

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KİL İÇERİĞİNİN ZEMİN-GEOTEKSTİL ARAYÜZEYİNDEKİ KAYMA
PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

SELÇUK ARSLAN

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2017

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

**KİL İÇERİĞİNİN ZEMİN-GEOTEKSTİL ARAYÜZEYİNDEKİ KAYMA
PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

Selçuk ARSLAN

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu tez 25/08/2017 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği/
oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

.....
Yrd. Doç. Dr. Mehmet SÖYLEMEZ
BAŞKAN (DANIŞMAN)

.....
Doç. Dr. Kubilay AKÇAÖZOĞLU
ÜYE

.....
Doç. Dr. Osman GÜNAYDIN
ÜYE

Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Adıyaman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından desteklenmiştir.

Proje No:-

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak
gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KİL İÇERİĞİNİN ZEMİN-GEOTEKSTİL ARAYÜZEYİNDEKİ KAYMA PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Selçuk ARSLAN

Adıyaman Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mehmet SÖYLEMEZ
Yıl: 2017, Sayfa sayısı: 82

Jüri : Yrd. Doç. Dr. Mehmet SÖYLEMEZ
: Doç. Dr. Kubilay AKÇAÖZOĞLU
: Yrd. Doç. Dr. Osman GÜNAYDIN

Bu çalışmada örgüsüz geotekstil bir malzemenin killi ve kumlu zeminlerde kayma düzleminde içsel sürtünme açısına ve kohezyona olan etkisinin nasıl olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla saf kum, saf kil ve belli oranlarda kum-kil karıştırılarak elde edilen malzemelerle kesme kutusu deneyleri yapılmıştır. Deneyler 60×60 mm kesme kutusu ile ve karışımlar % 10 artırılarak veya azaltılarak gerçekleştirilmiştir. Malzeme kuru veya suya tam doygun durumdadır. Öncelikle deneylerde belli bir oranda karıştırılmış malzemeye 3 farklı normal gerilme altında kesme kutusu deneyi yapılmış ve malzemenin içsel sürtünme açısı ve kohezyonu belirlenmiştir. Daha sonra aynı malzemeye aynı normal gerilme altında iki kutu arakesatine 60×60mm geotekstil serilerek kesme kutusu deneyleri yapılmış, içsel sürtünme açısı ve kohezyonu belirlenmiştir. Farklı iki aşamada gerçekleştirilen deney sonuçlarına göre geotekstilin içsel sürtünme açısını artırdığını ve buna dayanarak zeminin kayma gerilmesine olumlu yönde etki ettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geotekstil, kesme kutusu deneyi, kumlu ve killi zeminler, içsel sürtünme açısı, kohezyon

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECT OF CLAY CONTENT ON GLIDING PARAMETERS IN THE SURFACE-GEOTEXTILE INTERFACE

Selçuk ARSLAN

Adıyaman University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Mehmet SÖYLEMEZ
Year : 2017, Number of pages : 82

Jury : Asst. Prof. Dr. Mehmet SÖYLEMEZ
: Assoc. Prof. Dr. Kubilay AKÇAÖZOĞLU
: Assoc. Prof. Dr. Osman GÜNAYDIN

In this study, it has been tried to detect how is the effect of a webless geotextile material on both the internal friction angle on clayey and arenaceous gliding surfaces and on cohesion. In accordance with this aim, shear box experiments have been done on materials obtained by either pure sand or pure clay or sand-clay mixtures with certain proportions. Experiments have been conducted 60x60 mm shear box by increasing or decreasing the proportion by % 10. The material is either dry or in a fully waterlogged condition. Firstly, shear box tests have been conducted on the material mixed with certain proportions under three different normal stress and the internal friction coefficient and cohesion of the material have been detected. Afterwards, shear box tests have been repeated under the same normal stress by spreading 60x60 mm geotextile material in between the two boxes and then the internal friction coefficient and cohesion of the material have been detected. According to the experiment results completed, geotextile has been detected to increase the internal friction angle and, as a result, positively affected the gliding stress of the surface.

Key Words: Geo-textile, shear box test, clayey and arenaceous surfaces, internal friction angle, cohesion

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince beni yönlendiren, destek olan, tecrübelerini ve bilgi birikimini paylaşan saygı değer hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet SÖYLEMEZ'e ve eğitimim süresince desteğini esirgemeyen saygı değer hocam Doç. Dr. Osman GÜNAYDIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında bana destek olan ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen aileme teşekkür ediyorum.

Selçuk ARSLAN

Adıyaman, 2017

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
3. GEOTEKSTİL HAKKINDA BİLGİLER	8
3.1. Geotekstil Nedir?.....	8
3.2. Geotekstillerin Geoteknik Mühendisliğine Etkisi	8
3.3. Geotekstillin Malzeme Yapısı	9
3.3.1. Fiber (filament) iplik.....	9
3.3.2. Geotekstil hammaddeleri	9
3.3.2.1. Poliamid (PA)	9
3.3.2.2. Polyester (PEPT).....	10
3.3.2.3. Polipropilen, polietilen (PP, PE)	10
3.4. Geotekstillerin Sınıflandırılması	10
3.4.1. Örgüsüz geotekstiller	11
3.4.2. Örgülü geotekstiller / Yüksek mukavemetli geotekstiller	11
3.5. Geotekstillerin Fiziki Özellikleri	12
3.5.1. Birim hacim ağırlığı.....	12
3.5.2. Genişlik ve uzunluk	13
3.5.3. Birim alana düşen ağırlık.....	13
3.5.4. Kalınlık	13
3.5.5. Geotekstillerin gerilme deformasyon ilişkileri	14
3.6. Geotekstillerin Fonksiyonları	14
3.6.1. Filtre - drenaj	15
3.6.2. Anti-pislik	15
3.6.3. Takviye	15
3.6.4. Yük dağıtıcısı.....	16
3.6.5. Seperasyon (Ayrırtman).....	16

3.7. Geotekstillerin Kullanım Alanları	16
4.MALZEME VE YÖNTEM.....	19
4.1. Kesme Kutusu Deneyinin Yapılışı	19
4.2. Deneylerde Kullanılan Geotekstil Malzemenin Özellikleri	21
4.3. Kum	22
4.4 Kil.....	23
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	24
5.1. % 100 Kum (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	24
5.2. % 100 Kum (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	25
5.3. % 100 Kum (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	27
5.4. % 100 kum (Suya doygun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	28
5.5. % 90 Kum % 10 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	30
5.6. % 90 Kum % 10 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	31
5.7. % 90 Kum % 10 Kil (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	33
5.8. % 90 Kum % 10 Kil (Suya doygun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	34
5.9. % 80 Kum % 20 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	35
5.10. % 80 Kum % 20 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	36
5.11. % 80 Kum % 20 Kil (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	38
5.12. % 80 Kum % 20 Kil (suya doygun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	39
5.13. % 70 Kum % 30 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	41
5.14. % 70 Kum % 30 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	42
5.15. % 70 Kum % 30 Kil (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	43
5.16. % 70 Kum % 30 Kil (Suya doygun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	44
5.17. % 60 Kum % 40 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	46
5.18. % 60 Kum % 40 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	47
5.23. % 50 Kum % 50 Kil (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	54
5.24. % 50 Kum % 50Kil (Suya doygun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	55
5.27. % 40 Kum % 60 Kil (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	60
5.28. % 40 Kum % 60Kil (Suya doygun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	61

5.29. % 30 Kum % 70 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	62
5.30. % 30 Kum % 70 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	63
5.31. % 30 Kum % 70 Kil (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	65
5.32. % 30 Kum % 70Kil (Suya doygun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	66
5.33. % 20 Kum % 80 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	68
5.34. % 20 Kum % 80 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	69
5.35. % 10 Kum % 90 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	70
5.36. % 10 Kum % 90 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi	71
5.37. % 100 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	73
5.38. % 100 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi.....	74
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	77
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ	82

Çizelge 3.1. ASTM D1777 Dokumanın kalınlığının ölç. dikkate alınacak basınçlar...	13
Çizelge 5.1. % 100 kum deney sonuçları (Kuru zemin).....	24
Çizelge 5.2. % 100 kum deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil).....	26
Çizelge 5.3. % 100 kum deney sonuçları (Suya doygun).....	28
Çizelge 5.4. % 100 kum deney sonuçları (Suya doygun- geotekstil).....	29
Çizelge 5.5. % 90 kum % 10 kil deney sonuçları (Kuru zemin).....	30
Çizelge 5.6. % 90 kum % 10 kil deney sonuçları (Kuru zemin- geotekstil).....	31
Çizelge 5.7. % 90 kum % 10 kil deney sonuçları (Suya doygun).....	33
Çizelge 5.8. % 90 kum % 10 kil deney sonuçları (Suya doygun- geotekstil).....	34
Çizelge 5.9. % 80 kum % 20 kil deney sonuçları (Kuru zemin).....	36
Çizelge 5.10. % 80 kum % 20 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil).....	37
Çizelge 5.11. % 80 kum % 20 kil deney sonuçları (Suya doygun).....	38
Çizelge 5.12. % 80 kum % 20 kil deney sonuçları (Suya doygun- geotekstil).....	39
Çizelge 5.13. % 70 kum % 30 kil deney sonuçları (Kuru zemin).....	41
Çizelge 5.14. % 70 kum % 30 kil deney sonuçları (Kuru zemin- geotekstil).....	42
Çizelge 5.15. % 70 kum % 30 kil deney sonuçları (Suya doygun).....	44
Çizelge 5.16. % 70 kum % 30 kil deney sonuçları (Suya doygun-geotekstil).....	45
Çizelge 5.17. % 60 kum % 40 kil deney sonuçları (Kuru zemin).....	47
Çizelge 5.18. % 60 kum % 40 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil).....	48
Çizelge 5.19. % 60 kum % 40 kil deney sonuçları (Suya doygun).....	49
Çizelge 5.20. % 60 kum % 40 kil deney sonuçları (Suya doygun- geotekstil).....	50
Çizelge 5.21. % 50 kum % 50 kil deney sonuçları (Kuru zemin).....	52
Çizelge 5.22. % 50 kum % 50 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil).....	53
Çizelge 5.23. % 50 kum % 50 kil deney sonuçları (Suya doygun).....	55
Çizelge 5.24. % 50 kum % 50 kil deney sonuçları (Suya doygun-geotekstil).....	56
Çizelge 5.25. % 40 kum % 60 kil deney sonuçları (Kuru zemin).....	57
Çizelge 5.26. % 40 kum % 60 kil deney sonuçları (Kuru zemin- geotekstil).....	58
Çizelge 5.27. % 40 kum % 60 kil deney sonuçları (Suya doygun).....	60
Çizelge 5.28. % 40 kum % 60 kil deney sonuçları (Suya doygun- geotekstil).....	61
Çizelge 5.29. % 30 kum % 70 kil deney sonuçları (Kuru zemin).....	63

Çizelge 5.30. % 30 kum % 70 kil deney sonuçları (Kuru zemin- geotekstil).....	64
Çizelge 5.31. % 30 kum % 70 kil deney sonuçları (Suya doygun).....	65
Çizelge 5.32. % 30 kum % 70 kil deney sonuçları (Suya doygun- geotekstil).....	66
Çizelge 5.33. % 20 kum % 80 kil deney sonuçları (Kuru zemin).....	68
Çizelge 5.34. % 20 kum % 80 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil).....	69
Çizelge 5.35. % 10 kum % 90 kil deney sonuçları (Kuru zemin).....	71
Çizelge 5.36. % 10 kum % 90 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil).....	72
Çizelge 5.37. % 100 kil deney sonuçları (Kuru zemin).....	73
Çizelge 5.38. % 100 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil).....	74



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Örgüsüz geotekstil.....	11
Şekil 3.2. Örgülü geotekstil.....	12
Şekil 3.3. Örgülü geotekstil.....	12
Şekil 3.4. Çeşitli cins ipliklerin yük uzama davranışları.....	14
Şekil 3.5. a)Kaplamasız yollarda b)Kaplamaalı yollarda c)Havaalanı pistlerinde d)Demiryollarında e)Barajlarda f)Asfaltaltı g)İstinad duvarlarında h)Binalarda ı)Şev kıyı korumasında i)Su yapıları j) Spor sahasında k)Su yalıtımı geotekstil uygulamaları	17
Şekil 4.1. Kesme kutusu deney cihazı.....	19
Şekil 4.2. Kesme kutusu boyutları.....	19
Şekil 4.3. Kesme kayma düzlemi.....	20
Şekil 4.4. Kayma gerilmesi - normal gerilme ilişkisi.....	21
Şekil 4.5. Geotekstil malzemenin özellikleri.....	22
Şekil 4.6. Kumun tane çapına göre geçen yüzdesi.....	23
Şekil 5.1. % 100 Kum karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	24
Şekil 5.2. Kesme kutusuna geotekstil serilmesi.....	25
Şekil 5.3. % 100 Kum karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	26
Şekil 5.4. %100 kum kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması.....	27
Şekil 5.5. % 100 Kum karışımının suya doygun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	28
Şekil 5.6. % 100 Kum karışımının suya doygun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	29
Şekil 5.7. % 100 kum suya doygun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	30
Şekil 5.8. % 90 Kum % 10 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	31
Şekil 5.9. % 90 Kum % 10 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	32

Şekil 5.10. % 90 kum % 10 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	32
Şekil 5.11. % 90 Kum % 10 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	33
Şekil 5.12. % 90 Kum % 10 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	34
Şekil 5.13. % 90 kum % 10 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması.....	35
Şekil 5.14. % 80 Kum % 20 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	36
Şekil 5.15. % 80 Kum % 20 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	37
Şekil 5.16. % 80 kum % 20 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	38
Şekil 5.17. % 80 Kum % 20 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	39
Şekil 5.18. % 80 Kum % 20 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	40
Şekil 5.19. % 80 kum % 20 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	40
Şekil 5.20. % 70 Kum % 30 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	41
Şekil 5.21. % 70 Kum % 30 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	42
Şekil 5.22. % 70 kum % 30 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	43
Şekil 5.23. % 70 Kum % 30 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	44
Şekil 5.24. % 70 Kum % 30 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	45
Şekil 5.25. % 70 kum % 30 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	46

Şekil 5.26. % 60 Kum % 40 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	47
Şekil 5.27. % 60 Kum % 40 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	48
Şekil 5.28. % 60 kum % 40 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	49
Şekil 5.29. % 60 Kum % 40 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	50
Şekil 5.30. % 60 Kum % 40 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)	51
Şekil 5.31. % 60 kum % 40 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	51
Şekil 5.32. % 50 Kum % 50 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	52
Şekil 5.33. % 50 Kum % 50 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	53
Şekil 5.34. % 50 kum % 50 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	54
Şekil 5.35. % 50 Kum % 50 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	55
Şekil 5.36. % 50 Kum % 50 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	56
Şekil 5.37. % 50 kum % 50 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	57
Şekil 5.38. % 40 Kum % 60 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	58
Şekil 5.39. % 40 Kum % 60 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	59
Şekil 5.40. % 40 kum % 60 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	59
Şekil 5.41. % 40 Kum % 60 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	61

Şekil 5.42. % 40 Kum % 60 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	61
Şekil 5.43. % 40 kum % 60 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	62
Şekil 5.44. % 30 Kum % 70 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	63
Şekil 5.45. % 30 Kum % 70 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	64
Şekil 5.46. % 30 kum % 70 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması.....	65
Şekil 5.47. % 30 Kum % 70 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	66
Şekil 5.48. % 30 Kum % 70 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	67
Şekil 5.49. % 30 kum % 70 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	67
Şekil 5.50. % 20 Kum % 80 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	68
Şekil 5.51. % 20 Kum % 80 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	69
Şekil 5.52. % 20 kum % 80 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması.....	70
Şekil 5.53. % 10 Kum % 90 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi.....	71
Şekil 5.54. % 10 Kum % 90 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	72
Şekil 5.55. % 10 kum % 90 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması	73
Şekil 5.56. % 100 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi	74
Şekil 5.57. % 100 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil).....	75

Şekil 5.58. % 100 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması
.....75



SİMGELER VE KISALTMALAR

A	: Alan
ASTM	: American society of Testing and Materials
C	: Kohezyon
D	: Çap
ISO	: International Organization for Standardization
Kg	: Kilogram
kPa	: Kilopascal
mm	: Milimetre
m ³	: Metre küp
N	: Newton
N	: Normal Yük
T	: Kesme Kuvveti
vb	: Ve benzeri
vd	: Ve diğerleri
σ	: Normal Gerilme
τ	: Kayma Gerilmesi
τ_{\max}	: Maksimum Kesme Gerilmesi
\emptyset	: İçsel Sürtünme Açısı
Δl	: Yer Değiştirme Miktarı

1. GİRİŞ

İkinci Dünya Savaşı sonrasında Batıdaki ülkeler, tekstil endüstrisinde teknolojiyi geliştirmeyi ve sentetik hammadde kullanımına başlamıştır. Pazarlarda rekabetin ve talebin düşmesiyle tekstil endüstrisi zayıflamaya başlamıştır. Bu durum tekstil üreticilerinin başka sahalarda ve inşaat mühendisliğiyle ilgili konularda yeni arayışlara girmelerine yol açmıştır (Wasti 1992).

Geotekstillerin yeni ve çok hızlı gelişmeler gösteren bir ürün olmasıyla geotekstillere ilgili standartlar geliştirilmeye başlanmıştır. Genel olarak bakıldığında geotekstillere ilgili çoğu standardın tekstil standartlarından devralınmıştır. Geotekstillerin, uluslararası kabul gören standartlar oluşturmak için yapılan ilk çalışmalar 1985 yılında ISO (International Organization for Standardization) tarafından yapılmıştır. Ülkemizde geotekstillerin kullanımı günden güne yaygınlaşmaktadır. Diğer taraftan hala geotekstil kullanımını ilave bir masraf olarak görülmektedir. Gelişmiş ülkelerdeki geotekstil kullanımının yıldan yıla artışı bu görüşü desteklememektedir. Geotekstillerin yaygınlaşması sadece inşaat ve tekstil mühendisliğinde değildir. Çevre, kimya ve plastik sanayilerinde de yaygınlaşmıştır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Öztekin (1992), geotekstille güçlendirilmiş bir şev, elastik olarak sonlu elemanlar programı kullanılarak incelemiştir. İncelemede; sadece zemin ve geotekstil elastisite modülleri değiştirmiş, geotekstilsiz halde ve çeşitli geotekstil serilme hallerinde oluşan yer değiştirme ve gerilmeler hesaplamış ve birbirileri ile mukayese etmiştir. Mukayese sonucunda; yer değiştirme ve gerilmelerin, zemin ve geotekstil elastisite modülüne ve serilme tipine bağlı olarak nasıl değiştiği saptamış, böylece en uygun serilme tipi ve boyunun nasıl olabileceği hakkında bilgi toplamış, yorumlar yapmıştır.

Özalay (1997), yumuşak zeminler üzerine inşa edilen geotekstil-donatılı dolgunun davranışını incelemek amacı ile yapılan iki seri CBR (California Bearing Ratio) deneyi ve CBR deneyinin sonlu elemanlar analizi ile modellenmesi konu etmiştir. Deneylerde ve analizlerde kum dolgu zemini ile yumuşak kil zemini arasına serilen geotekstilin, kum zemin içerisinde muhtelif derinliklere yerleştirilen ikinci bir geotekstil levhası yerleşim bölgesinin ve kil zemin mukavemetinin, kum-kil zemin sistemin taşıma kapasitesine etkisi incelemiştir. Ayrıca, bu parametrelere ek olarak, sonlu elemanlar yöntemiyle de geotekstil elastisite modülünün kum-geotekstil-kil zemin sisteminin taşıma kapasitesine etkisi araştırmıştır. Deneylerden ve analizlerden elde edilen sonuçlar, kum dolgu zemin ile yumuşak kil zemin arasına serilen geotekstil levhasının sadece ayırıcı olarak çalıştığını donatı olarak bir katkısının olmadığını ortaya koymuştur. Kum içerisindeki geotekstil levhası yerleşim derinliğinin dolgu-geotekstil-yumuşak zemin sisteminin taşıma kapasitesini önemli derecede etkilediği görmüştür. Geotekstilin yüzeye yakın yerleştirilmesi durumunda, kum-geotekstil-kil zemin sisteminin taşıma kapasitesini en fazla bulmuştur. Ancak, bazı donatı gömme derinliklerinde geotekstil, kum-geotekstil-kil zemin sisteminin taşıma kapasitesini düşürmüştür. Buna sebep olarak, geotekstil ile zemin arasında yeterli sürtünme kuvvetinin mobilize olmadığı ve bu bölgede kayma yüzeyinin oluştuğu düşünmüştür. İleri penetrasyon miktarlarında geotekstilin taşıma kapasitesine katkısı başlangıç penetrasyon miktarlarına göre daha büyük elde etmiştir. Kil zeminin düşük mukavemet parametrelerinde kum-geotekstil-kil zemin sistemi taşıma kapasitesinin daha fazla arttığı görmüştür. Nümerik analiz sonuçlarından ve geotekstilin yüksek elastisite

modülü değerlerinde, geotekstil kum-geotekstil-kil zemin sisteminin taşıma kapasitesini daha fazla artırdığı görülmüştür. Ancak, belirli bir değerden sonra elastisite modülünün artması ile taşıma kapasitesindeki bu artış azalan bir hızla devam etmiştir.

Toprak (1999), son yıllarda temel zemini içerisine konulan, çekmeye dayanıklı ve zemin ile arasında yeterli sürtünmeye sahip, donatı elemanlarından geotekstilleri incelemiştir. Donatılı zeminin oluşturulmasında kullanılan muhtelif donatı elemanları incelemiş, geotekstiller detaylı olarak açıklamış ve geotekstillerin kullanıldığı inşaat mühendisliği uygulamalarına örnekler vermiştir.

Bahadır (1999), geomembran ile geotekstil arasındaki arayüzey kayma dayanım parametrelerini eğik düzlem (kalkan masa) deneyi yanında, zemin kayma dayanımlarının ölçümünde kullanılan standart (60 x 60 mm) ve büyük (300 x 300 mm) boy uyarlanmış kesme kutusu deneyleri yaparak ölçmüştür. Düzgün ve pürüzlü HDPE ve PVC geomembranlar ile örgüsüz iğneleme metoduyla üretilmiş geotekstiller deneylerde kullanmıştır. Eğik düzlem deneyleri yaklaşık 5-50 kPa düşey gerilme aralığında yapmıştır. Kesme kutusu deneylerinde, uygulanan normal gerilmeler standart ve büyük kesme deneyleri için sırasıyla 25-300 kPa ve 1-10-400 kPa'dır ve küçük gerilme değerleri kullanılan aletlerin kısıtlanmalarından dolayı ölçülebilen en küçük değerler olarak belirlemiştir. Uygulanan normal gerilmeye karşı gelen kayma arayüzey kayma dayanımını veren noktalardan en uygun doğru geçirilerek elde edilen arayüzey sürtünme açısı ve adezyon değerleri farklı deneyler için karşılaştırmıştır.

Karpuzcu (2001), zeminlerin mukavemet, sıkışma, permeabilite gibi bazı mühendislik özelliklerinin iyileştirilmesinde geotekstil takviyesinin etkisinin araştırıldığı bu çalışmada iki farklı tip geotekstil ürünü kullanmıştır. Bunlar örgülü ve örgüsüz geotekstillerdir. Üç farklı tip zemin numunesinin (kum, kil, pomza) kullanıldığı çalışmalarda öncelikle numuneler üzerinde sınıflandırma deneyleri yapmıştır. Kil zemin numunesi üzerinde serbest basınç deneyi, kompaksiyon, konsolidasyon deneyleri, kum ve pomza numuneleri üzerinde ise kompaksiyon, permeabilite, kesme kutusu deneyleri yapmıştır. Birinci grup deneylerde zemin numuneleri takviyesiz (geotekstilsiz) olarak deneye tabii tutulmuş, ikinci grup deneylerde zemin numuneleri arasına farklı sayıda tabakalar halinde geotekstiller yerleştirilerek deneyler tekrarlanmıştır. Serbest basınç deneylerinde geotekstil, zeminin mukavemetini olumlu yönde etkilemiş, geotekstil tabaka sayısının artması ile zemin mukavemeti aynı derecede artmamıştır. Geotekstil,

kompaksiyon deneylerinde maksimum kuru birim hacim ağırlık değerini büyük ölçüde etkilememiştir. Kesme kutusu deneylerinde, zemin-geotekstil arasındaki yeterli sürtünme ve aderansı olmaması nedeniyle takviyesiz numunelerde daha büyük kesme gerilmeleri elde edilmesi dikkat çekmiştir. Dolayısıyla geotekstil ürünleri kullanıldığında zemin ile geotekstil arasındaki aderansın mutlaka sağlanması gerekmektedir. Permeabilite deneylerinde örgülü geotekstil ile elde edilmiş k (permeabilite katsayısı) değerleri örgüsüz geotekstille elde edilmiş k (permeabilite katsayısı) değerlerine göre büyük olarak bulmuştur.

Afatoğlu (2004), geotekstillere; düşük maliyetleri ve ayırma, filtrasyon, drenaj, güçlendirme, koruma, yalıtım gibi geniş bir kullanım yelpazesine sahip olmaları bakımından günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Taş kolonlar ise günümüzde sıkça kullanılan zemin iyileştirme yöntemlerinden biridir. Gerek ince daneli gerekse kaba daneli zeminlere uygulanabilen taş kolonlar; konsolidasyonu hızlandırmak, taşıma kapasitesini arttırmak, sıvılaşma potansiyelini azaltmak, dolgu ve şev stabilitesini sağlamak gibi birçok amaçla kullanılmaktadırlar. Bu çalışmada, yumuşak kil zemin üzerine inşa edilen kum dolgunun taşıma gücü güvenliğinin geotekstillere ve taş kolonlar (Çakıl kolonlar) ile artırılması incelenmiştir. Yumuşak kil ve orta katı kil katmanlarından oluşan zemin üzerine 8 ve 12 m'lik iki farklı kum dolgu oturtularak zeminde meydana gelen deformasyon ve boşluk suyu basıncı değişimleri Plaxis sonlu elemanlar programı ile incelenmiştir. Kum dolgunun inşası sonucunda meydana gelen deformasyonları kabul edilebilir mertebelere indirmek amacıyla dolgu içerisine farklı aralıklarda geotekstil donatı uygulanmıştır. Dolgu topuk noktasında meydana gelebilecek lokal deformasyonları önlemek amacıyla analizlerde kum dolgu altında 1,5 m kalınlığında kum yastık yerleştirilmiştir. Geotekstil donatı uygulamaları sonucunda zeminde meydana gelen oturmalarda azalmalar meydana gelmiştir ancak bu azalmalar istenilen seviyede olmamakta ve zeminde meydana gelen konsolidasyon çok uzun sürede tamamlanmaktadır. Çalışmanın ikinci aşamasında kum dolgu altında, yumuşak kil zemin içerisine farklı çap ve aralıklarda çakıl kolonlar yerleştirilmiştir. 23,5 m boyunda ve geotekstillere ile sanlı olan çakıl kolonlar zemin içerisinde radyal drenaja imkan sağlayarak konsolidasyon süresini %99,6 gibi büyük bir oranda kısaltmıştır. Ayrıca çakıl kolon uygulamalarında zeminde meydana gelen oturma miktarında büyük

oranda azalma meydana gelmiştir. Kum dolgunun şev stabilitesi güvenlik faktöründe de artma meydana gelmiştir.

Aydoğan (2004), üç tür toprağın; deniz kumu, iri tanecikli çakıl ve büyük boyutlu kireçtaşı tanecikleri içeren killi dolgu toprağının, ikisi yerli üretim ve biri ithal olan örgülü geotekstillere arasındaki sürtünme açılarını incelemiştir ve bunlar zeminlerin kendi sürtünme açılarıyla karşılaştırmıştır. Uygulanan normal gerilmeler 50 kg/cm², 50 kPa, 100 kPa, 150 kPa ve kesme hızı 0.76 mm/dak' olarak seçmiştir. Araştırma sonunda bütün zemin-geotekstil kombinasyonlarının ara yüzey sürtünme açıları toprağın iç sürtünme açısından düşük bulmuştur. Geotekstil yüzeyinin pürüzlülüğünün sürtünme değerleri üzerinde önemli etkisi olduğu saptamıştır. Sürtünme açılarını etkileyen diğer faktörlerin geotekstilin elastikliği, uygulanan normal basınç, geotekstilin boşluk büyüklüğü, toprağın tane ebadı dağılımı, nem oranı ve numune boyutu olduğu görülmüştür.

Ercüment (2005), yumuşak kil zeminlerde geotekstil donatının performans ve etkilerini araştırarak sunmuştur. Bu amaçla, yumuşak kil tabakanın üzerinde sıkıştırılmış granüler malzeme (kum) ile beraber değişik ankraj uzunluğunda tek ve çok tabakalı geotekstiller kullanılarak model temel yükleme deneyleri yapmıştır. Her bir konfigürasyon için ayrı ayrı yükleme-oturma eğrileri çıkarmıştır. Seçilen parametrelerin değişimi ile yük-oturma davranışlarını çalışmış ve sonuçları karşılaştırmıştır.

Tuna (2008), geotekstil kullanımının kum zeminlerin mekanik davranışları üzerindeki etkilerini ve potansiyel faydalarını tespit etmiş, aynı zamanda elde edilen deneysel sonuçlarla geçmişte elde edilen benzer çalışmalarını karşılaştırarak değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla yapılan literatür araştırmaları sonucu kum-geotekstil donatılı zemin davranışına etkisi olabilecek bazı parametreler belirleyerek, kesme kutusu deneyleri yapmıştır. Kullanılan 2 tür zemin için ayrıca 2 farklı yoğunluk durumunda deneyler yapmıştır. Türkiye'de kolayca bulunabilen ve çeşitli projelerde yaygın olarak kullanılan 5 farklı tür geotekstil malzeme üzerinde deneyler yapmıştır. Arayüzey davranışına etkisi olabilecek çeşitli parametreler, yapılan kaynak araştırmalardan elde edilen bilgiler ile karşılaştırılarak sunmuştur. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre geotekstil donatılı kum zeminlerde arayüzey sürtünme açılarında donatısız zeminlere göre beklenildiği gibi bir azalma tespit etmiştir. Kesme dayanımlarında fazla bir değişim gözlenmezken pik dayanım sonrası donatısız zeminde

görülen dayanım kaybına donatılı zeminlerde rastlanmamıştır. Beklenilenin aksine geotekstil donatılı zeminlerde hacimsel genleşme hareketi sınırlandırmamıştır. Yalnız iki sıra geotekstil kullanılarak yapılan testler sonucunda sınırlama etkisi gözlenmiştir. Deneysel sonuçlarından arayüzey davranışının büyük ölçüde geotekstil yüzey parametreleri ile zemin indeks özelliklerine bağlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Yılmaz (2010), geotekstil ile güçlendirilmiş kum zemin üzerine oturan yüzeysel temel laboratuvar ortamında küçük ölçekli model deneyler yaparak araştırmıştır. Yüzeysel temel olarak kare temel kullanmıştır. Model deneylerde; ilk donatı derinliği, donatı tabaka uzunluğu ve donatı tabaka sayısı gibi parametrelerin taşıma kapasitesine etkisi araştırmıştır. Deneysel sonuçlardan en uygun donatı yerleşim düzeni araştırarak maksimum taşıma kapasitesi elde etmeye çalışmıştır. Elde edilen sonuçlardan temel mühendisliği uygulamalarında kullanılmak üzere tasarım parametreleri önermiştir.

Dikmen (2013), yapı temelleri altında taşıma kapasitesini arttırmak ve oturumları azaltmak amacıyla zemin içerisine çekmeye dayanıklı ve zemin ile arasında yeterli sürtünmeye sahip geotekstillere yerleştirilmesi ile geleneksel yöntemlere oranla daha hızlı ve ekonomik çözümler elde etmiştir. Laboratuvar deneylerinden sonra, Plaxis 3D Foundation yazılım programı ile temel sistemini analiz etmiştir. Deneylerden ve sonlu elemanlar analizlerinden elde edilen sonuçlar grafiklerle sunmuş ve birbiriyle karşılaştırmıştır.

Şekercioğlu (2015), geotekstil kullanımının kum zeminlerin mekanik davranışları üzerindeki etkilerini ve potansiyel faydalarını tespit edebilmek, aynı zamanda elde edilen deneysel sonuçlarla geçmişte elde edilen benzer çalışmalarını karşılaştırarak değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla yapılan literatür araştırmaları sonucu kum-geotekstil donatılı zemin davranışına etkisi olabilecek bazı parametreler belirlemiş, kesme kutusu deneyleri yapmıştır. Kullanılan 2 tür zemin için iki farklı rölatif sıklıkta deneyler yapmıştır. Türkiye'de kolayca bulunabilen ve çeşitli projelerde yaygın olarak kullanılan 6 farklı tür geotekstil malzeme üzerinde deneyler yapmıştır. Deneyler 60×60 mm lik kesme kutusu kullanılarak yapmıştır. Arayüzey davranışına etkisi olabilecek çeşitli parametreler incelemiştir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre donatılı zeminlerdeki kesme dayanımı donatısız zeminlere göre genel olarak daha yüksek değerler almıştır. Donatılı zeminlerde, donatısız zeminlerde görülen pik dayanım sonrası dayanım kaybı gözlenmemiştir. Deneysel sonuçlarında gözlenen

kohezyon sahte kohezyondur, tamamen numune boyutunun bir sonucudur. Deney sonuçlarından arayüzey davranışının büyük ölçüde geotekstil yüzey parametreleri ile zemin indeks özelliklerine bağlı olduğunu belirtmiştir.

Çakar (2016), geotekstil kullanımının kil zeminlerin mekanik davranışları üzerindeki etkilerini ve potansiyel faydalarını tespit edebilmek, aynı zamanda elde edilen deneysel sonuçlarla geçmişte elde edilen benzer çalışmaları karşılaştırarak değerlendirmek amaçlamıştır. Bu amaçla yapılan literatür araştırmaları sonucu kil-geotekstil donatılı zemin davranışına etkisi olabilecek bazı parametreler belirlemiş, bir dizi serbest basınç deneyi yapmıştır. Geotekstil donatılı malzemenin mekanik özelliklerine etki eden parametrelerden, geotekstil tipi (Örgülü-örgüsüz), yükleme hızı, geotekstil tabaka sayısı (tabakasız, tek tabakalı, iki tabakalı, üç tabakalı ve dört tabakalı), etkisi araştırmıştır.

3. GEOTEKSTİL HAKKINDA BİLGİLER

3.1. Geotekstil Nedir?

Amerikan standartlarında (Amerikan Society of Testing and Materials-ASTM) geotekstil şu şekilde tanımlanmıştır: İnsan yapısı bir proje, yapı veya sistemin bir parçası olarak temel elemanı, zemin, kaya ve toprakla veya geoteknik mühendisliği ile ilgili herhangi bir malzeme ile kullanılan geçirimli tekstil ürünüdür. Yan ürünler ise yine ASTM'de, geotekstil tanımına uymayan fakat geotekstil yerine ya da geotekstille beraber kullanılan ağ, ızgara, tabaka, şerit, hücre vs. şeklinde diğer malzemeler olarak tanımlanmıştır.

3.2. Geotekstillerin Geoteknik Mühendisliğine Etkisi

Geotekstillerin kullanılmasıyla bazı yapılar teorik olarak göçmeye çok yakın olmalarına rağmen gerçekte göçme olmadan stabil kalabilmektedirler. Tekrarlı yüklere maruz kalan kaplamasız yollarda ya da buna benzer yapılarda zemin tabakaları geotekstil serilerek korumaya alınırsa yapının ömrü uzamaktadır ve dayanımını artırmaktadır.

Zemin-geotekstil ilişkisinin daha iyi anlaşılması için geotekstille tasarımı da geliştirmektedir. Geotekstilin davranışında kendi mekanik özelliklerinin yanı sıra bulunduğu ortamlarda ilişkilidir. Yapılan çalışmalar geotekstillerin daha etkili kullanımını sağlamaktadır. Detaylı tasarım, araştırma ve uzmanlaşma bu bakımdan önemlidir. Örneğin geotekstilin bulunduğu yerlerde genellikle bir gerilme bulunur. Bu gerilme hidrostatik, mekanik ya da başka etkilerle oluşup değişik sebeplerle gerilmeler artabilir. Barajlarda geçirimsizliğin kil çekirdekle, dayanımın ise kaya dolguyla sağlanmaktadır. Bu durumlarda çekirdekle kaya dolgunun temas ettiği bölge oldukça hassastır. Nedeni ise, bu bölgede yüksek su basıncı nedeniyle borulanma, kayma gerilmesi yoğunlaşması sebebiyle de kırılma oluşabilir. Bu durum geotekstil kullanılması halinde de geçerlidir ve dikkate alınmalıdır.

Geotekstillerin pek çok geoteknik mühendisi tarafından geç tanınmasının sebebi, iletişimsizlik ve yetersiz bilgilenmedir. Geotekstilin ham maddesi olarak kullanılan

sentetik polimerler de yeterince tanınmamaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle, dünyada geotekstil kullanılmadığı ülkeler varken, yeni ürünlerin çokluğu ve çeşitliliği kafaları karıştırmaktadır. Beton, çelik gibi malzemelerin davranışları birbirlerine benzerdir ve kolay anlaşılır. Fakat geotekstillerle ilgili bilgi ve tecrübe eksikliği projecileri şüpheli bir davranışa zorlamaktadır. Ama bugün hem teknik olarak, hem uygulamada olarak, hem de tasarımda olarak yaklaşık yarım yüzyıllık bir birikim oluşmuştur. Farklı geotekstillerin teknik özelliklerinin bir arada belirtildiği listeler projecilerin işlerini kolaylaştırmıştır (Ingold-Miler 1988, Koerner 1986).

3.3. Geotekstillin Malzeme Yapısı

3.3.1. Fiber (filament) iplik

Geotekstil yapısı iki ana elemandan oluşur. Bunlar fiber (Filament) ve iplik. Fiber, bükülebilirliğe ve inceliğe sahip, yüksek boy/kalınlık oranıyla karakterize edilen bir malzemedir. İplik ise belirli bir uzunluğa sahip, küçük kesit alanlı, bükülmüş ya da bükülmemiş fiberlerin montajlanmış ve geotekstil üretimine hazır hale getirilmiş şeklidir (Çoruh 1993).

3.3.2. Geotekstil hammaddeleri

Poliamid, polyester, polietilen, polipropilen, polivinil klorür, etilen kopolimer bitüm, klorinat polietilen. (Dernek 1998).

3.3.2.1. Poliamid (PA)

Poliamid aşınmaya karşı yüksek dayanımlılık gösterir (Karagül, 2007). Düşük yanabilirlik derecesine sahiptir ve sulu ortamlara karşı duyarlıdır. Poliamid ürünlerin uzun süre su içinde tutulmaları durumunda mekanik özelliklerinde %20-30 arasında bir düşüş olur. Yani PA'nın mekanik özellikleri zeminin neminden etkilenir (Benek 2006).

3.3.2.2. Polyester (PEPT)

Polyester bükülüp eğilebilir bir malzemedir. Yüksek dayanıma sahiptir. Sürtünmeye karşı dayanıklıdır. 200°C' ye kadar mekanik özelliklerini korur. Deniz suyuna ve asitlere karşı dayanımı yüksektir. Ancak pH'ın 11'den büyük olması durumunda bazik maddelere duyarlılık gösterir. Malzeme özelliklerini istenilen seviyelere çıkarmak için katkı maddesi kullanılabilir (Benek 2006).

3.3.2.3. Polipropilen, polietilen (PP, PE)

Bu hammaddelerin temel özelliği, düşük ve orta konsantrasyondaki kimyasallara karşı yüksek dayanım göstermeleridir. Ancak sünmeye karşı hassastır ve kolay tutuşurlar. Geotekstil üretiminde iki ayrı tip polietilen kullanılmaktadır. Bunlar: Düşük yoğunluklu polietilen (Yoğunluğu 920-930 kg/m³) ve yüksek yoğunluklu polietilendir. (Yoğunluğu 940-960 kg/m³) Düşük yoğunluklu polietilen bükülgenlik ve su buharına karşı mukavemet istenen durumlarda kullanılır. Yüksek yoğunluklu polietilen, yüksek kimyasal dayanım istenen durumlarda kullanılır.

Polietilene de katkı maddesi konarak özellikleri iyileştirebilir. Uzun süre ışığa ve yüksek sıcaklığa maruz kalması ya da nemli bir ortamda kalması halinde polietilen malzeme gevrekleşir ve bozulur (Benek 2006).

3.4. Geotekstillerin Sınıflandırılması

Geotekstillere yapımlarına göre, örgülü ve örgüsüz geotekstillere olarak sınıflandırılabilir. (Şekil 2.1-3). Bunlarda kendi içerisinde yapıldıkları ipliğin ve fiberin türüne göre sınıflandırılır. Örgülü geotekstil geometrik olarak tek filamentli, çok filamentli, şerit esaslı ve kesikli film tipidir. Örgüsüz geotekstillere ise, fiberlerin bağlanma aşamaları esas alınarak, ısıl, kimyasal ya da mekanik birleştirmeli olarak ayrılırlar (Çoruh 1993).

3.4.1. Örgüsüz geotekstiler

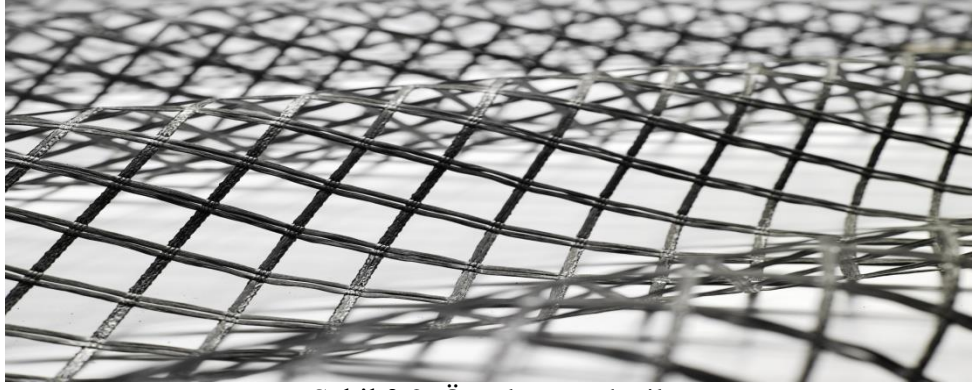
Örgüsüz geotekstiller; İpliğe dönüştürülmemiş, çeşitli yöntemlerle birbirine tutturulmuş, doğal yada sentetik, kesikli yada sonsuz uzunlukta elyaflardan oluşurlar. Şekil 3.1 de verilen örgüsüz geotekstil, çeşitli yöntemlerle birbirlerine tutturulmuş (Örgüsüz iğneleme, kimyasal, ısıl vb.) ve çeşitli yöntemlerle dizilmiş elyaflardan oluşan tabaka, ağ ya da keçedir (Sağlam 2009).



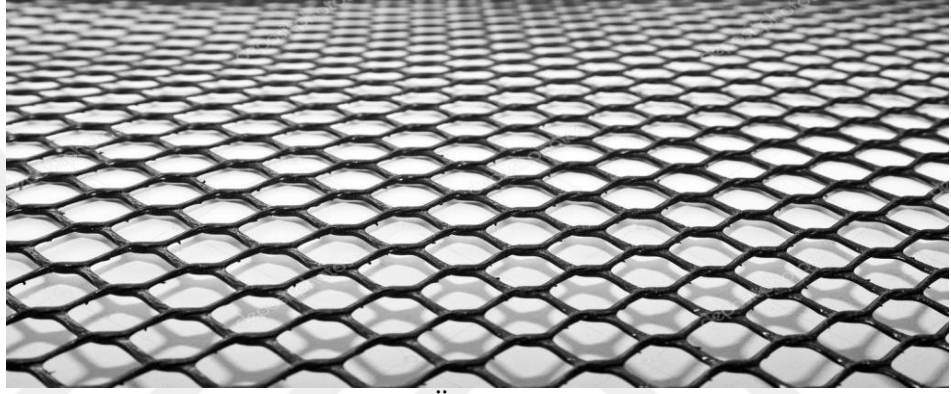
Şekil 3.1. Örgüsüz geotekstil

3.4.2. Örgülü geotekstiller / Yüksek mukavemetli geotekstiller

Yüksek çekme mukavemetine sahiptir. İki yönde kesintisiz iplik (Şekil 3.2-3) içermektedir. İpliğin tüm teknik özelliklerinden yararlanılarak düşük uzamalarda yüksek mukavemetler elde edilir. Örgülü geotekstillerdeki iplikler birbirine dik açıyla ya da farklı açılarla bağlanabilir (Sağlam 2009).



Şekil 3.2. Örgülü geotekstil



Şekil 3.3. Örgülü geotekstil

3.5. Geotekstillerin Fiziki Özellikleri

3.5.1. Birim hacim ağırlığı

Geotekstil üretiminde kullanılan bazı polimerik malzemelerin birim hacim ağırlıkları şunlardır (Benek 2006).

Polipropilen = 910 kg / m^3

Polyester = $1220-1380 \text{ kg / m}^3$

Naylon = $1050-1140 \text{ kg/m}^3$

Polietilen = $920-960 \text{ kg / m}^3$

3.5.2. Genişlik ve uzunluk

Geotekstiller için üretim yapılacak maksimum genişlik 5,5 – 6 m civarındadır. Geotekstilin boyu ile ilgili herhangi bir standart yoktur. Üreticiye ve isteğe bağlıdır. Malzemenin boyu ve eni hassas olarak belirtilmek istendiğinde gerilmesiz koşullar dikkate alınmalıdır (Benek 2006).

3.5.3. Birim alana düşen ağırlık

Birim alana düşen ağırlık, geotekstilin 1 m²' sindeki gram cinsinden malzeme miktarıdır. ASTM D1910 veya D3776 deneyleri geotekstilin ağırlıklarıyla ilgilidir. Deneyde dokumanın ağırlığı hassas olarak ölçülür ve dokumanın sıfır gerilme altında belirlenen alanına bölünür. Genellikle geotekstiller 135 - 680 gr/m² arasında üretilir. Bu değerler arasında geotekstiller en verimli sonuçları verir. Dokumanın maliyeti ve dayanımı ağırlığıyla doğru orantılıdır. Genellikle örgülü geotekstiller örgüsüz geotekstillere göre yüksek dayanımlı ve daha ağırdır (Benek 2006).

3.5.4. Kalınlık

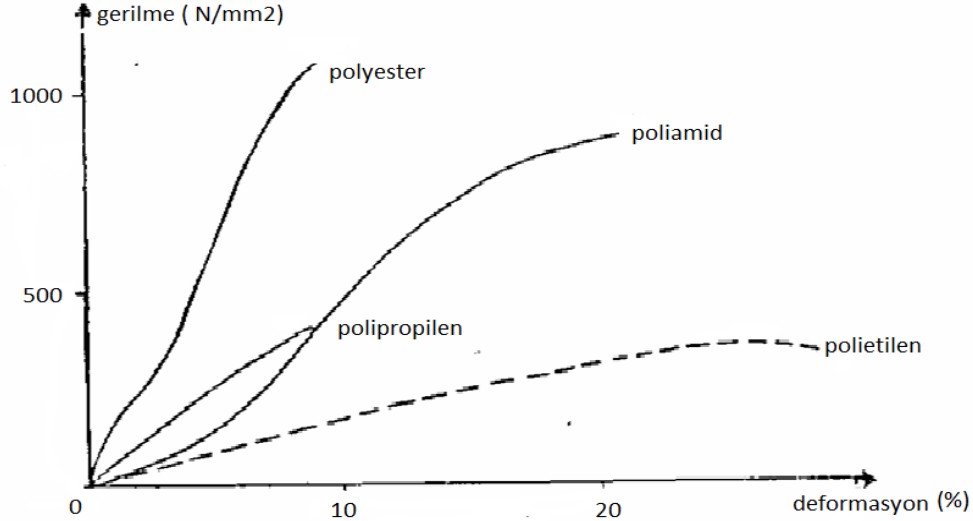
Belirli bir basınç altında geotekstilin alt ve üst yüzleri arasındaki mesafe kalınlığını verir. ASTM D1777 (Çizelge 3.1) kalınlığın malzeme tipine göre hangi basınç değerleri arasında olduğu verilmektedir. Genellikle geotekstillerin kalınlıkları 0,2 - 10 mm arasındadır (Benek 2006).

Çizelge 3.1. ASTM D1777 Dokumanın kalınlığının ölçümünde dikkate alınacak basınçlar

Malzeme Tipi	Basınç Aralığı
YUMUŞAK	0.035-35 g/cm ²
ORTA	1.4-144 g/cm ²
SIKI	7-700 g/cm ²

3.5.5. Geotekstillerin gerilme deformasyon ilişkileri

Geotekstillerin gerilme-deformasyon ilişkileri şunlara bağlıdır: İpliklerin cinsine ve ipliklerin geotekstili nasıl bir işlemle oluşturduğuna bağlıdır. Şekil 3.4 de bazı polimer ipliklerinin yük- uzama davranışı verilmiştir.



Şekil 3.4. Çeşitli cins ipliklerin yük uzama davranışları (Çoruh 1993).

3.6. Geotekstillerin Fonksiyonları

Geotekstiller, yeraltında inşaatın çeşitli safhalarında çeşitli amaçlar için kullanılabilir.

- Düşük nemin yeniden oluşmasını engeller, malzemenin nemli olduğunda mekanik özelliklerinin değişmeden korunmasını sağlar.
- Yüksek ve düşük ısıya dirençleri fazladır. Bu direnç, mekanik özelliklerin ve boyutsal dengenin geniş bir ısı derecesi alanında değişime uğramadan korunmasını sağlar,
- Zararlı küf, bakteri ve bitkiden etkilenmez,
- Deniz suyuna ve oksitlenmeye ve karşı çok dayanıklıdır, çürüme göstermez,
- Sürekli yük altında kıvrılmaz ve kırılmaz.
- Kimyasal maddelere karşı yüksek dayanım gösterirler.
- Işığa karşı dayanıklıdır ve ultraviyole (U.V) ışınlarından etkilenmezler.

Geotekstiller genellikle bir kaç işlevi bir arada yerine getirirler. Geotekstiller pek çok fonksiyona sahiptir, ancak dört fonksiyonu (Filtre, drenaj, anti- pislik ve takviye) en önemlileridir.

3.6.1. Filtre - drenaj

Filtrasyon; geotekstilin içinden su geçişi sırasında küçük tanelerin taşınmasını engelleyerek ince taneli zeminlerde borulanmayı önleme işlevidir.

Drenaj işlevi ise; geotekstilin düzlemi içinde gaz veya sıvı-su akımını sağlamasıdır. Geotekstillerin düzlemi içinden gaz veya sıvı (su) akışı normal filtre malzemelerine göre çok daha kolay sağlanmaktadır. Bunun işlev için geçirgenliği fazla olan geotekstiller tercih edilir (Yılmaz ve Eskişar 2007).

3.6.2. Anti-pislik

Geotekstiller su içerisindeki pislik, kil, silt, kum, fabrika atık maddeleri ve bacalardaki zararlı partiküllerin tutulması, çöplük sızmaları, bitkisel toprağın asalak bitkilerden korunması amacıyla kullanılır. Yani geotekstiller çevre korumacıdır. Temiz su elde etmek için su kanallarında geotekstil, süzgeç görevi yaparak suyu pisliklerden arındırır (Yılmaz ve Eskişar 2007).

3.6.3. Takviye

Betonarme yapılarıdaki beton-çelik kombinasyonunun işlevini, zemin - geotekstil kombinasyonu oluşturarak toprak yapıları içinde aynı işlevi sağlamak mümkündür.

Geotekstillerin üzerindeki yük nedeniyle deformasyona uğradığında, çekme dayanımları harekete geçmektedir. Örneğin; bir yol alt kaplamasında kullanıldığında, daha az stabilize kalınlığı ile yol problemi çözmek mümkündür (Yılmaz ve Eskişar 2007).

3.6.4. Yük dağıtıcısı

Yerel kırılmaların sebep olduğu tehlikeleri azaltmak veya bu kırılmaların önlenmesi için yerel gerilimlerin bölünmesini ve geniş alanlara dağılmasını sağlar (Yılmaz ve Eskişar 2007).

Kullanılan malzemeler, yüke iyi dayanmalarına rağmen gerilime dirençsizdir. Geotekstillerin eklenmesiyle sistemin direnci artırır ve güvenliği sağlanmaktadır. Ayrıca yatay yüzeylerdeki kaymayı azaltmaktadır. Geotekstiller yk dağıtıcısı olarak; karayollarında, demiryollarında, havaalanlarında, otoparklarda bu amaçla kullanılmaktadır.

3.6.5. Seperasyon (Ayırtman)

Geotekstiller, kopma, yırtılma, delinme ve darbelere karşı yüksek dayanma gücüne sahiptir. Farklı görevdeki araçların, zamanla birbirlerine karışmalarına engel olmak amacıyla ayırtman olarak kullanılır (Yılmaz ve Eskişar 2007).

Farklı dane boyutlu granüler malzemeler tabakalar halinde üst üste veya yan yana geldiğinde, çeşitli sebeplerle birbirlerine karışırlar. Bu karışmayı önlemek amacıyla geotekstil kullanılır.

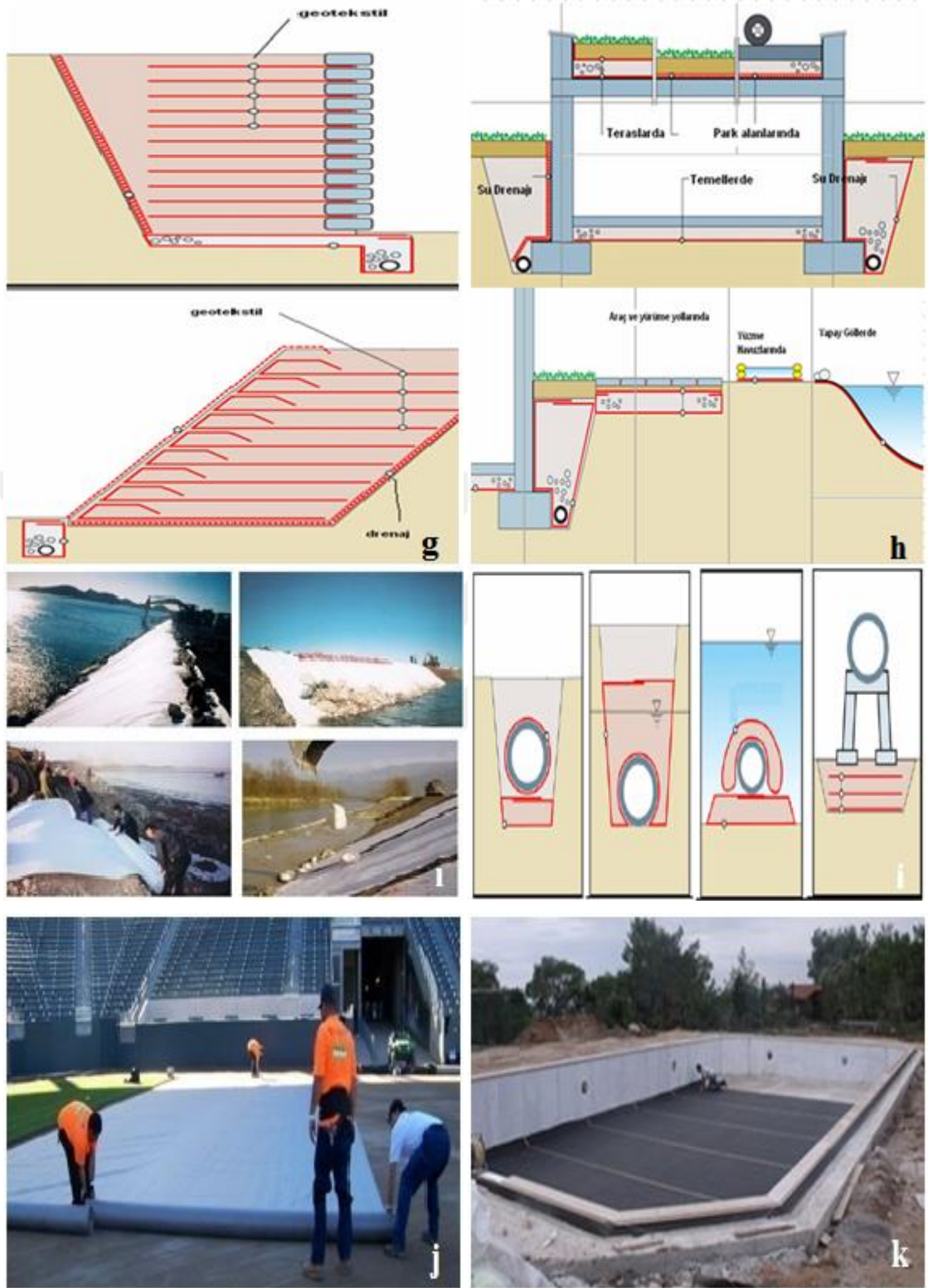
Düşük dirençli bir zeminde inşaat yapmak veya o zemini doldurmak gerektiğinde, temelde geotekstil kullanarak zemini dayanımı artırılabilir ve yüzeydeki kırılmalar nlenebilir.

3.7. Geotekstillerin Kullanım Alanları

- 1) Kaplamasız yollarda (şekil 3.5.a)
- 2) Kaplamalı yollarda (şekil 3.5.b)
- 3) Havaalanı pistlerinde (şekil 3.5.c)
- 4) Demiryollarında (şekil 3.5.d)
- 5) Barajlarda (şekil 3.5.e)
- 6) Asfalt takviye işlerinde (şekil 3.5.f)
- 7) İstinat duvarlarında (şekil 3.5.g)

- 8) Binalarda (Şekil 3.5.h)
- 9) Şev ve Kıyı korumasında (Şekil 3.5.ı)
- 10) Su içindeki yapılarda (Şekil 3.5.i)
- 11) Spor sahalarında (Şekil 3.5.j)
- 12) Su yalıtımında (Şekil 3.5.k)



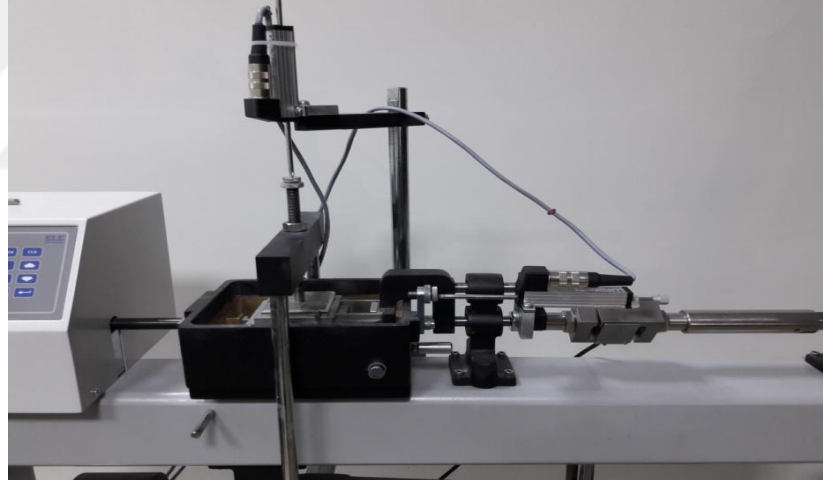


Şekil 3.5. a)Kaplamasız yollarda b)Kaplmalı yollarda c)Havaalanı pistlerinde d)Demiryollarında e)Barajlarda f)Asfaltlı g)İstinad duvarlarında h)Binalarda i)Şev kıyı korumasında i)Su yapıları j) Spor sahasında k)Su yalıtımı geotekstil uygulamaları (Benek 2006).

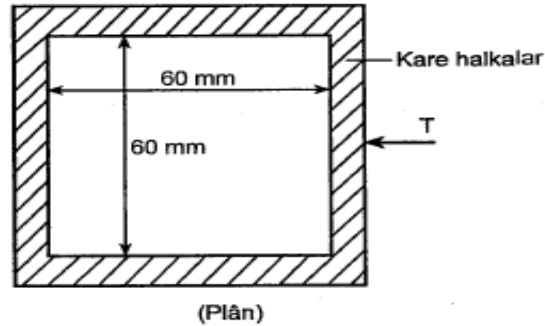
4.MALZEME VE YÖNTEM

4.1. Kesme Kutusu Deneyinin Yapılışı

Deney, sabit yükler altında deneye tabi tutulacak malzemeye belirli hızlarda yatay kuvvet uygulayarak malzemenin ne kadarlık bir kuvvete dayanabileceğini tespit etmeyi sağlar. Deneyde kare şeklinde kesme kutusu ve ELE marka kesme kutusu cihazı kullanılmıştır (Şekil 4.1). Kare kesme kutunun boyutları 60×60 mm (Şekil 4.2) ve derinliği 36 mm dir. Bu deney kohezyonlu ve kohezyonsuz deneyler için uygundur. Kesme kutusu deneyi 1, 2 ve 4 kg lık normal yükler altında gerçekleştirilmiştir. Yatay kesme kuvvetinin hızı, zeminin permabilitesiyle orantılıdır. Kumların permabilitesi yüksek olduğu için kesme kuvveti hızı yüksek olmalıdır. Deneylerde ağırlıkça kil oranı arttıkça bu hız düşürülmelidir. Fakat bu çalışmada kesme kuvveti hızı sabit tutularak 1 mm/dk seçilmiştir.



Şekil 4.1. Kesme kutusu deney cihazı



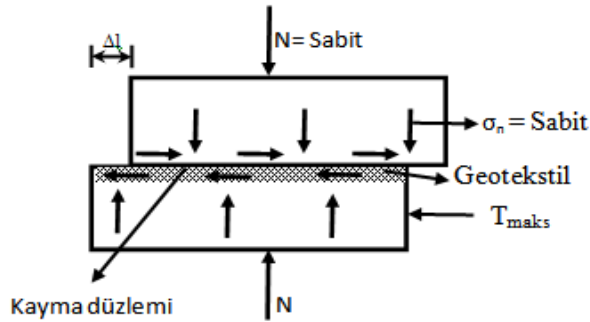
Şekil 4.2. Kesme kutusu boyutları

Deney başlangıcında kesme kutusunun içine alt plaka yerleştirilir. Daha sonra zemin örneği kesme kutusunun içine yerleştirilir. Kutunun yanlardaki vidaları sıkılır. Zeminin üstü plakayla kapanır. Kesme kutusu deney cihazına uygun bir şekilde yerleştirilir. Daha önce sıkılan vida yatay kuvvete etki etmemesi için yeterli oranda gevşetilir. Kesme kutusuna yatay kuvvet uygulanırken kutunun hareket etmemesi için cihazda gerekli yerler sabitlenir. Normal yük (1, 2 ve 4 kg) üst plakanın üzerine yerleştirilir. Yüke ait kuvvet kolu ayarlanır. Yatay ve düşey deformasyon çubuklarının cihazın çalışmasına uygun olup olmadığı kontrol edilir.

Zemin örneğinin türü, derinliği, örselenip örselenmediği, ağırlığı, kuru ya da suya doygunluğu, hangi sabit yükü yüklenildiği, sabit yükün kuvvet kolunun etkisiyle ne kadar etkiyeceğini ve ne kadarlık yatay kesme kuvvetine maruz kalacağını; bilgisayar ortamında daha önceden oluşturulmuş şablona bu değerler girilerek deney başlatılır. Kesme kutusu deney cihazı yatayda 9,5 mm ye kadar hareket etmektedir. Deney devam ederken zemin örneğine yatay kuvvet artarak verilmektedir. Bu esnada kesme kutularının birbirinden ayrıldığı bilgisayar ortamında gözlemlenebilir. Aynı zamanda zemin örneği yatayda hareket ederken düşeyde de deformasyona uğradığı gözlemlenebilir. Yatayda artarak hareket eden kuvvet birden düşmeye başlar ve bir süre sonra deney sona erer. Deney bittikten sonra maksimum yatay kesme kuvveti kaydedilir. 1, 2 ve 4 kg lık normal yüklerle bu deneyler yapılır. Her biri için ayrı ayrı maksimum kesme kuvveti değerleri bulunur. Bu deney sonuçlarına göre normal gerilme ve kesme gerilmeleri hesaplanır. Bu hesaplar aşağıdaki gibi yapılır:

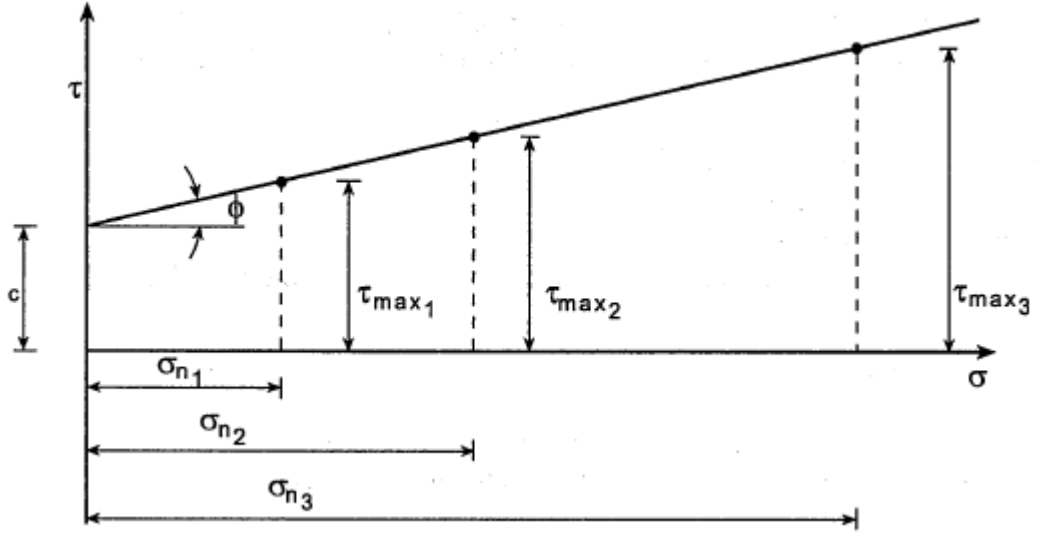
$$\sigma_n = \frac{N}{A} = \frac{N}{60 \times 60} \quad \tau_{\max} = \frac{\tau}{A} = \frac{\tau}{60 \times 60}$$

A alanı daha duyarlı olarak $60 \times (60 - \Delta l)$ olarakda alınabilir. Burada Δl kesme anındaki yatay yer değiştirme miktarıdır ve mm cinsinden ifade edilir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Kesme kayma düzlemi

3 farklı deney sonucu σ - τ grafiğine işaretlenir ve bu doğrulardan geçen doğrunun eğimi bulunur. Doğrunun yatayla yaptığı açı içsel sürtünme açısını (ϕ) verir. Başlangıç kayma gerilmesinden orijine olan mesafe kohezyonun (c) değerini belirler (Şekil 4.4). Kohezyon, zeminde molekülleri veya benzeri parçacıkları bir arada tutan kuvvete denir.



Şekil 4.4. Kayma gerilmesi - normal gerilme ilişkisi (Uzuner 2007)

Kesme kutusu deneyleri % 100 kum'dan başlanarak, her deneyde kum oranı eklenen kil miktarı kadar azaltılarak ve en son % 100 kil e kadar deneyler yapılmıştır. Her oranda 1, 2 ve 4 kg lık normal yük yüklenerek 3 farklı deney yapılacaktır. Aynı deneyler zemin örneğine geotekstil serilerek tekrarlanmıştır. İki farklı deney sonuçları kıyaslanmıştır.

4.2. Deneylerde Kullanılan Geotekstil Malzemenin Özellikleri

Deneyde kullanılan geotekstil kırçilli keçedir. Geotekstilin ağırlığı 500 g/m^2 dir. Kopma mukavemeti imalat yönünde 520 N, imalat yönüne dik 700 N dur. Geotekstilin kopma uzaması yaklaşık olarak imalat yönünde %75, imalat yönüne dik % 50 dir. Geotekstilde kullanılan malzemenin cinsi % 80 polyester % 20 poliamid dir (Şekil 4.5). Geotekstil malzemenin kırçilli seçilmesinin neden; sert olması, dayanımının yüksek olması ve zemin tabakaları arasına serildiğinde katlanmamasıdır. Aynı şekilde geotekstilin m^2 ye düşen birim ağırlığı arttıkça yatayda kesme kuvvetine karşı direnci

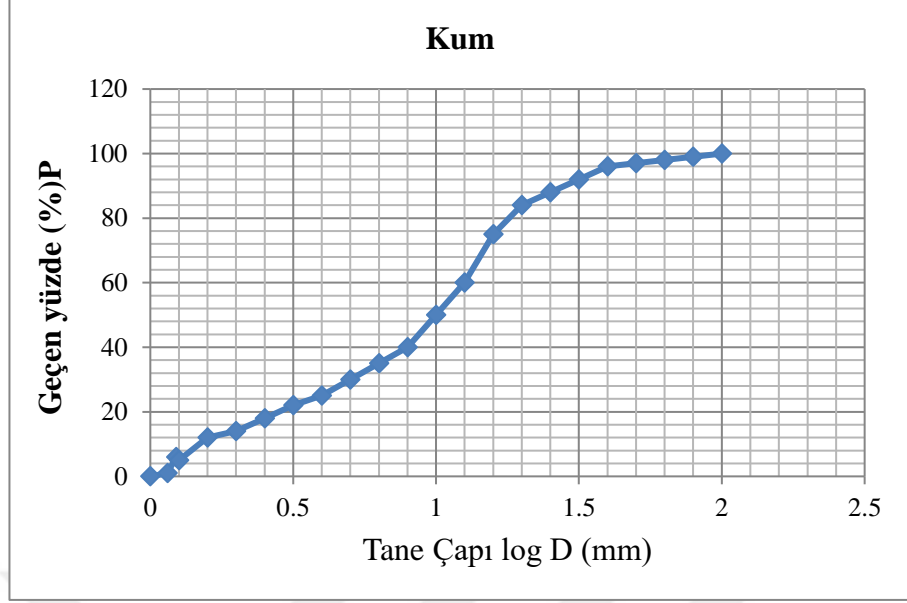
artmaktadır. Bu sebepten ötürü çalışmada piyasadaki birim ağırlığı en yüksek malzeme tercih edilmiştir.

ÖZELLİKLER	BEYAN EDİLEN DEĞERLER	DENEY METODU
METRE KARE AĞIRLIĞI	500 g/m2 (+10)	TS251/ŞUBAT1991
KOPMA MUKAVEMETİ	EN AZ İmalat Yönünde : 520 N İmalat Yönüne Dik : 700 N	TS EN 29073-3/NİSAN 1996
KOPMA UZAMA	EN AZ İmalat Yönünde : %75 İmalat Yönüne Dik : %50	TS EN 29073-3/NİSAN 1996
MALZEME CINSİ	%80 polyester %20 poliamid	TS 1700/TS 4739
HATALAR	Delik,Kesik, Yırtık, Patlaklık, Sabit yağ,Pas,Kir lekeleri yok.	EN 13755
AMBALAJLAMA	Ürünler rolü halinde naylonlara sarılarak ambalajlı	Deney yapılmaksızın (Değiştirildiği Şekliyle 96/603/EC kararı
İŞARETLEME	TSEK İşareti, Üretim,Parti Seri No Mevcut.	EN 1925

Şekil 4.5. Geotekstil malzemenin özellikleri (Erko Tekstil, 2016)

4.3. Kum

Deneylerde kullanılan kum 0,06 mm - 2 mm arası tane boyuna sahip olarak seçilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Kumun tane çapına göre geçen yüzdesi

4.4 Kil

Çalışmada kullanılan kil smektit tipi bir kil olup, kantitatif analizler sonucu smektit (montmorillonit) oranının % 51, illitin % 35 ve kaolinitin % 14 olduğu saptanmıştır (Köseoğlu vd., 2008).

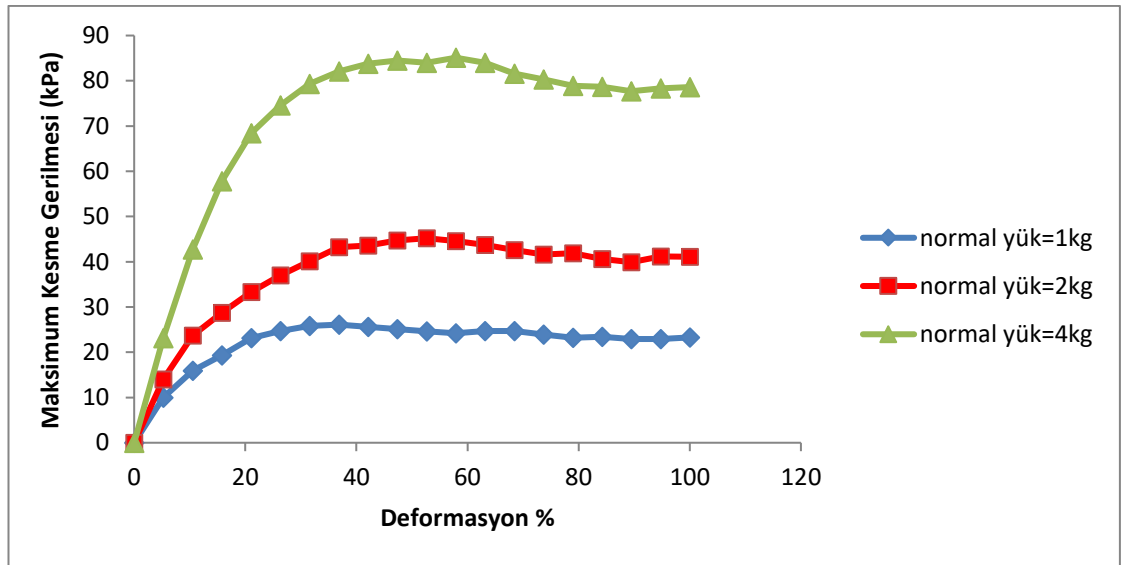
5. ARAŞTIRMA BULGULARI

5.1. % 100 Kum (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde saf kum örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde kum numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 170 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve maksimum kesme gerilmesi gibi sayısal veriler Çizelge 5.1 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.1).

Çizelge 5.1. % 100 kum deney sonuçları (Kuru zemin)

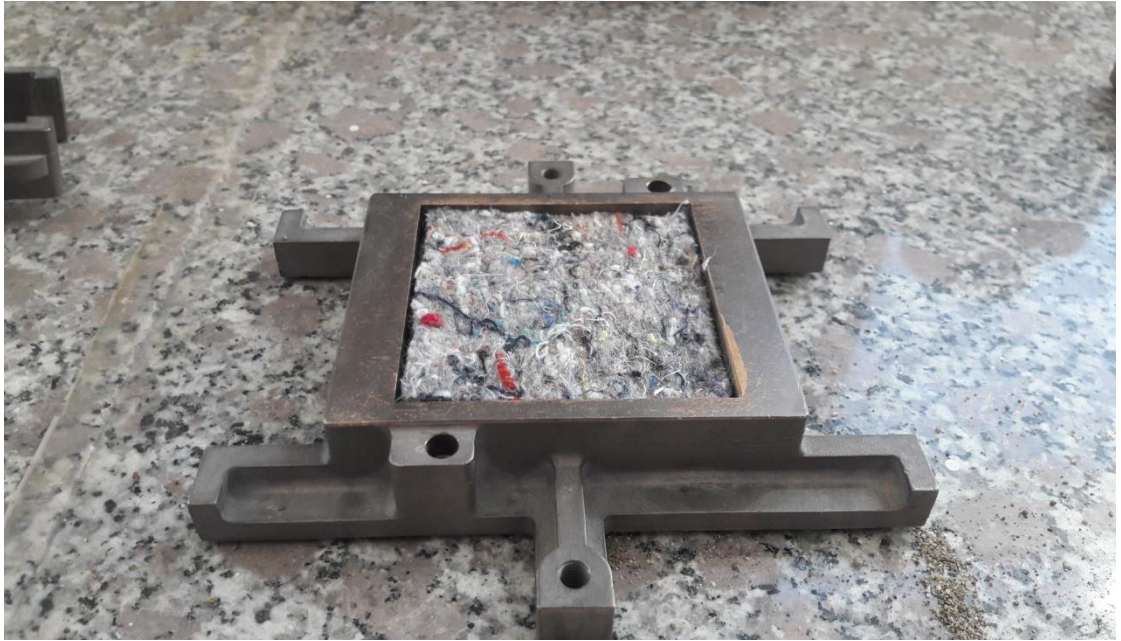
DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	26,1	45,2	85,1
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	3.510	5.015	5.516
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.87	30.62	30.91



Şekil 5.1. % 100 Kum kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.2. % 100 Kum (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Kuru zemin-geotekstilli deneyde kesme kutusuna yerleştirilen % 100 kum zemin numunesi arasına, kesme kutusunun her iki parçanın arakesitinin 1-2 mm altına geotekstil serilerek, deney esnasında kum zemin ile geotekstilin sürtünme parametrelerinin tespiti hedeflenmiştir. Deney sürecinde kesme kuvvetinin direk geotekstil malzemeye etki edip katlanmamasına ve uygun şekilde kum zeminin arasına yerleştirilmesine özen gösterilmiştir. Kesme kutusunun alt parçasındaki kum zemin üzerine geotekstil serilmesi ve bu geotekstilin kesme düzleminin 1-2 mm kadar düzlemden aşağıda olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bunun nedeni, yatayda uygulanan kesme kuvvetinin zemine etkiyip, zemin ile geotekstil arasındaki sürtünme açıcını ölçmek için yapılmıştır. Aksi takdirde yatay kuvvet geotekstile etki edecek ve böylece geotekstilin kayma mukavemeti bulunacaktır. Kum-kil karışımlarıyla yapılan tüm deneylerde bu hususa dikkat edilmiştir (Şekil 5.2).

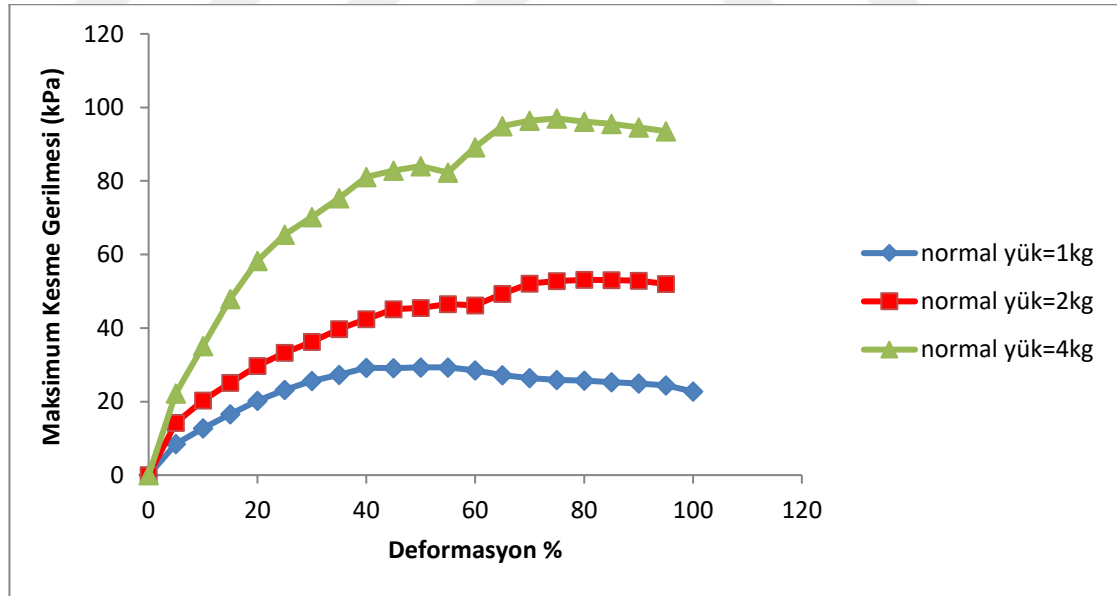


Şekil 5.2. Geotekstilin kesme kutusu deneyine yerleştirilmesi

Deneyde saf kum örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde kum numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 165 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve maksimum kesme gerilmesi gibi sayısal veriler Çizelge 5.2 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.3).

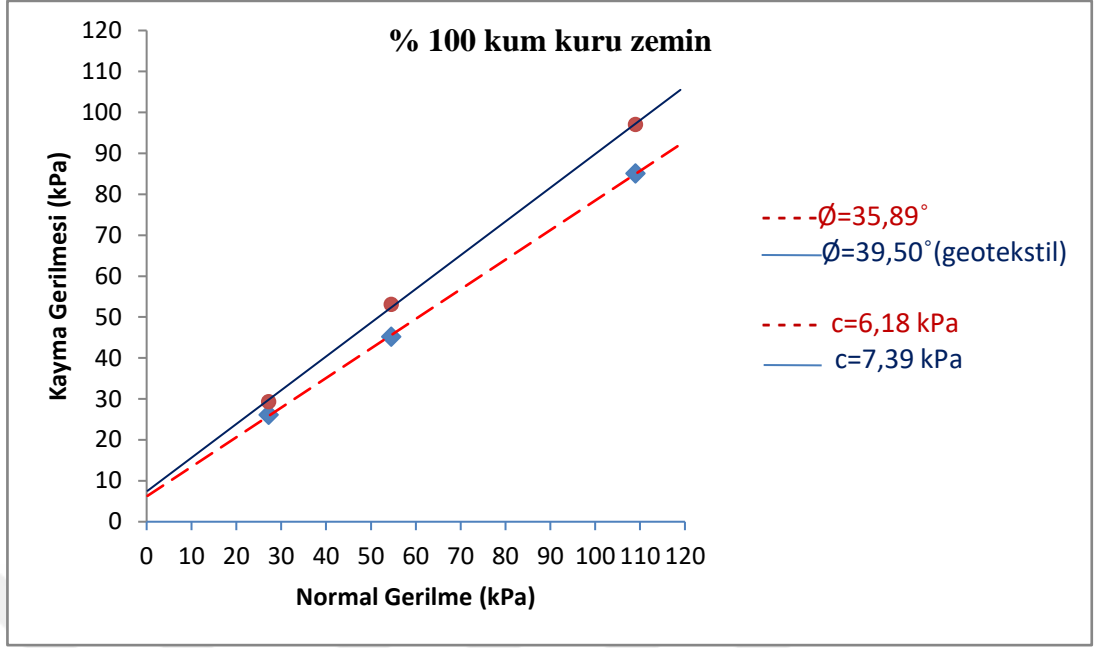
Çizelge 5.2. % 100 kum deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	29,3	53,1	97,0
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	5.015	8.024	7.522
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.85	30.53	30.18



Şekil 5.3. % 100 Kum kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun ve içsel sürtünme açısının az da olsa artmaktadır (Şekil 5.4).



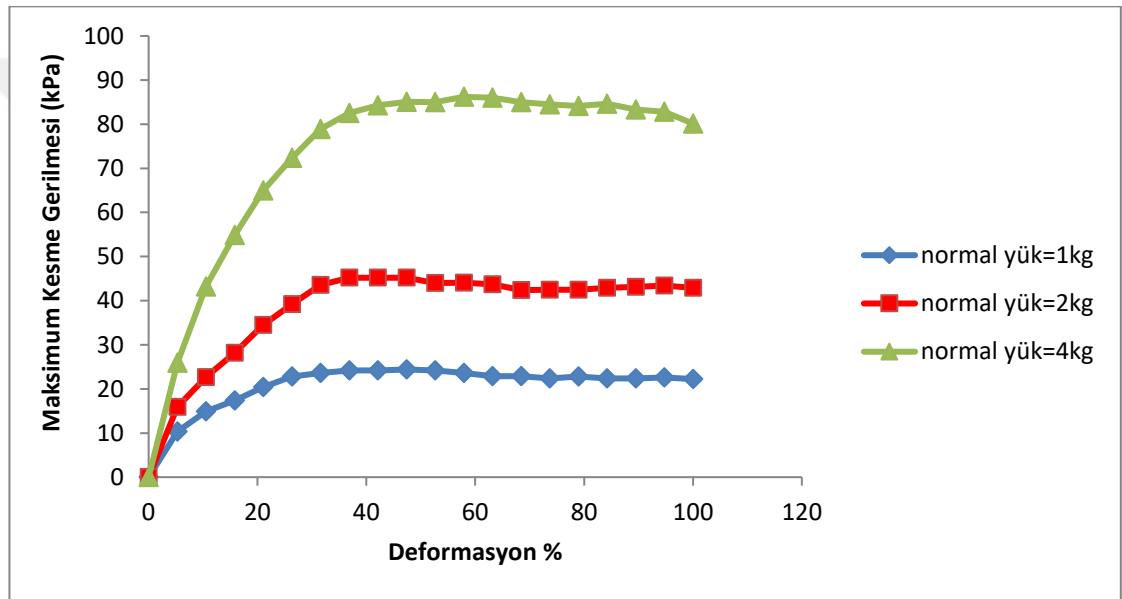
Şekil 5.4. %100 kum kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.3. % 100 Kum (Suya doymun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde saf kum örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde kum numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 170 gr olarak belirlenmiştir. Bu zemin numunesi kesme kutusuna önceki deneylerdeki gibi yerleştirilir. Kesme kutusu su dolu bir kaba bırakılarak suya doymun hale gelinceye kadar beklenilir. Zemin örneği % 100 kum olduğu için kısa sürede suya doymun hale gelebilmektedir. Zemin örneğine belli oranlarda kil karıştırıldığında ve kil oranı artırıldığında suya doymun hale gelme süresi artmaktadır. Kesme kutusu içerisindeki suya doymun hale gelen zemin numunesi deneye tabi tutulur. Deney sonu numune yüksekliği ve maksimum kesme gerilmesi gibi sayısal veriler Çizelge 5.3 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.5).

Çizelge 5.3. % 100 kum deney sonuçları (Suya doymun)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymun zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	24,4	45,2	86,2
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	4.513	4.513	5.516
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.97	30.95	30.54



Şekil 5.5. - % 100 Kum suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

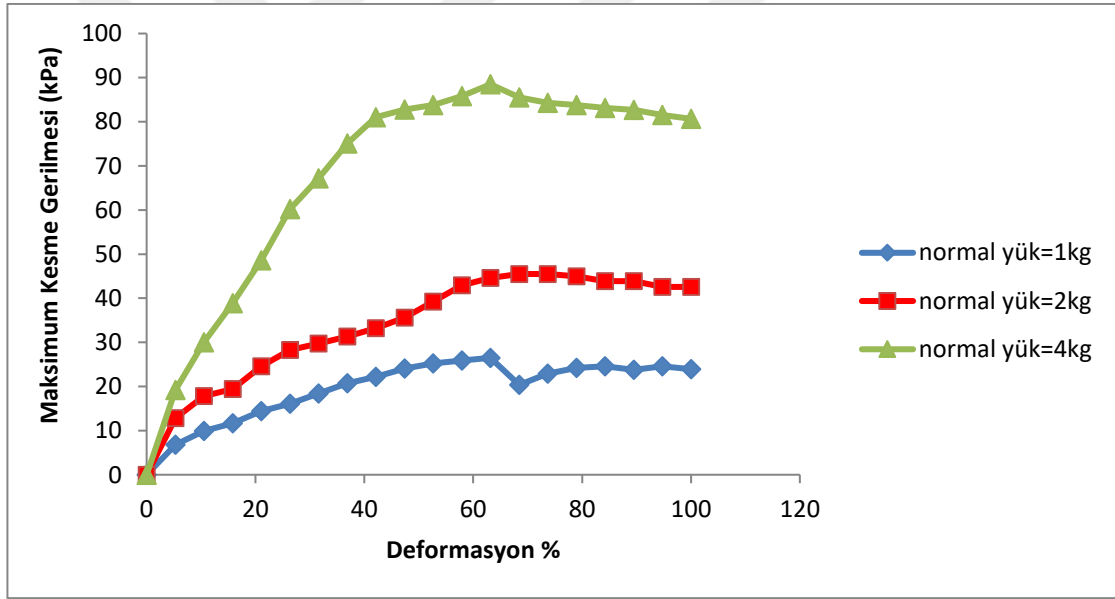
5.4. % 100 kum (Suya doymun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde saf kum örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde kum numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 165 gr olarak belirlenmiştir. Zemin numunesi kesme kutusuna önceki deneylerdeki gibi geotekstil serilerek yerleştirilir. Kesme kutusu su dolu bir kaba bırakılarak suya doymun hale gelinceye kadar beklenilir. Kesme kutusu içerisindeki suya doymun hale gelen zemin deneye tabi tutulur. Deney sonu numune yüksekliği ve maksimum kesme gerilmesi gibi sayısal veriler Çizelge 5.4 de görölmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıka maksimum kesme gerilmesi

artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.6).

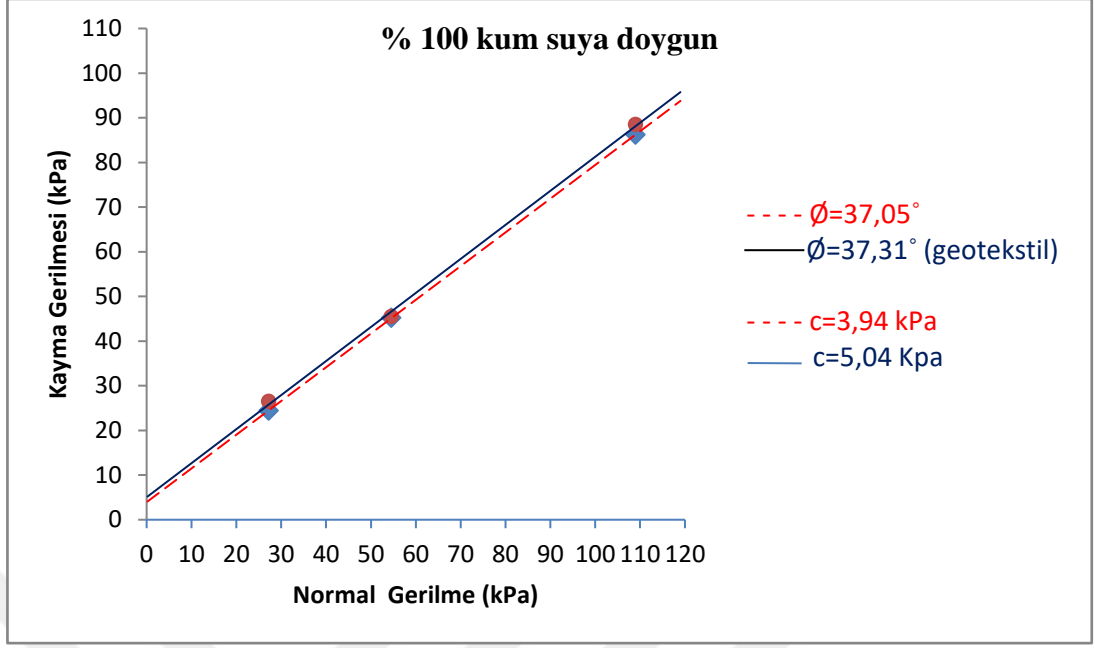
Çizelge 5.4. % 100 kum deney sonuçları (Suya doymun-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymun zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	26,5	45,5	88,5
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	6.018	6.519	6.010
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.49	30.62	29.99



Şekil 5.6. % 100 Kum suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun ve içsel sürtünme açısının az da olsa artmaktadır (Şekil 5.7).



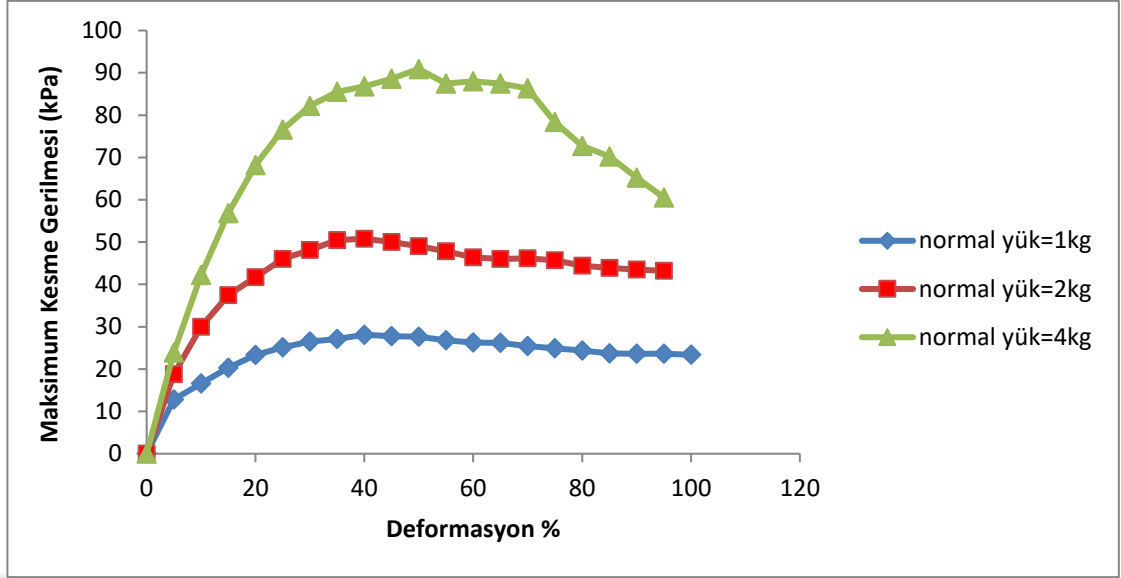
Şekil 5.7. % 100 kum suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.5. % 90 Kum % 10 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 90 kum % 10 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 165 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve maksimum kesme gerilmesi gibi sayısal veriler Çizelge 5.5 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.8).

Çizelge 5.5. % 90 kum % 10 kil deney sonuçları (Kuru zemin)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	28,1	50,8	90,9
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	4.012	4.012	5.015
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	31.27	30.98	30.49



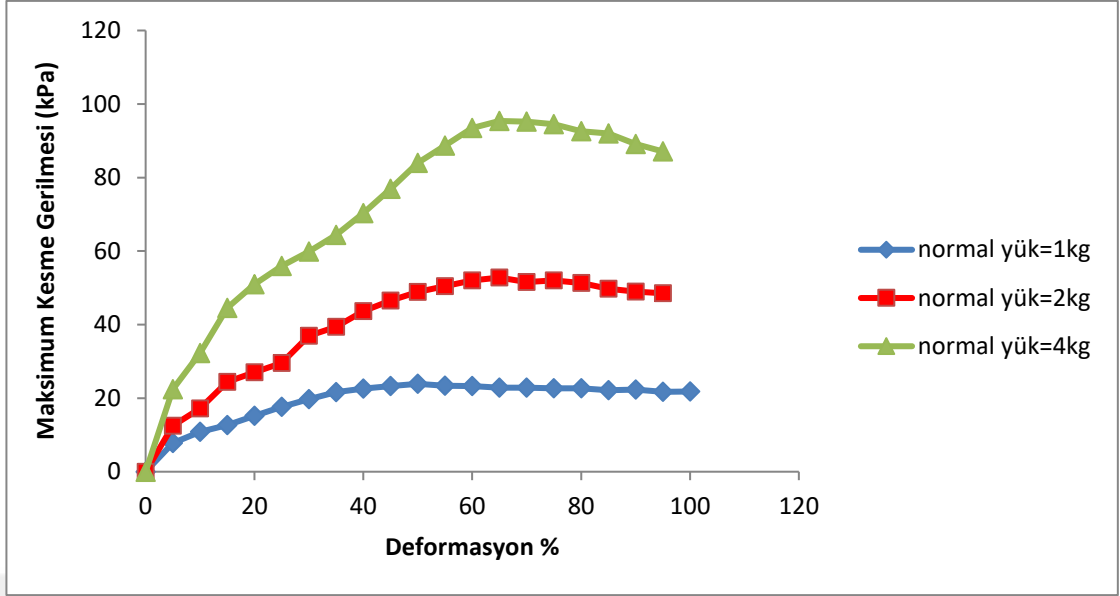
Şekil 5.8. % 90 Kum % 10 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.6. % 90 Kum % 10 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 90 kum % 10 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 160 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve maksimum kesme gerilmesi gibi sayısal veriler Çizelge 5.6 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.9).

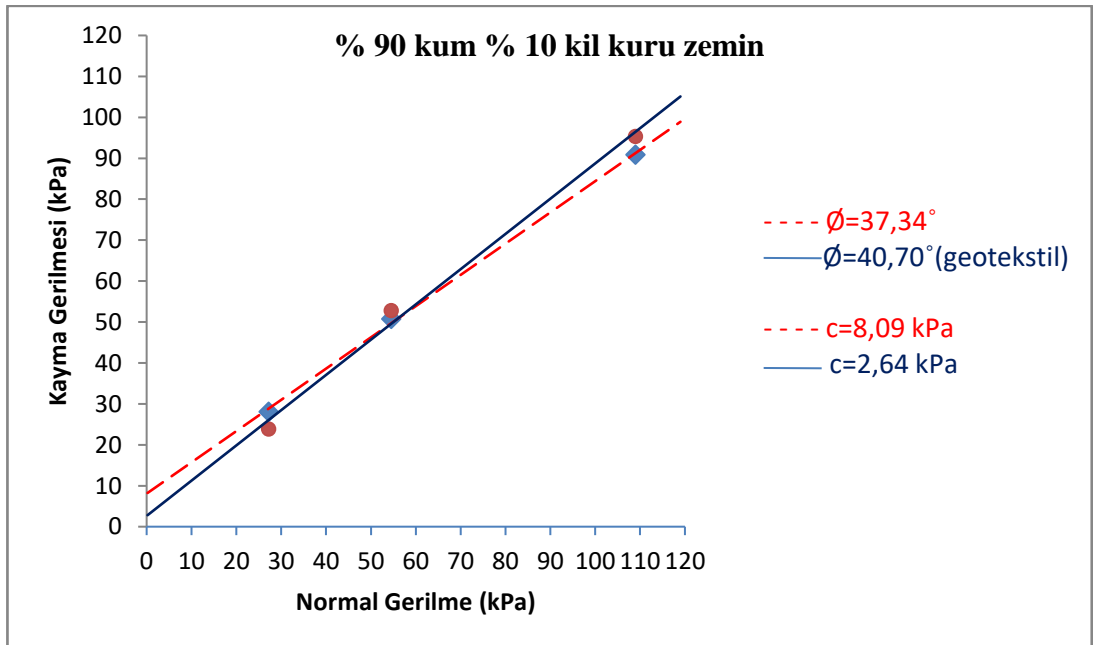
Çizelge 5.6. % 90 kum % 10 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	23,9	52,8	95,4
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	5.015	6.519	6.519
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.66	29.66	28.62



Şekil 5.9. % 90 Kum % 10 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir. (Şekil 5.10).



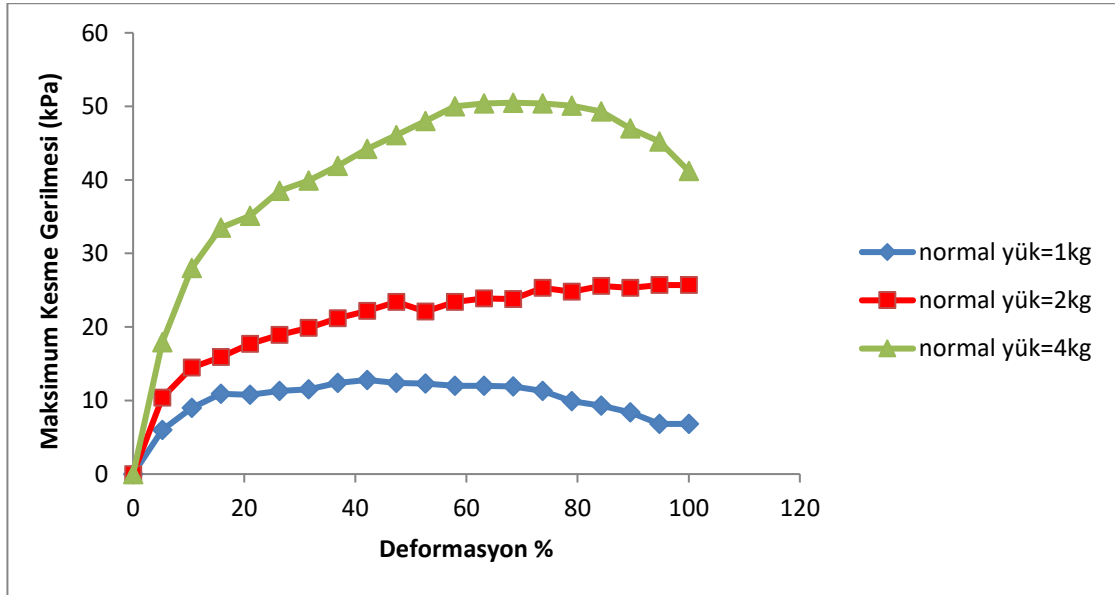
Şekil 5.10. % 90 kum % 10 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.7. % 90 Kum % 10 Kil (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 90 kum % 10 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 165 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve maksimum kesme gerilmesi gibi sayısal veriler Çizelge 5.7 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.11).

Çizelge 5.7. % 90 kum % 10 kil deney sonuçları (Suya doygun)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doygun zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	12,8	25,6	50,5
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	4.012	9.027	6.519
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.38	29.47	29.58



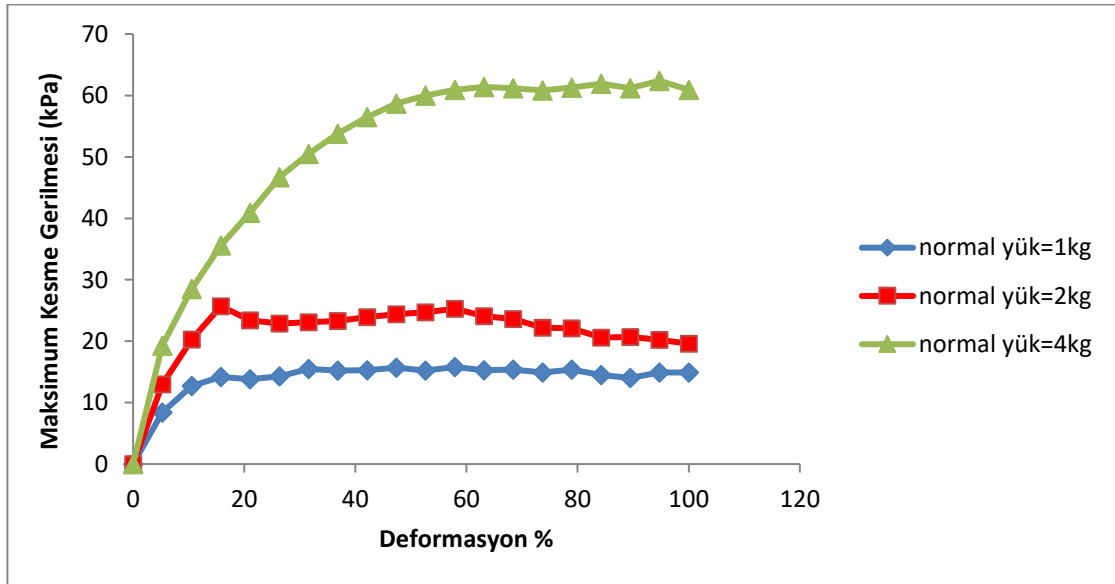
Şekil 5.11. % 90 Kum % 10 kil karışımının suya doygun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.8. % 90 Kum % 10 Kil (Suya doygun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 90 kum % 10 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 160 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.8 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.12).

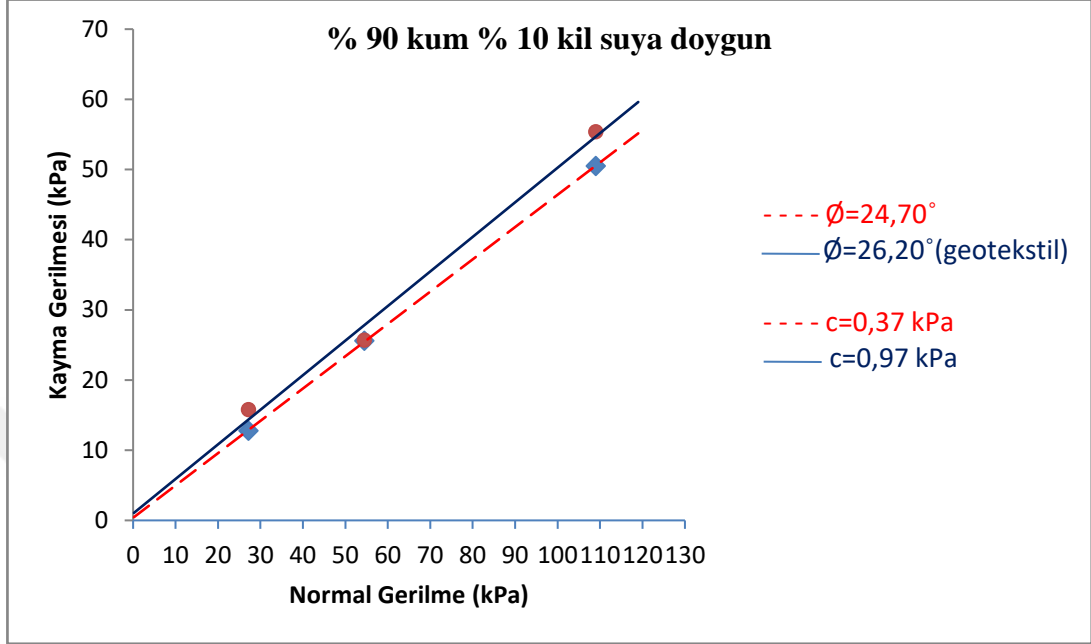
Çizelge 5.8. % 90 kum % 10 kil deney sonuçları (Suya doygun-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doygun zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	15,8	25,7	55,4
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	5.516	1.504	9.027
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.62	30.27	30.11



Şekil 5.12. % 90 Kum % 10 kil karışımının suya doygun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun ve içsel sürtünme açısının az da olsa artmaktadır (Şekil 5.13).



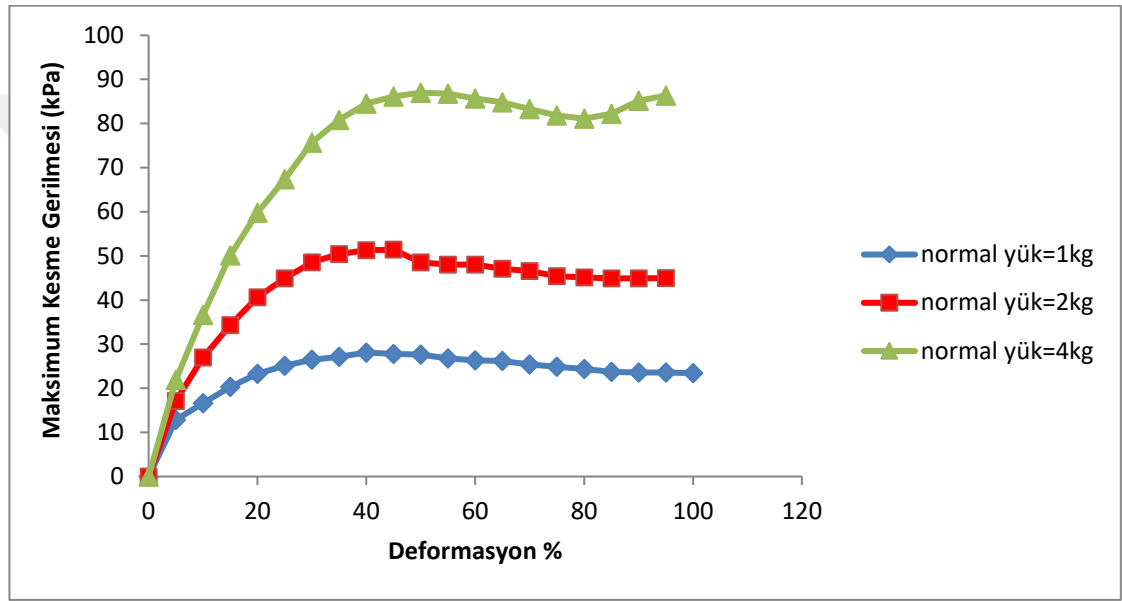
Şekil 5.13. % 90 kum % 10 kil suya doygun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.9. % 80 Kum % 20 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 80 kum % 20 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 165 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.9 da görölmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görölmektedir (Şekil 5.14).

Çizelge 5.9. % 80 kum % 20 kil deney sonuçları (Kuru zemin)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	30,6	51,4	87,0
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	4.012	4.513	5.015
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	31.27	30.77	30.01



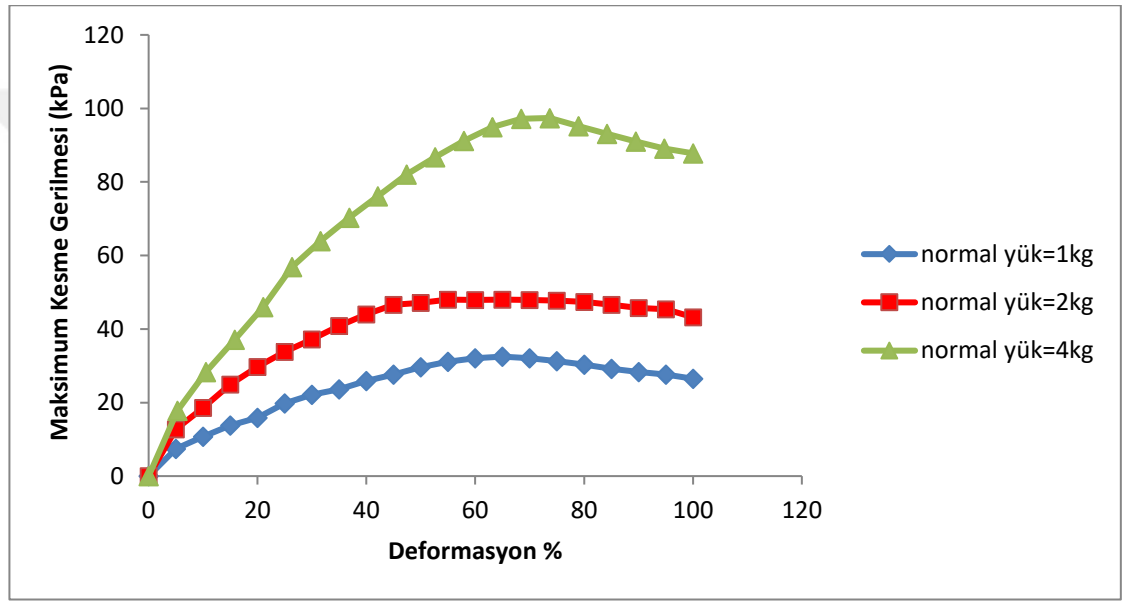
Şekil 5.14. % 80 Kum % 20 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.10. % 80 Kum % 20 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 80 kum % 20 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 160 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.10 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.15).

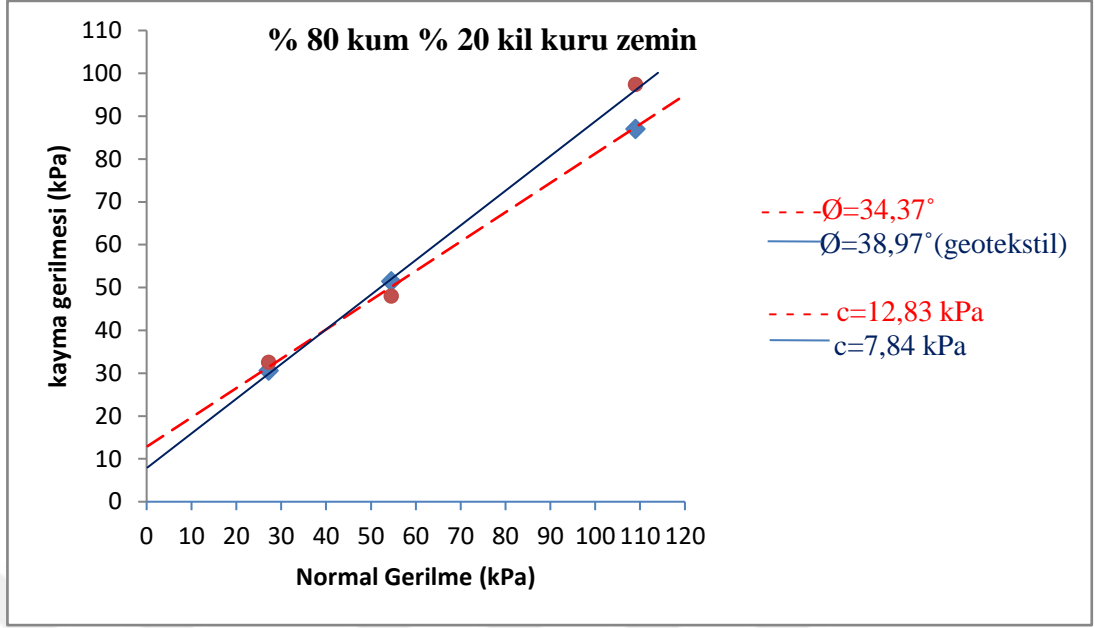
Çizelge 5.10. % 80 kum % 20 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	32,5	48,0	97,4
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	6.519	5.516	7.021
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.79	32.03	29.60



Şekil 5.15. % 80 Kum % 20 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun ve içsel sürtünme açısının az da olsa artmaktadır (Şekil 5.16).



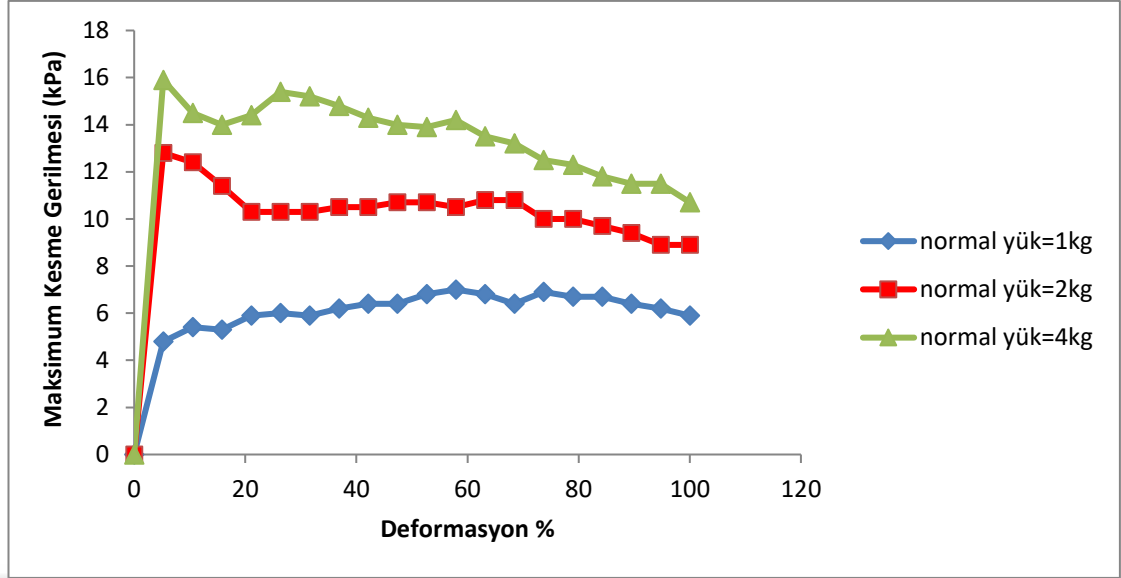
Şekil 5.16. % 80 kum % 20 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.11. % 80 Kum % 20 Kil (Suya doymuş) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 80 kum % 20 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 160 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.11 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.17).

Çizelge 5.11. % 80 kum % 20 kil deney sonuçları (Suya doymuş)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymuş zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	7,0	12,8	15,9
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	5.516	0.501	0.501
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.29	29.09	28.92



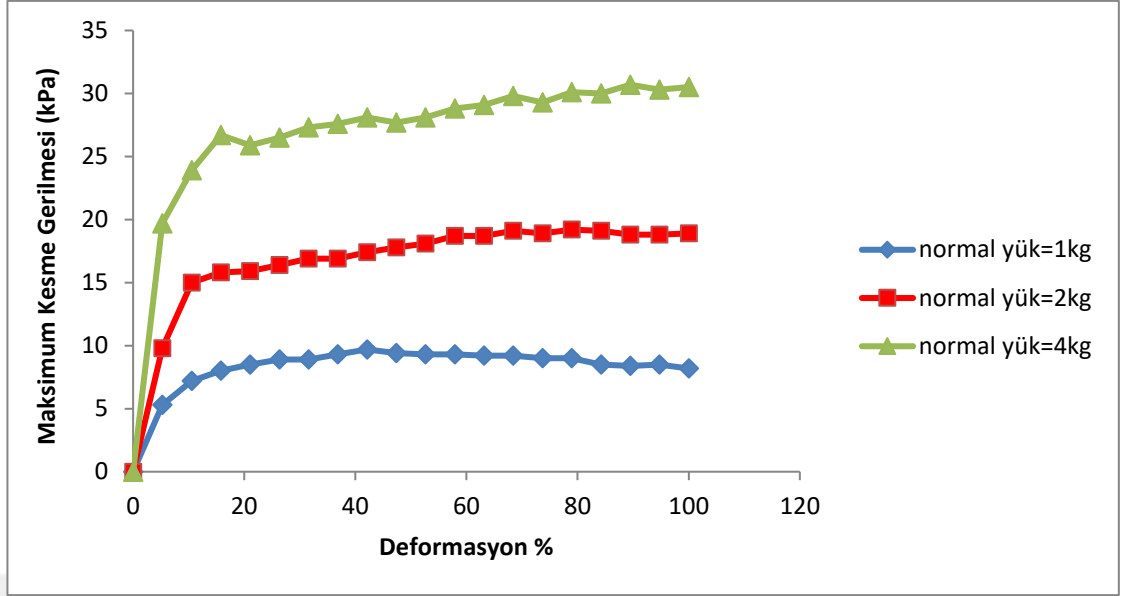
Şekil 5.17. % 80 Kum % 20 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.12. % 80 Kum % 20 Kil (suya doymun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 80 kum % 20 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 160 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.12 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.18).

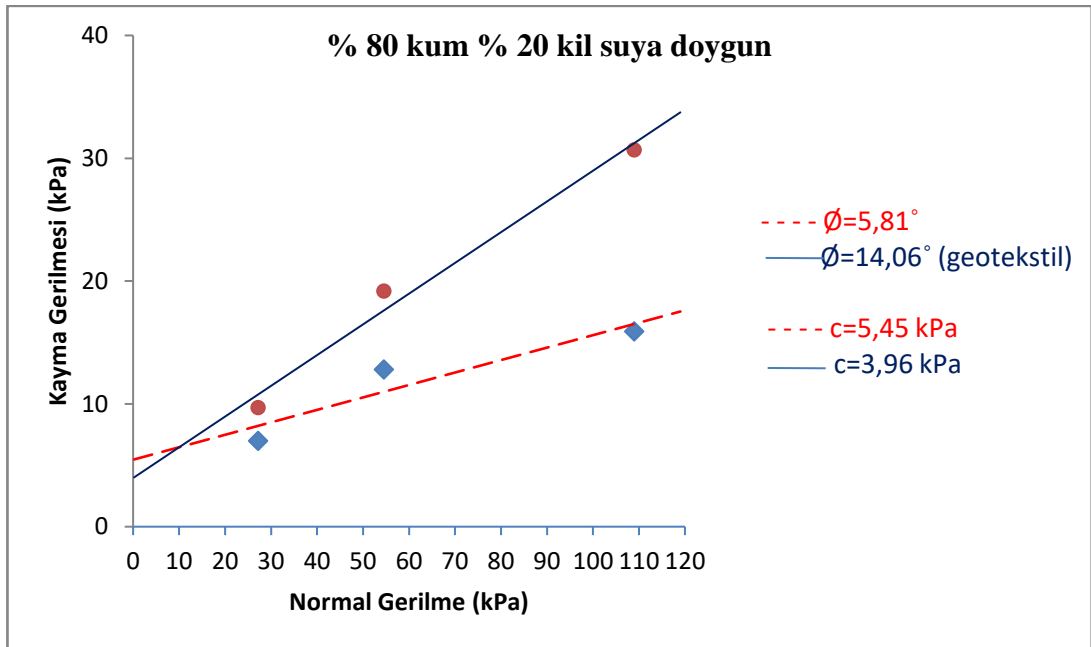
Çizelge 5.12. % 80 kum % 20 kil deney sonuçları (Suya doymun-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymun zemin (geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	9,7	19,2	30,7
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	4.012	7.522	8.525
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.53	29.79	28.18



Şekil 5.18. % 80 Kum % 20 kil karışımının suya doymuş ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.19).



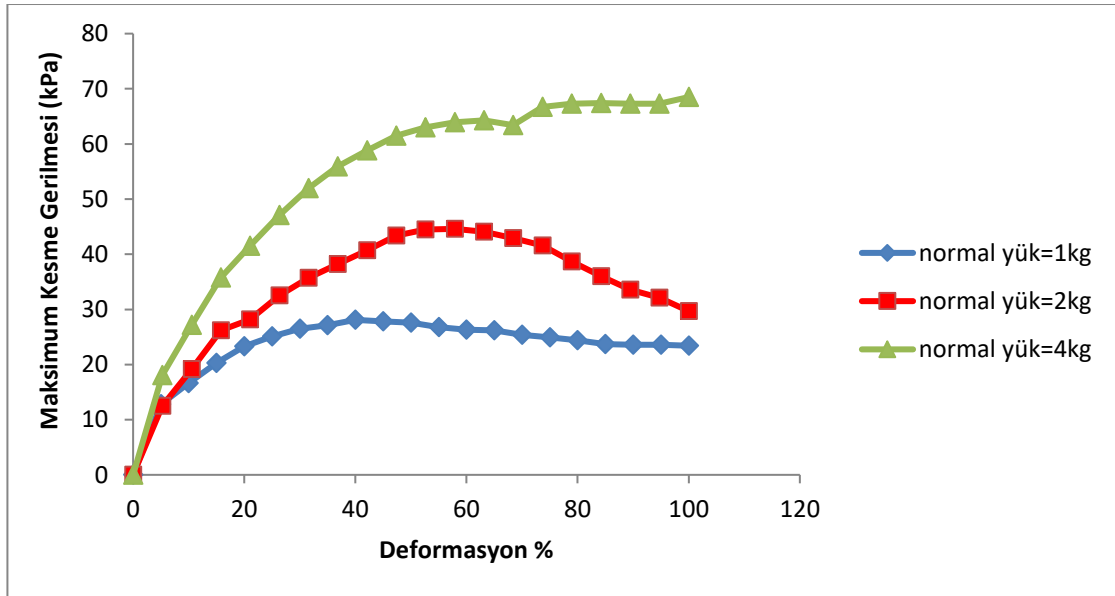
Şekil 5.19. % 80 kum % 20 kil suya doymuş ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.13. % 70 Kum % 30 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 70 kum % 30 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 160 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.13 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.20).

Çizelge 5.13. % 70 kum % 30 kil deney sonuçları (Kuru zemin)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	26,8	44,5	68,5
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	4.513	5.015	9.428
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.88	30.68	29.90



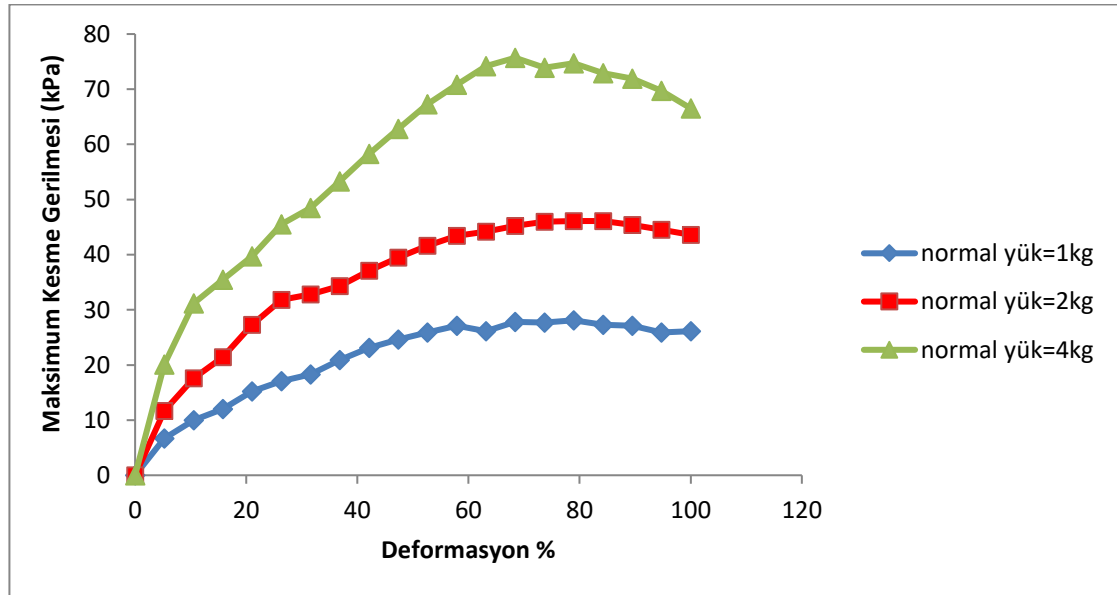
Şekil 5.20. % 70 Kum % 30 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.14. % 70 Kum % 30 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 70 kum % 30 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 155 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.14 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.21).

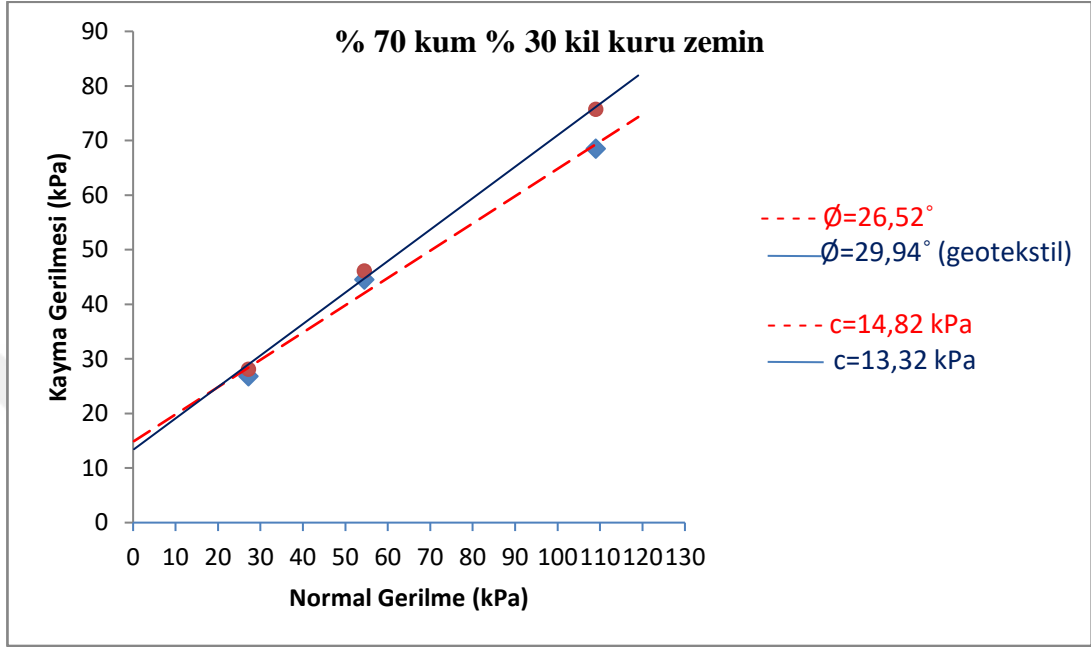
Çizelge 5.14. % 70 kum % 30 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	28,1	46,1	75,7
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	7.522	7.522	6.519
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	31.00	29.75	29.50



Şekil 5.21. % 70 Kum % 30 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görölmektedir (Şekil 5.22).



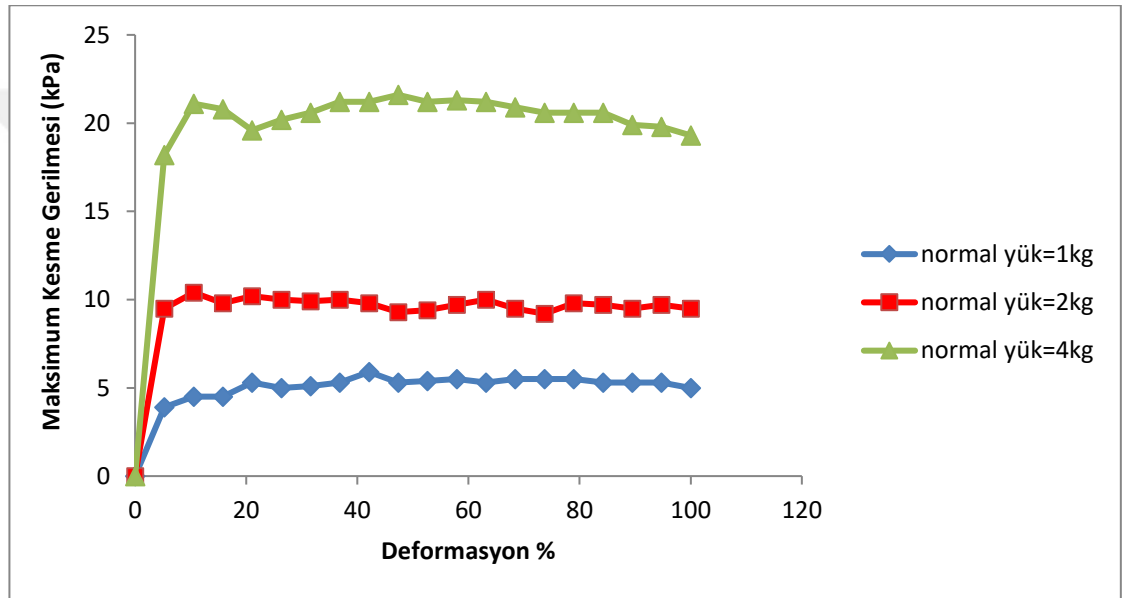
Şekil 5.22. % 70 kum % 30 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.15. % 70 Kum % 30 Kil (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 70 kum % 30 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 160 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.15 de görölmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görölmektedir (Şekil 5.23).

Çizelge 5.15. % 70 kum % 30 kil deney sonuçları (Suya doymun)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymun zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	5,9	10,4	21,6
Maksimum kesme kuvveti için yatay mesafe (mm)	4.012	1.003	4.513
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.15	28.82	27.17



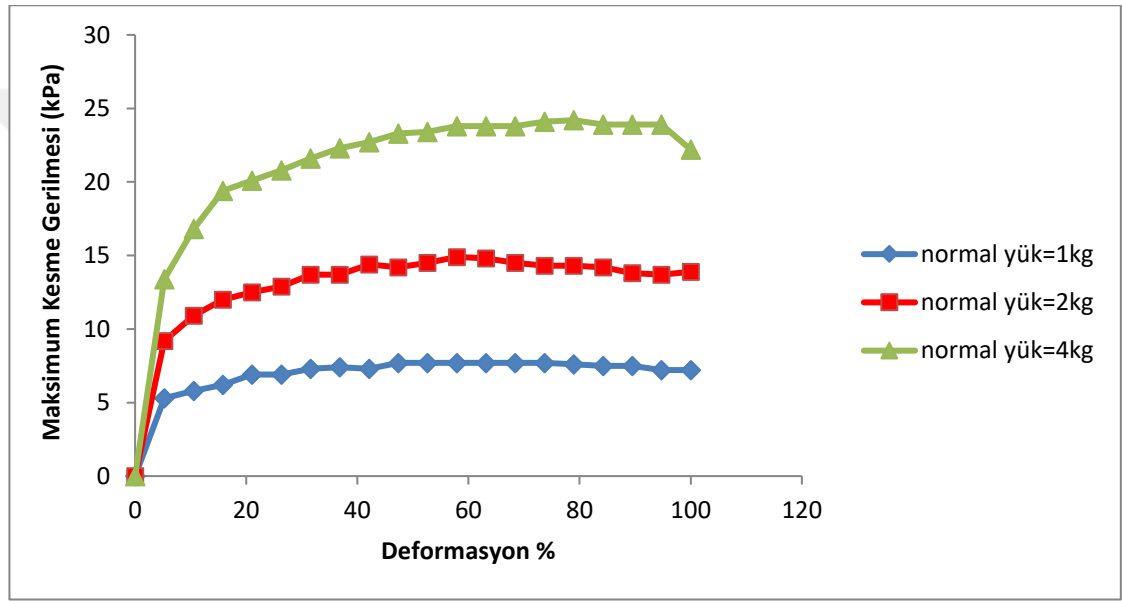
Şekil 5.23. % 70 Kum % 30 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.16. % 70 Kum % 30 Kil (Suya doymun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 70 kum % 30 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 155 gr olarak belirlenmiştir.. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.16 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.24).

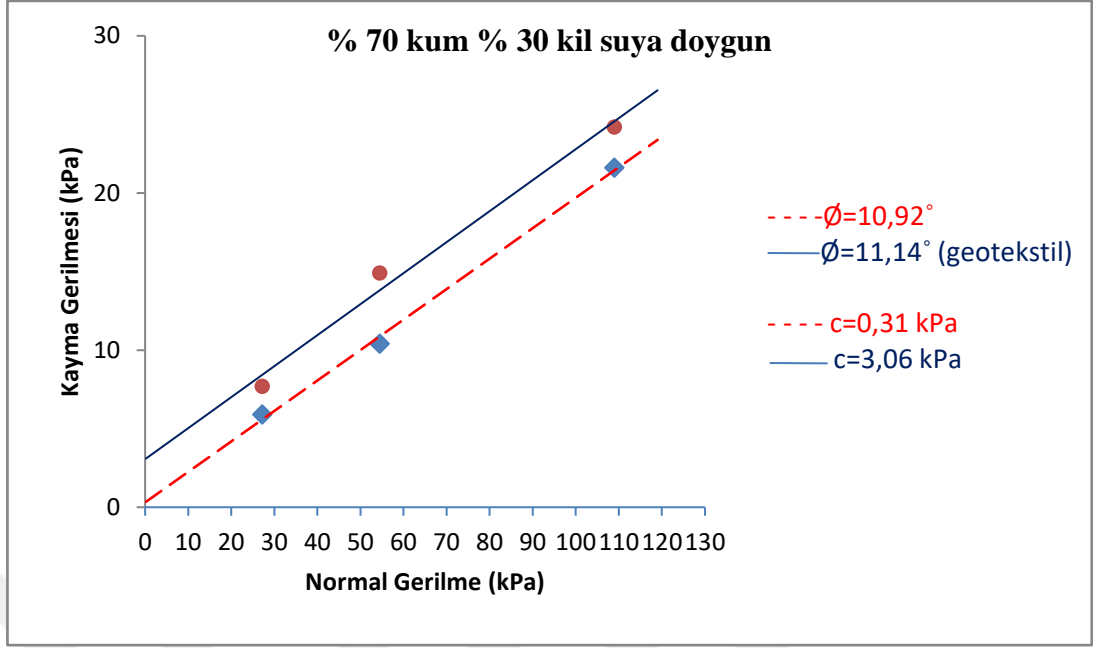
Çizelge 5.16. % 70 kum % 30 kil deney sonuçları (Suya doymun-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymun zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	7,7	14,9	24,2
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	5.015	5.516	7.522
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.72	27.14	26.38



Şekil 5.24. % 70 Kum % 30 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.25).



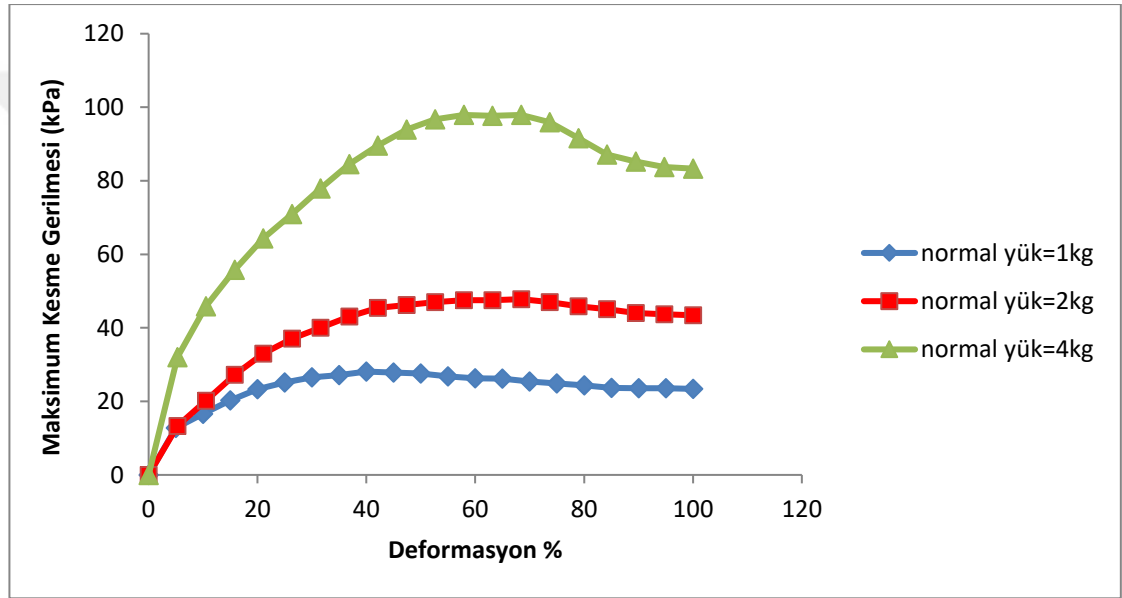
Şekil 5.25. % 70 kum % 30 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.17. % 60 Kum % 40 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 60 kum % 40 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 155 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.17 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.26).

Çizelge 5.17. % 60 kum % 40 kil deney sonuçları (Kuru zemin)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	29,1	47,8	97,9
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	5.516	6.519	5.516
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.65	30.20	29.46



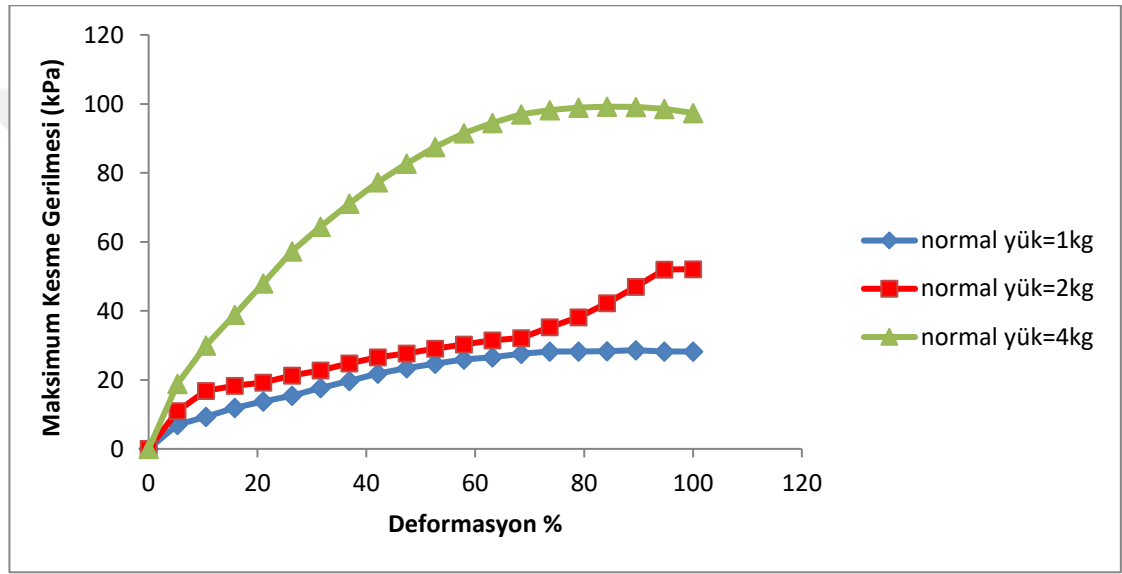
Şekil 5.26. % 60 Kum % 40 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.18. % 60 Kum % 40 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 60 kum % 40 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 150 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.18 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.27).

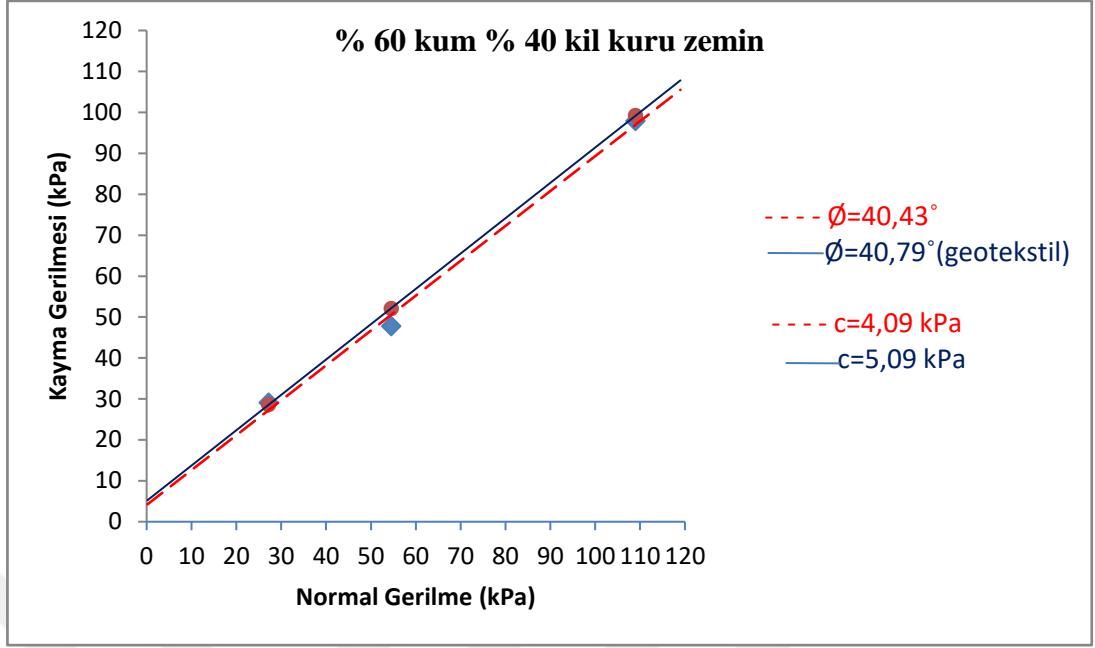
Çizelge 5.18. % 60 kum % 40 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	28,6	52,1	99,2
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	8.525	9.528	8.024
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.39	29.85	29.04



Şekil 5.27. % 60 Kum % 40 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun ve içsel sürtünme açısının az da olsa artmaktadır (Şekil 5.28).



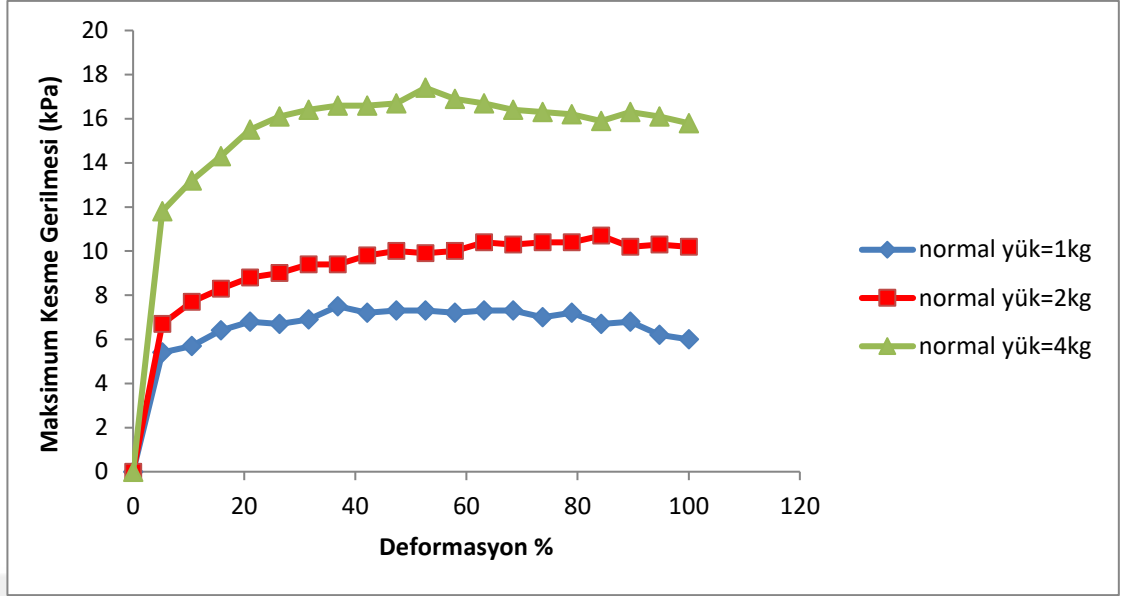
Şekil 5.28. % 60 kum % 40 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.19. % 60 Kum % 40 Kil (Suya doymuş) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 60 kum % 40 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 155 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.19 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.29).

Çizelge 5.19. % 60 kum % 40 kil deney sonuçları (Suya doymuş)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymuş zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	7,5	10,7	17,4
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	3.510	8.024	5.015
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	28.81	28.41	26.91



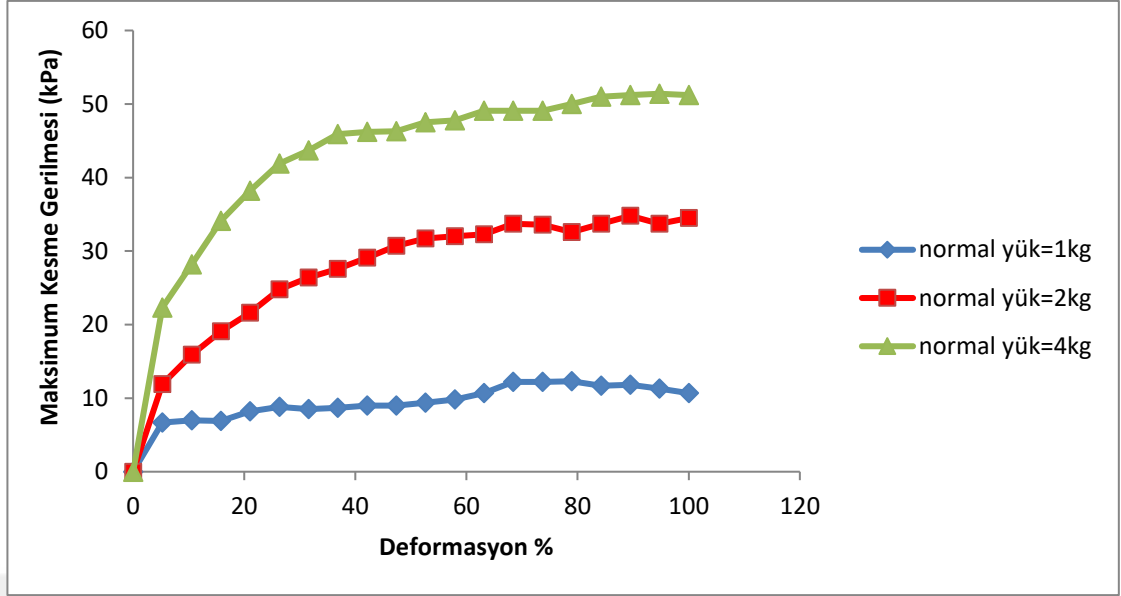
Şekil 5.29. % 60 Kum % 40 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.20. % 60 Kum % 40 Kil (Suya doymun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 60 kum % 40 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 150 gr olarak belirlenmiştir.. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.20 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.30).

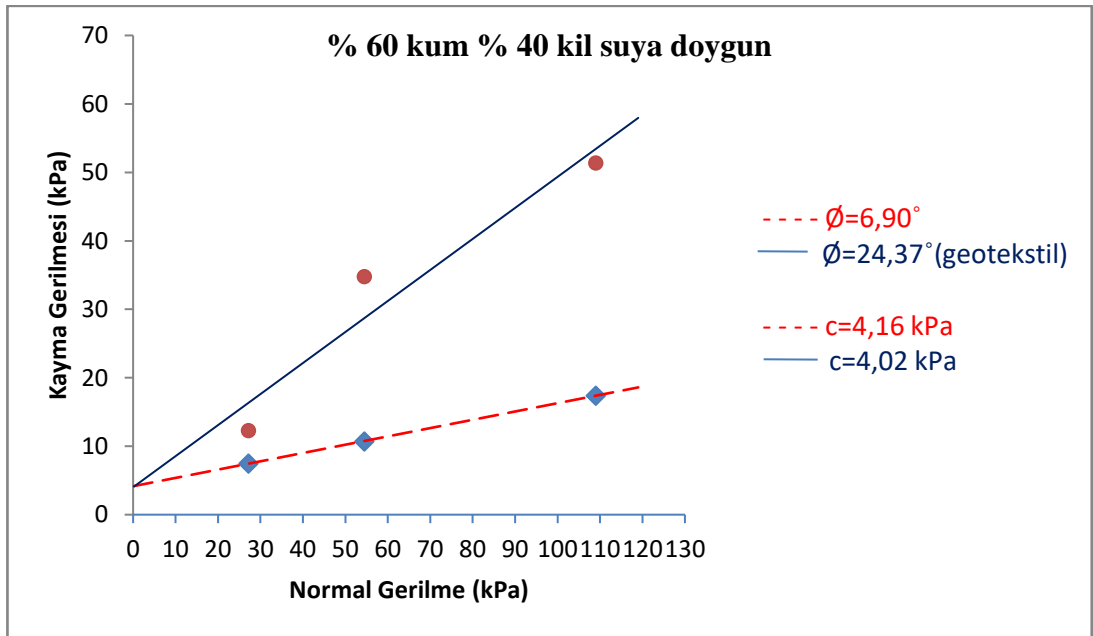
Çizelge 5.20. % 60 kum % 40 kil deney sonuçları (Suya doymun-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymun zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	12,3	34,8	51,4
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	7.522	8.525	9.027
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.27	26.84	24.57



Şekil 5.30. % 60 Kum % 40 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.31).



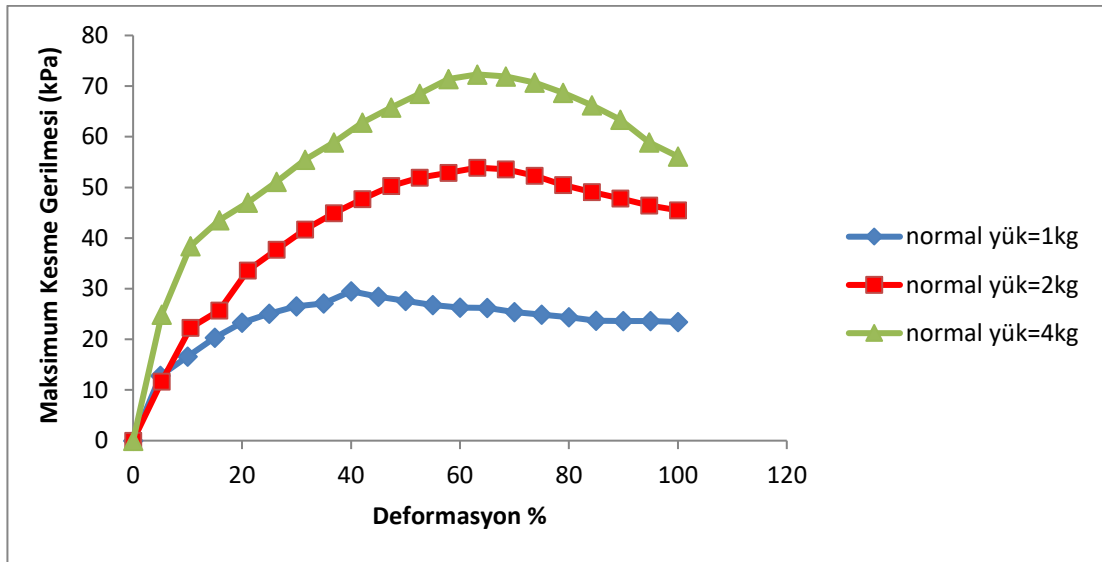
Şekil 5.31. % 60 kum % 40 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.21. % 50 Kum % 50 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 50 kum % 50 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 150 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.21 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.32).

Çizelge 5.21. % 50 kum % 50 kil deney sonuçları (Kuru zemin)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	29,5	53,9	72,3
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	5.015	6.018	6.018
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.48	30.65	29.03



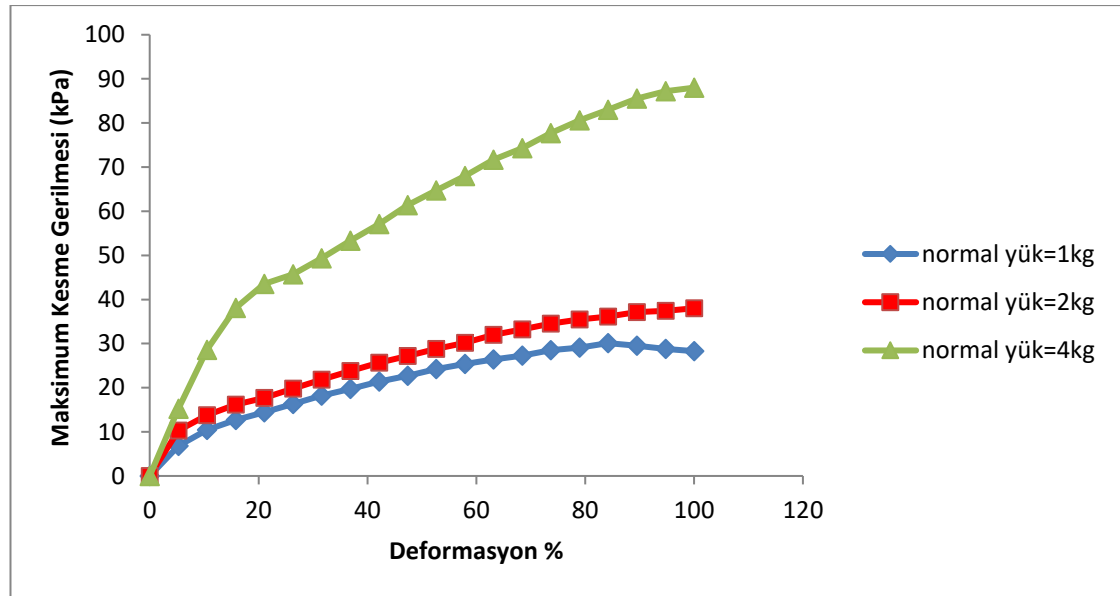
Şekil 5.32. % 50 Kum % 50 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.22. % 50 Kum % 50 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 50 kum % 50 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 145 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.22 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.33).

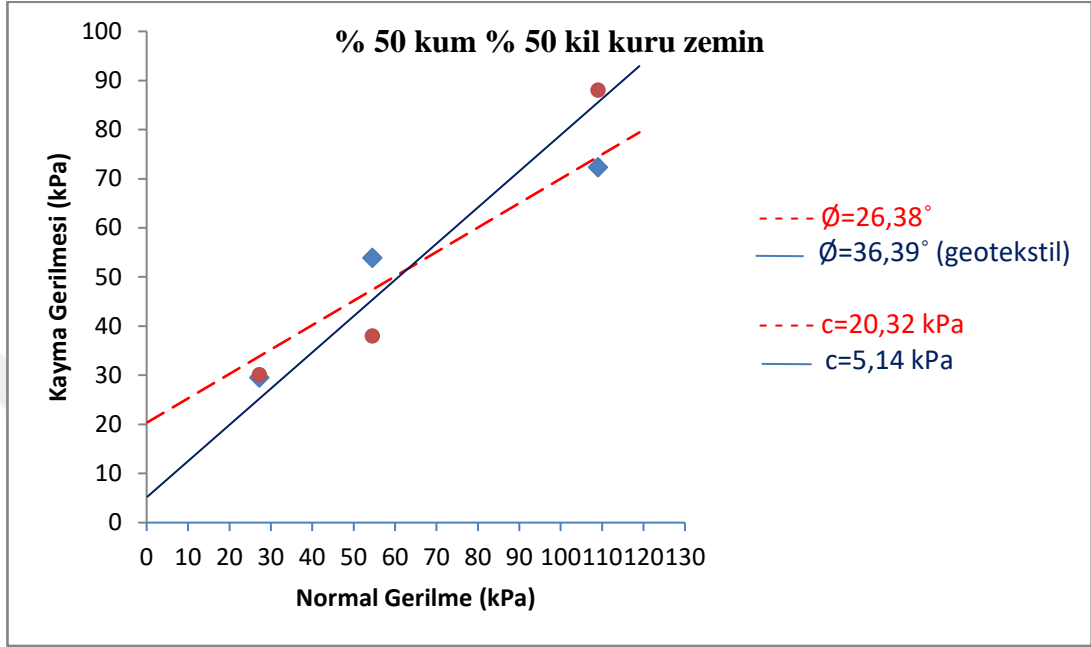
Çizelge 5.22. % 50 kum % 50 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	30,1	38,0	88,0
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	8.024	9.528	9.528
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.95	28.83	28.04



Şekil 5.33. % 50 Kum % 50 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.34).



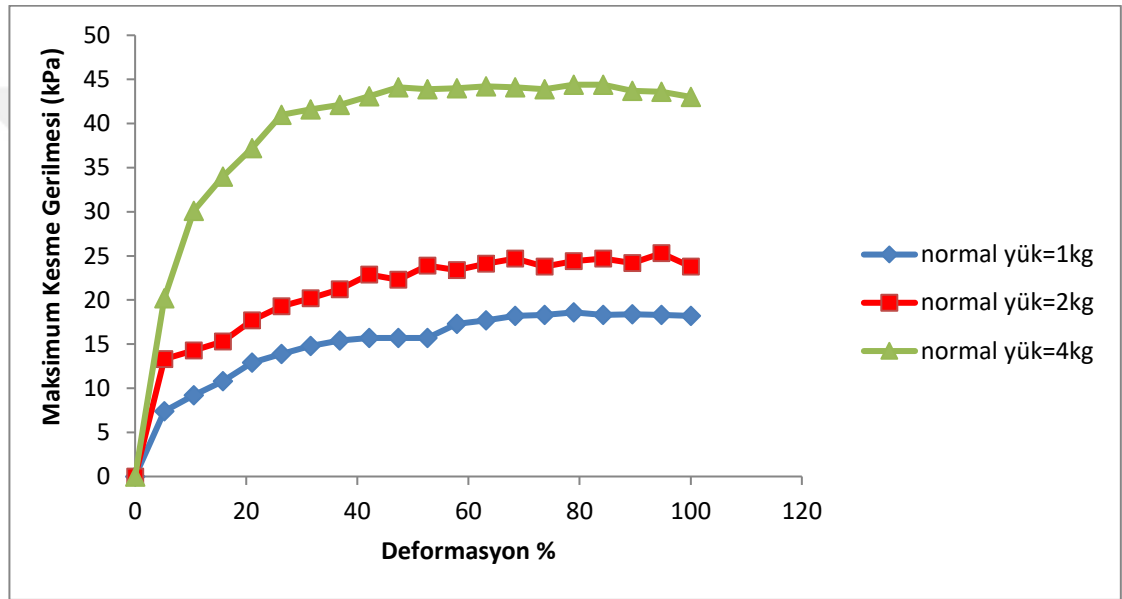
Şekil 5.34. % 50 kum % 50 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.23. % 50 Kum % 50 Kil (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 50 kum % 50 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 150 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.23 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.35).

Çizelge 5.23. % 50 kum % 50 kil deney sonuçları (Suya doymun)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymun zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	18,6	25,3	44,4
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	7.525	9.027	7.522
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	28.66	27.33	25.60



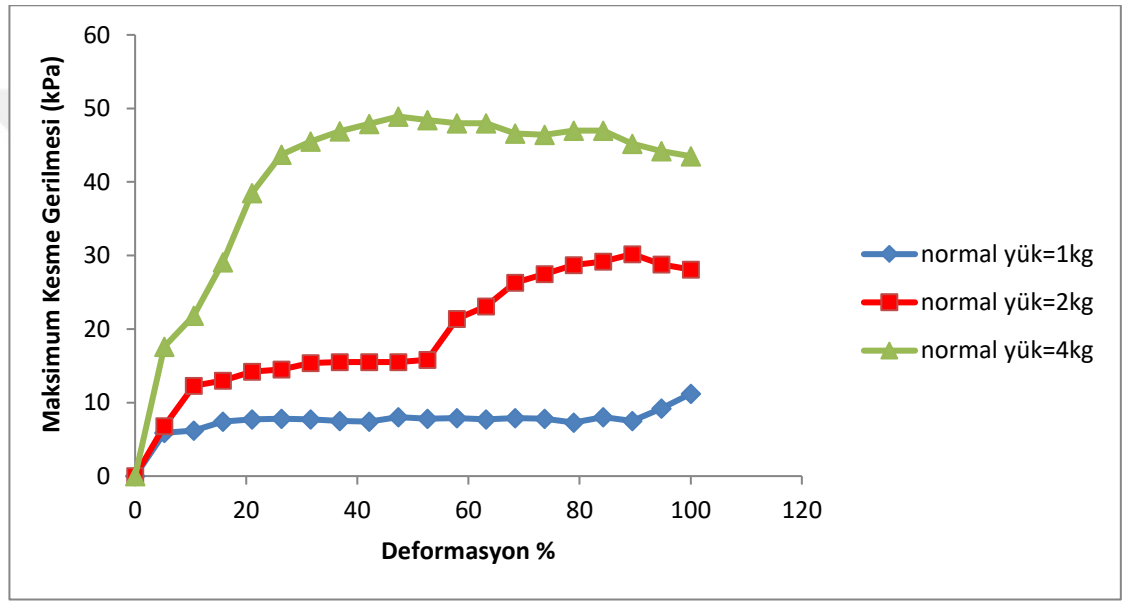
Şekil 5.35. % 50 Kum % 50 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.24. % 50 Kum % 50Kil (Suya doymun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 50 kum % 50 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 150 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.24 de görölmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görölmektedir (Şekil 5.36).

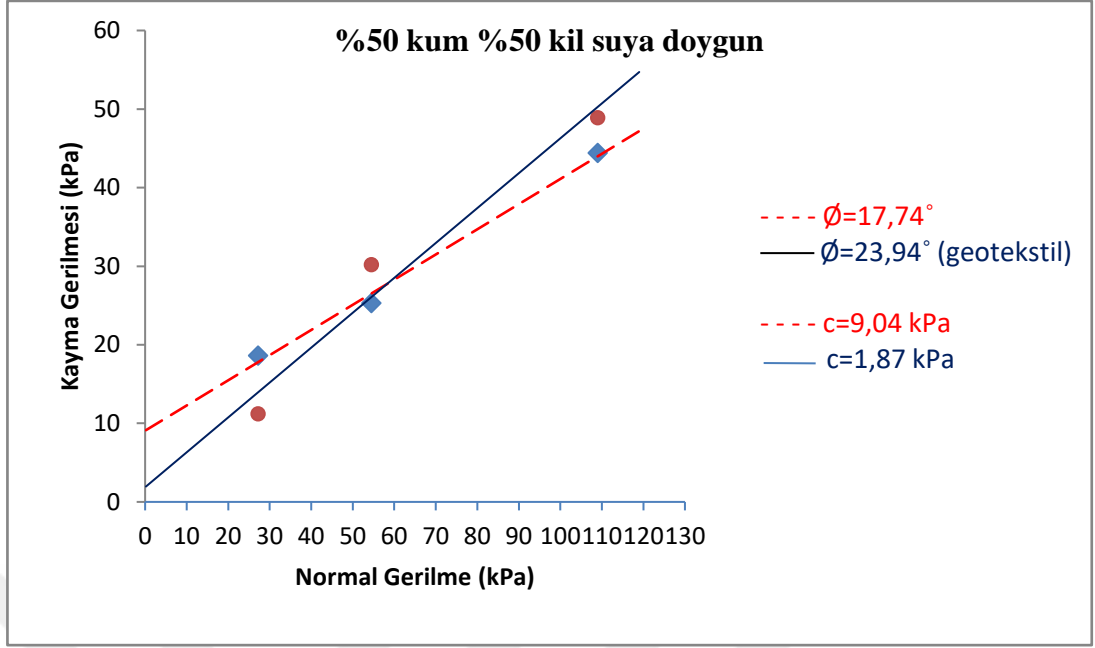
Çizelge 5.24. % 50 kum % 50 kil deney sonuçları (Suya doymun-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymun zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	11,2	30,2	48,9
Maksimum kesme kuvveti için yatay mesafe (mm)	9.528	8.525	4.513
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	28.32	25.86	24.94



Şekil 5.36. % 50 Kum % 50 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.37).



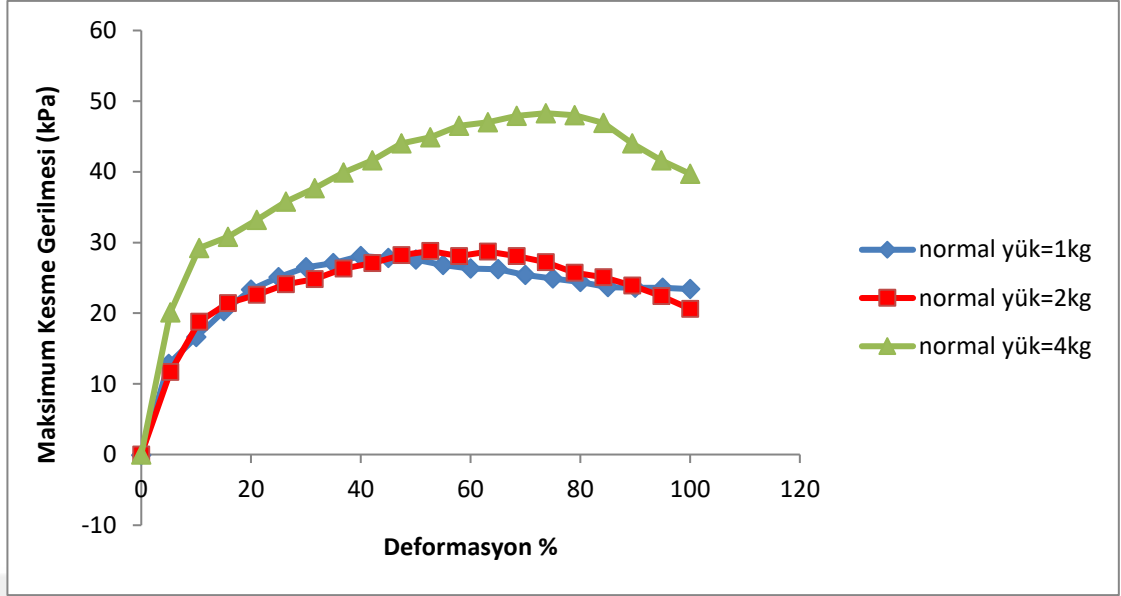
Şekil 5.37. % 50 kum % 50 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.25. % 40 Kum % 60 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 40 kum % 60 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 145 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.25 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.38).

Çizelge 5.25. % 40 kum % 60 kil deney sonuçları (Kuru zemin)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	17,9	28,8	48,3
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	6.519	5.015	7.021
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.61	29.06	28.74



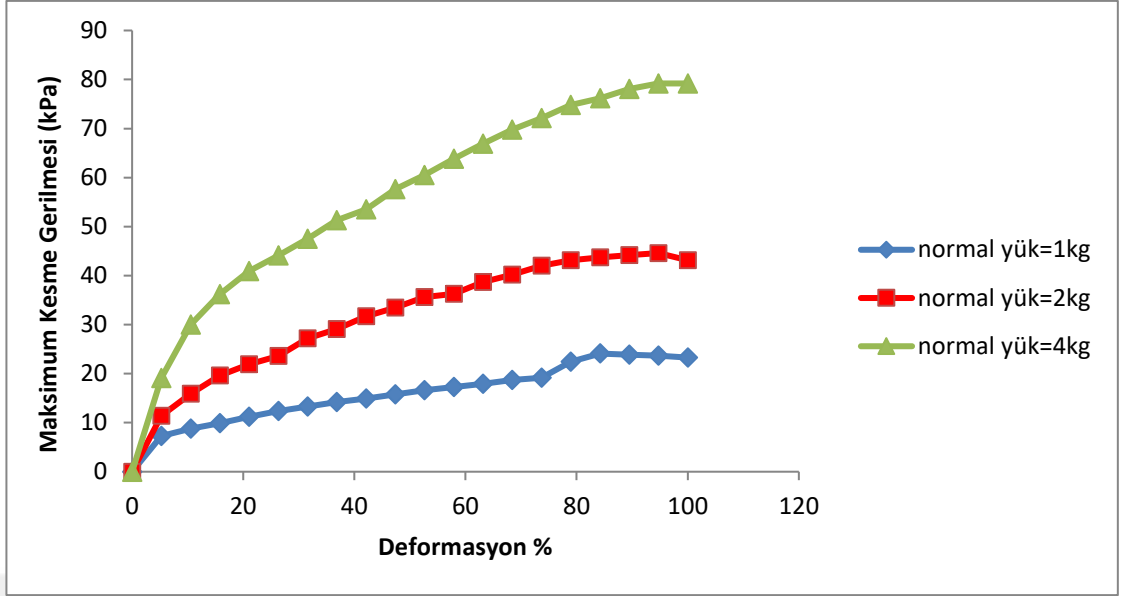
Şekil 5.38. % 40 Kum % 60 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.26. % 40 Kum % 60 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 40 kum % 60 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 140 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.26 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.39).

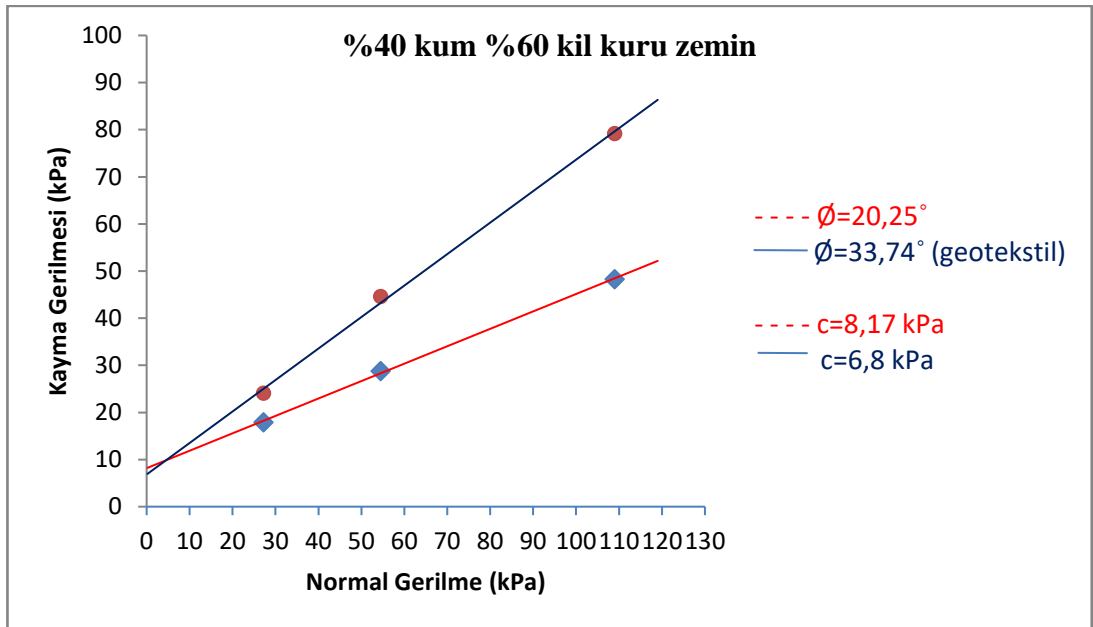
Çizelge 5.26. % 40 kum % 60 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	24,1	44,6	79,2
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	8.024	9.027	9.027
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.71	28.53	27.65



Şekil 5.39. % 40 Kum % 60 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.40).



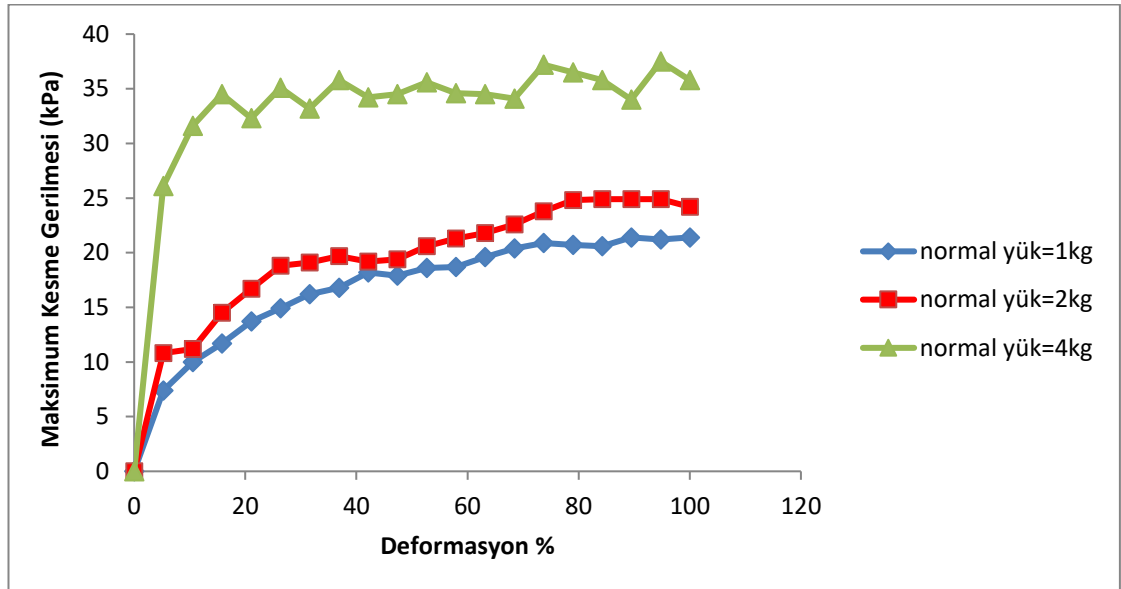
5.40. % 40 kum % 60 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.27. % 40 Kum % 60 Kil (Suya doygun) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 40 kum % 60 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 145 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.27 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.41).

Çizelge 5.27. % 40 kum % 60 kil deney sonuçları (Suya doygun)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doygun zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	21,4	24,9	37,5
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	8.525	8.525	9.027
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	28.60	25.45	26.47



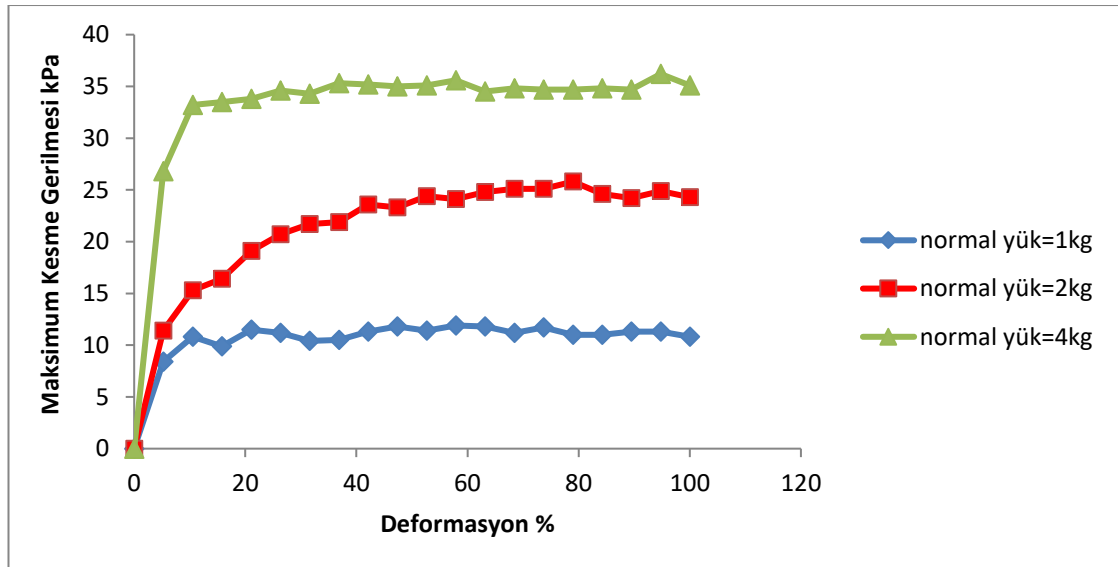
Şekil 5.41. % 40 Kum % 60 kil karışımının suya doygun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.28. % 40 Kum % 60Kil (Suya doygun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 40 kum % 60 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 140 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.28 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.42).

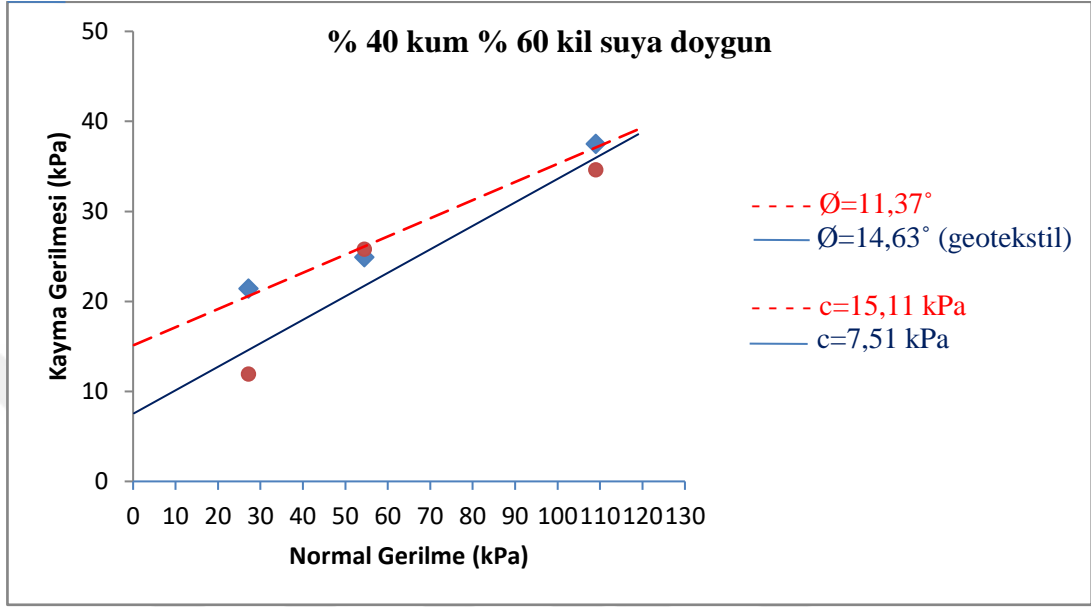
Çizelge 5.28. % 40 kum % 60 kil deney sonuçları (Suya doygun-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doygun zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	11,9	25,8	36,2
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	5.516	7.522	9.027
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.91	25.68	26.97



Şekil 5.42. % 40 Kum % 60 kil karışımının suya doygun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.43).



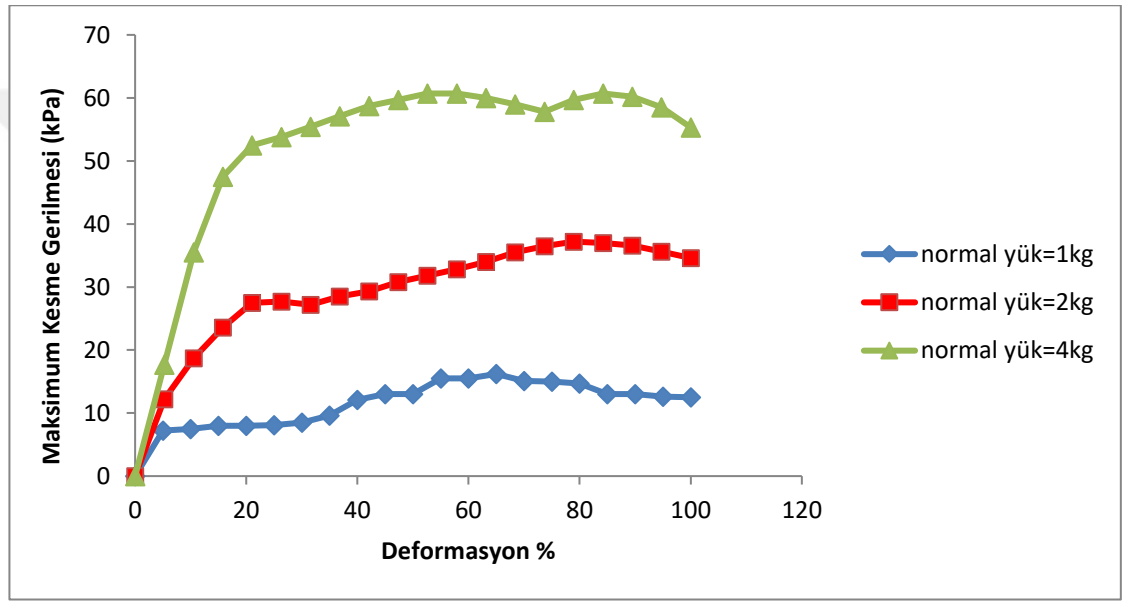
Şekil 5.43. % 40 kum % 60 kil suya doymuş ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.29. % 30 Kum % 70 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 30 kum % 70 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 140 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.29 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.44).

Çizelge 5.29. % 30 kum % 70 kil deney sonuçları (Kuru zemin)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	16,2	37,2	60,7
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	6.519	7.522	5.015
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.72	29.77	28.99



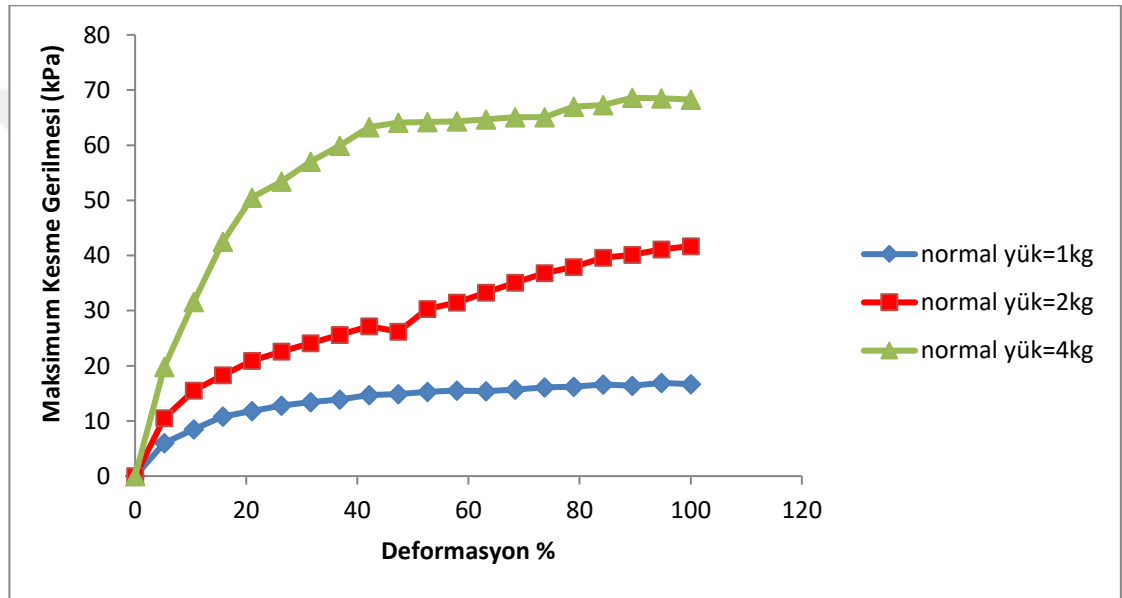
Şekil 5.44. % 30 Kum % 70 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.30. % 30 Kum % 70 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 30 kum % 70 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 135 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.30 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.45).

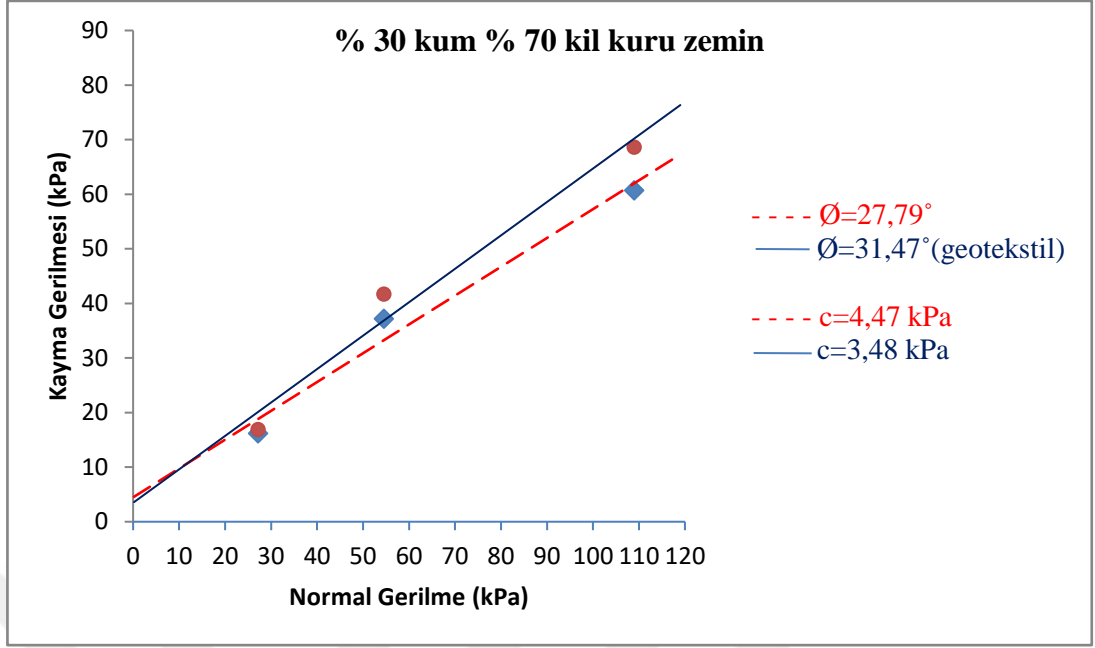
Çizelge 5.30. % 30 kum % 70 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	16,9	41,7	68,6
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	9.027	9.528	9.027
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.18	28.98	27.47



Şekil 5.45. % 30 Kum % 70 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.46).



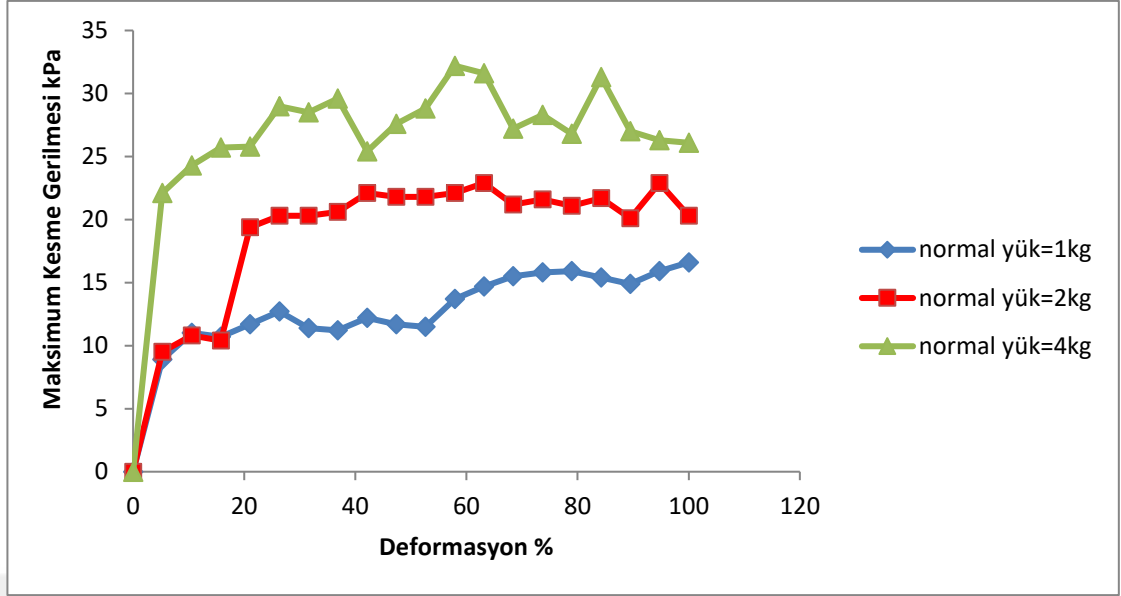
Şekil 5.46. % 30 kum % 70 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.31. % 30 Kum % 70 Kil (Suya doymuş) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 30 kum % 70 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 140 gr olarak belirlenmiştir.. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.31 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.47).

Çizelge 5.31. % 30 kum % 70 kil deney sonuçları (Suya doymuş)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymuş zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	16,6	22,9	32,2
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	9.528	6.018	5.516
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	28.53	26.06	25.52



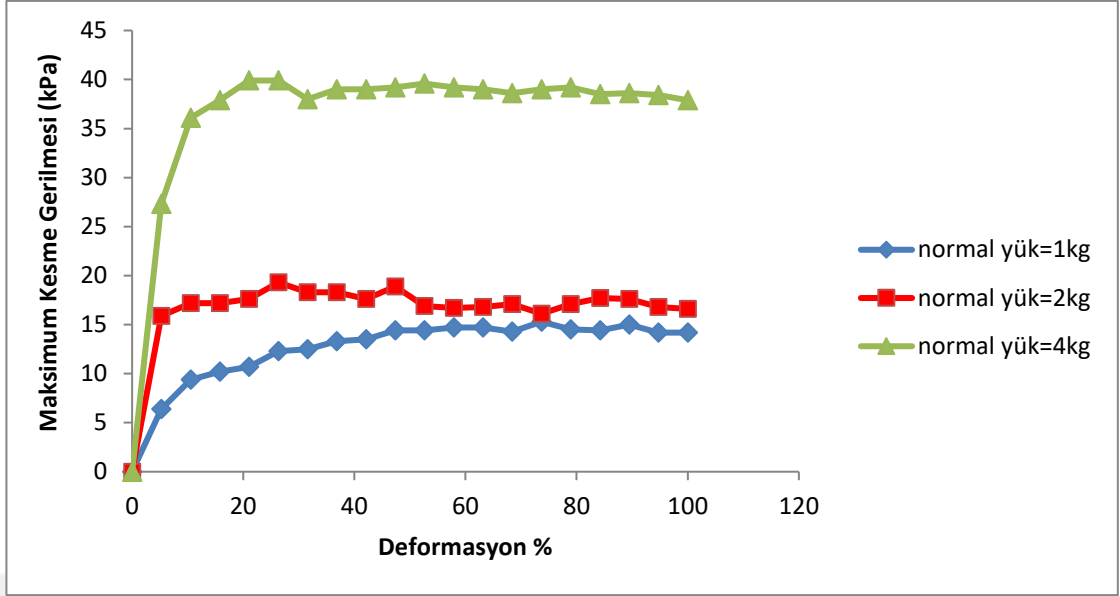
Şekil 5.47. % 30 Kum % 70 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.32. % 30 Kum % 70Kil (Suya doymun-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 30 kum % 70 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 135 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.32 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.48).

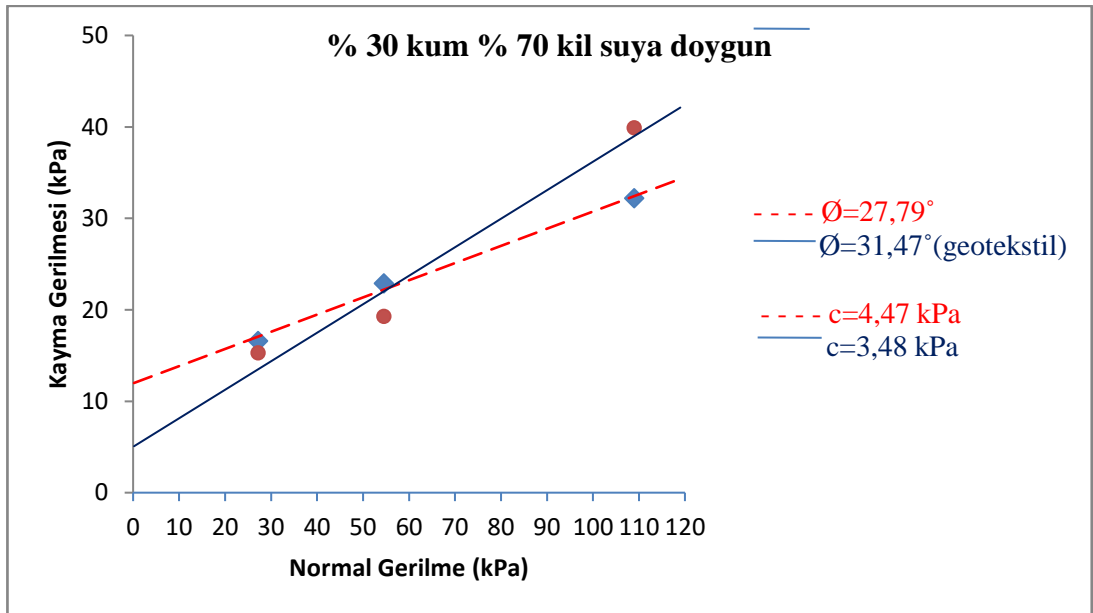
Çizelge 5.32. % 30 kum % 70 kil deney sonuçları (Suya doymun-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Suya doymun zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	15,3	19,3	39,9
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	7.021	2.507	2.006
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	27.82	26.87	24.27



Şekil 5.48. % 30 Kum % 70 kil karışımının suya doymun ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.49).



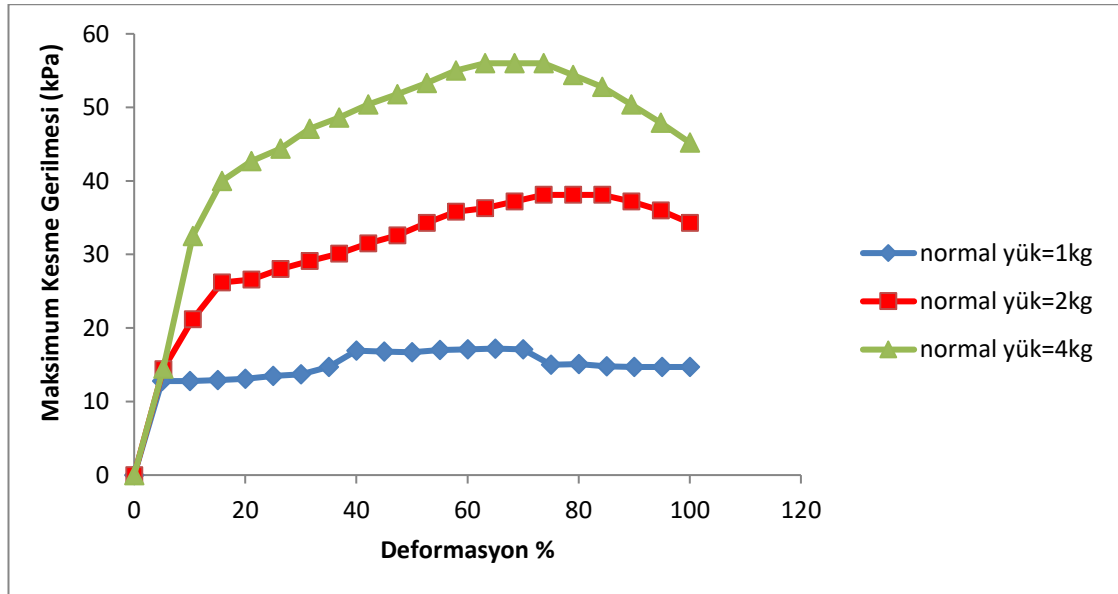
Şekil 5.49. % 30 kum % 70 kil suya doymun ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.33. % 20 Kum % 80 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 20 kum % 80 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 135 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.33 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.50).

Çizelge 5.33. % 20 kum % 80 kil deney sonuçları (Kuru zemin)

DENEY SONUÇLARI	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Kuru zemin			
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	17,2	38,1	56,0
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	6.519	7.021	6.018
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.55	29.79	28.24



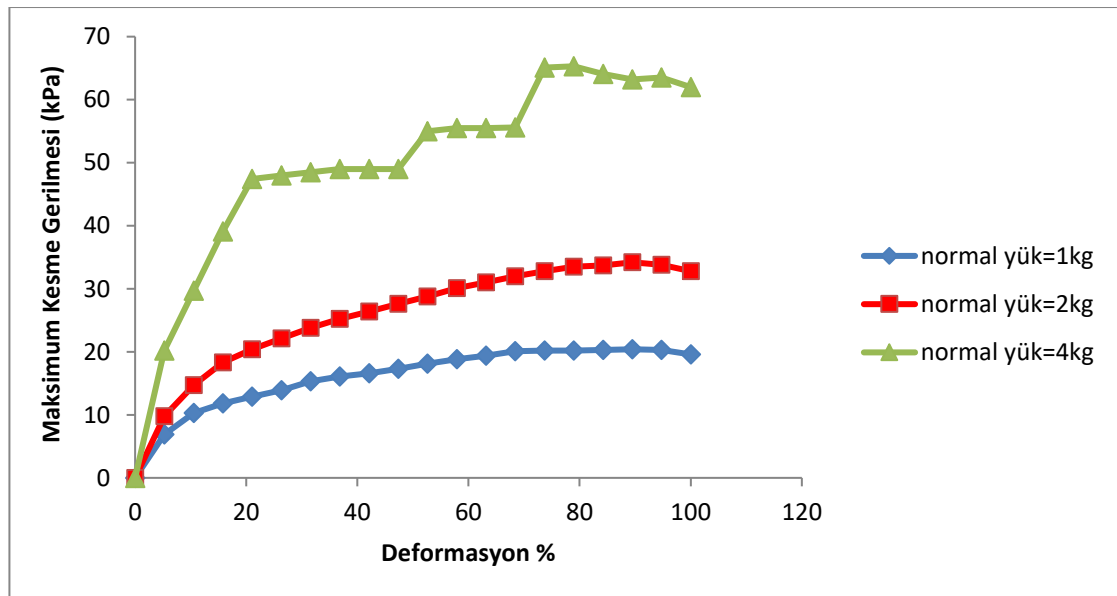
Şekil 5.50. - % 20 Kum % 80 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.34. % 20 Kum % 80 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 20 kum % 80 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 130 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.34 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.51).

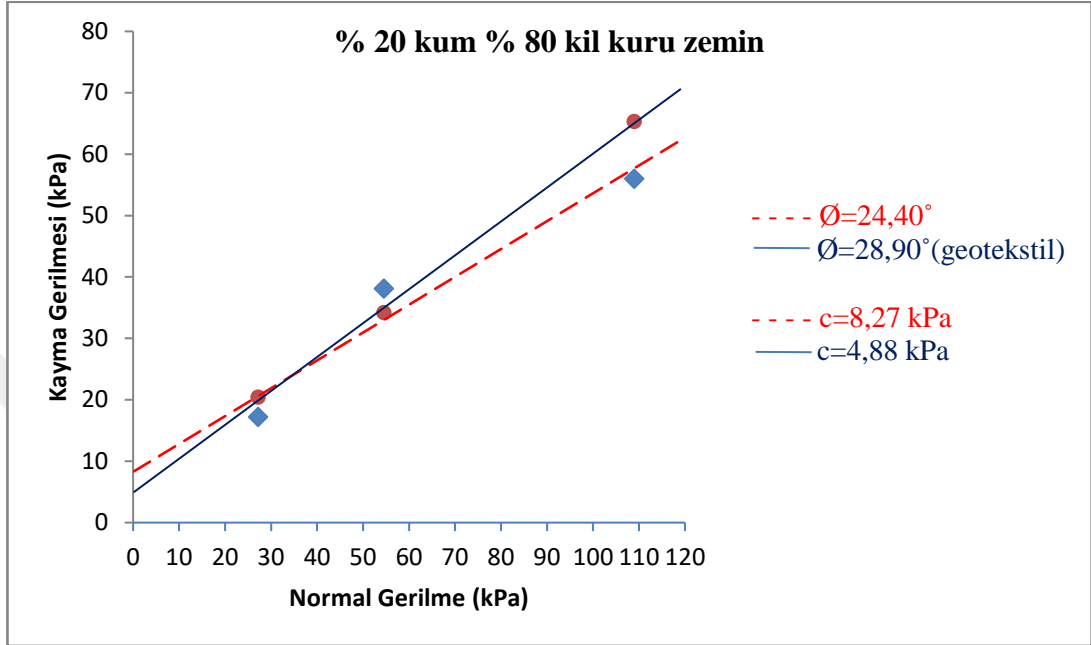
Çizelge 5.34. % 20 kum % 80 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	20,4	34,2	65,3
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	8.525	8.525	8.024
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.88	29.54	27.90



Şekil 5.51. % 20 Kum % 80 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.52).



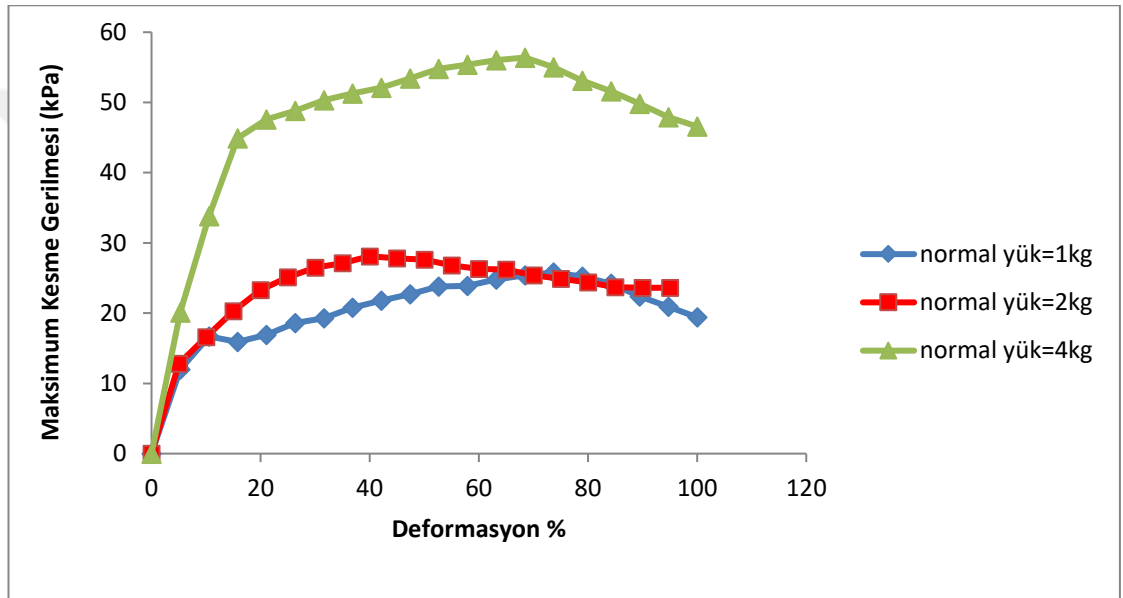
Şekil 5.52. % 20 kum % 80 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.35. % 10 Kum % 90 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 10 kum % 90 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 130 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.35 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.53).

Çizelge 5.35. % 10 kum % 90 kil deney sonuçları (Kuru zemin)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	25,8	29,0	56,4
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	6.519	7.021	6.519
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.30	29.22	28.76



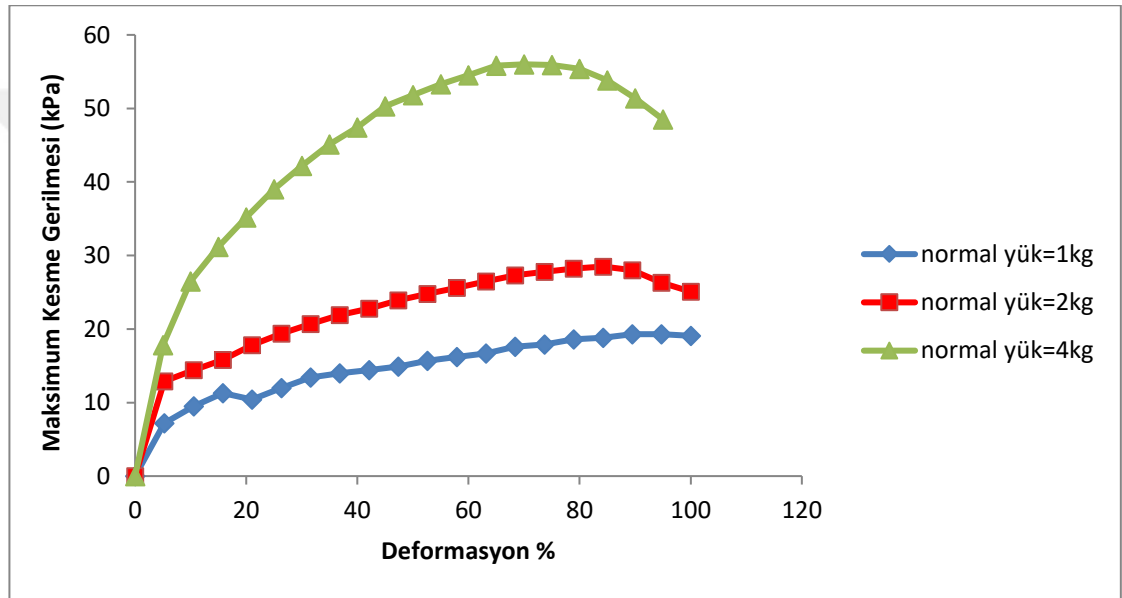
Şekil 5.53. % 10 Kum % 90 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.36. % 10 Kum % 90 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde ağırlıkça % 10 kum % 90 kil zemin örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 125 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.36 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.54).

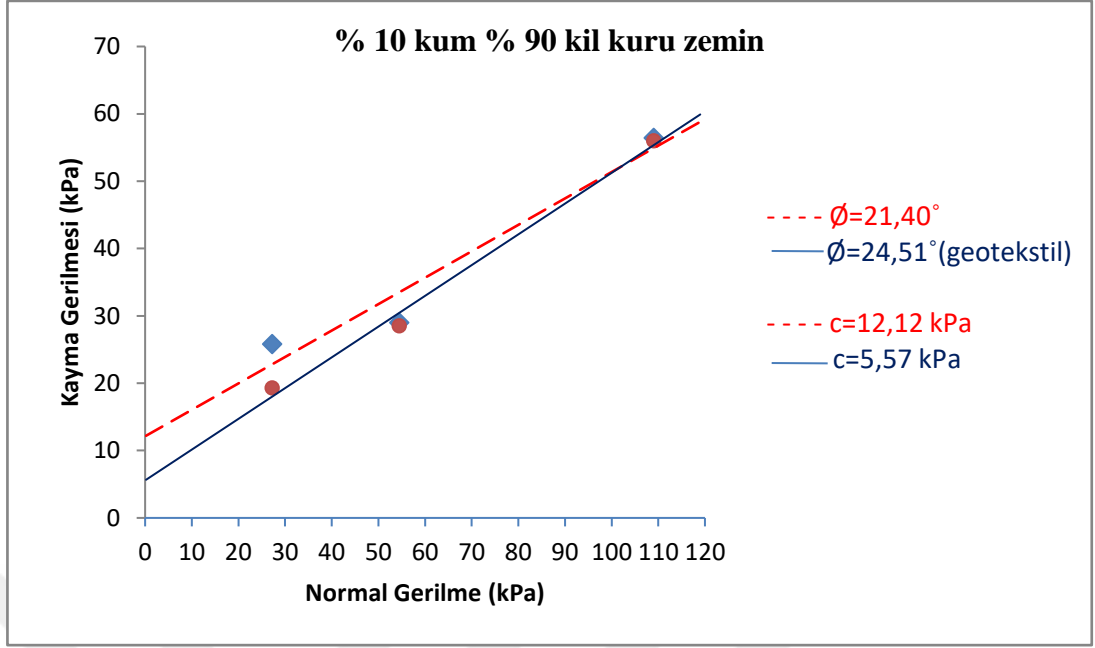
Çizelge 5.36. % 10 kum % 90 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	19,3	28,5	56,0
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	8.525	8.024	7.021
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	29.10	27.74	27.51



Şekil 5.54. % 10 Kum % 90 kil karışımının kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.55).



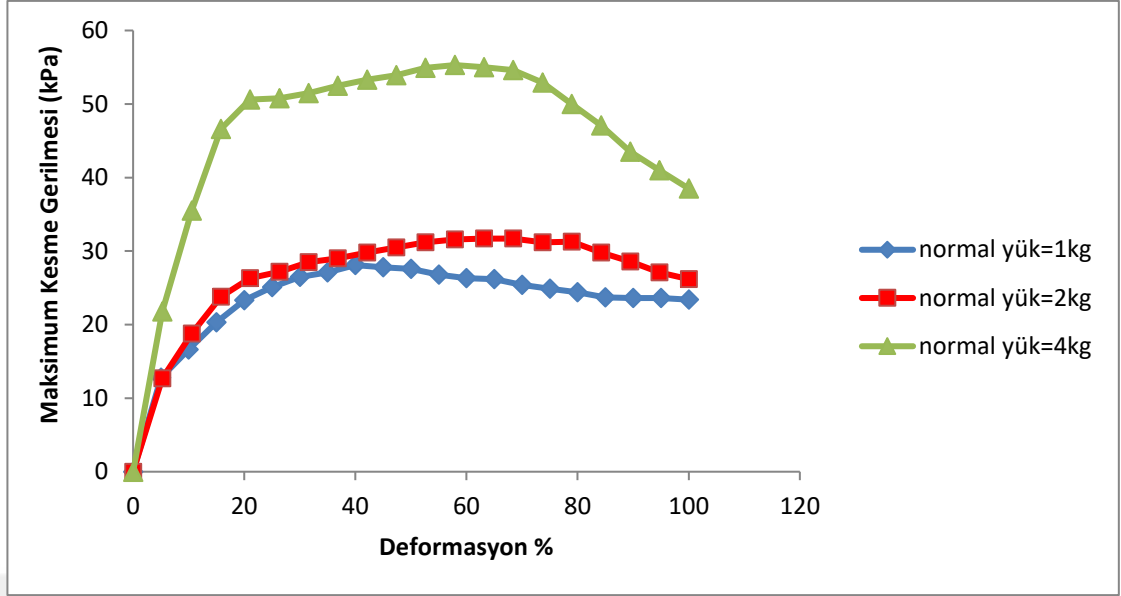
Şekil 5.55. % 10 kum % 90 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

5.37. % 100 Kil (Kuru zemin) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde saf kil örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde kil numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 125 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.37 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.56).

Çizelge 5.37. % 100 kil deney sonuçları (Kuru zemin)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27,2	54,5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	28,1	31,7	55,3
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	6.519	6.018	5.516
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.40	29.87	28.36



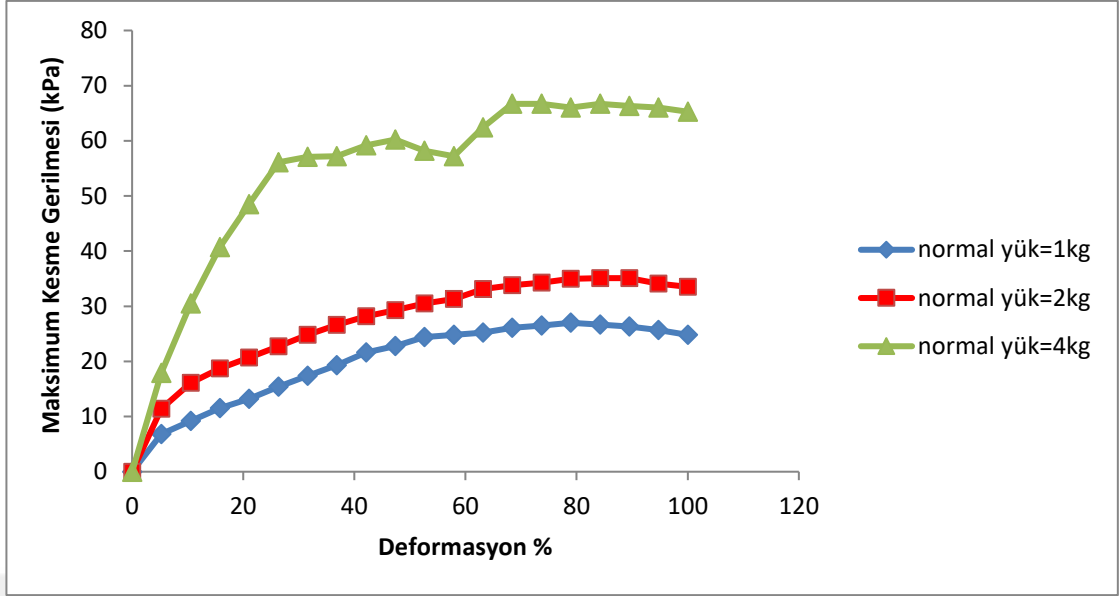
Şekil 5.56. % 100 kil kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi

5.38. % 100 Kil (Kuru zemin-geotekstil) İle Yapılan Kesme Kutusu Deneyi

Deneyde saf kum örneği kullanılmıştır. Kesme kutusu deneyinde kum numune yüksekliği 32 mm ve ağırlığı 120 gr olarak belirlenmiştir. Deney sonu numune yüksekliği ve numune alanı gibi sayısal veriler Çizelge 5.38 de görülmektedir. Sonuçlara göre normal yük arttıkça maksimum kesme gerilmesi artmakta ve zemin örneğinin maksimum kesme gerilmesine farklı deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir (Şekil 5.57).

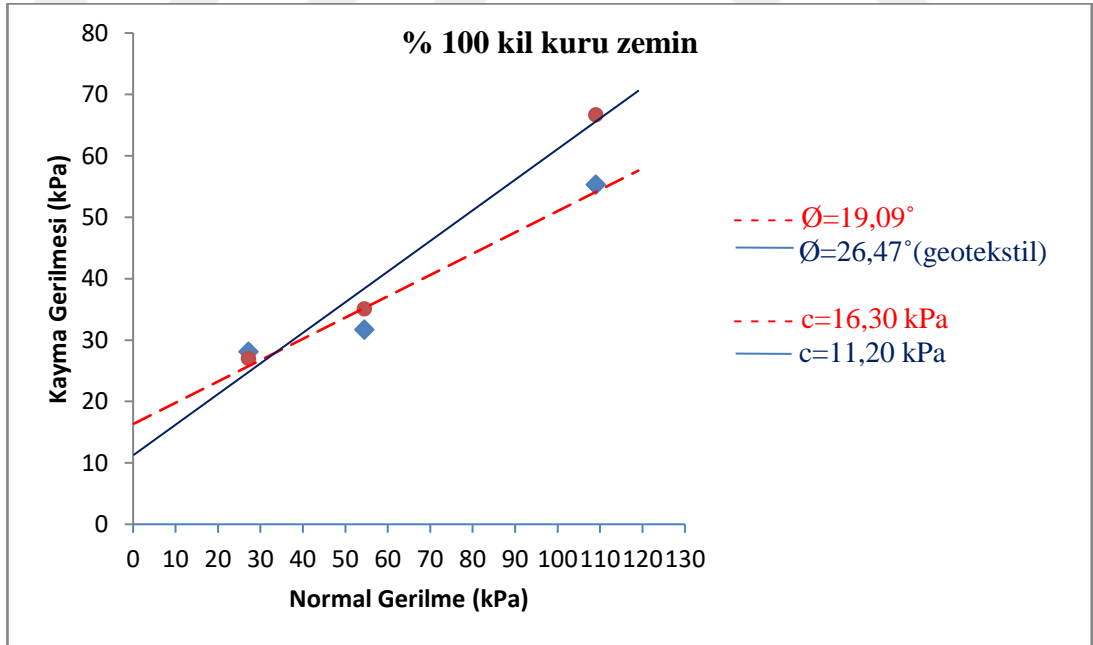
Çizelge 5.38. % 100 kil deney sonuçları (Kuru zemin-geotekstil)

DENEY SONUÇLARI			
Kuru zemin (Geotekstil)	Normal Yük		
	1kg	2kg	4kg
Normal gerilme (kPa)	27.2	54.5	109
Maksimum kesme gerilmesi (kPa)	27.0	35.1	66.7
Maksimum kesme kuvveti için deformasyon (mm)	7.532	8.024	7.019
Deney sonu numune yüksekliği (mm)	30.72	29.23	26.95



Şekil 5.57. % 100 kil kuru ortamda kayma gerilmesi-deformasyon ilişkisi (Geotekstil)

Kesme kutusundaki kum zemin arakesitine yerleştirilen geotekstil ile yapılan deneylerde kohezyonun azaldığı ve içsel sürtünme açısının arttığı görülmektedir (Şekil 5.58).



Şekil 5.58. % 100 kil kuru ortamda kesme gerilmesi parametreleri karşılaştırılması

Ağırlıkça oranları % 20 kum % 80 kil - % 10 kum % 90 kil - % 100 kil deney numuneleri kil oranı fazla olduğundan ve burada kullanılan kil suyla yıkanıp kumdan ayrıştığından dolayı deney sonuçları elde edilememiştir.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada geotekstil kullanımının kumlu ve killi zeminlerde içsel sürtünme açısına ve kohezyona etkidiği saptanmıştır. Genel olarak geotekstilin zemin arasına serilerek içsel sürtünme açısını ve kesme kuvvetini artırdığını söylenebilir. Kullanılan geotekstilin sert ve ağır olması deney sonuçlarına olumlu yansımıştır. Örneğin, daha önce yapılan bilimsel deneylerde örgülü geotekstiller kullanılarak, bu çalışmadaki deney sonuçlarına yakın sonuçlar elde edilmiştir. Farklı özellikteki örgüsüz geotekstil kullanılarak bu çalışmadaki deney sonuçlarına yakın sonuçlar elde edilmesine rağmen daha düşük sonuçlar elde edilen deneylerde vardır.

Bu çalışmada deney sonuçlarına göre kumun kilden yatayda gelecek kuvvetlere karşı daha dirençli olduğu söylenebilir. Örneğin, ağırlıkça oranı % 100 kum olan zemin numunesinde 1 kg lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 26,1 kPa iken, ağırlıkça oranı % 20 kum % 80 kil olan zemin numunesinde 1 kg lık normal yük altında bu değer 17,2 kPa bulunmuştur. Kum-kil karışımında kil oranı arttıkça zemin numunesini yatayda kesecek kuvvette düşmektedir yani direnci azalmaktadır.

Aynı sabit yük altında geotekstil kullanılarak kuru zemin numunesi ile yapılan deneyde kesme gerilmesi, geotekstil kullanılmadan yapılan deneye göre daha yüksek çıkması beklenir. Yukarıda belirtilen bazı deney sonuçları bunun tersini söylemektedir. Örneğin, ağırlıkça oranı % 90 kum % 10 kil olan zemin numunesinde 27,2 kPa lık normal gerilme altında geotekstil kullanılmadan yapılan deneyde maksimum kesme gerilmesi 28,1 kPa bulunmuşken, geotekstil kullanılarak bu sonuç 23,9 kPa bulunmuştur. Bunun nedeni, zemin numunesi kesme kutusu içerisinde homojen dağılmamış ve geotekstil düzgün yerleştirilmemiş olmasıdır. Aynı şekilde suya doymun olan zemin numunesinde deney sonuçlarının tersini göstermesi homojenliğin yanı sıra başka nedenlerde vardır. Bunlar; geotekstil ile kesme kutusu hareketi arasındaki arayüzey seviye ilişkisi sağlanmamış olmasıdır. Çünkü, normal yük altında zemin belirli bir düşey deformasyona maruz kalacaktır. Suya doymun zeminlerde ne kadarlık bir deformasyona maruz kalacağı kesin olarak tahmin etmek zordur. Deneme yanılma yöntemiyle yaklaşık bir değer bulunarak, geotekstille iki kutu arasına bu değere göre serilmesi daha doğru olur. Diğer yandan geotekstil suyla temas ettiği için kesme

kutusunun hareketi boyunca katlanma olasılığı yüksektir. Bu da doğru sonuçlar elde etmeyi zorlaştırır. Uygulamada bu hususlara dikkat etmek önemlidir.

Geotekstilin kohezyona etkisini numune boyutuyla ilişkilendirilebilir. Bu çalışmadaki deney sonuçlarına göre kohezyonun geotekstil kullanılmasıyla arttığı veya azaldığı görülmektedir. Örneğin, ağırlıkça oranı % 100 kum olan zemin numunesinde kohezyon 6,18 kPa bulunmuştur. Ağırlıkça kil oranı arttıkça kohezyonun artması beklenirken ağırlıkça oranı % 90 kum olan zemin numunesinde bu değer 0,37 kPa ve ağırlıkça oranı % 70 kum % 30 kil zemin numunesinde bu değer 14,82 kPa bulunmuştur. Numune boyutunun küçük olması danelerin birbirlerine karşı direnci ve sürtünme kuvvetlerini düşürmektedir. Daha önce yapılan araştırma sonuçları da bu tezi desteklemektedir. Kum zemin numunesinde kohezyon 0 olmalıdır. Zemin numunesine kil eklendikçe bu değer artması beklenir. Deney sonuçlarında geotekstil kullanarak kohezyonun arttığı görülse de, kohezyonun azaldığı deney sonuçları da vardır. Numune boyutu arttıkça daha doğru sonuçlar elde edilecektir. Kohezyon sonuçlarının istenileni vermemesinin başka bir sebebi, kesme kuvveti hızıyla ilgilidir. Ağırlıkça kil oranı arttıkça kil oranına orantılı olarak kesme kuvvetinin hızı düşürülmesi gerekir. Bu hız düşürülmediği için istenilen sonuçlar elde edilememiştir.

Zemin numunesine yatayda uygulanan maksimum kesme kuvvetine farklı yatay deformasyonlarda ulaştığı görülmektedir. Örneğin, ağırlıkça oranı % 60 kum % 40 kil olan zemin numunesinde, 27,2 kPa lık normal gerilme altında maksimum kesme gerilmesine 5.516 mm de ulaşmışken, 54,5 kPa lık normal gerilme altında bu değere 6.519 mm de ulaşmıştır. Bunun sebebi, numune karışımının tamamıyla homojen olmaması, sabit yükün zemin numunesi üzerine üniform olarak dağılmaması, suya doygun olarak yapılan deneylerde az da olsa kilin kesme kutusu dışına çıkması, geotekstilin düzgün serilmemesi, kil oranı arttıkça hacimsel büyümenin artması ve kesme kuvveti hareketi sırasında homojensizlikten dolayı sabit yükün zemin üzerine düzgün şekilde dağılmamasıdır.

Normal basınçlar arttıkça zemin danelerinin kohezyonu yani birbirlerine kenetlenme gücünde artmaktadır. Örneğin, ağırlıkça oranı % 60 kum % 40 kil olan zemin numunesinde 1 kg lık normal yük altında maksimum kesme gerilmesi 29,1 kPa bulunmuşken, 2 kg lık normal yük altında bu değer 47,8 kPa bulunmuştur. Sonuçta maksimum kesme kuvvetinin artmıştır.

Sonuç olarak deneylerin yapıldığı ortam şartları ve kullanılan malzemelerin deney sonuçlarına etkidiğini söylenebilir. Yapılan bu deneyler ileride yapılacak araştırmalara referans olması amaçlanmıştır. Geotekstillerin hangi amaçla nerede kullanılacağına dair farklı parametrelerde deneyler gerçekleştirilerek daha verimli sonuçlar elde edilebilir.

Ülkemizde araştırmalar yaparak, standartlar geliştirerek, iletişim ve bilgi eksikliğini gidererek geotekstillerin kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlamak gerekir. Geotekstillerin ek bir masraf olduğu kanısını ortadan kaldırarak, yapılacak inşalarda maliyete, mühendisliğe ve teknik özelliklere katkı sağladığı gözetilmelidir.



KAYNAKLAR

- Afatoğlu H. A., (2004). Yumuşak kil zemine oturan kum dolgunun taşıma g¼c¼ g¼venliđinin geotekstillere ve taş kolonlarla arttırılması, Y¼ksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼, İstanbul.
- Aydoğan, N.Ö., (2004). Örg¼l¼ geotekstillere zemin-geotekstil aray¼zeylerinin s¼rt¼nme özellikleri üzerinde etkisi, Y¼ksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼, İstanbul.
- Benek M.B., 2006. Geotekstillere Üzerine Bir İnceleme ve Uygulama Örnekleri, Y¼ksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼, Manisa.
- Çakar, G., (2016). Geotekstil donatılı killere davranışlarının laboratuvarında incelenmesi, Y¼ksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼, Balıkesir.
- Çoruh, T., Jeosentetikler, D.S.İ Tek. Ar. Ve Kal. Kont. D. Baş., Ankara, 1993
- Dernek Ö., (1998). Jeosentetikler ve Karayollarında Kullanımı, Y¼ksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼, İstanbul
- Dikmen, M., (2013). Kil zemine oturan temellerin oturma ve taşıma g¼c¼ davranışına geotekstil takviyesinin etkisinin deneysel ve plaxis 3D programıyla incelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼, Isparta.
- Erc¼ment, B., (2005). Geotekstil donatı kullanımı ile yumuşak kil zeminlerin taşıma g¼c¼ arttırımı, Y¼ksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼, İstanbul.
- Ingold, T.S., Miler, K.S., Geotextiles Handbook, Thomas Telford, London, 1988
- Karag¼l¼ B.Ç., (2007). Yol Dolgularının Geogrid Kullanılarak İyileştirilmesi, Y¼ksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstit¼s¼, İstanbul.
- Karpuzcu, M., (2001). Zeminlerin stabilizasyonunda geotekstil, Y¼ksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼, Isparta.
- Koerner, R.M., Designing With Geosynthetics, Prentice Hall, N.J., 1986
- Özalay, M., (1997). Yumuşak zeminler üzerine inşa edilen dolguların geotekstil ile g¼çlendirilmesi, Y¼ksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstit¼s¼, İstanbul.

- Özdüzgün, Z. B., (1999). Geomembran ve geotekstil arasındaki arayüzey sürtünmesi, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztekin, A., (1992). Geotekstil üzerine bir inceleme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sağlam R., 2009. Karayolu Yapımında Geosentetik Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şekercioğlu, S., (2015). Kum zeminlerin geotekstil kullanılarak geoteknik özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Toprak, A., (1999). İnşaat Mühendisliğinde geotekstil kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Tuna, Ş. Ç., (2008). Geotekstil donatılı kum zeminlerde mekanik davranışın belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Uşak Erko Tekstil San. TİC. Ltd. Şti., İstanbul, 2016
- Uzuner, B.A., (2007), Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği, Trabzon, Derya Kitapevi
- Yılmaz, H. R., Eskişar, T., 2007. Geosentetik Ürünlerin Geoteknik Mühendisliği Sorunlarının Çözümünde Kullanımı ve Sağlanan Faydalar, 2. Geoteknik Sempozyumu, 22-23 Kasım 2007, Adana.
- Yılmaz, N. M., (2010). Geotekstil ile güçlendirilen kumlu zemin üzerine oturan, yüzeysel temelin incelenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Wastı, Y., Geotekstifflerin Kullanım ve Seçim Esasları, Vateks A.Ş., Teknik Yayınları (1992)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selçuk Arslan
Doğum Yeri : Adıyaman
Doğum Tarihi : 30.09.1989
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum / Yıl)

Lise : Adıyaman Lisesi (2003-2006)
Lisans : Bozok Üniversitesi (2009-2014)
Yüksek Lisans : Adıyaman Üniversitesi (2014- 2017)