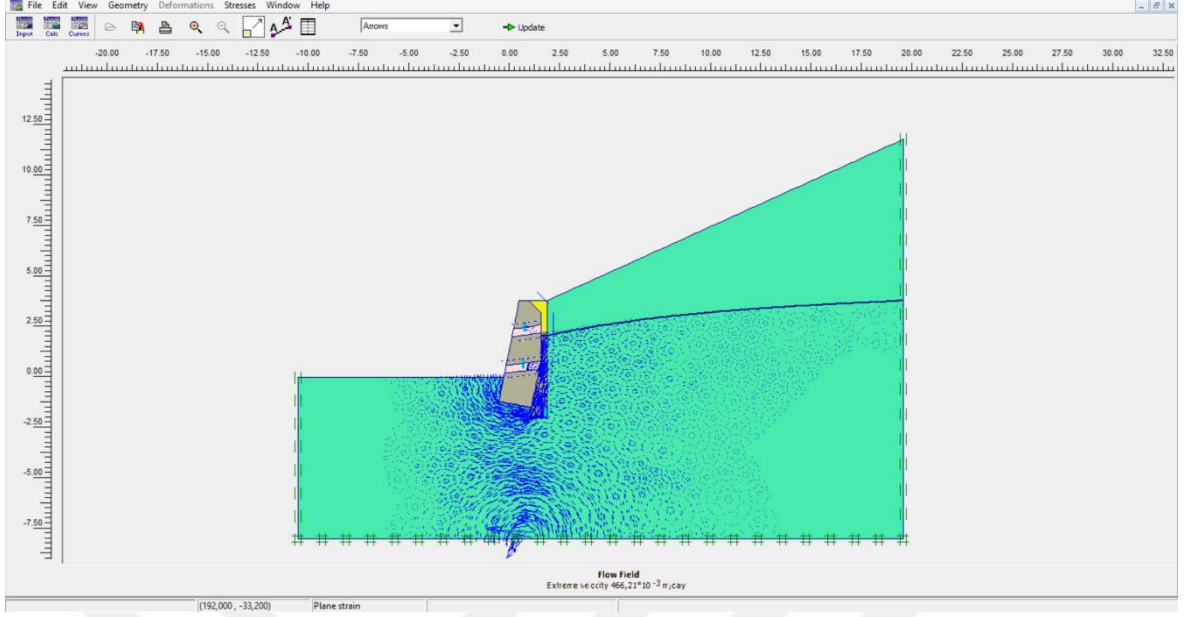
Şekil 298. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 299. Silt zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 300. Silt zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=30-90 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

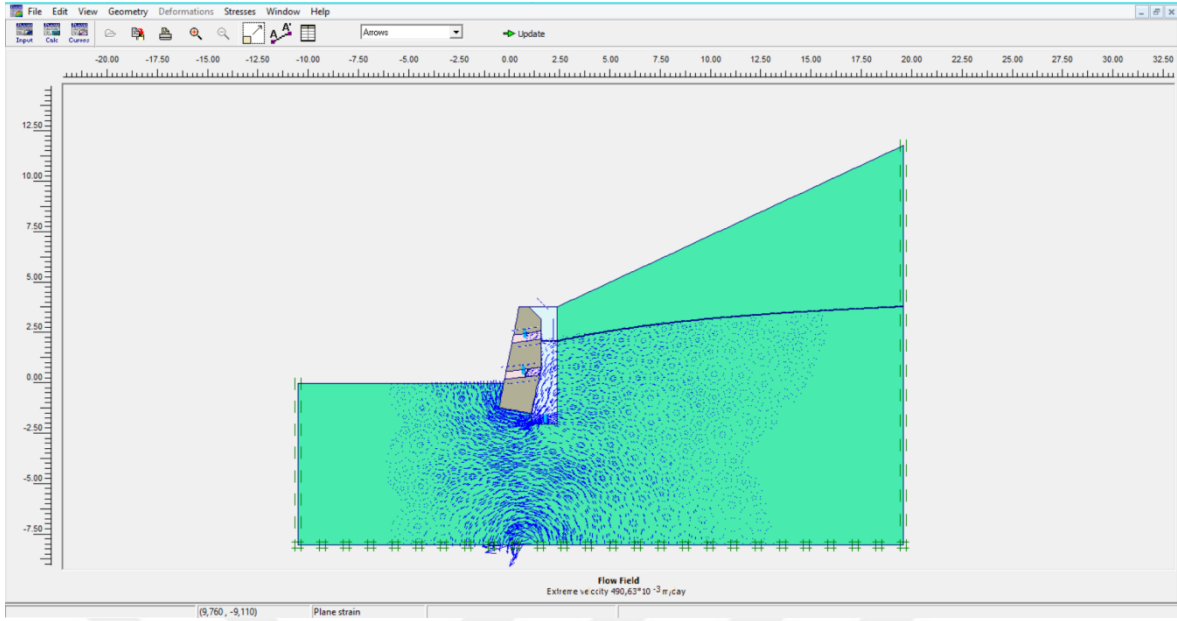


Şekil 301. Silt zemin-kum ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=30-90$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

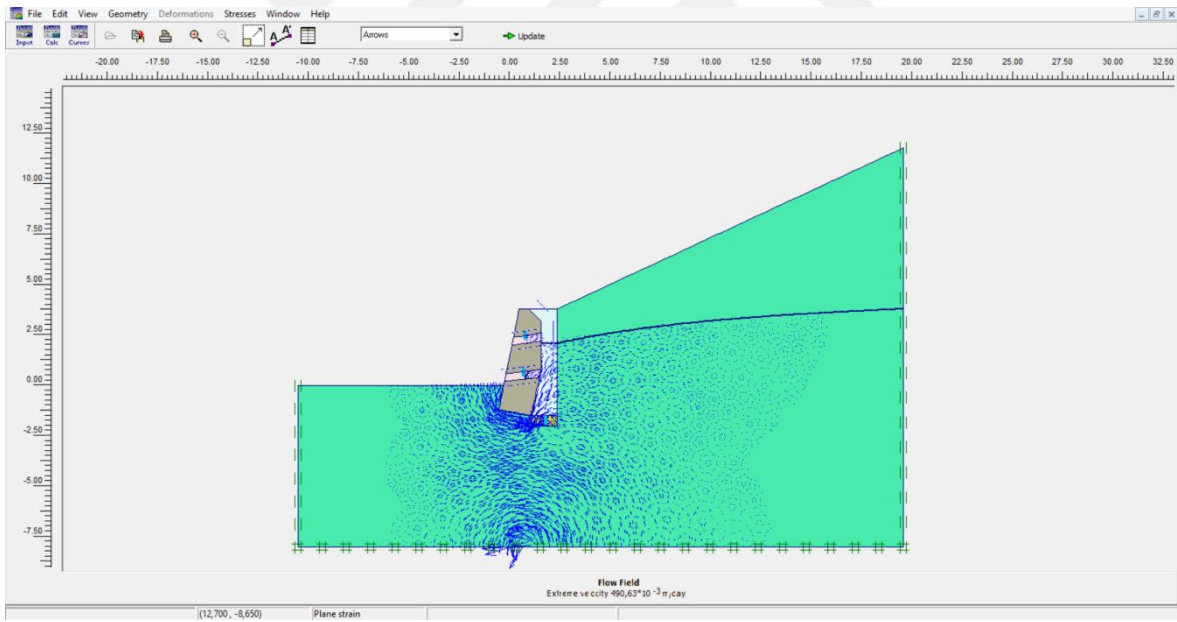
### 3.4.2. Dolgu Genişliğinin 80-140 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 80-140 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 302, Şekil 303, Şekil 304, Şekil 305, Şekil 306, Şekil 307, Şekil 308, Şekil 309, Şekil 310, Şekil 311, Şekil 312 ve Şekil 313'te gösterilmiştir.

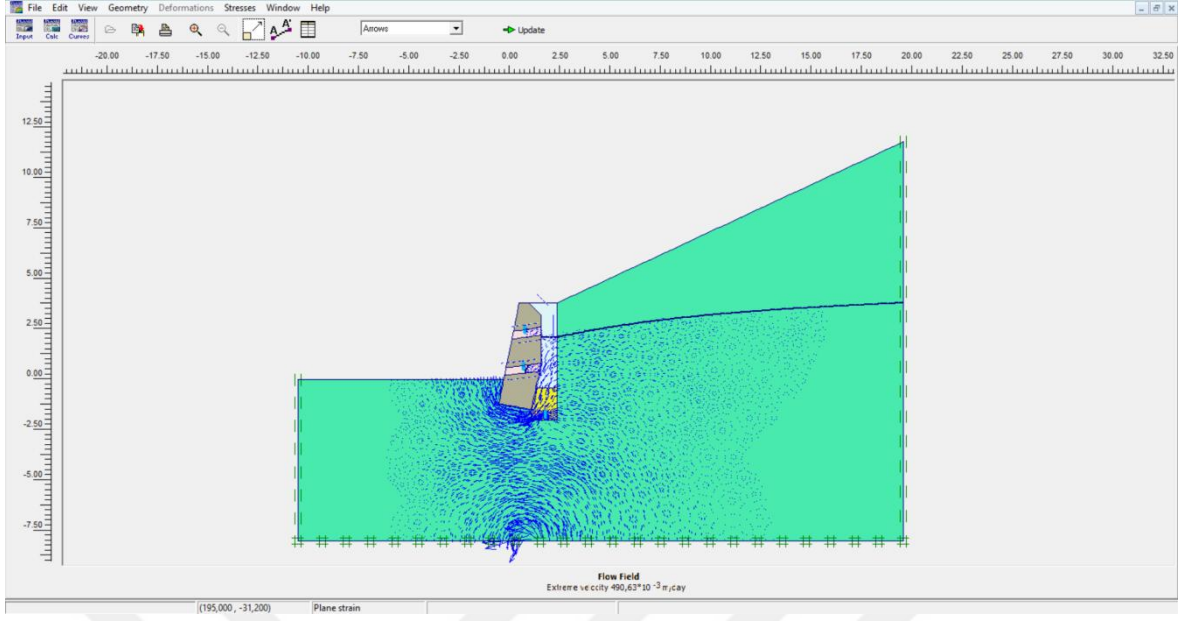




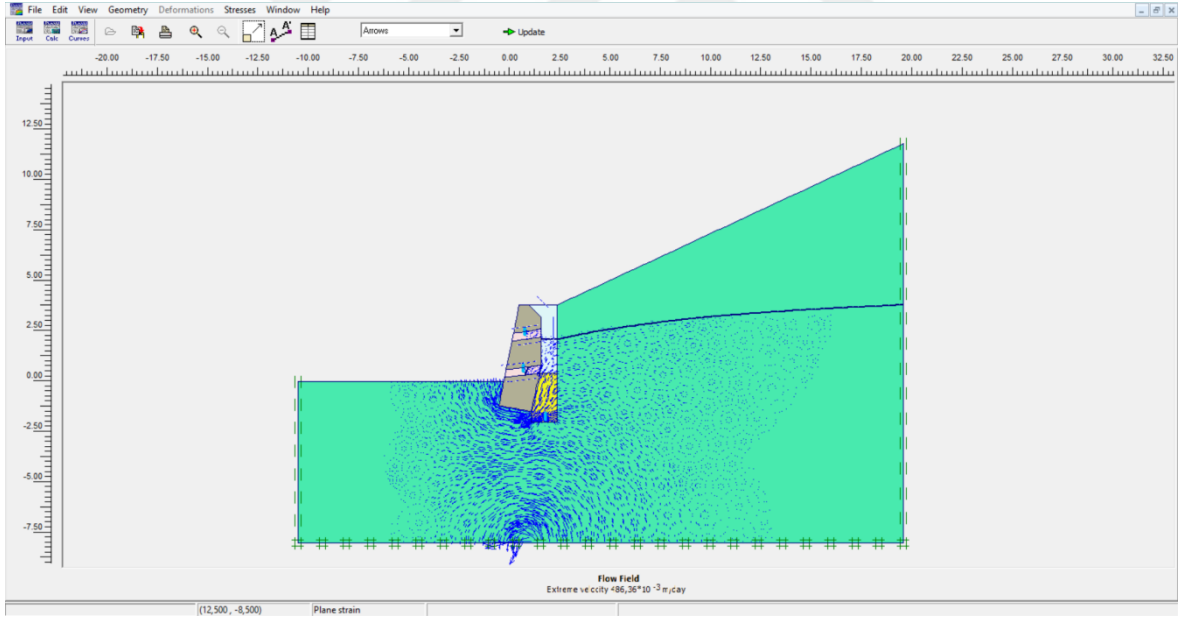
Şekil 302. Silt zemin-taş (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



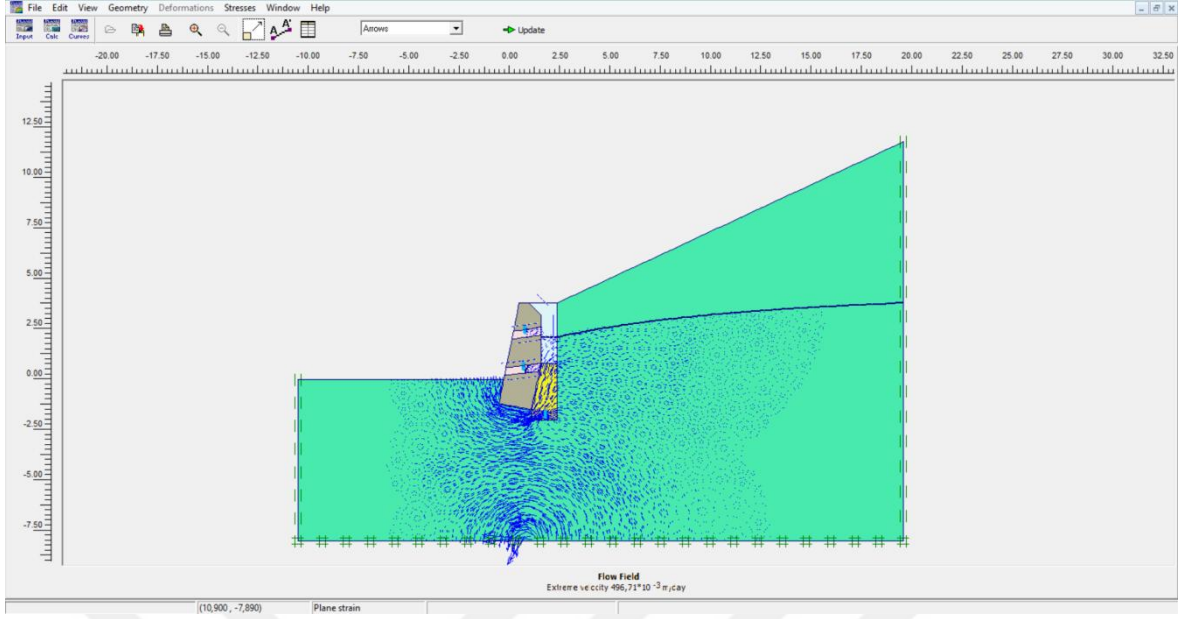
Şekil 303. Silt zemin-taş (h=530 cm) ve kum (h=50 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



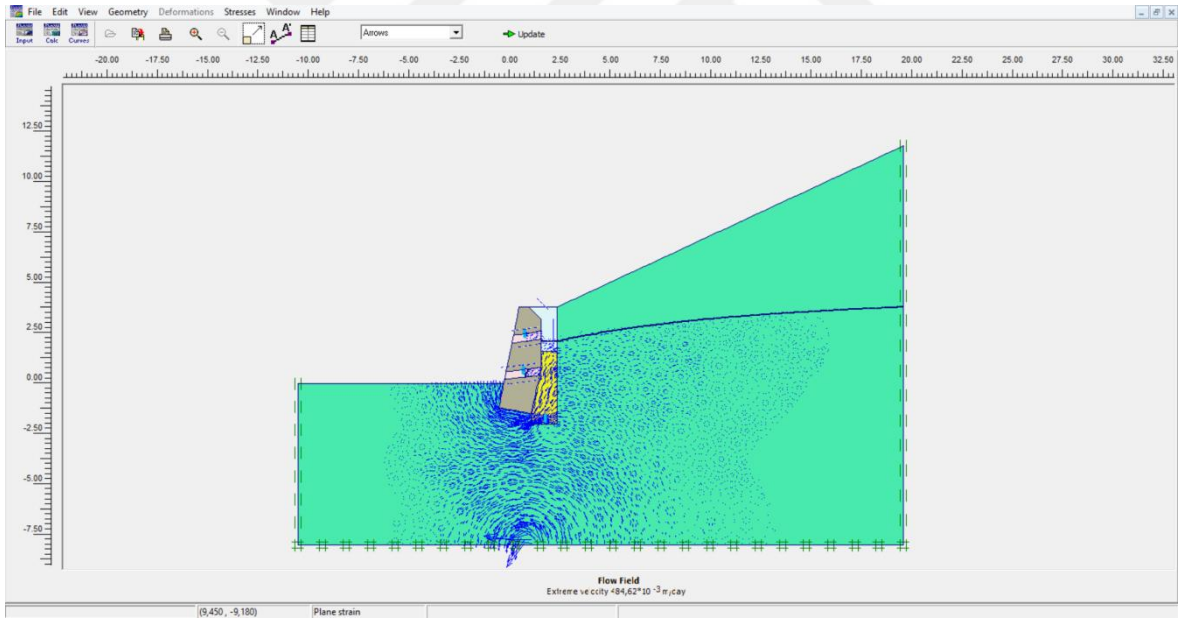
Şekil 304. Silt zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 305. Silt zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

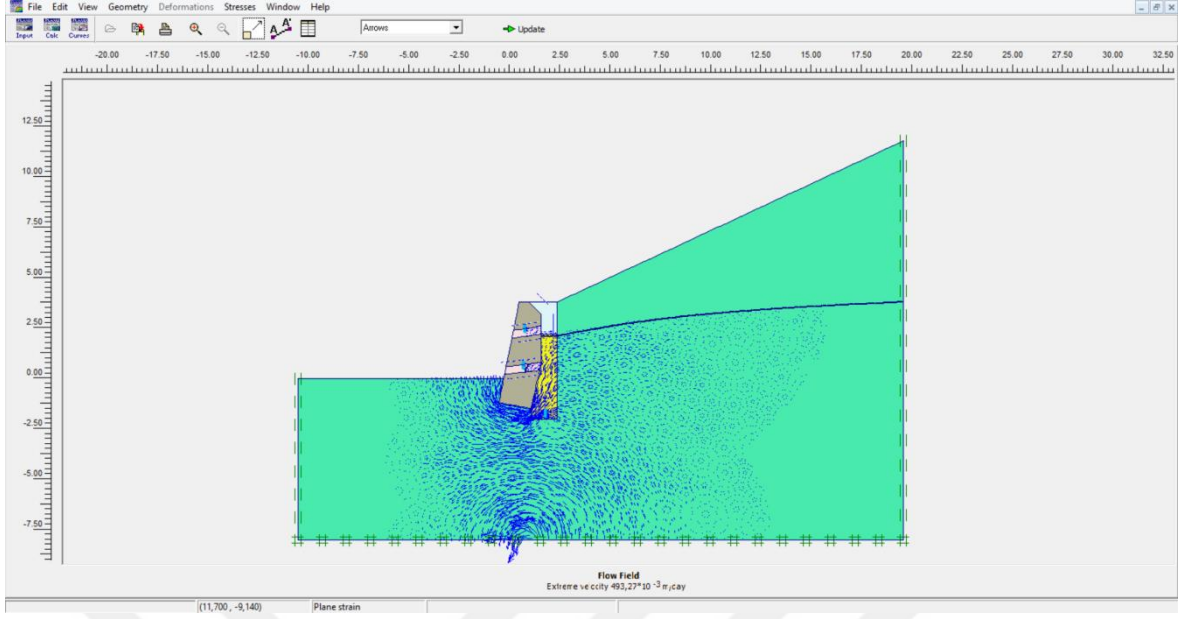


Şekil 306. Silt zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

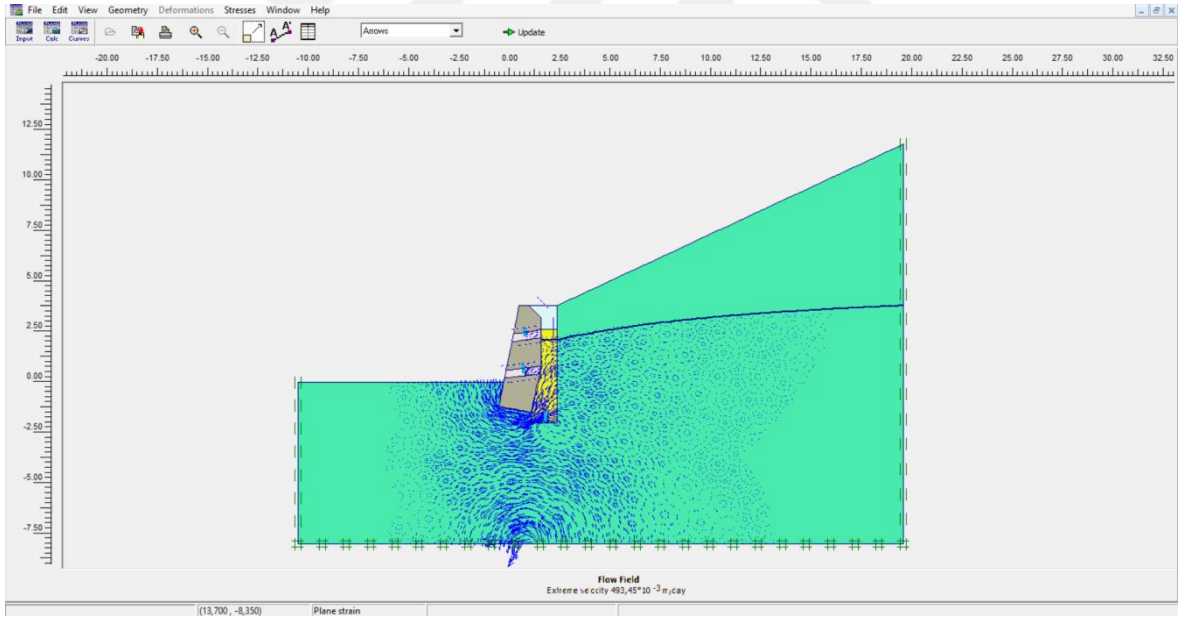


Şekil 307. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

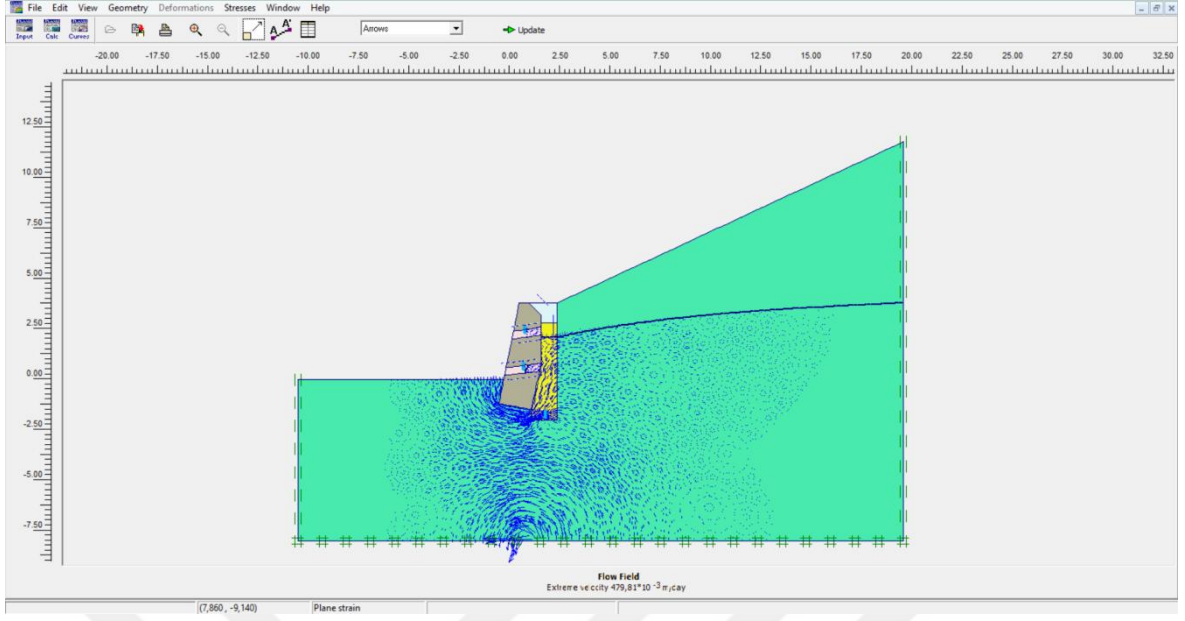




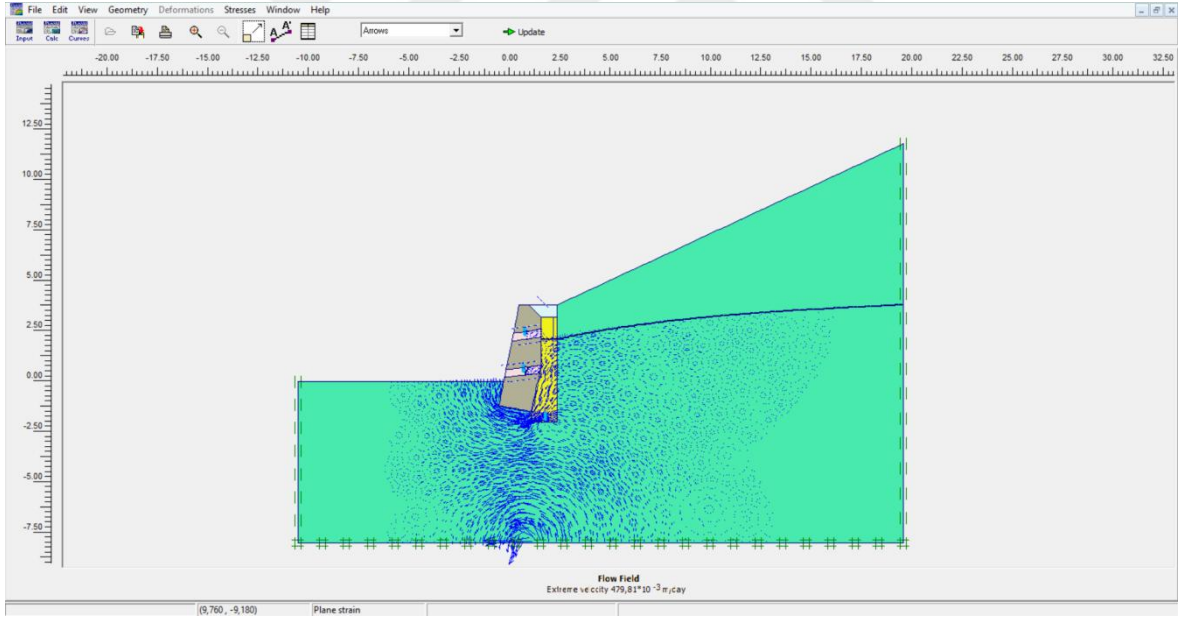
Şekil 308. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



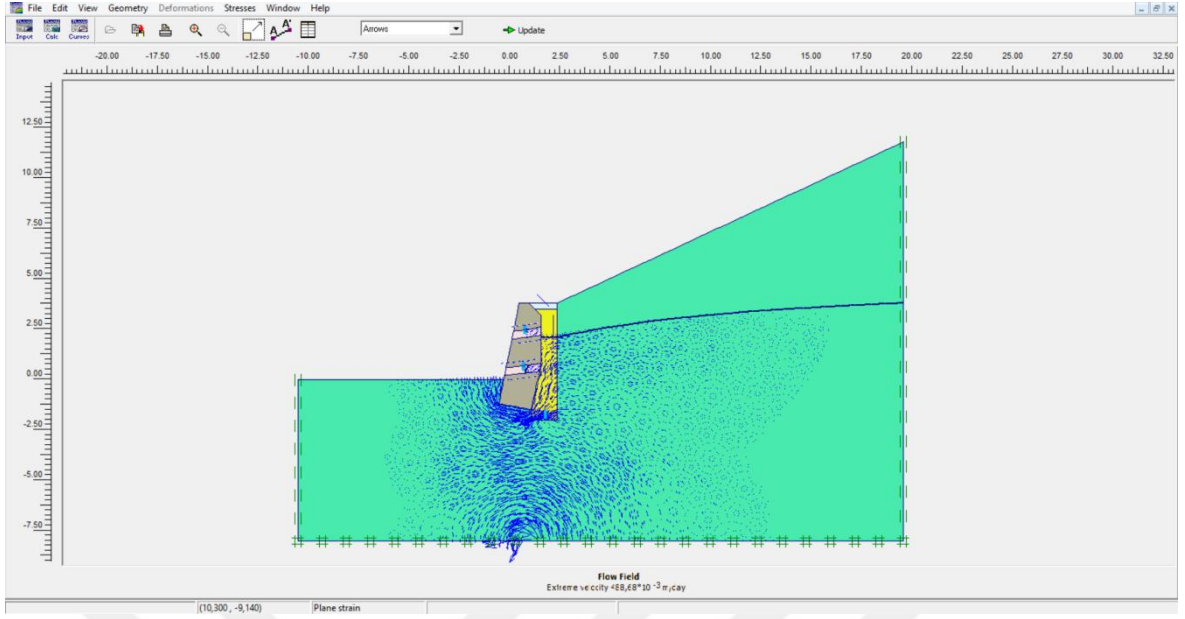
Şekil 309. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



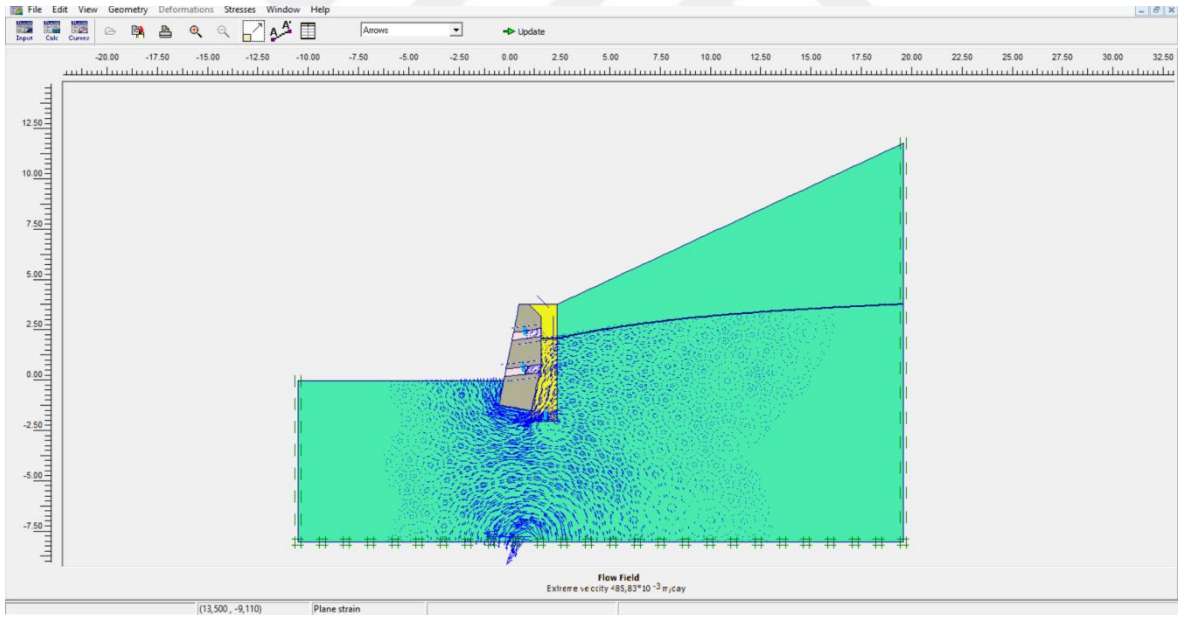
Şekil 310. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 311. Silt zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=80-140 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 312. Silt zemin-taş (h=30 cm) ve kum (h=550 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

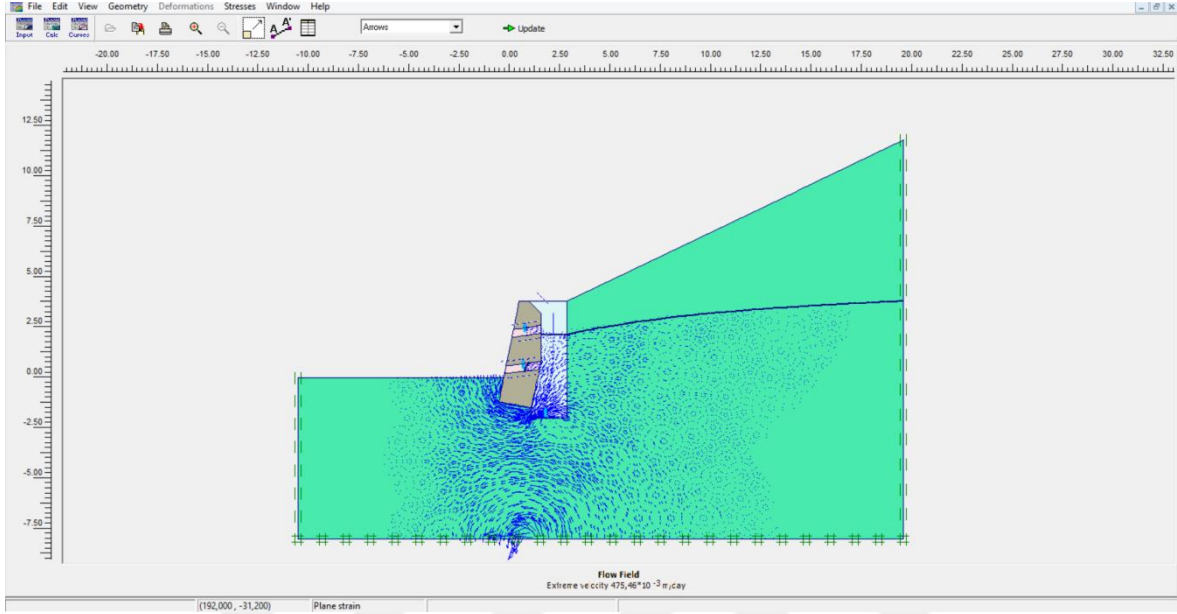


Şekil 313. Silt zemin-kum (h=580 cm) dolgu / (w=80-140 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

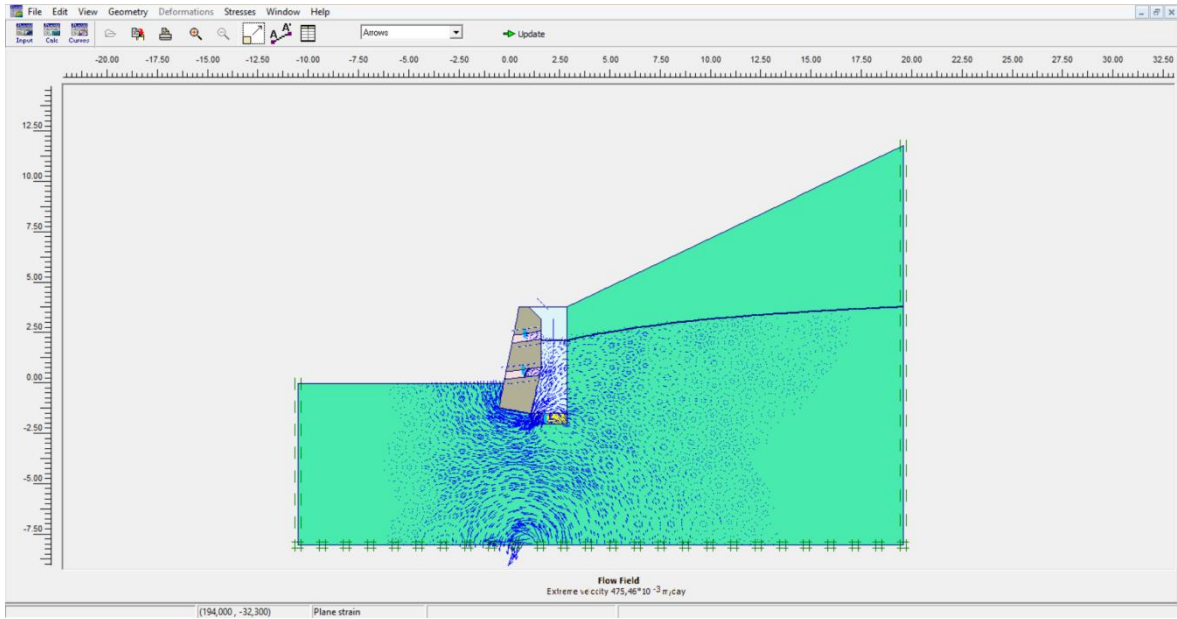
### 3.4.3. Dolgu Genişliğinin 130-190 cm Olması Durumu

Dolgu genişliğinin 130-190 cm olduğu durumda analizi yapılan 12 farklı taş-kum dolgu şekliyle ilgili her durumda başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi olarak 3,800 m değeri

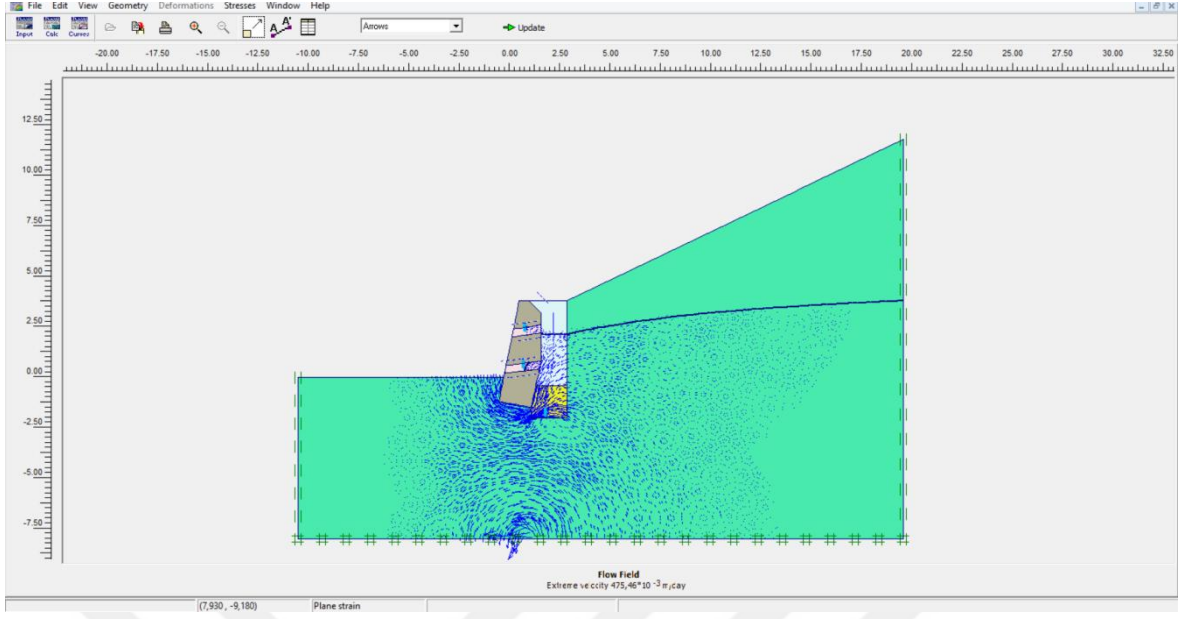
alınmış olup analizler sonucu elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri Şekil 314, Şekil 315, Şekil 316, Şekil 317, Şekil 318, Şekil 319, Şekil 320, Şekil 321, Şekil 322, Şekil 323, Şekil 324 ve Şekil 325'te gösterilmiştir.



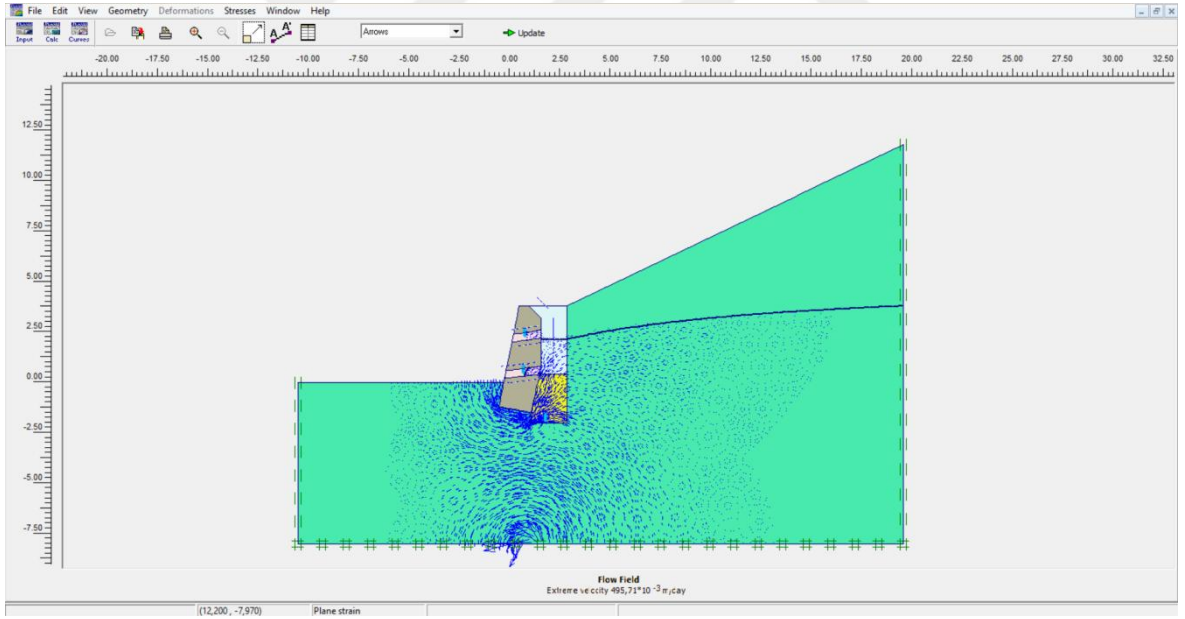
Şekil 314. Silt zemin-taş ( $h=580$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 315. Silt zemin-taş ( $h=530$  cm) ve kum ( $h=50$  cm) dolgu / ( $w=130-190$  cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

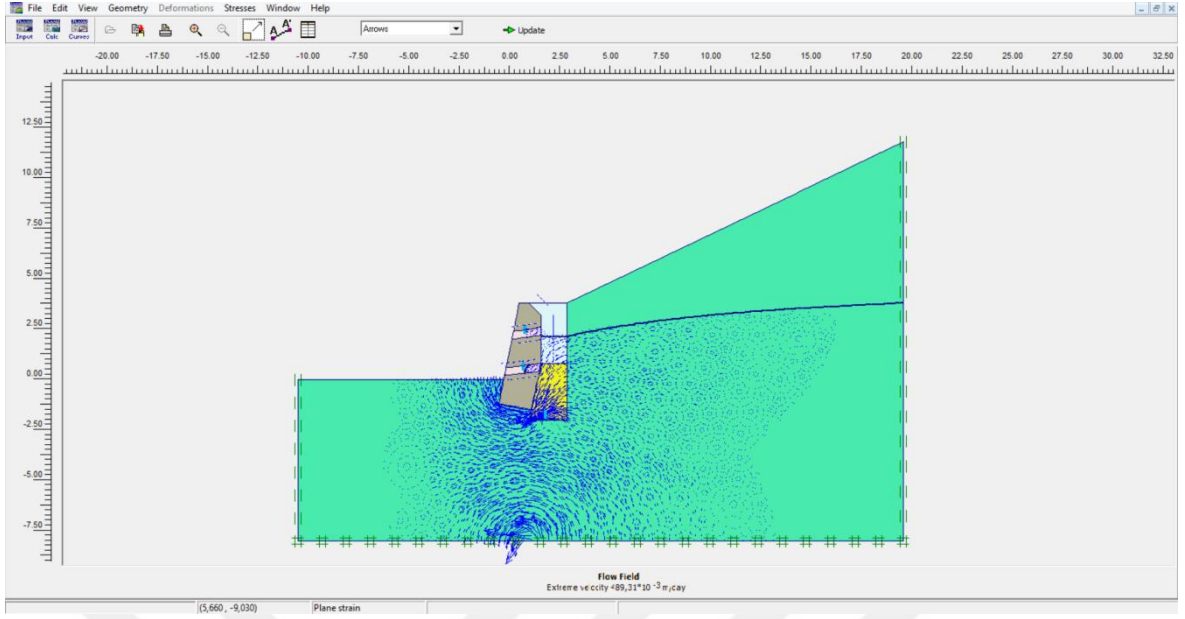


Şekil 316. Silt zemin-taş (h=420 cm) ve kum (h=160 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

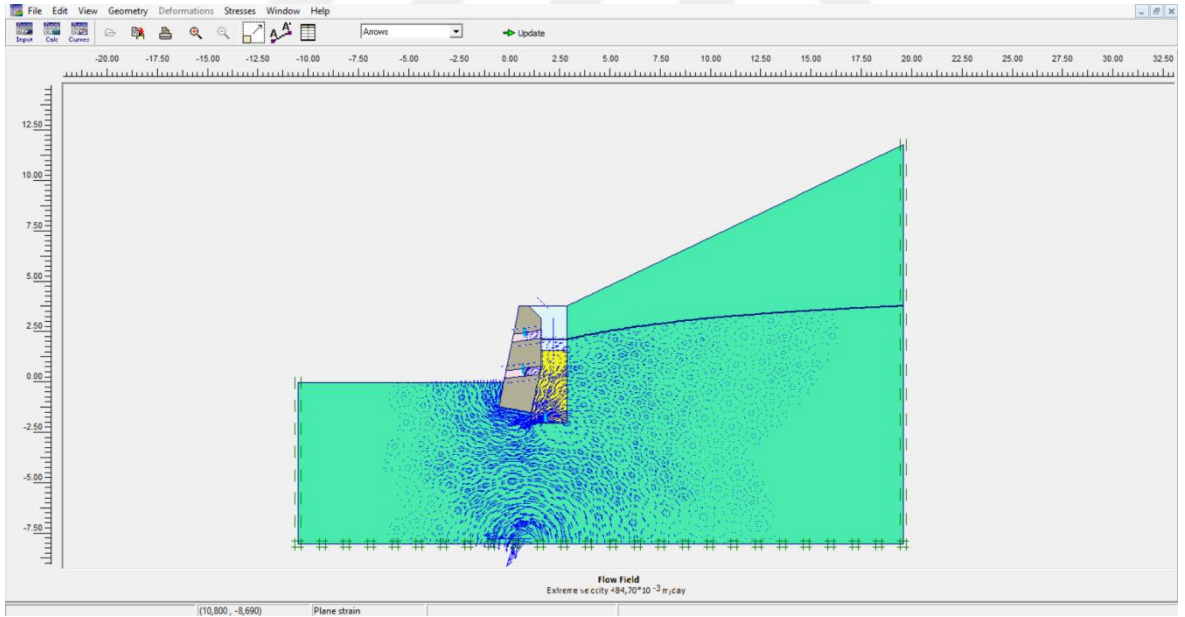


Şekil 317. Silt zemin-taş (h=340 cm) ve kum (h=240 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

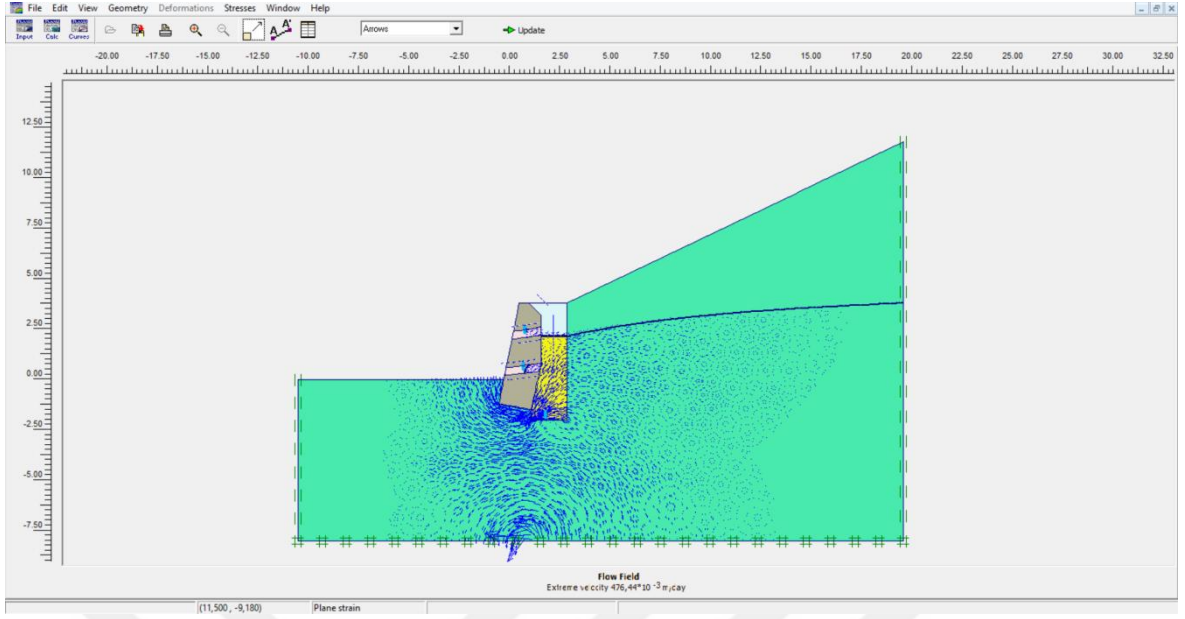




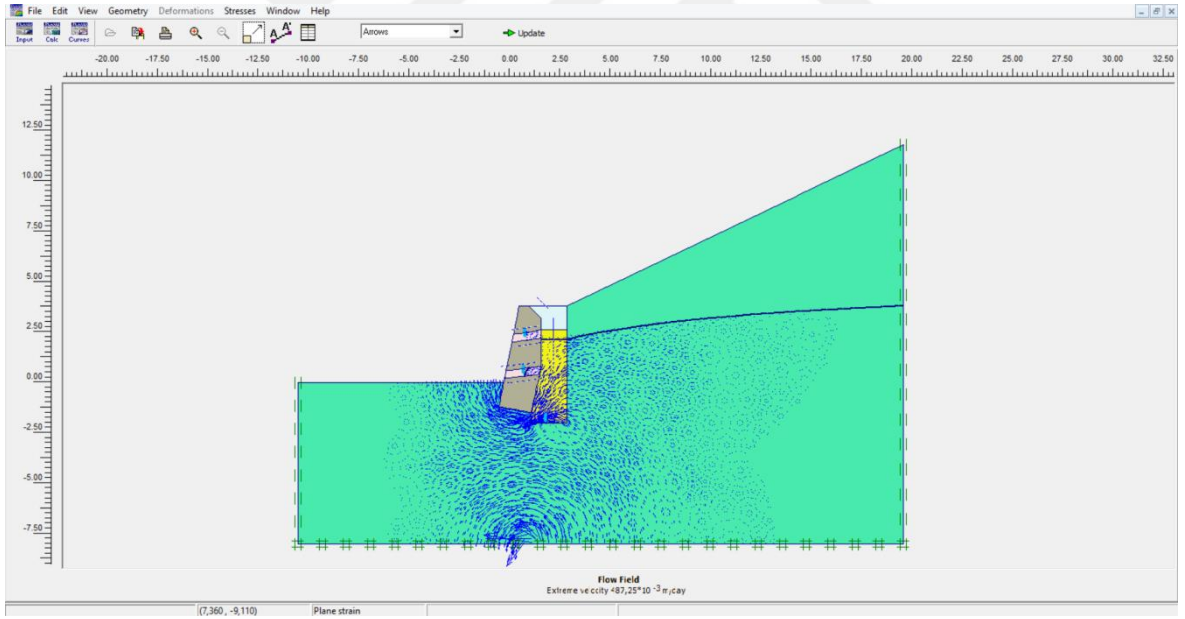
Şekil 318. Silt zemin-taş (h=300 cm) ve kum (h=280 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



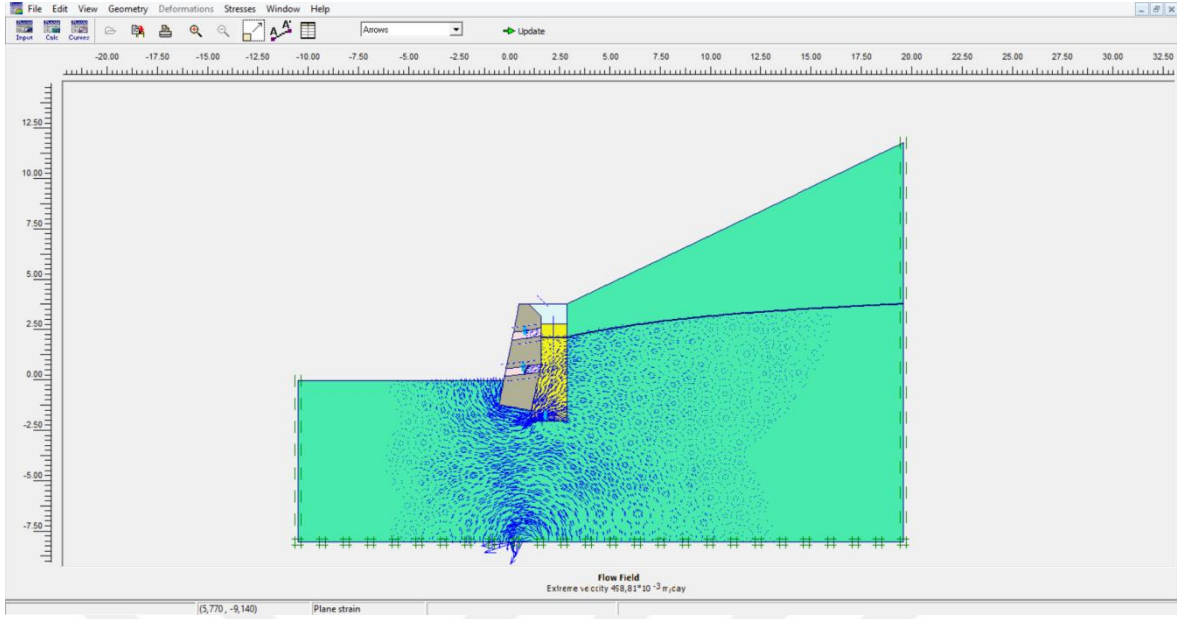
Şekil 319. Silt zemin-taş (h=220 cm) ve kum (h=360 cm) dolgu / (w=130-190 cm) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



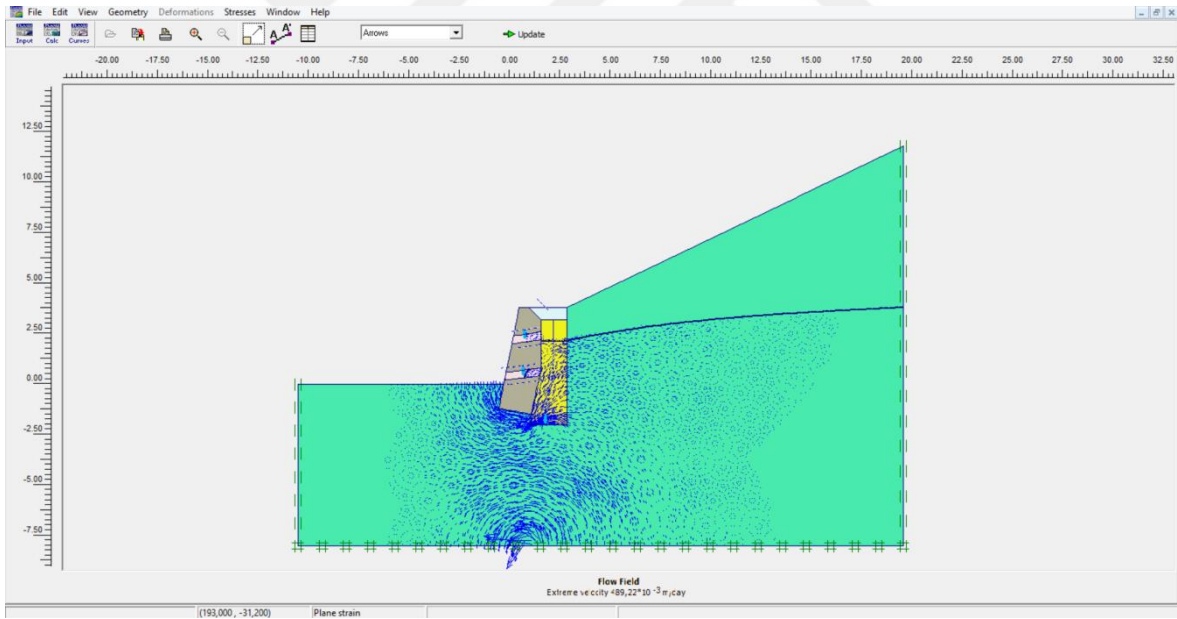
Şekil 320. Silt zemin-taş (h=160 cm) ve kum (h=420 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 321. Silt zemin-taş (h=120 cm) ve kum (h=460 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

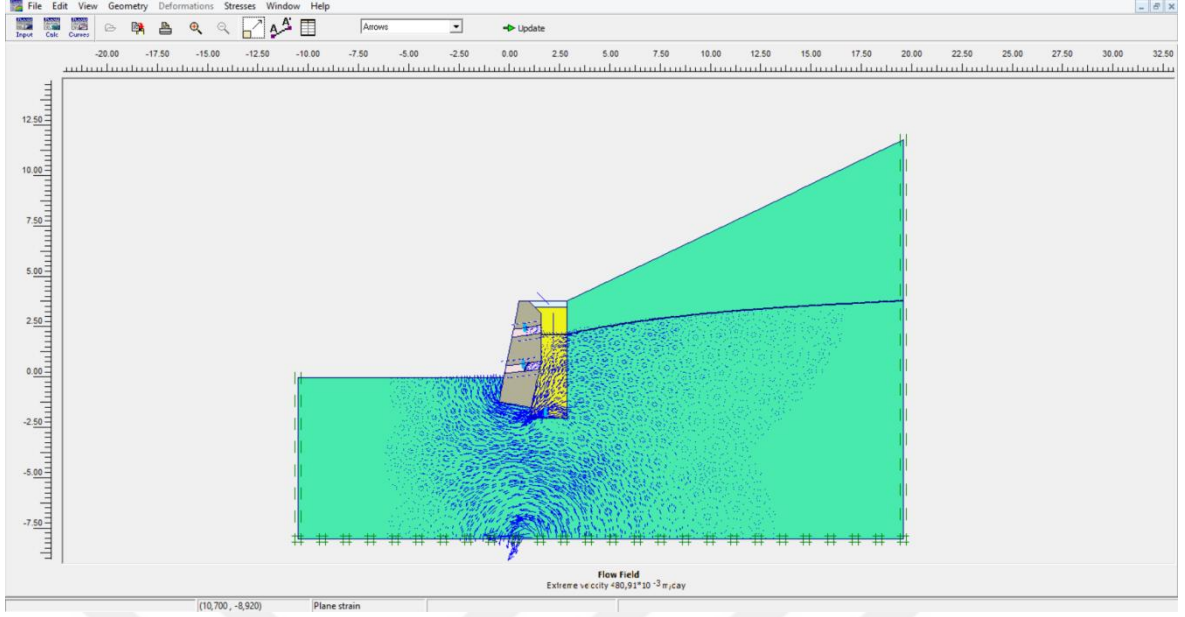


Şekil 322. Silt zemin-taş (h=100 cm) ve kum (h=480 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)

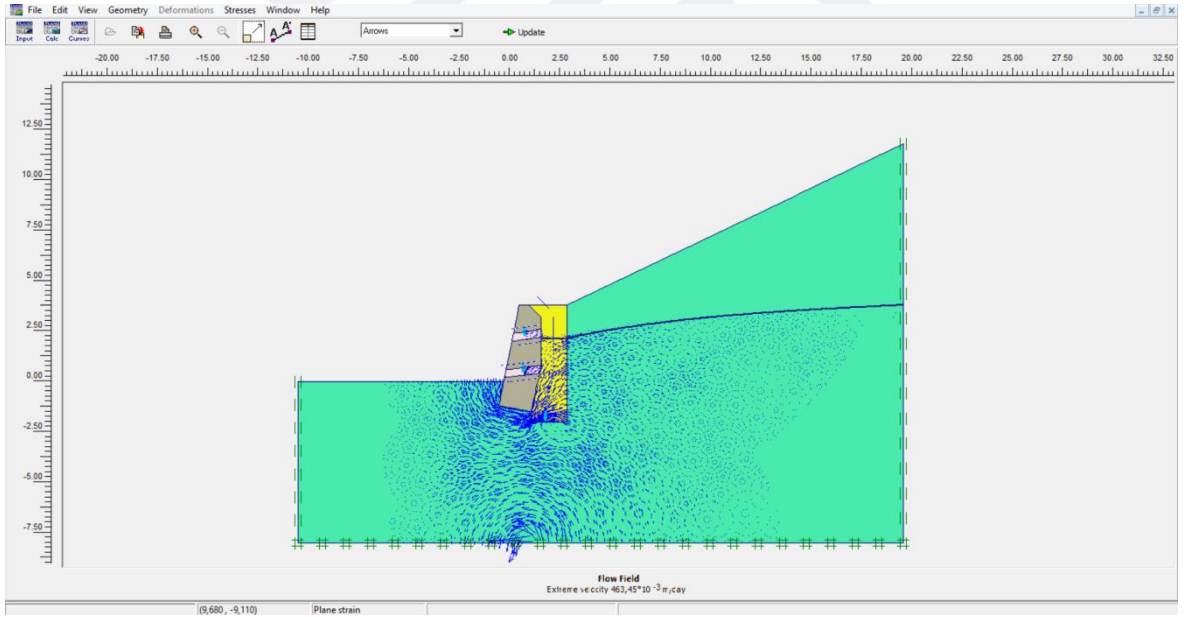


Şekil 323. Silt zemin-taş (h=60 cm) ve kum (h=520 cm) dolgu / (w=130-190 cm)  
(yeraltı suyu seviyesi değişimi)





Şekil 324. Silt zemin-taş ( $h=30 \text{ cm}$ ) ve kum ( $h=550 \text{ cm}$ ) dolgu / ( $w=130\text{-}190 \text{ cm}$ ) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)



Şekil 325. Silt zemin-kum ( $h=580 \text{ cm}$ ) dolgu / ( $w=130\text{-}190 \text{ cm}$ ) (yeraltı suyu seviyesi değişimi)

#### 4. TARTIŞMA

##### 4.1. Zeminin Kum Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Bilgileri

İstinat duvarının inşa edildiği zemin kum seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayıldığında yapılan analizler sonucunda elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri ile ilgili sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Zeminin kum olması durumunda yeraltı suyu seviyesi değişimi sonuçları

| Dolgu Genişliği (cm) | Dolgu Türü / Dolgu Yüksekliği (cm) | Dolgu Alanı Taş / Kum (m <sup>2</sup> ) | Başlangıçtaki - Analiz Sonucu Yeraltı Suyu Seviyesi (m) | Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi (m) |
|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 30-90                | Taş/580                            | 2,79 / -                                | 3,800 - 2,170                                           | 1,630                              |
| 30-90                | Taş/530 ve Kum/50                  | 2,39 / 0,40                             | 3,800 - 2,290                                           | 1,510                              |
| 30-90                | Taş/420 ve Kum/160                 | 1,62 / 1,17                             | 3,800 - 2,540                                           | 1,260                              |
| 30-90                | Taş/340 ve Kum/240                 | 1,22 / 1,57                             | 3,800 - 2,630                                           | 1,170                              |
| 30-90                | Taş/300 ve Kum/280                 | 1,08 / 1,71                             | 3,800 - 2,660                                           | 1,140                              |
| 30-90                | Taş/220 ve Kum/360                 | 0,84 / 1,95                             | 3,800 - 2,700                                           | 1,100                              |
| 30-90                | Taş/160 ve Kum/420                 | 0,66 / 2,13                             | 3,800 - 2,720                                           | 1,080                              |
| 30-90                | Taş/120 ve Kum/460                 | 0,54 / 2,25                             | 3,800 - 2,730                                           | 1,070                              |
| 30-90                | Taş/100 ve Kum/480                 | 0,48 / 2,31                             | 3,800 - 2,730                                           | 1,070                              |
| 30-90                | Taş/60 ve Kum/520                  | 0,36 / 2,43                             | 3,800 - 2,730                                           | 1,070                              |
| 30-90                | Taş/30 ve Kum/550                  | 0,22 / 2,57                             | 3,800 - 2,730                                           | 1,070                              |
| 30-90                | Kum/580                            | - / 2,79                                | 3,800 - 2,730                                           | 1,070                              |
| 80-140               | Taş/580                            | 5,69 / -                                | 3,800 - 2,210                                           | 1,590                              |
| 80-140               | Taş/530 ve Kum/50                  | 5,04 / 0,65                             | 3,800 - 2,310                                           | 1,490                              |
| 80-140               | Taş/420 ve Kum/160                 | 3,72 / 1,97                             | 3,800 - 2,550                                           | 1,250                              |
| 80-140               | Taş/340 ve Kum/240                 | 2,92 / 2,77                             | 3,800 - 2,640                                           | 1,160                              |

Tablo 2'nin devamı

|         |                    |             |               |       |
|---------|--------------------|-------------|---------------|-------|
| 80-140  | Taş/300 ve Kum/280 | 2,58 / 3,11 | 3,800 - 2,670 | 1,130 |
| 80-140  | Taş/220 ve Kum/360 | 1,94 / 3,75 | 3,800 - 2,710 | 1,090 |
| 80-140  | Taş/160 ve Kum/420 | 1,46 / 4,23 | 3,800 - 2,730 | 1,070 |
| 80-140  | Taş/120 ve Kum/460 | 1,14 / 4,55 | 3,800 - 2,730 | 1,070 |
| 80-140  | Taş/100 ve Kum/480 | 0,98 / 4,71 | 3,800 - 2,730 | 1,070 |
| 80-140  | Taş/60 ve Kum/520  | 0,66 / 5,03 | 3,800 - 2,730 | 1,070 |
| 80-140  | Taş/30 ve Kum/550  | 0,37 / 5,32 | 3,800 - 2,730 | 1,070 |
| 80-140  | Kum/580            | - / 5,69    | 3,800 - 2,730 | 1,070 |
| 130-190 | Taş/580            | 8,59 / -    | 3,800 - 2,250 | 1,550 |
| 130-190 | Taş/530 ve Kum/50  | 7,69 / 0,90 | 3,800 - 2,350 | 1,450 |
| 130-190 | Taş/420 ve Kum/160 | 5,82 / 2,77 | 3,800 - 2,570 | 1,230 |
| 130-190 | Taş/340 ve Kum/240 | 4,62 / 3,97 | 3,800 - 2,650 | 1,150 |
| 130-190 | Taş/300 ve Kum/280 | 4,08 / 4,51 | 3,800 - 2,680 | 1,120 |
| 130-190 | Taş/220 ve Kum/360 | 3,04 / 5,55 | 3,800 - 2,720 | 1,080 |
| 130-190 | Taş/160 ve Kum/420 | 2,26 / 6,33 | 3,800 - 2,730 | 1,070 |
| 130-190 | Taş/120 ve Kum/460 | 1,74 / 6,85 | 3,800 - 2,750 | 1,050 |
| 130-190 | Taş/100 ve Kum/480 | 1,48 / 7,11 | 3,800 - 2,740 | 1,060 |
| 130-190 | Taş/60 ve Kum/520  | 0,96 / 7,63 | 3,800 - 2,730 | 1,070 |
| 130-190 | Taş/30 ve Kum/550  | 0,52 / 8,07 | 3,800 - 2,730 | 1,070 |
| 130-190 | Kum/580            | - / 8,59    | 3,800 - 2,730 | 1,070 |

#### 4.2. Zeminin Çakıl Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Bilgileri

İstinat duvarının inşa edildiği zemin çakıl seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayıldığında yapılan analizler sonucunda elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri ile ilgili sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Zeminin çakıl olması durumunda yeraltı suyu seviyesi değişimi sonuçları

| Dolgu Genişliği (cm) | Dolgu Türü/ Dolgu Yüksekliği (cm) | Dolgu Alanı Taş / Kum (m <sup>2</sup> ) | Başlangıçtaki - Analiz Sonucu Yeraltı Suyu Seviyesi (m) | Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi (m) |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 30-90                | Taş/580                           | 2,79 / -                                | 3,800 - 2,730                                           | 1,070                              |
| 30-90                | Taş/530 ve Kum/50                 | 2,39 / 0,40                             | 3,800 - 2,800                                           | 1,000                              |
| 30-90                | Taş/420 ve Kum/160                | 1,62 / 1,17                             | 3,800 - 2,930                                           | 0,870                              |
| 30-90                | Taş/340 ve Kum/240                | 1,22 / 1,57                             | 3,800 - 2,940                                           | 0,860                              |
| 30-90                | Taş/300 ve Kum/280                | 1,08 / 1,71                             | 3,800 - 2,940                                           | 0,860                              |
| 30-90                | Taş/220 ve Kum/360                | 0,84 / 1,95                             | 3,800 - 2,940                                           | 0,860                              |
| 30-90                | Taş/160 ve Kum/420                | 0,66 / 2,13                             | 3,800 - 2,950                                           | 0,850                              |
| 30-90                | Taş/120 ve Kum/460                | 0,54 / 2,25                             | 3,800 - 2,950                                           | 0,850                              |
| 30-90                | Taş/100 ve Kum/480                | 0,48 / 2,31                             | 3,800 - 2,950                                           | 0,850                              |
| 30-90                | Taş/60 ve Kum/520                 | 0,36 / 2,43                             | 3,800 - 2,950                                           | 0,850                              |
| 30-90                | Taş/30 ve Kum/550                 | 0,22 / 2,57                             | 3,800 - 2,950                                           | 0,850                              |
| 30-90                | Kum/580                           | - / 2,79                                | 3,800 - 2,950                                           | 0,850                              |
| 80-140               | Taş/580                           | 5,69 / -                                | 3,800 - 2,730                                           | 1,070                              |
| 80-140               | Taş/530 ve Kum/50                 | 5,04 / 0,65                             | 3,800 - 2,830                                           | 0,970                              |
| 80-140               | Taş/420 ve Kum/160                | 3,72 / 1,97                             | 3,800 - 3,020                                           | 0,780                              |
| 80-140               | Taş/340 ve Kum/240                | 2,92 / 2,77                             | 3,800 - 3,030                                           | 0,770                              |
| 80-140               | Taş/300 ve Kum/280                | 2,58 / 3,11                             | 3,800 - 3,040                                           | 0,760                              |
| 80-140               | Taş/220 ve Kum/360                | 1,94 / 3,75                             | 3,800 - 3,050                                           | 0,750                              |
| 80-140               | Taş/160 ve Kum/420                | 1,46 / 4,23                             | 3,800 - 3,050                                           | 0,750                              |
| 80-140               | Taş/120 ve Kum/460                | 1,14 / 4,55                             | 3,800 - 3,060                                           | 0,740                              |
| 80-140               | Taş/100 ve Kum/480                | 0,98 / 4,71                             | 3,800 - 3,060                                           | 0,740                              |
| 80-140               | Taş/60 ve Kum/520                 | 0,66 / 5,03                             | 3,800 - 3,050                                           | 0,750                              |
| 80-140               | Taş/30 ve Kum/550                 | 0,37 / 5,32                             | 3,800 - 3,050                                           | 0,750                              |
| 80-140               | Kum/580                           | - / 5,69                                | 3,800 - 3,050                                           | 0,750                              |
| 130-190              | Taş/580                           | 8,59 / -                                | 3,800 - 2,730                                           | 1,070                              |

Tablo 3'ün devamı

|         |                    |             |               |       |
|---------|--------------------|-------------|---------------|-------|
| 130-190 | Taş/530 ve Kum/50  | 7,69 / 0,90 | 3,800 - 2,880 | 0,920 |
| 130-190 | Taş/420 ve Kum/160 | 5,82 / 2,77 | 3,800 - 3,100 | 0,700 |
| 130-190 | Taş/340 ve Kum/240 | 4,62 / 3,97 | 3,800 - 3,120 | 0,680 |
| 130-190 | Taş/300 ve Kum/280 | 4,08 / 4,51 | 3,800 - 3,120 | 0,680 |
| 130-190 | Taş/220 ve Kum/360 | 3,04 / 5,55 | 3,800 - 3,140 | 0,660 |
| 130-190 | Taş/160 ve Kum/420 | 2,26 / 6,33 | 3,800 - 3,140 | 0,660 |
| 130-190 | Taş/120 ve Kum/460 | 1,74 / 6,85 | 3,800 - 3,150 | 0,650 |
| 130-190 | Taş/100 ve Kum/480 | 1,48 / 7,11 | 3,800 - 3,150 | 0,650 |
| 130-190 | Taş/60 ve Kum/520  | 0,96 / 7,63 | 3,800 - 3,140 | 0,660 |
| 130-190 | Taş/30 ve Kum/550  | 0,52 / 8,07 | 3,800 - 3,120 | 0,680 |
| 130-190 | Kum/580            | - / 8,59    | 3,800 - 3,120 | 0,680 |

#### 4.3. Zeminin Kil Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Bilgileri

İstinat duvarının inşa edildiği zemin kil seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayıldığında yapılan analizler sonucunda elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri ile ilgili sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Zeminin kil olması durumunda yeraltı suyu seviyesi değişimi sonuçları

| Dolgu Genişliği (cm) | Dolgu Türü/ Dolgu Yüksekliği (cm) | Dolgu Alanı Taş / Kum (m <sup>2</sup> ) | Başlangıçtaki - Analiz Sonucu Yeraltı Suyu Seviyesi (m) | Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi (m) |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 30-90                | Taş/580                           | 2,79 / -                                | 3,800 - 0,281                                           | 3,519                              |
| 30-90                | Taş/530 ve Kum/50                 | 2,39 / 0,40                             | 3,800 - 0,281                                           | 3,519                              |
| 30-90                | Taş/420 ve Kum/160                | 1,62 / 1,17                             | 3,800 - 0,281                                           | 3,519                              |
| 30-90                | Taş/340 ve Kum/240                | 1,22 / 1,57                             | 3,800 - 0,281                                           | 3,519                              |
| 30-90                | Taş/300 ve Kum/280                | 1,08 / 1,71                             | 3,800 - 0,281                                           | 3,519                              |
| 30-90                | Taş/220 ve Kum/360                | 0,84 / 1,95                             | 3,800 - 0,281                                           | 3,519                              |

Tablo 4'ün devamı

|         |                    |             |               |       |
|---------|--------------------|-------------|---------------|-------|
| 30-90   | Taş/160 ve Kum/420 | 0,66 / 2,13 | 3,800 - 0,281 | 3,519 |
| 30-90   | Taş/120 ve Kum/460 | 0,54 / 2,25 | 3,800 - 0,281 | 3,519 |
| 30-90   | Taş/100 ve Kum/480 | 0,48 / 2,31 | 3,800 - 0,281 | 3,519 |
| 30-90   | Taş/60 ve Kum/520  | 0,36 / 2,43 | 3,800 - 0,281 | 3,519 |
| 30-90   | Taş/30 ve Kum/550  | 0,22 / 2,57 | 3,800 - 0,281 | 3,519 |
| 30-90   | Kum/580            | - / 2,79    | 3,800 - 0,281 | 3,519 |
| 80-140  | Taş/580            | 5,69 / -    | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Taş/530 ve Kum/50  | 5,04 / 0,65 | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Taş/420 ve Kum/160 | 3,72 / 1,97 | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Taş/340 ve Kum/240 | 2,92 / 2,77 | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Taş/300 ve Kum/280 | 2,58 / 3,11 | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Taş/220 ve Kum/360 | 1,94 / 3,75 | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Taş/160 ve Kum/420 | 1,46 / 4,23 | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Taş/120 ve Kum/460 | 1,14 / 4,55 | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Taş/100 ve Kum/480 | 0,98 / 4,71 | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Taş/60 ve Kum/520  | 0,66 / 5,03 | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Taş/30 ve Kum/550  | 0,37 / 5,32 | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 80-140  | Kum/580            | - / 5,69    | 3,800 - 0,461 | 3,339 |
| 130-190 | Taş/580            | 8,59 / -    | 3,800 - 0,615 | 3,185 |
| 130-190 | Taş/530 ve Kum/50  | 7,69 / 0,90 | 3,800 - 0,615 | 3,185 |
| 130-190 | Taş/420 ve Kum/160 | 5,82 / 2,77 | 3,800 - 0,615 | 3,185 |
| 130-190 | Taş/340 ve Kum/240 | 4,62 / 3,97 | 3,800 - 0,615 | 3,185 |
| 130-190 | Taş/300 ve Kum/280 | 4,08 / 4,51 | 3,800 - 0,615 | 3,185 |
| 130-190 | Taş/220 ve Kum/360 | 3,04 / 5,55 | 3,800 - 0,615 | 3,185 |
| 130-190 | Taş/160 ve Kum/420 | 2,26 / 6,33 | 3,800 - 0,615 | 3,185 |
| 130-190 | Taş/120 ve Kum/460 | 1,74 / 6,85 | 3,800 - 0,615 | 3,185 |
| 130-190 | Taş/100 ve Kum/480 | 1,48 / 7,11 | 3,800 - 0,615 | 3,185 |
| 130-190 | Taş/60 ve Kum/520  | 0,96 / 7,63 | 3,800 - 0,615 | 3,185 |

Tablo 4'ün devamı

|         |                   |             |               |       |
|---------|-------------------|-------------|---------------|-------|
| 130-190 | Taş/30 ve Kum/550 | 0,52 / 8,07 | 3,800 - 0,615 | 3,185 |
| 130-190 | Kum/580           | - / 8,59    | 3,800 - 0,615 | 3,185 |

#### 4.4. Zeminin Silt Olması Durumunda Yeraltı Suyu Seviyesi Bilgileri

İstinat duvarının inşa edildiği zemin silt seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında değişik kesitlerde taş-kum dolgu olduğu varsayıldığında yapılan analizler sonucunda elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri ile ilgili sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Zeminin silt olması durumunda yeraltı suyu seviyesi değişimi sonuçları

| Dolgu Genişliği (cm) | Dolgu Türü/<br>Dolgu Yüksekliği (cm) | Dolgu Alanı<br>Taş / Kum (m <sup>2</sup> ) | Başlangıçtaki -<br>Analiz Sonucu<br>Yeraltı Suyu Seviyesi (m) | Yeraltı Suyu Seviyesi Değişimi (m) |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 30-90                | Taş/580                              | 2,79 / -                                   | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Taş/530 ve Kum/50                    | 2,39 / 0,40                                | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Taş/420 ve Kum/160                   | 1,62 / 1,17                                | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Taş/340 ve Kum/240                   | 1,22 / 1,57                                | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Taş/300 ve Kum/280                   | 1,08 / 1,71                                | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Taş/220 ve Kum/360                   | 0,84 / 1,95                                | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Taş/160 ve Kum/420                   | 0,66 / 2,13                                | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Taş/120 ve Kum/460                   | 0,54 / 2,25                                | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Taş/100 ve Kum/480                   | 0,48 / 2,31                                | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Taş/60 ve Kum/520                    | 0,36 / 2,43                                | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Taş/30 ve Kum/550                    | 0,22 / 2,57                                | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 30-90                | Kum/580                              | - / 2,79                                   | 3,800 - 2,050                                                 | 1,750                              |
| 80-140               | Taş/580                              | 5,69 / -                                   | 3,800 - 2,090                                                 | 1,710                              |
| 80-140               | Taş/530 ve Kum/50                    | 5,04 / 0,65                                | 3,800 - 2,090                                                 | 1,710                              |
| 80-140               | Taş/420 ve Kum/160                   | 3,72 / 1,97                                | 3,800 - 2,090                                                 | 1,710                              |

Tablo 5'in devamı

|         |                    |             |               |       |
|---------|--------------------|-------------|---------------|-------|
| 80-140  | Taş/340 ve Kum/240 | 2,92 / 2,77 | 3,800 - 2,090 | 1,710 |
| 80-140  | Taş/300 ve Kum/280 | 2,58 / 3,11 | 3,800 - 2,090 | 1,710 |
| 80-140  | Taş/220 ve Kum/360 | 1,94 / 3,75 | 3,800 - 2,090 | 1,710 |
| 80-140  | Taş/160 ve Kum/420 | 1,46 / 4,23 | 3,800 - 2,090 | 1,710 |
| 80-140  | Taş/120 ve Kum/460 | 1,14 / 4,55 | 3,800 - 2,090 | 1,710 |
| 80-140  | Taş/100 ve Kum/480 | 0,98 / 4,71 | 3,800 - 2,090 | 1,710 |
| 80-140  | Taş/60 ve Kum/520  | 0,66 / 5,03 | 3,800 - 2,090 | 1,710 |
| 80-140  | Taş/30 ve Kum/550  | 0,37 / 5,32 | 3,800 - 2,090 | 1,710 |
| 80-140  | Kum/580            | - / 5,69    | 3,800 - 2,090 | 1,710 |
| 130-190 | Taş/580            | 8,59 / -    | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Taş/530 ve Kum/50  | 7,69 / 0,90 | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Taş/420 ve Kum/160 | 5,82 / 2,77 | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Taş/340 ve Kum/240 | 4,62 / 3,97 | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Taş/300 ve Kum/280 | 4,08 / 4,51 | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Taş/220 ve Kum/360 | 3,04 / 5,55 | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Taş/160 ve Kum/420 | 2,26 / 6,33 | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Taş/120 ve Kum/460 | 1,74 / 6,85 | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Taş/100 ve Kum/480 | 1,48 / 7,11 | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Taş/60 ve Kum/520  | 0,96 / 7,63 | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Taş/30 ve Kum/550  | 0,52 / 8,07 | 3,800 - 2,150 | 1,650 |
| 130-190 | Kum/580            | - / 8,59    | 3,800 - 2,150 | 1,650 |

Başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi ve analiz sonucu ortaya çıkan yeraltı suyu seviyesi baz alınarak elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri, istinat duvarının inşa edildiği zemine göre büyükten küçüğe doğru sıralandığında; en büyük değişimin kil zeminde, ikinci olarak silt zeminde, üçüncü olarak kum zeminde ve dördüncü olarak da çakıl zeminde meydana geldiği görülmüştür.

Tablo 2'ye göre, istinat duvarının inşa edildiği zemin kum seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında 30-90 cm genişliğinde taş dolgu olduğu varsayıldığında, maksimum



yeraltı suyu seviyesi değişimi elde edilmiştir. Dolgu türünün taş, taş ve kum ya da kum olması durumunda genel olarak dolgu genişliğinin azalmasıyla yeraltı suyu seviyesinin daha fazla düştüğü g r lm ştir.

Tablo 3'e göre, istinat duvarının inşa edildiği zemin çakıl seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında taş dolgu olduğu varsayıldığında, maksimum yeraltı suyu seviyesi değişimi elde edilmiş olup taş dolgu genişliğinin farklılık yaratmadığı; dolgu türünün taş ve kum ya da kum olması durumunda ise dolgu genişliğinin azalmasıyla yeraltı suyu seviyesinin daha fazla düştüğü g r lm ştir.

Tablo 4'e göre, istinat duvarının inşa edildiği zemin kil seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında 30-90 cm genişliğinde dolgu olduğu varsayıldığında, maksimum yeraltı suyu seviyesi değişimi elde edilmiş olup dolgu türünün taş, taş ve kum ya da kum olmasının farklılık yaratmadığı; dolgu genişliğinin azalmasıyla yeraltı suyu seviyesinin daha fazla düştüğü g r lm ştir.

Tablo 5'e göre, istinat duvarının inşa edildiği zemin silt seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında 30-90 cm genişliğinde dolgu olduğu varsayıldığında, maksimum yeraltı suyu seviyesi değişimi elde edilmiş olup dolgu türünün taş, taş ve kum ya da kum olmasının farklılık yaratmadığı; dolgu genişliğinin azalmasıyla yeraltı suyu seviyesinin daha fazla düştüğü g r lm ştir.

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, istinat duvarı arkasında yapılan taş-kum dolguların yeraltı suyu seviyesinin düşürülmesindeki etkisinin değerlendirilmesi amacıyla çeşitli kesitlerde dolgular kullanılarak ve farklı zeminler seçilerek Plaxis 2D sonlu elemanlar programı ile analizler yapılmıştır. Analizler için, iki adet barbakana sahip ve arkasına drenaj borusu yerleştirilmiş  $h=5$  m yüksekliğinde taş istinat duvarı seçilmiştir. Barbakanlar ve drenaj borusu kuyu olarak modellenmiş olup  $0,005 \text{ m}^3/\text{gün}$  değerinde suyu drene ettiği düşünülmüştür.

İstinat duvarının inşa edildiği zemin kum, çakıl, kil ve silt olarak seçilmiş; istinat duvarı arkasına yapılan dolgu ise taş, taş ve kum, kum olarak düşünülmüştür. Analizler için dolgu genişliklerinin 30-90 cm, 80-140 cm, 130-190 cm ve başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesinin 3,800 m olduğu varsayılmıştır. Permeabilite katsayıları ( $k_x$  ve  $k_y$ ) kum için 86 m/gün, taş-çakıl için 10000 m/gün, kil için 0,005 m/gün, silt için 0,09 m/gün alınarak analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda ortaya çıkan yeraltı suyu seviyeleri kullanılarak yeraltı suyu seviyesi değişimleri elde edilmiş olup aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

- Başlangıçtaki yeraltı suyu seviyesi ve analiz sonucu ortaya çıkan yeraltı suyu seviyesi baz alınarak elde edilen yeraltı suyu seviyesi değişimleri, istinat duvarının inşa edildiği zemine göre büyükten küçüğe doğru sıralandığında; en büyük değişimin kil zeminde, ikinci olarak silt zeminde, üçüncü olarak kum zeminde ve dördüncü olarak da çakıl zeminde meydana geldiği görülmüştür. Yani, permeabilitesi yüksek zeminlerde barbakanlar, drenaj borusu ve dolgudan oluşan drenaj sisteminin yeraltı suyu seviyesini düşürmedeki etkisinin az olduğu belirlenmiştir.
- İstinat duvarının inşa edildiği zemin kum seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında 30-90 cm genişliğinde taş dolgu olduğu varsayıldığında, maksimum yeraltı suyu seviyesi değişimi elde edilmiştir. Dolgu türünün taş, taş ve kum ya da kum olması durumunda genel olarak dolgu genişliğinin azalmasıyla yeraltı suyu seviyesinin daha fazla düştüğü görülmüştür. Sonuç olarak; istinat duvarının inşa edileceği zeminin kum olması durumunda, istinat duvarının arkasına genişliği az olan taş dolgu yapılırsa yeraltı suyu seviyesinde maksimum değişim sağlanacağı tespit edilmiştir.

- İstinat duvarının inşa edildiği zemin çakıl seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında taş dolgu olduğu varsayıldığında, maksimum yeraltı suyu seviyesi değişimi elde edilmiş olup taş dolgu genişliğinin farklılık yaratmadığı; dolgu türünün taş ve kum ya da kum olması durumunda ise dolgu genişliğinin azalmasıyla yeraltı suyu seviyesinin daha fazla düştüğü görülmüştür. Sonuç olarak; istinat duvarının inşa edileceği zeminin çakıl olması durumunda, istinat duvarının arkasına genişliği az olan taş dolgu yapılırsa yeraltı suyu seviyesinde maksimum değişim sağlanacağı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, taş ve çakılın aynı permeabilitelere sahip oldukları düşünüldüğünden zemin çakıl olduğunda istinat duvarının arkasına ayrıca taş dolgu yapılmasının gerekli olmadığı sonucuna varılmıştır.
- İstinat duvarının inşa edildiği zemin kil seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında 30-90 cm genişliğinde dolgu olduğu varsayıldığında, maksimum yeraltı suyu seviyesi değişimi elde edilmiş olup dolgu türünün taş, taş ve kum ya da kum olmasının farklılık yaratmadığı; dolgu genişliğinin azalmasıyla yeraltı suyu seviyesinin daha fazla düştüğü görülmüştür. Sonuç olarak; istinat duvarının inşa edileceği zeminin kil olması durumunda, istinat duvarının arkasına genişliği az olan kum dolgu yapılmasının borulanmayı önlemek için uygun olacağı ve yeraltı suyu seviyesinde maksimum değişim sağlayacağı tespit edilmiştir.
- İstinat duvarının inşa edildiği zemin silt seçildiğinde ve istinat duvarı arkasında 30-90 cm genişliğinde dolgu olduğu varsayıldığında, maksimum yeraltı suyu seviyesi değişimi elde edilmiş olup dolgu türünün taş, taş ve kum ya da kum olmasının farklılık yaratmadığı; dolgu genişliğinin azalmasıyla yeraltı suyu seviyesinin daha fazla düştüğü görülmüştür. Sonuç olarak; istinat duvarının inşa edileceği zeminin silt olması durumunda, istinat duvarının arkasına genişliği az olan kum dolgu yapılmasının borulanmayı önlemek için uygun olacağı ve yeraltı suyu seviyesinde maksimum değişim sağlayacağı tespit edilmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

1. TS 7994, Zemin Dayanma Yapıları; Sınıflandırma, Özellikleri ve Projelendirme Esasları, T.S.E., Ankara, I. Baskı, Şubat 1990.
2. Gürsoy, Ş., Deprem Bölgelerindeki Betonarme İstinat Duvarlarının Analitik ve Sayısal Yöntemleri Kullanan Bilgisayar Yardımıyla Projelendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2000.
3. Tosun, N., Taş Yapılar & Taş İstinat Duvarlar  
<https://documents.tips/documents/tas-ve-istinat-duvarlari.html> 5 Ocak 2020.
4. Uray, E., Gabion Tipi Dayanma Duvarlarında Tasarım Kriterlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2014.
5. Uzuner, B., A., Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği, VII. Baskı, Derya Kitabevi, Trabzon, 2007.
6. K.G.M., Karayolu Teknik Şartnamesi, Ankara, 2013.
7. Budhu, M., Soil Mechanics and Foundations, Third Edition, Wiley, 2010.
8. Das, B., M., Advanced Soil Mechanics, Third Edition, Taylor & Francis, New York, 2008.
9. Coduto, D., P., Geotechnical Engineering Principles and Practices, Prentice-Hall, New Jersey, 1999.
10. [www.academia.edu/22562320/PLAXIS\\_PAKET\\_PROGRAMI](http://www.academia.edu/22562320/PLAXIS_PAKET_PROGRAMI), Bölüm 3 Plaxis Paket Programı 15 Ocak 2019.
11. McCarthy, D., F., Essentials of Soil Mechanics and Foundations: Basic Geotechnics, Seventh Edition, Pearson Education Limited, 2014.
12. Tang, Y., Zhou, J., Yang, P., Yan, J. ve Zhou, N., Groundwater Engineering, Springer-Verlag Berlin Heidelberg and Tongji University Press, 2016.
13. Murthy, V., N., S., Geotechnical Engineering: Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Crc Press, 2002.
14. Harr, M., E., Groundwater and Seepage, Dover Publications, New York, 1990.
15. Brooks, H., Basics of Retaining Wall Design, Eighth Edition, Hba Publications, 2010.
16. Darcy, H., Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon, Dalmont, Paris, 1856.

17. Yıldırım, İ., Z., İstinat Duvarlarının Tasarımında Deprem Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2004.
18. Önal, O., Dayanma (İstinat) Yapıları, İmo-Miek Geoteknik Kurs Programı [www.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/0bdd5172d386727\\_ek.pdf](http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0bdd5172d386727_ek.pdf) 9 Mart 2019.
19. Sezer, U., Plaxis Versiyon 8 Eğitim Kılavuzu [www.academia.edu/22579749/PLAXIS\\_Versiyon\\_8\\_EĞİTİM\\_KILAVUZU](http://www.academia.edu/22579749/PLAXIS_Versiyon_8_EĞİTİM_KILAVUZU) 21 Mart 2019.
20. Köktan, U., Demir, G. ve Ertek, M., K., Bir Konsol İstinat Duvarının Sismik Davranışına Yeraltı Su Seviyesindeki Değişimlerin Etkisinin İncelenmesi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9, 2 (2019) 307-317.
21. Ichihara, M., Matsuzawa, H., Kawamura, M. ve Takeuchi, T., Influence of Seepage Flow on Earth Pressure against Retaining Wall, Soils and Foundations, 22, 2 (1982) 15-28.
22. Moayedi, H., Huat, B., B., K., Moayedi, F. ve Asadi, A., Effect of Embedding Drainage System on Retaining Wall Structure Stability, Ejge, 16 (2011) 157-163.
23. Adedokun, S., I. ve Oluremi, J., R., The Combined Effects of Soil, Water and Surcharge Loads on the Structural Behaviours of Cantilever Retaining Wall, Lautech Journal of Engineering and Technology, 7, 2 (2013) 77-86.
24. Hu, Z., Yang, Z. ve Wilkinson, S., P., Active Earth Pressure Acting on Retaining Wall Considering Anisotropic Seepage Effect, Journal of Mountain Science, 14, 6 (2017) 1202-1211.
25. Barros, P., L., A. ve Santos P., J., Coefficients of Active Earth Pressure with Seepage Effect, Canadian Geotechnical Journal, 49 (2012) 651-658.

## ÖZGEÇMİŞ

Engin KOCA, 1987 yılında Amasya'da doğmuştur. Tokat Cumhuriyet İlkokulu ve Tokat Plevne İlköğretim Okulunda öğrenimini tamamladıktan sonra liselere giriş sınavı sonuçlarına göre Tokat Anadolu Lisesinde öğrenim görmeye hak kazanmış olup 2006 yılında buradan mezun olmuştur. Aynı yıl yapılan üniversitelere giriş sınavında KTÜ Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazanmış ve 2011 yılında lisans eğitimini tamamlamıştır. 2012 yılı Temmuz ayında KPSS'ye girmiş ve sonrasında 2012-2013 yılları arasında aynı özel şirketin Tokat'ta öğrenci yurdu inşaatı ve Zile'de devlet hastanesi inşaatında toplamda on üç ay saha mühendisi olarak çalışmıştır. KPSS sonuçlarına göre 2013 yılı Kasım ayında üçüncü atamada Karayolları 10. Bölge Müdürlüğüne (Trabzon) yerleşmiştir. Atanma sürecinde Ankara'da kısa dönem olarak askerlik yapmakta olduğu için, askerlik görevinin tamamlanmasına müteakiben 2014 yılı Mayıs ayında Karayolları 104. Şube Şefliğinde (Giresun) bakım mühendisi olarak çalışmaya başlamış olup halen bu görevini sürdürmektedir. 2017 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü Geoteknik Anabilim Dalında Tezli Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır. İngilizce bilmektedir.